UNIVERSITE DES ANTILLES (UA)

ÉCOLE DOCTORALE (ED 588)
« MILIEU INSULAIRE TROPICAL : DYNAMIQUES DE DEVELOPPEMENT,
SOCIETES, PATRIMOINE ET CULTURE DANS L'ESPACE CARAÏBES-AMERIQUES »

CRREF (EA 4538)
CENTRE DE RECHERCHES ET DE RESSOURCES EN ÉDUCATION ET FORMATION

ÉCOLE SUPERIEURE DU PROFESSORAT ET DE L'ÉDUCATION
DE L'ACADEMIE DE MARTINIQUE (ESPE 972)

Efficacité de l'enseignement socioconstructiviste et de l'enseignement explicite en éducation prioritaire : Quelle alternative pour apprendre les mathématiques ?

Thèse présentée par Céline GUILMOIS

En vue de l'obtention du doctorat en sciences de l'éducation

JURY

Mme **Maryse BIANCO**, Maitre de conférences HDR, Université de Grenoble Alpes – Rapporteur

M. **Steve BISSONNETTE**, Professeur, Université de TELUQ, Canada – Co-directeur de thèse

M. **Antoine DELCROIX**, Professeur, ESPE, Université des Antilles – Président du jury

Mme **Elisabeth ISSAIEVA MOUBARAK NAHRA**, Maître de conférences, ESPE, Université des Antilles – Membre du jury

Mme **Maria POPA-ROCH**, Maître de conférences, ESPE, Université de Strasbourg – Tutrice de thèse

M. **André TRICOT**, Professeur, ESPE, Université de Toulouse – Rapporteur

M. **Bertrand TROADEC**, Professeur, ESPE, Université des Antilles – Directeur de thèse

Juin 2019

Efficacité de l’enseignement socioconstructiviste et de l’enseignement explicite en éducation prioritaire : Quelle alternative pour apprendre les mathématiques ?

Déclaration de non-plagiat

Je soussignée, *Céline GUILMOIS*, étudiante à l'université des Antilles (UA), déclare sur l'honneur que la thèse de doctorat que je présente publiquement est strictement le fruit de mon travail personnel.

L'origine de tout emprunt de texte à un auteur et de toute illustration (tableau, graphique, image, *etc*.), quelle qu'en soit l'origine, est indiquée précisément dans le texte lui-même et dans la liste des références bibliographiques placée en fin du mémoire.

Fait à Fort-de-France, le 01 avril 2019.

Céline GUILMOIS

REMERCIEMENTS

J’adresse tous mes remerciements à :

Monsieur Bertrand TROADEC, mon directeur de thèse, pour m’avoir donné l’occasion de changer ma vision du monde.

Monsieur Steve BISSONNETTE, mon co-directeur de thèse, pour son aide précieuse à l’accessibilité des ressources et son regard d’expert.

Madame Maria POPA-ROCH, ma tutrice de thèse, pour son accompagnement et sa disponibilité sans faille, pour toutes les heures consacrées au travail de traitement des données, d’écriture et de relecture, pour ses valeurs et sa grandeur intellectuelle, pour avoir fait de ces dures journées de labeur, un moment inoubliable. Aujourd’hui, pour son amitié.

Monsieur Lionel MARIN, inspecteur de l’éducation nationale, qui a rendu possibles les expérimentations sur le terrain.

Madame Laurence CABANEL, conseillère pédagogique départementale, formatrice REP+ en mathématiques et amie, qui a pris sur son temps personnel pour m’aider à la conception des séquences d’enseignement et des évaluations.

Madame Sylvaine TALARMIN, conseillère pédagogique, qui a formé les enseignants aux deux méthodes d’enseignement lors des animations pédagogiques de circonscription.

Monsieur Christophe CARVAL, coordonnateur de réseau éducation prioritaire, qui a fait passer les prétests et post-tests aux élèves.

Monsieur Pierre LECEFEL, doctorant et ami, pour son soutien et ses conseils avisés.

Monsieur Gilles GUILMOIS, mon époux, pour sa patience, pour toutes les heures données et assumées au service du bien de notre famille et sans qui ce travail n’aurait pu aboutir.

Théo, Thomas, Clément.

Et tous les enseignants et les élèves des classes de Martinique qui ont participé aux séquences d’enseignement.

Table des matières

RÉSUMÉ

Les enquêtes internationales, et plus particulièrement celles de PISA 2012 et 2015, montrent qu'en France, les élèves issus de milieux défavorisés ont beaucoup moins de chances de réussir à l'école que les autres (Dubet, 2014 ; Duru-Bellat, 2009 ; Toulemonde, 2004). Ce constat remet au centre des préoccupations de l'éducation nationale, la pédagogie et les méthodes qui lui sont liées. L'éducation nationale s'est fixé comme objectif de réduire à moins de dix pour cent les écarts de résultats entre les élèves des réseaux de l'éducation prioritaire et ceux des autres élèves, dans les disciplines dites fondamentales, et ceci grâce à une refondation de l'école dont la politique générale place la pédagogie au centre de la réforme.

Les données probantes d'études concernant l'efficacité des méthodes d'enseignement (Bissonnette, Richard, Gauthier, & Bouchard, 2010) montrent que les pédagogies de facture « socioconstructiviste » utilisées majoritairement dans les classes françaises ne semblent pas être celles qui donnent les meilleurs résultats. *A contrario*, l'enseignement « explicite » utilisé par les enseignants et les écoles efficaces pour aborder des notions nouvelles, complexes et structurées, est particulièrement porteur auprès des élèves en difficulté scolaire (Bissonnette, Richard, & Gauthier, 2006 ; Gauthier, Bissonnette, & Richard, 2013).

Le travail réalisé dans la thèse a pour objectif de comparer l'efficacité de l'enseignement explicite et de l'enseignement socioconstructiviste auprès d'élèves scolarisés en réseau d'éducation prioritaire en général, et en mathématiques plus particulièrement. La présente recherche s'inscrit dans la tradition des recherches dédiées à l'enseignement efficace et vise à montrer qu'un changement de pratiques pédagogiques des enseignants face aux élèves issus des milieux défavorisés a un effet positif sur les performances scolaires de ces derniers. L'enseignement explicite comporte trois étapes principales : le modelage, la pratique guidée, la pratique autonome ; il augmente les possibilités de compréhension des concepts mathématiques.

Cette recherche est réalisée en France, dans l'académie de Martinique, dans des classes de CE1, CM1, CM2, issues des réseaux de l'éducation prioritaire (REP/REP+). Dans cette académie, comme au plan national, les performances des élèves sont faibles dans les domaines scientifiques et en mathématiques. À ce propos, un « plan mathématique » est mis en œuvre pour concourir à la progression réelle des élèves.

L'hypothèse testée est la suivante : lorsqu'un professeur enseigne une notion mathématique visée, les résultats des élèves sont meilleurs s'il utilise un enseignement explicite plutôt que s'il utilise un enseignement socioconstructiviste ou usuel.

Cette prédiction est testée dans trois études. La première étude cible l'apprentissage de la technique opératoire de la soustraction en CE1 (26 classes) ; la deuxième s'intéresse à l'apprentissage de la technique opératoire de la division en CM1 (21 classes) et la troisième vise l'apprentissage de la notion d'aire en CM2 (25 classes). Les trois études sont conduites selon un même plan quasi expérimental. Les classes sont réparties au hasard en trois groupes : un groupe enseignement explicite, un groupe enseignement socioconstructiviste, un groupe enseignement usuel. Les études se déroulent en plusieurs phases sur une durée de trois à cinq semaines selon la notion étudiée. Pour chacun des groupes, après une phase d'instruction des enseignants à la méthode d'enseignement, s'ensuivent une phase diagnostique (prétest), une phase d'apprentissage de la notion mathématique (test), une phase d'évaluation des acquis (post-test). Premièrement, les résultats mettent en évidence que, quelles que soient les classes et les tâches réalisées, les élèves progressent entre les deux temps d'évaluation. Deuxièmement, et d'importance majeure, les données montrent que les élèves des classes ayant reçu un enseignement explicite obtiennent des performances supérieures aux élèves des classes ayant reçu un enseignement socioconstructiviste ou usuel. Enfin, les résultats indiquent que l'enseignement explicite est globalement plus efficace pour les élèves moyens à risque ou en difficulté.

L'ensemble des résultats de ces études apporte des éléments empiriques supplémentaires au courant de recherche soutenant l'efficacité de l'enseignement explicite, ce qui renforce les prédictions qui en découlent, donc sa validité. D'un point de vue pratique, elle alimente l'idée que le changement de pratiques des enseignants a des effets bénéfiques pour les élèves des réseaux renforcés de l'éducation prioritaire. La méthode quasi expérimentale utilisée permet de préconiser la généralisabilité des résultats à des publics similaires à celui de l'étude. L'enseignement explicite est une méthode efficace pour enseigner la technique opératoire de la soustraction et de la division ainsi que la notion d'aire auprès d'un public issu de l'éducation prioritaire. Elle présente donc un intérêt pour la communauté professionnelle des professeurs des écoles travaillant dans les REP+.

Mots-clés : enseignement explicite – enseignement socioconstructiviste – éducation prioritaire – méthode d'enseignement.

ABSTRACT

International surveys, and more particularly PISA 2012 and 2015, show that in France, students from disadvantaged social backgrounds are much less likely to succeed at school than other students (Dubet, 2014 ; Duru-Bellat, 2009 ; Toulemonde, 2004). These recurrent results put into question the pedagogy and related methods and is at the heart of the national education system's concerns. The French national education system has set the objective of reducing to less than ten per cent the performance gaps between students in priority education networks and other students in the so-called fundamental domains, through a reform of the school whose general policy places pedagogy at the center of it.

Evidence from studies on the effectiveness of teaching methods (Bissonnette, Richard, Gauthier, & Bouchard, 2010) shows that the « socioconstructivist » pedagogies mainly used in the French classrooms do not give the best results. On the contrary, « explicit » teaching, used by effective teachers and schools for new, complex and structured knowledge, is particularly effective for students with learning difficulties (Bissonnette, Richard, & Gauthier, 2006; Gauthier, Bissonnette, & Richard, 2013).

The work carried out in the present thesis aims to compare the effectiveness of explicit teaching and socioconstructivist teaching with students enrolled in priority education networks in general, and in mathematics in particular. This research follows the tradition of research dedicated to effective teaching and aims to show that a change in teachers' pedagogical practices towards students from disadvantaged backgrounds has a positive effect on their academic performance. Explicit instruction includes three main stages, i.e., modeling, guided practice, independent practice and increases the possibilities for understanding mathematical concepts.

This research is carried out in France, in the Martinique Academy, in elementary school classes of schools from the priority education networks (REP/REP+). In this academy, as at the national level, overall students' performance is low in science and mathematics. In this respect, a « mathematical plan » is implemented to contribute to the real progress of the pupils in this domain.

The hypothesis tested is the following: when a teacher teaches a specific mathematical notion, students' results are better if he or she uses explicit instruction rather than socioconstructivist or usual instruction.

This prediction is being tested in three studies. The first study focuses on learning the partitioning technique of subtraction in second grade class (26 classes); the second study focuses on learning the technique of the division in fourth grade class (21 classes) and the third study focuses on learning the concept of area in fifth grade

class (25 classes). The three studies that are conducted according to the same quasi-experimental design. The classes are randomly assigned to one of the three following experimental conditions: an explicit teaching group, a socioconstructivist teaching group, an usual teaching group. Studies comprise several phases over a period of three to five weeks, depending on the concept studied. For each group, after a phase of teacher instruction about the teaching method, there follows a diagnostic phase (pre-test), a phase of learning the mathematical concept (test), a phase of assessment of the learning (post-test). First, the results show that, regardless of the class level and tasks performed, students do progress between the two assessment times. Second, and of major importance, the data show that students in classes that have received explicit instruction outperform students in classes that have received socioconstructivist or usual instruction. Finally, the results indicate that explicit instruction is generally more effective for underachieving students or in difficulty.

Taken together the results of these studies provide additional empirical evidence to the body of research supporting the effectiveness of explicit teaching, which reinforces the predictions that result from it, and therefore its validity. From a practical point of view, it comforts the idea that changing teachers' practices has beneficial effects for students in the priority education networks. The quasi-experimental method enables the generalizability of the results to learners similar to the population of this study. Therefore it can be argued that explicit instruction is an effective method for teaching the subtraction and the division as well as the notion of the area to students from priority education. It is therefore of interest to the professional community of school teachers working in priority education.

Keywords: explicit teaching – socioconstructivist teaching – priority education – teaching method

INTRODUCTION

Faire réussir le plus grand nombre d'élèves représente la finalité de tout système éducatif. Les résultats de diverses enquêtes internationales (e.g., PIRLS, *Progress in International Reading Literacy Study*, TIMSS, *Trends in International Mathematics and Science Study*) dont l'une des plus connues est PISA, *Programme for International Student Assessment*, donnent des indications quant à l'atteinte de cet objectif. Selon ses derniers résultats (OECD, *Organization for Economic Cooperation and Development*, 2014a, 2016), la France est identifiée comme le pays le plus inégalitaire de ceux de l'Organisation de Coopération et de Développement Economique (OCDE). Deux éléments significatifs vont dans le sens de cette qualification. D'une part, la proportion d'élèves en difficulté n'a cessé d'augmenter. À ce sujet, le pourcentage d'élèves français peu performants en mathématiques (sous ou de niveau 1) a augmenté de 5,3 points entre 2003 et 2012. D'autre part, et plus important encore, les élèves concernés par cette dégradation sont systématiquement issus de milieux socio-économiques défavorisés. En France, la différence de pourcentage des élèves peu performants en mathématiques entre ceux issus d'un milieu socio-économique favorisé et ceux d'un milieu socio-économique défavorisé se situe autour de 35,6 % contre moins de 6,7 % pour les pays les plus équitables (OECD, 2014a). Ces statistiques montrent des inégalités importantes.

Or, parmi les questions qui intéressent l'école française du XXI^e^ siècle, celle des inégalités scolaires reste cruciale. En effet, le caractère social des familles (favorisé ou défavorisé) est prédictif de l'avenir scolaire des élèves (DEPP, Direction de l'Évaluation, de la Prospective et de la Performance, 2013). Les enquêtes et les recherches montrent de manière récurrente que l'échec scolaire affecte toujours plus les élèves issus de milieux défavorisés que les autres (OECD, 2014b, 2016), et ce, quel que soit l'indicateur de l'échec scolaire pris en compte (e.g., décrochage scolaire, sortie du système éducatif sans diplôme, redoublement) (Brooks-Gunn, Klebanov, & Duncan, 1996 ; Cèbe & Goigoux, 1999 ; Dubet & Martuccelli, 1996 ; Gallagher, 1994 ; Palacio-Quintin, 1995 ; Palacio-Quintin & Jourdan-Ionescu, 1991). D'après les résultats de l'enquête Emploi 2015 de l'Institut National de la Statistique et des Études Economiques (INSEE, 2015), les enfants de cadres ou de professions intermédiaires réussissent davantage leur cursus scolaire que les élèves de milieux défavorisés : ils sont plus nombreux à obtenir leur baccalauréat, à poursuivre leurs études dans l'enseignement supérieur et à en sortir diplômés (Testas, 2017). Par ailleurs, dans un rapport du Conseil National d'Evaluation du Système Scolaire (CNESCO), Ichou (2016) montre que les performances scolaires sont souvent plus faibles pour les enfants d'immigrés que pour les enfants natifs et que cette différence est principalement due à l'origine sociale défavorisée des premiers. Ces résultats interrogent donc la capacité de l'école à faire réussir tous les élèves, et ce, quel que soit leur milieu d'origine.

Au-delà des caractéristiques culturelles, langagières et sociales auxquelles ces inégalités sont associées, certains sociologues s'intéressent à la manière dont sont transmis les savoirs dans la classe (Bautier & Rayou, 2009). Des chercheurs affirment que les pratiques pédagogiques courantes des enseignants de l'école contemporaine génèrent fréquemment des inégalités scolaires (Bonnéry, 2009 ; Rochex & Crinon, 2011). Ces inégalités sont dites passives lorsque le dispositif pédagogique nécessite des prédispositions. Autrement dit, les inégalités passives se produisent lorsque l'activité proposée à l'élève n'est pas suffisamment explicite pour qu'il soit en mesure de produire le cheminement intellectuel nécessaire pour s'approprier le savoir. Elles sont dites actives lorsque le dispositif pédagogique ne permet pas à tous les élèves d'apprendre de manière équitable, autrement dit, lorsque les occasions d'apprendre ne sont pas identiques pour tous (Bonnéry, 2009). Néanmoins, des recherches réalisées depuis une trentaine d'années (e.g., *Project Follow Through*), notamment dans les systèmes éducatifs anglo-saxons (Engelmann, Becker, Carnine, & Gersten, 1988 ; Ewing, 2011 ; Gersten & Keating, 1987), tendent à montrer que l'école et l'enseignant constituent des facteurs décisifs dans la réussite des élèves issus des milieux défavorisés (Castonguay & Gauthier, 2012). Les établissements scolaires qui relèvent ce défi sont qualifiés d'écoles efficaces (Bissonnette, Richard, & Gauthier, 2006). En France, la performance de l'école est principalement liée à ce qui se nomme effet-maitre (Bressoux, 1994, 2011 ; Bressoux & Bianco, 2004 ; Felouzis, 1997). Bautier (2006) définit ce dernier comme « les effets produits par certains modes de faire, certaines pratiques pédagogiques sur une population d'élèves donnée » (p. 108). En effet, à la différence d'autres pays où chaque établissement propose son propre curriculum, en France, le caractère national des programmes atténue les effets-écoles au profit de celui lié à l'enseignant. Les résultats d'une synthèse de 800 méta-analyses réalisée par Hattie (2009) qui a identifié 138 variables ayant potentiellement un impact sur la réussite des élèves corroborent l'effet-maitre ou l'effet enseignant. Ces variables sont regroupées dans six facteurs ordonnés suivant la taille de leur effet : enseignant, programmes d'études, méthodes d'enseignement, élève, milieu familial et école. Les résultats présentés par Hattie indiquent que les facteurs enseignant, curriculum et méthode d'enseignement sont ceux ayant le plus d'impact sur le rendement des élèves. Autrement dit, ces résultats situent l'enseignant, le curriculum et la méthode d'enseignement en position décisive dans la réussite scolaire des élèves. Hattie

(2009, 2012) classe non seulement ces facteurs du plus influents au moins influents sur le rendement scolaire des élèves, mais montre également que cette influence est liée au fait de rendre visibles et clairs l'enseignement et l'apprentissage. D'après Gauthier, Bissonnette et Richard (2013) l'enseignement et l'apprentissage sont visibles dès lors que ceux-ci évitent « les fausses interprétations, les ″malentendus″, le non-dit, le caché, l'implicite » (p. 42).

Pourtant, certains experts de l'éducation française (Bouysse, Claus, & Szymankiewick, 2011) mentionnent que :

> Tout se passe comme si, là comme dans la pédagogie de l'oral, les maitres avaient une grande confiance dans une sorte d'imprégnation : si les enfants entendent parler, ils sauront parler et s'ils entendent des histoires, ils auront une culture littéraire. (p.131)

Or, dans les territoires où l'on retrouve le plus d'élèves issus de milieux défavorisés et de familles pauvres, cette imprégnation ne suffit pas. En France, la plupart de ces élèves sont accueillis dans des établissements et des écoles classés en éducation prioritaire communément nommés Réseau de l'Éducation Prioritaire (REP) et Réseau de l'Éducation Prioritaire renforcé (REP+). Pour eux, un mode d'enseignement adapté est souhaitable (Bianco, 2015) et doit se fonder sur des principes d'organisation et de fonctionnement pédagogiques efficaces pour une école inclusive. Ainsi, dans son rapport sur les élèves des familles en grande pauvreté, Delahaye (2015) recommande une pédagogie explicite par laquelle le professeur :

> Permet à ses élèves d'avoir une claire conscience de tout ou partie : des buts des tâches scolaires (ce qu'ils ont à faire) ; des apprentissages visés (ce qu'ils pourront apprendre) ; des procédures utilisables ou utilisées (pour réaliser les tâches) ; des savoirs mobilisables ou mobilisés (pour réaliser les tâches) ; des progrès réalisés (ce qu'ils ont appris). (p.105)

Avant 2013, les recommandations du Ministère de l'Éducation Nationale (MEN, 2005, 2008) orientent les enseignants à utiliser une démarche qui permet à l'élève de construire le savoir par lui-même (Bächtold, 2012). Les instructions officielles incitent les enseignants à utiliser des pédagogies actives qui mettent l'élève au centre des apprentissages. Ces pédagogies mettent l'accent sur les activités effectives de l'élève qui découvre et qui fait seul (constructivisme) ou qui découvre et qui fait avec ses pairs (socioconstructivisme). Dans ce contexte, l'enfant doit construire lui-même ses apprentissages, c'est-à-dire son interprétation du monde avec le soutien de l'enseignant, voire des autres élèves. Par conséquent, l'enseignant fonde son action d’enseignement uniquement sur la mise en place de conditions favorables à la construction de connaissances et sur la guidance des élèves plutôt que sur la transmission du savoir de manière à favoriser un apprentissage actif et individualisé.

Tel que mentionné, les enquêtes internationales qui évaluent l’efficacité des systèmes éducatifs et leur capacité à réduire l’écart entre les élèves issus des milieux sociaux défavorisés et les autres montrent que le système éducatif français est l’un des plus inégalitaires (OECD, 2014a, 2016). Cette situation conduit le législateur à mettre en place une réforme pédagogique qui est traduite dans la loi d’orientation et de programmation pour la refondation de l’école de la République du 8 juillet 2013. Ainsi, de nouveaux programmes entrent en vigueur. Ceux-ci préconisent d’enseigner plus explicitement les savoirs liés à l’acquisition du socle commun de connaissances, de compétences et de culture afin de réduire les écarts entre les élèves de l’éducation prioritaire et les autres. Les programmes du Ministère de l’Éducation Nationale de l’Enseignement Supérieur et de la Recherche (MENESR, 2015b) stipulent par exemple qu’au cycle 2 « les démarches et stratégies permettant la compréhension des textes sont enseignées explicitement » (p.13) ; dans le décret relatif au socle commun de connaissances, de compétences et de culture (MENSER, 2015a), il est écrit que « les méthodes et les outils pour apprendre doivent faire l'objet d'un apprentissage explicite en situation, dans tous les enseignements et espaces de vie scolaire » (p.4). Enfin, quatre notes de service sur la lecture, l’enseignement de la grammaire et du vocabulaire, du calcul et la résolution de problème à l’école (MEN, 2018b), affirment la volonté ministérielle d’encourager un enseignement régulier et structuré permettant d’acquérir des automatismes et la maitrise des compétences de base en français et en mathématiques.

Ce changement d’orientation pédagogique fait débat pour diverses raisons. Premièrement, elle oppose souvent les défenseurs d’un enseignement fondé sur des principes dits constructivistes piagétiens et/ou socioconstructivistes vygotskiens à d’autres issus d’un courant instructionniste. Deuxièmement, l’enseignement explicite lui-même n’est pas défini unanimement dans les écrits francophones. Les termes d’enseignement explicite sont utilisés de façon polysémique. Par exemple, « enseigner plus explicitement » est une expression utilisée dans les textes institutionnels français tandis que les termes « enseignement explicite » sont utilisés au Canada et en Belgique. Est-ce que ces deux expressions signifient la même chose ? Troisièmement, la préconisation des programmes d’enseigner plus explicitement est souvent considérée comme une opposition au principe de liberté pédagogique accordée aux enseignants (Ministère de l’Intérieur, Code de l’éducation, 2018).

Dans ce travail de thèse, l'enseignement explicite est défini selon les principes énoncés par Gauthier et ses collègues (2013), eux-mêmes se fondant sur ceux formulés par Rosenshine (1986). L'enseignement explicite est une méthode pédagogique issue des recherches sur l'enseignement efficace qui consiste à présenter la matière de manière fractionnée en allant du simple au complexe tout en vérifiant très régulièrement la compréhension des élèves à chaque étape de l'apprentissage. Il recommande une participation active de tous les apprenants. C'est une méthode centrée sur l'enseignant qui cherche à améliorer le rendement scolaire des élèves en donnant un caractère systématique à l'enseignement. « L'enseignement explicite est ainsi la formalisation d'une stratégie d'enseignement structurée en étapes séquencées et fortement intégrées » (Gauthier et al., 2013, p. 41). Selon cette approche, l'enseignant, de manière intentionnelle, cherche à soutenir l'apprentissage des élèves par une série d'actions au cours des trois grands moments suivants : la préparation et la planification ; l'enseignement proprement dit ; le suivi et la consolidation. Le terme « explicite » vient en opposition aux comportements invisibles, sous-entendus. L'enseignement est fondé sur le fait que les fausses interprétations sont évitées ainsi que les non-dits, l'implicite. Il s'agit d'expliciter les intentions et les objectifs visés dans la leçon. L'enseignant rappelle les savoirs antérieurs dont l'élève a besoin pour réaliser la tâche. Il s'agit ensuite de montrer comment résoudre la tâche demandée en mettant un « haut-parleur » (Gauthier et al., 2013, p.182) sur sa propre manière de faire, son raisonnement sa pensée. Puis, l'enseignant guide les élèves en les questionnant. Il doit alors leur fournir une rétroaction, procédure utilisée pour donner de l'information à l'élève sur la justesse de sa réponse, corriger et féliciter, afin d'éviter qu'ils ne s'enferment trop rapidement dans des procédures erronées ou peu pertinentes.

Compte tenu des nouvelles orientations ministérielles, de l'importance accordée aux pratiques pédagogiques quotidiennes au sein des classes dans le discours de la refondation de l'école et des controverses qu'elles suscitent, la présente thèse s'inscrit dans une démarche d'éducation fondée sur des données probantes. Elle cible les élèves issus des réseaux de l'éducation prioritaire en France pour lesquels les mesures éducatives prises jusqu'à maintenant n'ont pas connu de résultats déterminants (MEN, 2014 ; Meuret, 1994). Aujourd'hui, ces mesures visent un renouveau des pratiques pédagogiques ; les instructions officielles préconisent d'enseigner plus explicitement. Par ailleurs, les disciplines ne sont pas équivalentes quant à leur contribution dans la réussite scolaire des élèves. Les recherches en psychologie sociale montrent, par exemple, que les mathématiques font partie des disciplines les plus valorisées à l'école (Dutrévis & Tockzek, 2007 ; Monteil & Huguet, 2001). La réussite scolaire est ainsi corrélée à la valorisation sociale des savoirs disciplinaires et à leur hiérarchie. Actuellement, le niveau en mathématiques des élèves français évalué par l'enquête TIMMS (2015) est alarmant. La France obtient le score moyen le plus faible des vingt-six pays de l'OCDE. L'enquête révèle que 42 % des élèves français ont un niveau faible, voire très faible, contre 25 % en moyenne pour les autres pays participants. La proportion des meilleurs élèves est nettement en dessous de celle des autres pays de l'OCDE. Enfin, les résultats les plus faibles émanent majoritairement des écoles qui concentrent les élèves socialement défavorisés et ceux des familles d'immigrés dans lesquelles ils n'utilisent pas le français comme langue maternelle. Une fois de plus, cette enquête relative à l'apprentissage des mathématiques pointe le déterminisme social du système éducatif français.

Quelles sont les méthodes d'enseignement qui permettent aux élèves de l'éducation prioritaire d'apprendre de manière optimale ?

Cette thèse compare l'efficacité de deux orientations pédagogiques. Les effets d'un enseignement socioconstructiviste sont comparés à ceux d'un enseignement explicite sur le rendement scolaire de l'élève, et ce, à la suite de différentes séquences en mathématiques auprès d'enfants issus des réseaux de l'éducation prioritaire en Martinique. La première partie constitue l'ancrage et le contexte théorique sur lequel repose la recherche. Les parties deux, trois et quatre sont consacrées aux expérimentations successives réalisées sur le terrain, dans des classes de CE1, CM1 et CM2, issues de l'éducation prioritaire. La partie cinq conclut sur les choix de formation initiale et continue possibles des enseignants au regard des résultats et des éléments apportés par les parties précédentes.

CHAPITRE 1

CONTEXTE THEORIQUE
Etat de la situation en France

PLAN DU CHAPITRE

Pages

1. INÉGALITÉS SCOLAIRES EN GÉNÉRAL

Pendant longtemps, la question de la difficulté et de l'échec scolaire n'a pas été un sujet de préoccupations en France, et ce, même dans le milieu professionnel enseignant.

> Sauf exception, la réussite ou l'échec relevait de dispositions personnelles, de contextes familiaux, de circonstances scolaires particulières. Faire du bon travail, c'était mettre les élèves en contact avec le savoir de la façon la plus claire et la plus cohérente possible. Ce qu'en faisaient les élèves leur appartenait, et longtemps ce fut sans problème majeur. (Ruelland-Roger & Clot, 2013, p. 20)

Aujourd'hui, la réduction des écarts entre les élèves en difficulté et les autres est un enjeu fondamental, au cœur des préoccupations professionnelles.

Du simple retard par rapport à une classe d'âge aux troubles d'apprentissage, le terme d'élève en difficulté ne semble pas trouver de définition précise et unanime ni dans les textes officiels ni dans la littérature professionnelle française. Il est assimilé à la notion d'échec scolaire qui renvoie à l'idée d'une non-réussite irréversible. En revanche, la difficulté scolaire d'un élève est considérée comme provisoire et réversible (Monfroy, 2002). Cette notion envahit la scène de l'institution scolaire vers la fin des années 80 après la loi d'orientation de 1989 qui se fixe comme objectif d'amener 80 % des élèves d'une classe d'âge au baccalauréat. « Dès lors que la logique ségrégative n'a plus cours, l'élève en "échec scolaire" devient un "élève en difficulté" » (Monfroy, 2002, p. 34).

Les enseignants caractérisent souvent la difficulté scolaire de leurs élèves en prenant appui sur des indices intrinsèques tels que « leur figure de retrait » ou « leur figure de la résistance » (Monfroy, 2002, p. 36). Le premier renvoie à des élèves lents, repliés sur eux-mêmes, inhibés, émotifs, souvent immatures et qui manquent de confiance en eux. Le deuxième fait référence à des comportements perturbateurs, provocateurs, voire agressifs, instables, hyperactifs. Les enseignants caractérisent également cette difficulté en se fondant sur un diagnostic positif ou négatif de la potentialité intellectuelle de leurs élèves (Monfroy, 2002). Ils la définissent rarement par « la manifestation et la conséquence des difficultés d'apprentissage, c'est-à-dire des rapports et des interactions spécifiques qui se nouent entre ces élèves et la situation scolaire » (Monfroy, 2002, p. 36). En effet, Bonnéry (2007) montre que l'école s'appuie sur une manière de penser et de travailler qui est supposée connue des élèves. Elle fait rarement l'objet d'un apprentissage. Elle se construit plutôt en dehors de l'école « dans des modes de socialisation propres à certains groupes sociaux » (p. 12) correspondant majoritairement à ceux des classes aisées. Dès lors, la notion d'élève en difficulté apparait de manière concomitante avec celle d'inégalité sociale. L'école peut ainsi creuser ou combler les écarts entre les d'élèves selon la nature des dispositifs qu'elle met en place et les pédagogies qu'elle recommande.

Bien que la scolarisation soit obligatoire de six à 16 ans, la France accueille 97,5 % d'élèves de trois ans à l'école maternelle et 92,2 % sont encore scolarisés à 17 ans (DEPP, 2018). La majorité des élèves passent donc au moins 15 ans dans le système éducatif au terme duquel ils doivent posséder les acquis relatifs au socle commun de connaissances de compétences et de culture (Ministère de l'Intérieur, Décret n°2015-372 du Code de l'éducation, 2018). Cette longue fréquentation scolaire pourrait laisser penser que tout élève possède les acquis de niveau au moins égaux à ceux du socle. Or, les résultats d'évaluations des acquis des élèves, à partir de tests normalisés, ne corroborent pas cette attente (Duru-Bellat, 2009).

Avec un score de 511 points obtenus à l'évaluation PIRLS (DEPP, 2017b) qui mesure les performances en compréhension de l'écrit en fin de quatrième année de la scolarité obligatoire (CM1), la France se situe en deçà de ses voisins européens (540 points), mais également en dessous de la moyenne des pays de l'OCDE (541 points). Non seulement la performance globale des élèves a baissé significativement depuis les années 2000 (14 points en 15 ans), mais 6 % des enfants français de CM1 ont encore un accès à l'écrit très limité, voire nul. Ce sont les compétences des élèves, relatives au processus de compréhension les plus complexes, qui sont les plus faibles avec moins 21 points (DEPP, 2017b).

En France, la réussite scolaire dépend de deux catégories de facteurs : celle qui relève des caractéristiques personnelles de l'élève et celle qui a trait à son environnement scolaire (Barrouillet, Camos, Morlaix, & Suchaut, 2008). Les facteurs les plus prédictifs sont le niveau scolaire initial et l'origine sociale (Barrouillet et al., 2008). Au fil de la scolarité, le lien entre les inégalités sociales et le rendement scolaire se renforce. Bien que le retard scolaire à l'entrée en sixième ait baissé de dix points entre 2005 et 2017, reflétant ainsi les politiques éducatives qui visent la limitation du redoublement, le pourcentage d'élèves en retard en sixième est tout de même cinq fois supérieur pour les enfants d'ouvriers et dix fois supérieur pour les enfants de parents inactifs que pour les enfants de cadres (DEPP, 2018). L'écart de réussite entre les élèves des écoles et des collèges dits favorisés et ceux dits défavorisés atteint plus de 20 % en faveur des premiers dans trois domaines du socle (français ; mathématiques ; démarche scientifique, technologique et résolution de problèmes) et pour les deux premiers niveaux du socle (fin du cycle 2 - CE1 et fin du cycle 3 - 6ème). La progression des élèves dans les écoles et les collèges français n'est pas équitable (Caille, 2014). « Ces inégalités d'acquis vont sceller des trajectoires scolaires à leur tour socialement inégales » (Duru-Bellat, 2009, p. 2).

Plusieurs processus inhérents à l'institution scolaire et à ses usagers interviennent dans la production des inégalités. Rochex et Crinon (2011) parlent d'inégalités passives et actives. Les inégalités passives peuvent être attribuées à des modes de faire de l'enseignant qui ne sont pas explicités et aux enjeux des apprentissages qui ne sont pas accessibles à tous les élèves. Ces auteurs montrent ainsi qu'il existe des savoirs exigés par l'école qui ne sont ni enseignés, ni même identifiés par tous les enfants. La plupart du temps, il incombe aux élèves d'effectuer le lien entre les activités pédagogiques, les contenus mis en jeu et les habiletés qu'elles sous-tendent. Cela revient donc à laisser de côté tous ceux qui n'ont pas construit ces capacités en dehors de l'école. Les inégalités actives relèvent plutôt des différenciations pédagogiques. Elles dépendent directement du pronostic du professeur sur la capacité intellectuelle des élèves. Certains enfants sont ainsi cantonnés à des univers moins productifs sur le plan cognitif au moment de leur mise en activité. Le plus souvent c'est un travail de groupe qui est proposé, dispositif couramment utilisé dans les pratiques d'enseignement, et ce, quand il n'est pas exclusif. Ce type de dispositif entraine des sauts cognitifs que seuls ceux qui partagent les évidences scolaires peuvent réaliser. Pour les élèves les plus fragiles, l'utilisation d'un langage abstrait peut également constituer un obstacle.

Un cas typique d'inégalité est rapporté par Bonnéry (2009). Il observe des élèves issus de différents milieux sociaux (favorisés vs. défavorisés) dans une classe de CM2 où l'enseignant souhaite faire apprendre à ses élèves des règles de symétrie relatives aux triangles (un triangle équilatéral possède trois axes de symétrie, le triangle isocèle n'en a qu'un et les triangles quelconques n'en ont pas). La tâche formulée est de classer des triangles dans un tableau en fonction du nombre d'axes de symétrie qu'ils contiennent et de conclure. Dans l'activité donnée, le maitre propose une succession de consignes matérielles (i.e., découpe, plie, colle). Celles-ci constituent les étapes d'un travail de groupe censées mener les élèves à construire le savoir visé. En réalité, ce sont bien des étapes cognitives qui sont attendues par l'enseignant : réactiver des connaissances antérieures sur les axes de symétrie et les propriétés des triangles, comparer des figures selon un critère choisi, généraliser une règle, *etc*. Ici, le dispositif pédagogique engage l'élève dans des tâches matérielles disjointes et cela ne permet pas à certains de réaliser le cheminement intellectuel attendu. Bonnéry montre en effet que tous les élèves réussissent la tâche demandée, mais que la construction du savoir visé n'est effective que pour ceux issus des milieux aisés. Autrement dit, certains enfants ne sont pas en mesure de « faire le lien entre "l'habillage de la situation" dans le milieu scolaire et les concepts clés que sous-tend la tâche elle-même » (Beckers, Crinon, & Simons, 2012, p. 12).

Selon Bonnéry (2009), les usages courants représentatifs des pratiques pédagogiques contemporaines reposent sur deux types d'influences différents : une influence « puérocentrique » (p.19) où l'enseignant cherche autant que possible à laisser l'élève apprendre par lui-même ; en partant de ses représentations initiales, l'enseignant cherche alors à le mettre en activité, à partir de situations complexes et authentiques qui donnent du sens aux apprentissages et qui sont censées « provoquer spontanément chez l'élève une recherche de savoir » (Bonnéry, 2009, p. 19) ; Tricot (2017) rappelle cependant qu' « une situation authentique peut se révéler trop complexe, elle peut ne pas être à la portée des élèves, qui ne disposent pas des ressources pour traiter cette situation et au bout du compte, ne rien en apprendre » (p. 95) ; une influence « dirigiste » (Bonnéry, 2009, p.19) où l'enseignant conduit l'activité des élèves sans pour autant expliciter réellement les sauts cognitifs que la tâche demandée requiert. La première influence repose sur l'idée que l'apprentissage est propre à chaque élève, le rôle de l'enseignant reposant avant tout sur sa capacité à proposer des dispositifs pédagogiques stimulants. Elle est fondée sur un modèle d'élève suffisamment complice des évidences scolaires, des implicites. Elle suppose que l'élève possède les connaissances antérieures lui permettant de faire les découvertes attendues. La deuxième influence apparait généralement lorsque la première ne donne pas les résultats escomptés, autrement dit lorsque l'autonomie des élèves fait défaut. Reposant sur l'idée que chaque élève apprend à son rythme, elle donne malheureusement lieu à des différenciations pédagogiques qui creusent davantage les écarts. En effet, les élèves les plus fragiles sont systématiquement accompagnés en début de tâche et dans un but d'enrôlement dans l'activité, mais très rarement dans les phases de synthèse et d'institutionnalisation, ce qui permet aux élèves de « participer au travail collectif sans pour autant réellement apprendre » (Bonnéry, 2009, p.19).

Enfin, l'école expose les élèves des milieux les plus défavorisés à des situations dans lesquelles ils ne peuvent être en sécurité affective. En effet, ils sont moins bien préparés à aborder des apprentissages spécifiques, trop différents de leur culture familiale. Or, les actes pédagogiques les plus coutumiers (e.g., donner une note, apprécier un élève, présenter une tâche) peuvent avoir des conséquences sur la vie affective et intellectuelle des apprenants (Monteil & Huguet, 2001). En effet, les recherches issues des sciences du comportement montrent qu'il existe un lien étroit entre les évènements, les environnements sociaux et les performances des élèves. Le traitement des informations nécessite une attention d'autant plus grande que la tâche est complexe. Tout ce qui perturbe l'attention conduit nécessairement à une perte d'efficacité dans le traitement de cette tâche (Monteil & Huguet, 2001). Les situations d'école, peu familières ou en rupture avec celles connues dans la mémoire autobiographique des enfants les plus fragiles, leur demandent un tel engagement émotionnel qu'elles entrainent une perte de l'attention et donc des baisses de performance. Ceci est principalement dû au fait que l'individu stocke non seulement l'information, mais également les conditions de son acquisition. Par rapport à la performance scolaire, le « contexte cognitif de soi » (Monteil & Huguet, 2001, p.11) est donc aussi important que les capacités individuelles et la difficulté de la tâche à réaliser. Dans l'incapacité de compter sur des ressources antérieures solides, l'explicitation des tâches scolaires par l'enseignant est, pour les élèves en difficulté, plus déterminantes que pour les autres. Elle joue un rôle majeur vis-à-vis de leur activité cognitive et de la qualité de leur apprentissage.

2. INÉGALITÉS SCOLAIRES EN MATHÉMATIQUES

Réussir à l'école est assujetti à la possibilité de choisir une orientation scolaire et professionnelle perçue comme « prestigieuse ». Certaines disciplines comme les mathématiques jouent un rôle primordial dans le choix des filières d'orientation et dans l'engagement et la motivation des élèves (Dutrévis & Toczek, 2007) parce qu'elles ont une valeur sociale très forte (Chambon, 1990a, 1990b ; Huguet & Monteil, 1992 ; Monteil & Huguet, 2001 ; Mugny & Carugati, 1985). De plus, lorsque les résultats de l'enquête TIMMS (2015) montrent que la France est dernière au classement des pays de l'Union européenne, et ce malgré un nombre d'heures d'enseignement annuel bien supérieur à la moyenne de ses voisins (DEPP, 2016), cette situation questionne alors l'efficacité des pratiques d'enseignement utilisées en mathématiques.

L'enquête TIMMS (2015) montre qu'en France, un élève sur huit ne maitrise pas les compétences de base. Alors que la moyenne internationale à cette évaluation est de 500 points en mathématiques et en sciences, la France obtient respectivement les scores de 488 et 487 points (DEPP, 2016). Comparativement aux pays européens, les écarts sont encore plus grands (527 points en mathématiques et 525 points en sciences pour les moyennes européennes). Les élèves français sont surreprésentés dans le quartile le plus faible : 44 % au lieu des 25 % attendus en mathématiques (DEPP, 2016). À l'inverse, il n'y a que 11 % des élèves français dans le quartile le plus performant. Dans cette enquête, trois domaines cognitifs sont comparés : le domaine « connaitre », domaine le moins complexe des trois, qui aborde les faits numériques, les concepts et les procédures que les élèves doivent connaitre ; le domaine « appliquer » qui évalue l'aptitude des élèves à utiliser leurs connaissances et leur compréhension des concepts pour résoudre des problèmes ou répondre à des questions dans des contextes familiers ; le domaine « raisonner », le plus difficile, qui demande aux élèves d'utiliser leurs connaissances dans des contextes nouveaux, complexes ou mettant en jeu plusieurs approches, plusieurs étapes ou différentes stratégies. En France, 13 % des élèves ont un score inférieur à 400 points dans le premier domaine. Ils ne possèdent donc pas les connaissances élémentaires. Quels que soient les domaines de contenus en mathématiques visés (i.e., nombre, formes géométriques et mesures, présentation de données), la France obtient des scores inférieurs à la moyenne européenne : 484 contre 526 pour les nombres ; 503 contre 529 pour la géométrie et les mesures ; 484 contre 525 pour la présentation de données (DEPP, 2016). Par ailleurs, les difficultés sont une fois encore concentrées dans les écoles qui accueillent les publics les plus défavorisés socialement. Augmenter les performances des élèves des milieux socio-économiques défavorisés en mathématiques représente donc un défi qu'il importe de relever.

3. CRÉATION D'UNE POLITIQUE D'ÉDUCATION PRIORITAIRE

Au plan international, depuis les années 60, plusieurs enquêtes sociologiques, dont le rapport Colman (Cherkaoui, 1978), montrent que les enfants issus des milieux défavorisés ont moins de chance de réussir à l'école que ceux des milieux nantis. Il existe en effet une corrélation forte entre le statut économique des familles dont sont issus les élèves et leurs performances scolaires (Forquin, 1982 ; Observatoire des inégalités, 2015). Non seulement les élèves socialement défavorisés ont de moins bonnes notes et sont plus souvent en retard scolaire que les autres, mais ils ont également significativement moins de chance de poursuivre des études supérieures. En France, cette réalité perdure aujourd'hui (DEPP, 2016 ; OECD, 2016) et ce malgré des politiques publiques affichées en faveur de ces élèves.

En France, les difficultés scolaires ne sont pas socialement arbitraires (Dubet, 2014 ; Duru-Bellat, 2009 ; Toulemonde, 2004). Elles touchent singulièrement les classes populaires qui sont majoritairement représentées dans des zones géographiques dites sensibles. Ces zones aboutissent à une concentration d'élèves en difficulté au sein de certains établissements. Depuis les années 80, les politiques éducatives de prévention et de lutte contre les inégalités sociales trouvent une réponse à ces difficultés dans la création des Zones d'Éducation Prioritaire (ZEP). C'est une action publique qui se donne pour objectif de renforcer l'axe éducatif dans les établissements qui ont les taux les plus importants d'échec scolaire. Elle repose sur l'idée que pour répondre aux échecs persistants d'un grand nombre d'élèves, une offre de qualité et identique à tous ne suffit pas. En effet, la démocratisation de l'enseignement, la création du collège unique et la prolongation de la scolarité obligatoire jusqu'à 16 ans, ont entrainé des problématiques nouvelles dans le domaine de l'enseignement : inégalité scolaire, échec massif pour les élèves issus de familles de catégories socialement défavorisées (Toulemonde, 2004). Il s'agit alors de proposer des traitements différenciés adaptés à la diversité des publics. Sous l'impulsion des recteurs, des projets de zones sont ainsi mis en place faisant apparaitre de nouvelles collaborations notamment avec les élus locaux, les acteurs de l'action sociale et des politiques urbaines et culturelles, *etc.* Les ZEP visent au départ un public susceptible de connaitre des difficultés, pour autant, les projets de zones ne s'appuient pas obligatoirement sur des critères nationaux tangibles comme pourrait l'être le taux d'élèves allophones, le pourcentage d'élèves en retard en sixième, *etc.* (Duru-Bellat, 2009). Concrètement cette politique éducative nouvelle, se traduit par une offre de moyens supplémentaires et conséquents : classes moins chargées, mise en place d'activités de soutien, dotation d'heures permettant de travailler en demi-classes, indemnités versées aux enseignants, *etc.*

Bien que l'intention première fût d'élever le niveau général de connaissances et de compétences des élèves, les résultats escomptés ne furent pas à la hauteur (Bénabou, Kramarz, Prost, & Gurgand, 2004 ; Felouzis, Fouquet-Chauprade, Charmillot, & Impérial-Arefaïne, 2016 ; Goussé & Le Donné, 2014). Vingt-cinq ans après sa création, dans un rapport ministériel (Armand & Gille, 2006) les autorités reconnaissent que l'efficacité de l'éducation prioritaire et ses résultats ne peuvent être clairement établis. Ainsi, il est affirmé que cette politique n'a produit que « peu d'effets tangibles sur les écarts constatés entre les résultats scolaires des élèves en éducation prioritaire et hors éducation prioritaire et a produit encore moins d'effet sur l'égalité des parcours scolaires et des "carrières" scolaires » (Armand & Gille, 2006, p. 43). De la même manière, Delahaye (2015) déclare que les inégalités sociales pèsent toujours sur l'avenir scolaire des élèves malgré des réformes successives censées les limiter. Un récent rapport sur l'évaluation de la politique éducative de l'éducation prioritaire (Cour des comptes, 2018) confirme également les résultats décevants des moyens engagés au regard des résultats obtenus (Surcout de 1,4 milliard d'euros en 2017). Malgré une mise en œuvre insatisfaisante, Bongrand et Rochex (2016) rappellent toutefois qu'il ne faut pas occulter :

> L'entretien durable de la préoccupation politique pour la lutte contre les inégalités sociales à l'école comme une forme de résultat positif : la politique d'éducation prioritaire a sans doute contribué à asseoir le diagnostic d'un système éducatif souffrant d'inégalités sociales et scolaires illégitimes. Ce résultat positif mérite d'être rappelé et mis au crédit de l'engagement d'acteurs qui, à différents échelons de cette politique, se sont mobilisés et continuent de se mobiliser, de manière souvent intense et parfois dans des contextes institutionnels peu favorables, pour lutter contre les inégalités sociales à l'école. (p. 25)

Les différentes réformes de l'éducation prioritaire (e.g., dispositifs CLAIR, Collège, Lycée pour l'Ambition l'Innovation et la Réussite et ECLAIR, École, Collège, Lycée pour l'Ambition l'Innovation et la Réussite) ont abouti à des innovations et des expérimentations de terrain ciblant des thématiques telles que la prise en charge des élèves en difficulté, l'ouverture aux partenariats, l'interdisciplinarité, l'organisation pédagogique de la classe, *etc.* En les analysant, le rapport de l'inspection générale (Hagnerelle & Pittoors, 2011) conclut que ces expérimentations portent peu sur les enseignements eux-mêmes. Cela confirme les préconisations ministérielles déjà faites en 2006 qui visaient l'amélioration des pratiques pédagogiques et la cohérence des enseignements. Cela corrobore également les résultats de recherches qui plaident clairement en faveur de l'importance de la qualité du travail de l'enseignant au quotidien en classe (Gauthier et al., 2013 ; Hattie, 2009, 2012). Pour faire réussir les élèves, il semble que les efforts doivent porter sur l'enseignement. Se pose alors la question de savoir quelles sont les pratiques les plus efficaces à mobiliser.

En 1997, un rapport de l'inspection générale identifie les facteurs déterminants dans la réussite des ZEP qui ont les meilleurs résultats (Simon & Moisan, 1997). Sept axes sont à privilégier : la scolarisation précoce en maternelle ; l'accent porté sur la maitrise de la langue ; l'ouverture de l'école vers l'extérieur ; les relations partenariales ; les relations inter-degrés ; le pilotage local ; la stabilité des équipes enseignantes. Les objectifs deviennent plus pédagogiques et la réflexion porte alors sur la notion de réussite scolaire. L'accent est mis sur l'amélioration significative des résultats des élèves les plus démunis. Plusieurs relances successives infléchissent ainsi les actions tenant compte des publics plutôt que des territoires. Progressivement, on passe de la notion de zone à la notion de Réseau de l'Éducation Prioritaire (REP). Ceux-ci deviennent ensuite des Réseaux d'Ambition Réussite (RAR) auxquels s'ajoutent les Réseaux de Réussite Scolaire (RRS), puis des Ecoles Collèges et Lycées pour l'Ambition Réussite (ECLAIR). Aujourd'hui coexistent des Réseaux de l'Éducation Prioritaire (REP) et Réseaux de l'Éducation Prioritaire renforcés (REP+) accueillant plus de 1 733 000 élèves (Réseau Canopé, 2018).

Depuis leur création, plusieurs niveaux d'intervention sont conduits, à commencer par la mise en place de contrats de réussite. Ceux-ci doivent permettre de contractualiser les moyens évalués grâce à des critères encore utilisés actuellement (e.g., proportion d'élèves entrant en 6ème avec au moins un an de retard, proportion d'élèves maitrisant en fin de CM2 les compétences de base en français et en mathématiques) (Chauveau, 2000). Puis, un autre niveau d'intervention s'ajoute. Il repose sur l'idée que l'éducation prioritaire contribue à l'égalité des chances (Armand & Gille, 2006) ce qui entraine les politiques à centrer les efforts sur la pédagogie dans les classes et la formation des enseignants. Cette égalité se traduit également par une volonté d'ouvrir des pôles d'excellence et des dispositifs d'ouverture sociale dans les établissements d'enseignement supérieur (Bongrand, 2011). Le principe d'un socle commun de connaissances et de compétences apparait.

> Les enseignants doivent adapter les programmes aux réalités du terrain, tout en étant censés les respecter à la lettre. Comme dans le reste du système éducatif, ils doivent doter tous les élèves de tous les outils intellectuels et culturels leur permettant d'avoir la maitrise du monde dans lequel ils seront appelés à vivre à leur sortie de l'école. (Laparra, 2011, p. 50)

Parallèlement, les liens pédagogiques et éducatifs se renforcent, la priorité étant mise sur la lutte contre les violences et les incivilités. La notion de climat scolaire est également centrale. L'éducation nationale prend ainsi une part de responsabilité que seules les politiques de la ville et de quartiers ne peuvent supporter (Toulemonde, 2004). Depuis 2014, la refondation de l'école réaffirme les principes d'une éducation prioritaire fondée sur des pratiques pédagogiques afin « d'offrir aux personnels des repères solides, fiables et organisés, issus de l'expertise des personnels, de l'analyse de l'inspection générale et des travaux de recherche » (MEN, 2018a, np).

Le pilotage du système éducatif conduit à comparer les résultats obtenus en éducation prioritaire (EP) et hors EP ce qui sert à infléchir les orientations (Heurdier, 2011). L'objectif de la refondation étant de réduire les écarts de performances entre les élèves de l'EP et ceux qui ne le sont pas à moins de dix pour cent, des sommes financières considérables y sont consacrées pour y parvenir (près d'un milliard d'euros en 2014, Garouste & Prost, 2015 ; 1,4 milliard en 2017, Cour des comptes, 2018). Par ailleurs, la formation des enseignants est envisagée comme un préalable indispensable à un changement de pratiques professionnelles. Ce changement de pratique est lui-même considéré comme un levier d'action susceptible d'impacter positivement les résultats des élèves et plus significativement ceux issus de l'EP (Bianco, 2016 ; Rochex, 2018). La réflexion sur la manière d'enseigner par rapport au public visé devient centrale.

> La liberté qu'ont dans le choix de leurs méthodes pédagogiques les enseignants [...] a toujours laissé à ceux-ci le soin de décliner des programmes qui sont écrits en fonction d'un élève abstrait, en quelque sorte générique. Ils doivent opérer la transformation de cet élève "générique" en des élèves "spécifiques" pour tenir compte, dans la mise en œuvre des programmes, des particularités socioculturelles de leurs élèves, de leur niveau, de leur besoin. (Laparra, 2011, p. 50)

Cet élève épistémique (Maurice & Murillo, 2008) ne correspond malheureusement pas à l'élève réel. Maurice et Murillo (2008) ont ainsi montré qu'en CP, dans une classe hétérogène, l'enseignant provoque une situation inéquitable ne serait-ce que par le texte support qu'il décide d'utiliser. En effet, celui-ci, sélectionné par rapport à un niveau de difficulté d'une tâche, elle-même envisagée en fonction du profil d'un élève moyen en progrès, convient mieux à certains enfants qu'à d'autres. Le contrat didactique ne semble donc pas identique pour tous les élèves et les tâches deviennent plus difficiles pour les élèves moyens qui décrochent. Les enseignants font ainsi des choix au coup par coup en fonction des capacités des apprenants qu'ils surestiment ou sous-estiment réduisant alors leur efficacité d'enseignement (Laparra, 2011). La différence de progression des élèves au cours d'une année serait imputable aux conditions d'organisation scolaire à hauteur de 2 à 5 % alors que l'efficacité du maitre expliquerait entre 15 et 20 % de ces écarts (Piquée, 2010). En filigrane, cela suppose que la manière d'enseigner, et plus généralement l'effet-maitre, a une influence principale sur la réussite scolaire des élèves.

4. EFFET-MAITRE

Les déterminants de la réussite scolaire sont connus tout comme les facteurs qui ont l'influence la plus forte sur le rendement scolaire (Clément, 2015). De nombreuses recherches montrent que ceux-ci sont directement liés à l'enseignant (Gauthier, Bissonnette, & Richard, 2006 ; Hattie, 2009, 2012 ; Wang, Haertel, & Walberg, 1993). Cela fait une cinquantaine d'années que la recherche s'intéresse aux effets-maitres et aux effets-écoles et pour cause :

> Démontrer que selon le maitre qu'il a ou l'école qu'il fréquente, un enfant a des chances très différentes de progresser, c'est reconnaitre que tout n'est pas joué en fonction des atouts ou des handicaps dont il aurait hérité, c'est mettre à jour un des "facteurs de production" de l'échec scolaire. C'est aussi interpeler directement l'institution scolaire dans sa responsabilité. (Duru-Bellat, 2001, p.315)

Le rôle de l'enseignant est fondamental, car il a la responsabilité de rendre accessible à tous, les savoirs enseignés. L'enseignant doit donc porter une attention plus particulière aux élèves les plus fragiles et les plus en difficulté. Si cette évidence est largement partagée par les sociologues et les chercheurs en sciences de l'éducation (Darnon, Butera, & Martinot, 2013), les problématiques liées aux élèves en difficulté ont toutefois longtemps été traitées en France comme des problèmes territoriaux plus que pédagogiques (cf. paragraphe 3).

En France, malgré un programme national, il existe des différences d'acquisition entre les élèves. Bien que les raisons de ces différences puissent être multiples, il semblerait qu'elles soient plutôt expliquées par les pratiques pédagogiques des maitres que par un effet-école ou effet-établissement (Bressoux, 1995 ; Duru-Bellat, 2001). En France, cet effet est calculé par la différence entre les résultats obtenus aux examens (brevet ou le baccalauréat) et les résultats attendus au regard des élèves fréquentant l'établissement (e.g., catégorie socioprofessionnelle des parents, pourcentage des retards scolaires, âge des élèves). Les recherches sur les effets-maitres « s'attachent de manière résolument empirique, à l'étude des variations des acquisitions des élèves en fonction de l'école ou de la classe où ils sont scolarisés et à la recherche des facteurs qui sont susceptibles d'expliquer ces variations. » (Bressoux, 1994, p. 91). Selon Bautier (2006) l'effet-maitre cherche à répondre à la question suivante : « quels effets produisent certains modes de faire, certaines pratiques pédagogiques, sur une population d'élèves donnée ? » (p.108).

L'effet-maitre s'exprimerait alors par les choix pédagogiques de l'enseignant et les gestes professionnels qui en découlent, réalisés en contexte.

À travers une synthèse de plusieurs résultats de recherches antérieures, Bressoux (1994) recense les facteurs à l'origine des pratiques pédagogiques récurrentes des enseignants qualifiés d'efficaces. Ces facteurs sont les suivants :

- les chances d'apprendre. Elles sont fondées sur la capacité de l'enseignant à évaluer les connaissances et les compétences réellement enseignées aux élèves et sur sa capacité à donner un temps d'apprentissage suffisamment long pour assurer une maitrise des contenus à tous les élèves ;
- le temps. Il est relatif à la capacité de l'enseignant à augmenter le temps d'engagement de l'élève dans une tâche ;
- le taux de réponses exactes aux questions posées. Les élèves les plus fragiles sont hautement sensibles à ce taux de réussite qui affecte leur estime de soi ;
- les attentes des enseignants. Les plus efficaces d'entre eux ne stigmatisent pas les élèves, quel que soit leur profil social ou leur réputation scolaire ;
- le feedback. Les encouragements doivent être prodigués avec justesse pour qu'ils jouent un rôle de renforcement (prononcés après une réponse exacte ou un comportement souhaité, sans être trop fréquents et sans entrainer de comparaison entre élèves). Les corrections systématiques doivent être apportées à toutes les erreurs et être affectivement neutres (portées sur une réponse et non pas sur un individu) ;
- les activités structurées. Il s'agit de procéder par petites étapes afin de pouvoir vérifier à tout moment la compréhension effective des élèves, s'assurer de la maitrise des prérequis et de l'automatisation des notions les plus anciennes pour ne pas saturer la mémoire de travail ;
- savoir questionner tous les élèves. Il est plus efficace de privilégier une prise de parole spontanée pour les enfants socialement défavorisés. En effet, cela permet de soutenir et encourager un public, en général réticent, à participer davantage ;
- la combinaison de tous les facteurs précédents, ceux-ci ayant un impact plus fort lorsqu'ils sont pris ensemble que lorsqu'ils sont pris isolément.

Plusieurs auteurs (Carrette, 2008 ; Talbot, 2012) critiquent toutefois le paradigme de type processus-produits qui caractérise les recherches sur l'enseignement efficace. Dans ce type de recherche, les activités des enseignants (les processus) sont mises en relation avec les résultats des élèves (les produits). Ces résultats sont, la plupart du temps, obtenus à partir d'évaluations standardisées comme celles que l'on peut rencontrer au niveau des enquêtes internationales (e.g., OECD, 2016 ; TIMSS, 2015). Or, selon Talbot (2012), dans le contexte naturel d'une classe, les pratiques enseignantes (e.g., organisation des contenus, mise en œuvre du programme, opérationnalisation des objectifs, choix des activités proposées, modalités d'évaluation, matériel et supports utilisés) varient et le paradigme processus-produits n'en tient pas compte. La complexité de la classe est telle, que l'efficacité de l'enseignant ne peut être réductible à une somme de facteurs d'efficacité isolés les uns des autres. Il n'existe donc pas, selon lui, un « bon » enseignant en soi, « car s'il existe un enseignement efficace, il n'existe pas d'enseignant efficace en tout lieu, quels que soient les circonstances et les contextes » (Talbot, 2012, p. 6). Cet auteur parle ainsi de pratiques d'enseignement efficaces plutôt que d'effet-maitre. Quels que soient les termes employés, les recherches montrent que les professeurs identifiés très efficaces ont un effet déterminant sur la réussite scolaire des élèves en difficulté (Bissonnette & Boyer, soumis pour publication).

Comment, alors, aider les enseignants à réaliser des choix pertinents dans un contexte précis, avec une population d'élèves donnée ? Bressoux (2017) souligne à ce sujet que les connaissances de la recherche ont peu d'effets tangibles sur l'amélioration des pratiques. Selon lui, le monde des chercheurs ne collabore pas suffisamment avec celui des enseignants. Il faudrait « réfléchir à une façon de faire de la recherche, en la fondant sur la pratique (du terrain), plutôt que de savoir comment mettre en place (sur le terrain éducatif) une pratique fondée sur les « preuves » scientifiques, ou données probantes » (p.123). Par ailleurs, toujours selon cet auteur, la notion de réplicabilité est également fondamentale. « Il ne s'agit pas seulement de porter la focale sur "qu'est-ce qui marche", mais aussi, et surtout, sur "comment faire" en sorte que ça marche dans différents contextes » (p.125).

L'aide apportée aux enseignants dans ce sens peut se réaliser à travers le développement professionnel (i.e, « l'apprentissage permettant de développer le potentiel d'une personne dans l'exercice de ses fonctions en cohérence avec ses aspirations personnelles et professionnelles », Gosselin, Viau-Guay, & Bourassa, 2014, p. 23). Investir dans le développement professionnel des enseignants c'est permettre un accompagnement à la hauteur des enjeux actuels : changement de programmes, nouvelles recommandations ministérielles, prise en compte des données de la recherche pour être plus efficaces, nouvelles méthodes d'enseignement et d'évaluation, *etc.* (Timperley, 2011). À ce titre, Timperley (2011) rappelle que l'enseignant est le premier levier du changement et que son développement professionnel est essentiel pour améliorer les résultats des élèves les moins performants.

Les études qui traitent de ce sujet (Joslin, 1980 cité par Hattie, 2009 ; Timperley, Wilson, Barrar, & Fung, 2007) montrent qu'il y a des effets positifs et que la taille de ces effets est moyenne (*d* = .50 en mathématiques) à forte (*d* = .94 en sciences). Pour des publics d'élèves particuliers tels que ceux ayant des troubles du spectre de l'autisme, la formation a un effet bénéfique dès lors qu'elle s'adosse aux expériences individuelles vécues et qu'elle s'inscrit dans un cadre réel d'enseignement (Flavier & Clément, 2013). Afin que la formation ait un impact fort sur la réussite scolaire des élèves, il semble qu'un plan d'amélioration individuelle et collective soit nécessaire. Djibo et Gauthier (2017) constatent ainsi qu'en mathématiques plus particulièrement, la formation porte ses fruits lorsque le contenu cible la pratique régulière d'une même séquence didactique (i.e., les différentes phases que composent la séquence d'apprentissage) et les concepts mathématiques. De plus, le renforcement de la formation sur la formulation des objectifs pédagogiques et l'évaluation sont également des critères de formation efficace. Enfin, une méta-analyse récente (Egert, 2015) sur l'impact des programmes de développement professionnel des enseignants de maternelle sur les résultats des élèves stipule que plus de 53 % de la variance des effets sur le développement des enfants s'expliquent par la formation professionnelle continue.

Bien que l'acte d'enseignement soit fortement contextualisé, il n'en demeure pas moins que les contraintes liées au temps, au programme d'enseignement, aux acquisitions attendues à la fin de la scolarité obligatoire requièrent des gestes et des postures professionnels (e.g., méthode d'enseignement) qui maximisent la probabilité de réussite de tous les élèves. Il ne s'agit donc pas de définir des pratiques efficaces généralisables à tous les contextes, mais de faire correspondre des pratiques à des contextes précisément définis. À l'heure actuelle, bien qu'elles aient leurs limites, les méta-analyses suggèrent que, pour des populations d'élèves issus des milieux défavorisés (Bissonnette, Richard, & Gauthier, 2005) comparables à celles scolarisées en éducation prioritaire en France, les pratiques les plus efficaces sont celles issues d'un courant instructionniste qui correspondent aux principes énoncés par Bressoux (1994).

5. PRATIQUES D'ENSEIGNEMENT EFFICACE

5.1. Principe d'égalité des acquis

En France, la notion de justice en matière d'éducation est corrélée à l'acquisition des connaissances, des compétences et de la culture d'un socle commun à l'issue de la scolarité obligatoire pour tous les élèves, quelle que soit leur origine sociale. Plusieurs formes d'égalité sous-tendent cette notion de justice scolaire : l'égalité des chances, l'égalité de traitement et l'égalité des acquis.

Premièrement, l'égalité des chances repose sur le fait que chaque individu possède des capacités et des aptitudes naturelles. Elle assure un accès aux filières les plus prestigieuses, quel que soit le profil social des élèves. Or, les études montrent que la représentation des classes sociales dominantes est plus importante que les autres dans les grandes écoles par exemple (Crahay, 2000). Cette inégalité entraine un « effet Mathieu » : plus l'individu est stimulé, par son milieu familial, par son environnement d'éducation, *etc.*, plus il profite du système scolaire. Pour que l'égalité des chances soit assurée, Crahay (2000) soutient qu'il faut optimiser le potentiel de chacun et qu'il est nécessaire d'investir dans l'éducation scolaire, notamment auprès des enfants issus des classes sociales défavorisées.

Deuxièmement, l'égalité de traitement est fondée sur une justice liée à l'harmonisation de l'enseignement. Aujourd'hui, en France, tous les élèves de six à 16 ans profitent d'un système d'enseignement offrant le même *curriculum*. L'égalité de traitement vise aussi une qualité d'enseignement égale pour toutes les écoles d'un même système. Ceci entraine, de la part des dirigeants, une politique centrée sur l'harmonisation des contenus d'enseignement : programmes, formations, évaluations par les corps d'inspections, socle commun, *etc.* Malgré cela, les études scientifiques montrent que la qualité de l'enseignement n'est pas la même dans toutes les écoles (Crahay, 2000 ; Croizet, Goudeau, Marot, & Millet, 2017 ; Goudeau & Croizet, 2017). Sans être exhaustives, plusieurs raisons peuvent être évoquées :

- la différenciation des aides apportées aux élèves n'a pas toujours la même finalité. Celles apportées aux enfants qui réussissent le mieux et à ceux qui réussissent avec l'aide de l'adulte sont le plus souvent d'ordre cognitif et métacognitif, ce qui les conduit aux apprentissages visés. En revanche, les aides apportées aux élèves en difficulté ont plutôt pour objectif de les enrôler dans la tâche et de les y maintenir, quitte, parfois, à trop leur simplifier le problème posé par la situation d'apprentissage (Goigoux, 2007).

- les dilemmes de l'enseignant. Sur le plan pédagogique, ce dernier est contraint de faire des choix. Murillo (2010) montre par exemple que, sur des situations de cours dialogués, les marges de manœuvre des enseignants sont restreintes :

> Ils sont amenés à réaliser des choix répondant à des contraintes implicites de gestion des apprentissages et de gestion de la classe. Pour ce faire, ils construisent des schèmes de discernement et d'ajustement du niveau de difficulté des tâches et sous-tâches au niveau de la classe. […] Ces dernières deviennent ainsi pour les enseignants des instruments de pilotage de la classe, qui ont été construits par adaptation aux contraintes d'un enseignement à un collectif hétérogène. (Murillo, 2010, p. 88)

Les élèves interrogés sont ainsi choisis parce que l'enseignant suppose qu'ils connaissent la réponse. L'organisation des tours de parole est donc organisée pour garder un certain contrôle de la classe et une mainmise sur l'avancée du cours et non pas en fonction de ceux qui en ont le plus besoin.

- la tâche proposée aux élèves. Lorsqu'elle est trop ouverte ou qu'elle répond à un contrat didactique trop flou sur les objectifs et les enjeux du savoir, les pédagogies accroissent les inégalités (Beckers et al., 2012).

Troisièmement, il semble nécessaire de miser sur une égalité des acquis afin que l'école soit reconnue efficace. L'idéologie sous-jacente admet comme postulat que les potentialités d'apprentissage sont extensibles selon un rythme différent en fonction des individus (Crahay, 2000). L'égalité des acquis exige que l'enseignement s'effectue de manière à permettre à tous les élèves d'atteindre les objectifs fixés (Crahay, 2000) dans un temps donné. Elle est favorisée par un ensemble de facteurs :

- la qualité et la quantité d'enseignement. Depuis les années 70, les recherches montrent que la qualité et la quantité de l'enseignement sont aussi déterminantes que les caractéristiques individuelles des élèves et leur origine sociale (Cherkaoui, 1978). L'influence de l'action des enseignants est d'autant plus importante sur la réussite que les élèves sont issus de milieux modestes ;
- les occasions d'apprendre. Il s'agit de fournir à tous les élèves les occasions d'apprentissage nécessaires et dont ils ont besoin pour atteindre des objectifs communs. Malheureusement, bien que la plupart des pays se dotent d'un système éducatif de type « école unique » qui suppose un même

curriculum pour les bénéficiaires, les performances des élèves varient considérablement d'une école à l'autre (Crahay, 2000). Dans les écoles maternelles fréquentées par des familles de statut économique aisé par exemple, les activités sont plus nombreuses que dans celles fréquentées par des familles modestes. Or, les enquêtes internationales (e.g., DEPP, 2017b ; OECD, 2014b ; TIMMS, 2015) montrent que c'est plutôt l'inverse qui devrait se produire si l'on souhaite que les élèves des milieux défavorisés rattrapent le niveau des élèves des milieux aisés (Cèbe & Picard, 2009). Le temps réservé à l'action éducative (i.e., temps effectif d'apprentissage qui ne comprend ni celui des récréations ni les temps morts) y est utilisé différemment au profit des catégories sociales dominantes. Les activités relatives aux mathématiques y sont plus nombreuses, le temps accordé aux notions est également plus grand que celui donné aux exercices, alors que la tendance s'inverse dans les écoles accueillant des élèves de milieux modestes (Crahay, 2000) ;

- la lutte contre la réduction des discriminations négatives et l'amplification des différences. Le redoublement, par exemple, atteint plus significativement les élèves des milieux les plus démunis. Un jeune issu de ces catégories sociales a plus de risque d'être retardé d'un an ou plus, d'abandonner son cursus à la fin de la scolarité obligatoire et a six fois moins de chance d'accéder à un statut social supérieur (Duru-Bellat, Jarousse, & Mingat, 1993 ; Duru-Bellat & Van Zanten, 2012). L'étude de Duru-Bellat (1988) montre qu'il existe à la fois des établissements « bourgeois » caractérisés par une sévérité en termes de notation et une orientation vers des cycles longs, ainsi que des établissements « populaires » dont le système de notation est plus indulgent et l'orientation extrêmement sélective. Or, les professeurs issus de ces derniers établissements semblent douter de la capacité de leurs élèves et ne prennent pas de risque en matière d'orientation. Cela est d'autant plus accentué que les familles elles-mêmes ont des exigences et des aspirations en corrélation avec leur niveau social. En se référant aux travaux de Bourdieu et Passeron, Crahay (2000) affirme que « tout individu intègre au fil des expériences l'habitus de sa classe sociale » (p. 70). L'école ayant adopté celle de la classe bourgeoise, la distance culturelle est beaucoup plus grande pour les enfants des classes ouvrières et paysannes qui adoptent bien souvent une attitude fataliste face au devenir scolaire de leur enfant (Crahay, 2000) ;

- l’enseignement collectif. L’idée selon laquelle plus l’enseignement est individualisé plus il est de qualité (par voie de conséquence, plus il permet de réduire les difficultés d’apprentissage des élèves) persiste dans les milieux éducatifs. Les méta-analyses recensées par Crahay (2000) mettent en évidence que les enseignements individualisés ne sont pas plus performants que ceux qui ne le sont pas. Au contraire, l’enseignement collectif est plus profitable, car l’attention de tous les élèves est focalisée sur un même pôle. De fait, cette concentration collective permet de réduire les perturbations extérieures entre élèves et facilite le contrôle de l’attention par l’enseignant. De plus, il n’est pas incompatible avec des travaux individuels ou un apprentissage coopératif. L’effet de regroupement par classe de niveau est également nul à qualité et quantité d’enseignement égal (Crahay, 2000) ;
- l’enseignement des compétences. Paradoxalement, bien qu’ils se disent contraints par des programmes, les enseignants ont tendance à ne pas les respecter. L’enseignement des compétences essentielles n’est donc pas assuré dans toutes les classes de la même façon (Crahay, 2000).

Si la nécessité d’atteindre une égalité des acquis fait l’unanimité parmi les acteurs éducatifs, les évaluations internationales indiquent qu’elle n’est pas effective. Un enseignement qui assurerait une égalité des acquis relève un double défi : celui de porter attention à élever le niveau moyen de l’ensemble des élèves, mais aussi à égaliser leur niveau c’est-à-dire à réduire les écarts entre des élèves initialement faibles et d’autres initialement forts (Bressoux, 2011). Pour ce faire, il s’agit de considérer comme question essentielle le « quoi enseigner » autant que le « comment enseigner ». En ce sens, la pédagogie de la maitrise de Bloom qui repose sur l’idée que tous les élèves sont capables d’apprendre ce qui est inscrit à leur programme d’étude a fait ses preuves selon plusieurs études (e.g., Guskey, 2005 ; Kulik, Kulik, & Bangert-Drowns, 1990). Pour atteindre ce résultat, elle propose les règles suivantes : donner le temps nécessaire à chacun, améliorer la qualité de l’enseignement en définissant des objectifs clairs, évaluer les prérequis des élèves et faire une remise à niveau si nécessaire, décomposer la matière en unités structurées, augmenter le temps d’engagement dans la tâche des élèves, évaluer la maitrise des compétences travaillées, proposer des exercices supplémentaires pour les élèves les plus faibles. Cela corrobore ce que préconisent les résultats des méta-analyses recensées par Bissonnette et ses collaborateurs (2005) sur les interventions pédagogiques efficaces et plus particulièrement sur l’enseignement explicite (Gauthier et al., 2013).

5.2. Méthodes d’enseignement efficace auprès des élèves en difficulté

En 2010, Bissonnette, Richard, Gauthier et Bouchard produisent une méga-analyse (i.e., compilation de plusieurs méta-analyses) qui a pour but d’identifier les stratégies d’enseignement les plus efficaces auprès des élèves en difficultés de niveau élémentaire concernant l’apprentissage en lecture, en écriture et en mathématiques. Cette recension fait état de deux modalités pédagogiques ayant un impact significatif sur le rendement des élèves : l’enseignement explicite et l’enseignement réciproque.

Qu’elles soient issues des milieux anglo-saxons ou francophones, Carette (2008) reconnait que les résultats des recherches sur l’efficacité des pratiques des enseignants sont convergents. Dans une approche de type processus-produits, les conclusions de ces études montrent que pour être efficace, l’enseignement doit être très structuré, la progression doit aller du simple au complexe en permettant de passer un temps suffisamment long sur les matières importantes. Les évaluations visent le savoir enseigné effectivement. L’enseignant réalise des feedbacks réguliers et nombreux aux élèves tout en opérant un renforcement positif à bon escient. Ce type d’enseignement est qualifié d’approche centrée sur l’enseignant. L’enseignement explicite en est un exemple.

Cependant, d’autres approches pédagogiques très différentes existent. Elles mettent l’accent sur des propositions de situations où les élèves résolvent des problèmes ; des modalités pédagogiques qui amènent les élèves à modifier leurs représentations initiales en provoquant des conflits sociocognitifs, des travaux de groupe, une évaluation formative, des activités animées par l’enseignant où les élèves sont en situation de recherche, *etc*. Ce type d’enseignement est qualifié, quant à lui, d’approche centrée sur l’élève. L’enseignement socioconstructiviste en est un exemple.

Carette (2008) dénonce l’opposition souvent caricaturale de l’acte d’enseigner qui mettrait en face à face des pédagogies centrées sur l’enseignant et l’autre sur l’élève. De même, *The Final Report of the National Mathematics Advisory Panel* (*U.S. Department of Education*, 2008) conclut que la recherche ne soutient pas l’idée d’un enseignement entièrement centré sur l'élève ou dirigé par l'enseignant. Selon ce rapport, l’utilisation exclusive de l'une ou l'autre approche est à éviter. Toutefois, ce même rapport établit que pour les élèves en difficulté en mathématiques (élèves ayant des troubles d’apprentissage et élèves situés dans le dernier tiers d'une classe ordinaire), l'enseignement explicite montre des effets positifs sur leur performance en calcul et en résolution de problème.

Bien que certaines limites soient admises en matière de recherche sur l'efficacité des pratiques d'enseignement (Talbot, 2012), il existe malgré tout un consensus sur l'efficacité d'un enseignement systématique, direct et explicite pour les élèves en difficulté. Même s'ils profitent d'un enseignement constructiviste (Kroesbergen & Van Luit, 2005), ces élèves obtiennent des résultats meilleurs lorsqu'ils apprennent avec un enseignement explicite. Est-il possible pour autant d'étendre ces résultats à des publics socialement défavorisés ? Les recherches anglo-saxonnes donnent une réponse positive à cette question (Bissonnette et al., 2005). Une des raisons pourrait être celle évoquée par Bautier et Goigoux (2004) concernant « l'opacité et le caractère implicite » (p. 90) de certains modes de fonctionnement du système éducatif et de certaines pratiques professionnelles. Les élèves des milieux défavorisés qui sont peu familiers avec les codes de l'école semblent incapables d'adopter ce que les auteurs appellent « une attitude de secondarisation » (p. 91). Celle-ci repose sur l'idée que, pour réussir à l'école, un élève doit être capable de transférer des savoirs d'un moment à l'autre, d'une activité à une autre, d'une discipline à une autre, *etc.* Par exemple, l'élève doit comprendre qu'un problème peut être résolu, car il ressemble à d'autres problèmes du même type, déjà étudiés. D'une certaine manière, cela renvoie au caractère visible ou invisible des pédagogies, tel que l'a énoncé Bernstein (1975). Ce sont en général les enjeux cognitifs des tâches scolaires qui constituent les principales difficultés des élèves des milieux populaires (Bautier & Goigoux, 2004 ; Bonnéry, 2009). En rendant ces enjeux plus clairs, en permettant aux élèves de prendre conscience des procédures pertinentes à utiliser et à comprendre comment les utiliser, en engageant cognitivement les élèves dans la tâche au-delà simplement « du faire », l'enseignement explicite semble être un levier à la réduction des difficultés des élèves des milieux défavorisés (Rochex, 2018).

5.3. Approche centrée sur l’élève promue en France avant 2013 : enseignement constructiviste et socioconstructiviste

En France, depuis le siècle dernier, beaucoup d’enseignants pratiquent des pédagogies actives, dites de découverte, étiquetées socioconstructivistes. En effet, « la recherche depuis plus d’un siècle ne cesse de confirmer que l’homme, qu’on le veuille ou non, construit sa connaissance. À la fois seul et avec les autres » (Vellas, 2016, p. 9).

Dans les années 70, en France, les sciences connaissent un essor important et les recherches en didactique des sciences qui y sont associées se développent. Depuis lors, les textes officiels préconisent un mode d’enseignement qui consiste à faire mener aux élèves une investigation. Cette nouvelle manière d’enseigner repose sur l’idée que les sciences à l’école doivent partir de questions authentiques, elles-mêmes issues des expériences des élèves (Bächtold, 2012). Dans les années 2000, les étapes de la démarche d’investigation, inspirée de l’expérience américaine *hands on* à Chicago puis de l’opération « la main à la pâte » (Charpak, 1996), sont soigneusement décrites dans les programmes (MEN, 2002, 2005). L’enseignement des sciences repose sur l’hypothèse suivante :

> Les élèves apprennent et comprennent les connaissances scientifiques s’ils sont actifs physiquement (avec leurs mains, d’où l’expression anglaise *hands on*, signifiant littéralement "les mains dessus" et que Charpark et al., 1996, ont traduit par "la main à la pâte") et intellectuellement (*minds on*). (*National Research Council*, 1996, p. 20)

Cet enseignement peut être résumé par le principe suivant : « apprendre la science est quelque chose que les élèves font, pas quelque chose qui leur est "fait". […] L’activité manipulatoire menée par les élèves à l’occasion d’une investigation leur permet de confronter les connaissances scientifiques au "réel" » (MEN, 2008, p. 4). Cette investigation engage également les élèves dans une activité intellectuelle faite d’un questionnement face à un phénomène apparaissant problématique, d’émission d’hypothèses et, à l’issue de l’investigation, de l’établissement de nouvelles connaissances avec l’aide de l’enseignant. Ce cheminement intellectuel suivi par les élèves est supposé leur « permettre de "construire" eux-mêmes les connaissances scientifiques. » (Bächtold, 2012, p.3). Ce type d’enseignement est qualifié de constructiviste, car il suppose que la construction des connaissances scientifiques par l’élève est possible. Elle constitue l’approche dominante en didactique des sciences en contexte français (Bächtold, 2012).

Progressivement, cette démarche est généralisée à l'ensemble des disciplines enseignées à l'école. Parallèlement, l'approche socioconstructiviste est intégrée dans les plans de formation initiale et continue. Elle est fortement encouragée par les programmes officiels. Le déroulement de séquences pédagogiques faisant appel à du travail de groupes censé favoriser l'émergence d'un conflit sociocognitif, domine encore aujourd'hui largement les pratiques d'enseignement de l'école française. Les instructions officielles du début du 21ème siècle (MEN, 2005, 2008) incitent d'ailleurs les enseignants à créer les conditions nécessaires pour que tout élève puisse construire son savoir par lui-même (Bächtold, 2012).

5.3.1. Principe

Construire des connaissances relève d'un apprentissage (Le Moigne, 1995). L'approche constructiviste, fondée sur les idées piagétiennes du développement met l'accent sur l'activité de l'apprenant. Les savoirs nouveaux sont construits à partir de connaissances préalables selon une dynamique d'équilibre et de déséquilibre qui arrivent en opposition aux savoirs établis sous la forme d'un conflit cognitif. Ce conflit doit alors être résolu par l'élève (Piaget, 1975). Cette construction de connaissances a une fonction adaptative qui résulte de deux processus complémentaires : l'assimilation et l'accommodation. Le premier permet d'ajouter un objet ou une situation dans ses façons d'agir ou de penser. Le second entraine une réorganisation du fonctionnement cognitif en réponse à l'ajout de la nouvelle information. Le conflit cognitif et le déséquilibre sont dans ce sens cruciaux pour qu'un apprentissage puisse prendre place (Troadec, 1998).

Toutefois, le rôle de l'interaction sociale dans la construction des connaissances, dimension passée au second plan dans la théorie du développement cognitif de Piaget, est reconsidéré par d'autres auteurs (Doise & Mugny, 1997 ; Vygotski, 1985). Dans les situations où le point de vue d'autrui est la source du conflit, on parle alors de conflit sociocognitif (Doise & Mugny, 1997 ; Perret-Clermont, 1996) considéré dans la conception socioconstructiviste comme un mécanisme de développement essentiel dans les situations telles qu'elles existent en classe. « La phase de discussion collective conduisant à l'identification du problème à investiguer ou la phase de travail en petits groupes visant à déterminer les hypothèses à explorer sont considérées comme des occasions pour les élèves de faire l'épreuve de conflits sociocognitifs » (Bächtold, 2012, p. 8-9). Typiquement, à un problème posé, la pluralité des réponses des élèves induit des divergences de points de vue, donc des conflits progressivement résolus par les échanges, les discussions et la négociation. La construction des connaissances se réalise s'il existe une symétrie de compétences et de relation de l'élève avec ses pairs (Doise & Mugny, 1997), mais également grâce à l'intervention d'une source plus experte que lui : un élève plus compétent ou l'enseignant (Bruner, 2008 ; Vygotski, 1985). Au cours de ce processus, l'élève passe de la dépendance à l'autonomie par rapport à ses savoirs (Vygotski, 1985).

Il semblerait que le socioconstructivisme sous-tende également d'autres processus sociaux. En effet, toujours selon Bächtold (2012) d'autres interactions sociales sont bénéfiques : la coopération entre élèves et la médiation par l'enseignant. L'apprentissage coopératif se développe lorsque l'enseignement privilégie le travail en petits groupes. L'acculturation par l'enseignant est nécessaire notamment pour l'apprentissage des concepts scientifiques. À la différence d'autres concepts, ceux-ci sont transmis aux élèves grâce à des définitions générales et explicites. Travaillés de manière consciente et volontaires, ils sont mis en relation avec les expériences des élèves de manière progressive et sur le long terme. L'enseignant joue alors le rôle de médiateur pour en faciliter l'accès. La collaboration et la négociation entre les élèves permettent ainsi une construction et une validation sociales de la connaissance scientifique.

Bächtold (2013) rappelle qu'il est courant, dans la littérature sur l'éducation scientifique de distinguer deux types de constructivisme : le « constructivisme cognitif », en accord avec Piaget, et le « constructivisme social », en lien avec Vygotski. Trois différences sont généralement mises en avant : le constructivisme cognitif se concentre sur l'individu, alors que le constructivisme social se concentre sur le groupe (en éducation sur le groupe classe) ; le constructivisme cognitif considère que le processus de construction est basé principalement sur l'interaction de l'apprenant avec son environnement matériel, alors que le constructivisme social est basé sur l'interaction de l'apprenant avec son environnement social ; enfin, le constructivisme cognitif cible les concepts et les connaissances construits par l'individu afin d'organiser ses expériences du monde, alors que le constructivisme social se concentre sur le l'acquisition des connaissances par le langage, dont la première fonction est de permettre la communication entre les apprenants, ou entre l'apprenant et les enseignants.

L'auteur met également en avant une des principales différences entre les travaux de Piaget et Vygostki concernant leur contribution à la compréhension du développement des concepts chez les enfants : alors que Piaget travaille sur les concepts spontanés (e.g., la causalité, l'espace, le temps) construits par l'enfant lui-même, basés sur sa propre expérience et de manière inconsciente, Vygotski travaille principalement sur les concepts scientifiques (e.g., force, énergie), construits d'abord par la société puis partagés avec les enfants par les adultes. Puisque la société a pris beaucoup de temps pour développer les concepts scientifiques actuels, il est peu probable que les enfants puissent les construire seuls (ou en groupe) en peu de temps. Dans l'enseignement des sciences, ces deux types de développement entrainent des actions différentes chez l'enseignant. Contrairement aux concepts scientifiques, les enfants peuvent construire des concepts spontanés eux-mêmes, de sorte que le rôle de l'enseignant est seulement de faciliter le processus de construction correspondant. Néanmoins, les concepts scientifiques ne peuvent pas être construits par les enfants eux-mêmes, l'enseignant doit alors les communiquer. Ceci explique pourquoi le constructivisme social ne se concentre pas seulement sur le groupe (le groupe étant le producteur des concepts scientifiques), mais aussi sur l'interaction de l'apprenant avec l'environnement social qui partage ces concepts avec l'apprenant et sur le langage qui permet ce partage. Il semblerait que dans les milieux scolaires aujourd'hui, les enseignants combinent régulièrement ces deux approches (Bächtold, 2013).

Par ailleurs, l'expression constructivisme social ou socioconstructivisme désigne en fait, selon Bächtlod (2013) deux tendances différentes : l'une s'articule autour de la coopération entre les enfants, l'autre tourne autour de l'enculturation des enfants dans la culture scientifique, un processus supposé être géré par l'enseignant. Or, les deux tendances ne se réfèrent pas aux mêmes auteurs. La première a été initiée par Doise et Mugny (1981 ; 1997), dont le travail appartient au domaine de la psychologie sociale cognitive développementale et est présenté comme étant conforme à la tradition piagétienne ; la seconde, initiée par Driver, Asoko, Leach, Mortimer et Scott (1994) dont le travail appartient au domaine de l'enseignement des sciences, est présentée comme étant conforme à la tradition vygotskienne. De fait, ce qui est construit par les enfants ne recouvre pas toujours les mêmes réalités selon les auteurs.

Sur la base de leurs études, Doise et Mugny (1997) souscrivent à l'idée que les interactions sociales parmi les enfants ont une forte influence sur la construction de leurs structures cognitives. Ils proposent la notion de conflit sociocognitif. Sont en conflit les conceptions d'un enfant donné et celles d'autres enfants avec lesquels il ou elle est en interaction. Doise et Mugny soutiennent qu'un tel conflit est plus efficace que de stimuler le développement (i.e., l'enrichissement et/ou la réorganisation) cognitif de l'enfant individuellement. Toutefois, cela n'est efficace que lorsque l'interaction avec d'autres enfants est effectuée « spontanément » et non « imposée » et par ailleurs, lorsqu'il y a une symétrie du point de vue du développement cognitif entre les enfants. Driver et ses collègues (1994), quant à eux, soutiennent l'idée que l'apprentissage des sciences implique à la fois un processus de construction « personnel » de la part de l'élève et les conseils de l'enseignant pour l'aider à mener à bien le processus de construction. Les auteurs parlent de construction de connaissances et de fabrication de sens. Selon Bächtold (2013) ces expressions se référent essentiellement au processus par lequel les élèves arrivent à s'approprier (i.e., comprendre et maitriser) de nouveaux modèles ou théories scientifiques. Le socioconstructivisme se concentre davantage sur l'apprenant plus que sur le sujet à enseigner (Adams, 2006). Selon cet auteur plusieurs principes régissent les pratiques pédagogiques associées au socioconstructivisme :

La centration sur les apprentissages et non sur la performance des individus. Les apprenants sont des co-constructeurs actifs de sens et de connaissances. Cette idée sous-tend alors que la relation enseignant-élève est fondée sur une présentation de la connaissance et non pas sur son instruction. L'enseignant cherche à engager les apprenants dans une tâche considérée comme une fin en soi et promeut son évaluation en tant que processus actif de découverte et de compréhension.

L'enseignant en tant qu'observateur et régulateur. Les enseignants observent et écoutent comment les élèves décrivent leur travail et leur raisonnement à travers l'utilisation de questions ouvertes. Ils proposent des tâches qui obligent les élèves à utiliser des compétences et à appliquer des idées qui emploient une variété de méthodes de communication (e.g., jeu de rôle, cartographie conceptuelle, dessin, utilisation d'artéfacts). De plus, de telles interactions offrent aux apprenants la possibilité d'échafauder leur propre compréhension à travers l'interrogation partagée à la fois avec et par leurs pairs. Le discours collaboratif mène à des occasions de réfléchir avec des gains d'apprentissage (Black & William, 1998). Pour éviter une dépendance enseignant-élève, les approches socioconstructivistes reconnaissent le besoin d'interaction élève-élève. L'exploitation des approches par les pairs pour l'apprentissage apporte des réponses possibles aux problèmes d'encouragement des élèves d'âge primaire qui prennent progressivement le contrôle de leur propre apprentissage. De plus, de telles approches sont utiles si les élèves doivent recontextualiser la connaissance de tous les jours et/ ou de leur milieu familial dans l'environnement scolaire.

Les situations complexes. La plupart des socioconstructivistes s'accordent sur l'hypothèse que les situations d'apprentissage doivent de préférence ressembler à des situations réelles ou authentiques (Loyens & Gijbels, 2008). Un moyen d'y parvenir consiste à confronter les élèves à des problèmes complexes et peu structurés, semblables aux types de problèmes auxquels ils seront confrontés dans leur future profession. Ces problèmes constituent un défi pour les capacités de raisonnement ou de résolution de problèmes des élèves. Ces situations complexes se réfèrent à des problèmes qui ont de nombreux éléments en interaction et qui peuvent conduire à des solutions multiples ; ce ne sont pas simplement des problèmes difficiles. En les résolvant, les apprenants développent leur compréhension du sujet. Ils appliquent et représentent leurs idées d'une manière similaire à la façon dont les personnes expérimentées dans le domaine génèrent et utilisent les connaissances (Blumenfeld, 1992). D'autres auteurs utilisent plutôt les termes de tâches ouvertes qui obligent les élèves à penser de manière critique, à résoudre des problèmes complexes et à appliquer leurs connaissances dans et à leur propre monde (Shepard, 2000). Le rôle de l'enseignant consiste alors à fournir aux élèves des opportunités et des sollicitations pour l'aider à construire la connaissance et sa compréhension des problèmes à résoudre. Le socioconstructivisme ne supprime pas le besoin de l'enseignant, mais il redirige son activité vers la création d'un environnement susceptible de permettre la construction des connaissances des élèves où la médiation sociale est primordiale. Une telle orientation pédagogique demande aux enseignants de comprendre les exigences et les étapes à travers lesquelles les élèves vont devoir passer pour comprendre et acquérir les compétences et connaissances visées dans un espace socioculturel.

La place de l'erreur comme processus normal du développement de la compréhension. Adams (2006) souligne que tous les enseignants du primaire sont en mesure de mentionner un moment où un élève explique un nouveau concept ou une nouvelle idée d'une manière qui, objectivement parlant, n'est pas correcte, mais qui a néanmoins donné un aperçu profond de la façon dont cet élève a compris et a su exposer l'état de ses connaissances sur le sujet. Dans de telles circonstances, les enseignants conviennent que les formes de connaissances ainsi articulées sont la preuve de la compréhension et de l'apprentissage réalisé. Cependant, il est intéressant que de telles réponses deviennent moins fréquentes et acceptables à mesure que les élèves grandissent. Les erreurs sont perçues comme le résultat des conceptions erronées des apprenants et ne sont donc pas minimisées ou évitées (Fosnot & Perry, 2005). Des situations difficiles et ouvertes dans des contextes réalistes et significatifs sont proposées, permettant aux apprenants d'explorer et de générer de nombreuses possibilités, affirmatives et contradictoires. Les contradictions, en particulier, doivent être éclairées, explorées et discutées (Fosnot & Perry, 2005).

5.3.2. Les étapes d’une séance d’apprentissage en enseignement socioconstructiviste

Deux étapes intellectuelles sont fortement préconisées lorsqu’on parle de socioconstructivisme : susciter des conceptions antérieures sur le sujet enseigné et créer un conflit cognitif chez les élèves qui confrontent leurs conceptions antérieures avec de nouveaux phénomènes, avec les conceptions d’autres enfants, ou avec de nouvelles connaissances. Le rôle de l’enseignant est de faire évoluer ces conceptions antérieures (Bächtold, 2013). Une autre manière de comprendre le socioconstructivisme est de considérer que pour apprendre de nouvelles connaissances, les élèves doivent automatiquement effectuer des étapes intellectuelles qui conduisent à ces nouvelles connaissances. Pour mener à bien ces démarches intellectuelles, ils doivent maitriser de nouveaux concepts ou de nouveaux modes de raisonnement. Ce qui est à construire relève alors de structures cognitives (Bächtold, 2013).

Les observations des pratiques contemporaines utilisées dans l’école française telles qu’elles sont décrites par Bonnéry (2009) semblent s’appuyer sur des principes similaires et peuvent se résumer en quatre étapes :

La situation de découverte. En premier lieu, il s’agit de proposer une situation à résoudre aux élèves, situation (le plus souvent complexe) qui se réalise généralement en groupe à partir d’un support écrit. Ce dernier est considéré comme « le lieu de l’enregistrement des réponses dont la figuration les unes derrière les autres est pensée comme autant de traces de réflexion intermédiaire à envisager au-delà d’elles-mêmes en vue de leur comparaison » (Bonnéry, 2009, p. 14).

La mise en commun. En deuxième lieu, l’enseignant organise une phase de synthèse et de mutualisation des réponses. Il s’agit dans cette étape, de comparer et de confronter les différentes manières d’arriver à une solution du ou des problèmes posés. Elle donne lieu à des échanges sur les différentes procédures utilisées et sur leur efficience. Les erreurs des élèves sont exploitées.

L’institutionnalisation du savoir. La phase collective précédente permet en troisième lieu d’aboutir à une institutionnalisation du savoir sous forme de trace écrite (la leçon). La leçon reprend les procédures et les connaissances qui étaient visées par l’enseignant au départ comme étant celles qu’il faudra retenir et apprendre.

La consolidation et l’entrainement. Enfin, l’enseignant met en place une phase de consolidation du savoir et de réinvestissement avant de procéder à l’évaluation des connaissances et des compétences apprises.

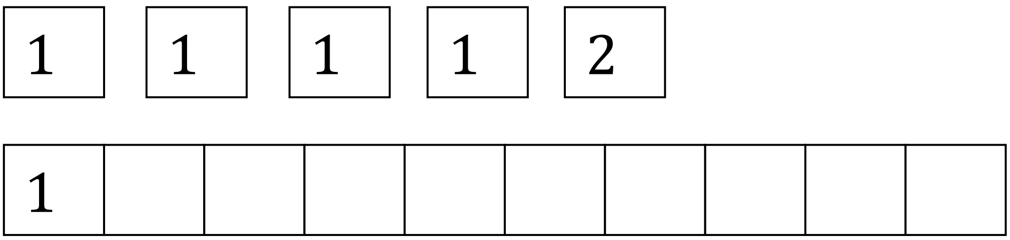
Un exemple concret d'application de ces étapes en classe est présenté ci-dessous.

5.3.3. L'exemple de Joannert d'un point de vue socioconstructiviste

Selon une perspective socioconstructiviste, l'apprentissage d'une connaissance nouvelle se fait en prenant appui sur la conception initiale des élèves qui sert de point de départ à l'émission d'hypothèses. Jonnaert (1996) apporte une illustration dans ce sens en mathématiques dans le domaine de la numération (e.g., la position des nombres dans la chaine numérique). Par exemple, un jeu de cinq cartons ayant chacun un nombre inscrit est distribué à l'élève (e.g., 17, 14, 15, 16, 20). La consigne donnée est la suivante : « Place les cartons dans l'ordre croissant. Tu places le plus petit nombre dans la première case ». Pour ce faire, l'élève a à sa disposition une grille de dix cases sur laquelle il peut placer ses cartons (cf. Figure 1).

La réponse typique initiale de l'élève (traduisant son hypothèse) est de placer le nombre 20 (le plus grand nombre) dans la dernière case. Pour l'amener à la bonne solution, le maitre le questionne sur sa manière de procéder (pourquoi as-tu placé le 20 à cet endroit ? Pourquoi est-ce que tu penses que c'est là, la place du 20 ? En es-tu certain ?). De cette façon, le maitre oriente l'élève à saisir les limites de son approche initiale et à prendre conscience de son erreur (i.e., induire un déséquilibre cognitif provoquant une nouvelle recherche de solution) qui consiste à ignorer le nombre d'unités séparant les nombres 17 et 20. Pour trouver la bonne solution, l'enseignant modifie la règle du jeu en proposant des cartons immédiatement inférieurs (18 et 19) et supérieurs à 20 (21 et 22). Il place ainsi l'élève dans une situation où il est obligé de constater que la place du 20 telle qu'il l'a initialement envisagé n'est plus viable. Autrement dit, la conception initiale est transformée au regard des nouvelles données du problème, ce qui l'amène à comprendre le statut du nombre 20 dans la chaine numérique et par transfert généraliser cette connaissance à d'autres nombres.

Figure 1. Représentation des cartons et support de travail pour l'exercice sur la position des nombres dans la chaine numérique



Dans la résolution de cet exercice, le questionnement de l'enseignant ne permet pas à l'élève de trouver la bonne réponse. Le maitre doit alors modifier la règle du jeu proposé. Dans l'approche socioconstructiviste, cette nouvelle consigne vise le déclenchement du conflit cognitif. Sa résolution devrait permettre à l'élève de trouver la bonne solution par lui-même.

5.4. Approche centrée sur l'enseignant promue en France depuis 2013 : enseigner plus explicitement[1]

Depuis 2013, les textes officiels émanant du ministère français de l'Éducation nationale multiplient les recommandations pédagogiques en faveur d'un enseignement plus explicite. La première priorité du référentiel de l'éducation prioritaire (MEN, 2014) s'intitule « Garantir l'acquisition du "lire, écrire, parler" et enseigner plus explicitement les compétences que l'école requiert pour assurer la maitrise du socle commun » (p. 3). Dans le socle commun de connaissances, de compétences et de culture (MENESR, 2015a), le domaine deux intitulé « les méthodes et outils pour apprendre » précise que : « ce domaine vise un enseignement explicite des moyens d'accès à l'information et à la documentation, des outils numériques, de la conduite de projets individuels et collectifs ainsi que de l'organisation des apprentissages » (p. 1). Il est également mentionné dans les programmes de 2016 (MENESR, 2015b), s'agissant du domaine « questionner le monde », que les élèves doivent comprendre grâce à un apprentissage explicite. Par ailleurs, durant le cycle 2, « un apprentissage explicite du français est organisé à raison de plusieurs séances chaque jour » (p. 13). Enfin, comme cela est mentionné dans l'introduction, les dernières notes de service du MEN (2018b) engagent maintenant les enseignants à poser les bases d'un enseignement explicite et progressif de la lecture, de la grammaire, du vocabulaire, du calcul et de la résolution de problèmes.

Le vocabulaire employé dans ces textes concernant l'aspect explicite de l'enseignement est divers. Pour autant, il n'est pas précisé si les expressions utilisées recouvrent les mêmes réalités : enseignement explicite ou enseigner plus explicitement ?

Sur le site du centre Alain-Savary, site particulièrement connu des formateurs et notamment ceux de l'éducation prioritaire, il existe 63 occurrences correspondant aux résultats de recherche pour les termes enseignement explicite. Parmi eux : « réaliser un enseignement explicite » (2013) ou « extrait vidéo de Jean-

[1] Les termes « enseigner plus explicitement » sont employés dans les textes institutionnels français tel que le référentiel de l'éducation prioritaire par exemple (MEN, 2014)

Yves Rochex sur l'enseignement explicite » (2014). Mais sortent également en premier, les articles suivants : « enseigner plus explicitement, bibliographie/sitographie » (2015), « enseigner plus explicitement : pourquoi ? Qui ? Quoi ? Où ? » (2016), « enseigner plus explicitement – un dossier ressource (n. d.) ou bien encore « enseigner plus explicitement : l'essentiel en quatre pages » (2016). Il apparait donc nécessaire de préciser les différences et les similitudes entre les termes employés dans ces ressources pédagogiques mises à disposition des enseignants.

5.5. Différences et similitudes entre enseignement explicite et enseigner plus explicitement

Enseignement explicite (acception nord-américaine) ou enseigner plus explicitement (acception française) répondent-ils à des principes pédagogiques et des principes d'organisation similaires ?

Dans l'acception nord-américaine, l'enseignement explicite se fonde sur le principe que le contenu d'apprentissage doit être traité de manière systématique, planifié minutieusement et selon une gradation allant du simple au complexe. Alors que l'enseignement explicite peut être potentiellement bénéfique pour tous les élèves (Barbash, 2012) à propos de contenus structurés, nouveaux ou complexes, Hock (2011) suggère qu'il est particulièrement adapté aux élèves qui apprennent lentement ou qui présentent des difficultés d'apprentissage (Swanson & Hoskyn, 1998). Il repose sur un certain nombre de données scientifiques et de recommandations que l'on retrouve chez les chercheurs qui travaillent sur les pratiques d'enseignement efficaces auprès des élèves en difficulté ou sur celles employées dans les écoles efficaces (Engelmann & Colvin, 2006 ; Gauthier et al., 2013 ; Rosenshine, 2012).

Dans les principes de l'enseignement explicite, on peut reconnaitre des mécanismes d'apprentissage qui s'apparentent à ceux théorisés par le courant béhavioriste, mais également à ceux provenant des théories cognitivistes du fonctionnement de l'individu. Les conditionnements classiques (Pavlov, 1963) et opérants (Skinner, 1971), l'apprentissage par imitation de modèles (Bandura, 1977) décrivent des lois qui expliquent un grand nombre d'acquis. Lorsque des stimuli neutres (e.g, la table de multiplication) sont associés à une réponse émotionnelle (e.g, le stress), ils peuvent générer ultérieurement les mêmes réponses émotionnelles, car l'individu assimile non seulement l'information, mais également les conditions de son acquisition (Monteil & Huguet, 2001). L'enseignement explicite permet aux élèves de réaliser leurs apprentissages avec suffisamment de succès pour qu'il induise des affects positifs. Une association entre contenu notionnel et positivité est ainsi créée. L'association répétée entre une réponse (e.g, résultat des tables de multiplication) et un renforcement (e.g, feedback) mène à son automatisation, ce qui laisse des ressources pour des apprentissages plus complexes et permet d'agir rapidement, sans effort et sans contrôle. Dans l'enseignement explicite, cette automatisation se traduit par le fait que les réponses des élèves sont systématiquement suivies d'un feedback. Enfin, l'observation d'un modèle compétent peut également expliquer certains apprentissages. Tel est le cas du modelage[2], première phase de la conduite de leçon.

Les théories cognitivistes de l'apprentissage partent du postulat selon lequel la pensée est comme un système de traitement de l'information. Parmi les processus impliqués dans l'acquisition de nouvelles connaissances et dans leur transformation, la mémoire joue un rôle clé. Par le lien établi entre connaissances nouvelles et antérieures, l'enseignement explicite favorise le maillage de ces connaissances dans la mémoire à long terme. Elles y sont organisées par des processus associatifs et le rappel d'un élément active les autres éléments qui lui sont rattachés. L'organisation de cet enseignement, où les notions sont apprises de façon continue et additive, qui prévoit un réinvestissement régulier en classe et qui privilégie un apprentissage cumulatif, fournit aux élèves des opportunités d'apprentissage permettant la rétention des connaissances dans la mémoire à long terme. En procédant par étapes, l'enseignement explicite respecte les limites de la mémoire de travail (durée de disponibilité de l'information et nombre d'unités d'information qu'elle peut contenir). Ces théories apportent *a posteriori* un appui aux recherches empiriques sur les pratiques d'enseignement efficaces (Clément, 2015 ; Gauthier et al., 2013).

Dans l'acception française, enseigner plus explicitement est défini comme :

> Un ensemble de gestes, de postures et de pratiques pédagogiques à conduire dans le quotidien de la classe. Il ne saurait être réduit ou assimilé au seul concept "d'instruction directe" venu du continent nord-américain qui correspond à une méthode spécifique et systématique d'enseignement. (DGESCO, Direction Générale de l'Enseignement Scolaire, n. d.)

Dans les principes du « enseigner plus explicitement » (acception française), les étapes d'organisation de l'enseignement socioconstructiviste

[2] Le terme de modelage employé dans cette thèse est repris du terme utilisé par Gauthier, Bissonnette et Richard (2013). Toutefois, dans cette recherche, ce terme employé comme la traduction française du terme anglais *modeling*, se rapproche plutôt de ce que Winnykamen (1990) appelle l'« imitation-modélisation » (p. 258).

demeurent. Par exemple, le démarrage de la leçon peut se réaliser par l'entremise d'une situation complexe avec un travail de recherche en petits groupes et de mutualisation des procédures expertes.

Au regard des contributions apportées par différents chercheurs français (e.g., Jean-Yves Rochex Patrick Rayou, Rolland Goigoux, Sylvie Cebe), les termes « enseigner plus explicitement » visent à clarifier la notion d'explicitation. Que cherche-t-on à rendre explicite dans une situation d'enseignement-apprentissage ? Ils différencient ainsi l'explicitation de l'explication dans le sens où il ne s'agit pas seulement d'expliquer des éléments de discours, mais de « permettre aux élèves d'accéder par le langage aux manières de résoudre les tâches scolaires, aux catégorisations de situations et à la mise en discipline progressive des savoirs » (Institut Français de l'Éducation, Centre Alain-Savary, n. d., p. 6).

Pour faciliter la comparaison de ces deux approches et sur la base des éléments donnés par le dossier élaboré par le centre Alain Savary, celui de la DGESCO ainsi que sur les travaux de Rosenshine (1986, 2002, 2008, 2010, 2012), les Tableaux 1 et 2 suivants récapitulent les éléments de comparaison.

Il existe une base commune des principes des deux acceptions sur l'importance liée à la clarification des objectifs, des consignes et des critères de réussite des tâches scolaires ainsi qu'à l'importance de leur compréhension par les élèves. Toutefois, les moyens d'y parvenir sont différents : la place des tâches complexes, l'explicitation des processus intellectuels, *etc.* Par ailleurs, l'organisation des séances de classe est également conçue différemment (cf. Tableau 2).

Tableau 1

Principes sous-jacents de l'enseignement explicite (acception nord-américaine) et enseigner plus explicitement (acception française)

<table>
<tr><th>ENSEIGNEMENT EXPLICITE
Acception nord-américaine</th><th>ENSEIGNER PLUS EXPLICITEMENT
Acception française</th></tr>
<tr><td colspan="2" align="center">Les points de convergence</td></tr>
<tr><td colspan="2">• S'assurer que le lien entre l'objectif, l'énoncé et la tâche est perçu par l'élève : à quoi ressemblera l'exercice quand il sera fini ? Quelle est la règle du jeu qu'a en tête l'enseignant quand il propose cette consigne ?
• Donner des consignes et des explications claires et détaillées. S'assurer qu'elles sont comprises en les faisant reformuler.
• Planifier des dispositifs de soutien à l'apprentissage, mettre en place des dispositifs et des outils d'aide aux élèves pour se distancier de la tâche demandée.
• Écouter, observer les élèves au travail.
• Produire des traces qui permettent de fixer et de conserver le savoir construit.</td></tr>
<tr><td colspan="2" align="center">Les différences</td></tr>
<tr><td>• Inclure tous les élèves dans la dynamique collective d'apprentissage : enseigner du simple au complexe et enseigner à nouveau les notions si nécessaire.</td><td>• Inclure tous les élèves dans la dynamique collective d'apprentissage : donner un coup d'avance aux plus fragiles, les centrer sur l'essentiel. Enseigner des situations complexes dès le début.</td></tr>
<tr><td>• Expliciter les processus intellectuels de métacognition par l'enseignant puis par les élèves.</td><td>• Expliciter les processus intellectuels de métacognition par les élèves puis par l'enseignant.</td></tr>
<tr><td>• Mettre en place des occasions nombreuses de pratique active pour tous les élèves. Préparer suffisamment les élèves pour le travail en autonomie et les accompagner au début de la phase de pratique autonome.</td><td>• Développer la réflexion des élèves sur le sens de leur activité scolaire. Placer les élèves en situation de tâtonnement, d'investigation ou de découverte.</td></tr>
<tr><td>• Utiliser des tâches complexes une fois que les compétences de base sont acquises.</td><td>• Utiliser des tâches complexes dès le début de l'apprentissage.</td></tr>
<tr><td>• Penser la prise de parole et sa distribution pour s'assurer de la compréhension des élèves.</td><td>• Penser la prise de parole et sa distribution afin de provoquer des interactions entre élèves.</td></tr>
<tr><td>• Évaluer uniquement ce qui a été appris.</td><td>• Adopter des modalités d'évaluation explicites qui marquent la progression des savoirs et les progrès.</td></tr>
<tr><td>• Limiter la quantité de notions reçues en une fois par les élèves.</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>• Outiller les élèves des procédures de base dès la maternelle (chronologie, repérage dans l'espace, catégorisation, attention, compréhension de l'implicite, développement de la mémoire de travail, phonologie).</td></tr>
</table>

Il existe une opposition souvent caricaturale des deux approches comparées ci-dessus. En réalité, la différence fondamentale se situe dans la structure de la leçon qui suit un canevas bien établi côté américain alors qu'il est relativement libre du côté français. À l'origine des malentendus, il semble que le terme de modelage (tel qu'il est défini au chapitre suivant) et d'une manière plus générale la notion de modèle, soit l'un des points d'achoppement. L'idée de pouvoir montrer directement la stratégie experte à l'élève sans le laisser tâtonner occasionne souvent de vives réactions chez les pédagogues français. D'ailleurs, selon Winnykamen (1990), « l'imitation a fort longtemps été considérée comme secondaire, mineure, attestant d'une incapacité aux conduites autonomes… » (p. 11). Sa fonction instrumentale dans l'acquisition des savoirs et des savoir-faire chez l'enfant n'est pourtant plus à démontrer (Winnykamen, 1990). Il n'est pas inutile de rappeler que les enseignants eux-mêmes sont les premiers à utiliser toutes sortes de tutoriels, de modèles de fiche de séances, de progressions, *etc.* en misant sur un modèle éprouvé et un gain de temps, comparativement à la création d'une séance fondée uniquement sur leurs propres connaissances (Clément, 2015).

Clément (2015) rappelle qu'en France, « sont véhiculées les idées selon lesquelles un enseignement explicite, donc structuré, brimerait la créativité des enseignants, aurait une incidence négative sur l'affect des élèves, ignorerait les différences individuelles » (p. 134). Au regard des éléments comparés ci-dessous, certains principes recommandés du côté français se retrouvent dans le canevas de leçon proposé du côté nord-américain. Mais à l'exception des principes retenus en début et en fin de la leçon, les divergences sont nombreuses.

Tableau 2

Déroulement de séance en enseignement explicite (acception nord-américaine) vs enseigner plus explicitement (acception française)

ENSEIGNEMENT EXPLICITE Acception nord-américaine	ENSEIGNER PLUS EXPLICITEMENT Acception française
• Commencer une leçon par un bref rappel des apprentissages antérieurs ou un questionnement des élèves.	• Avant de donner des nouvelles tâches aux élèves : rappeler ce qui a été appris antérieurement, faire émerger les représentations préalables.
• Préciser les objectifs d'apprentissage c'est-à-dire ce qui est attendu des élèves au terme de la leçon (comportement, contenu) et l'intérêt d'apprendre la notion visée.	• Annoncer l'objectif et pourquoi on va apprendre une nouvelle notion
• Présenter les nouvelles notions par petites étapes avec une pratique des élèves à chaque étape :	• Entrer dans la séance par une mise en situation collective et projection dans une tâche complexe et authentique.
- Modelage : « Penser tout haut » (montrer et dire en montrant) et proposer des modèles pour chaque étape d'un apprentissage ; faire participer les élèves ; outiller les élèves des procédures qui permettent de réussir les tâches demandées et rendre visibles les raisonnements et cheminements intellectuels des tâches scolaires. Fournir un grand nombre d'exemples. Fournir des exemples de problèmes déjà résolus	• Favoriser l'explication collective des conditions de réussite des tâches par les élèves.
- Pratique dirigée (guider les élèves au début de la phase de mise en pratique) : enseigner les concepts, les règles, les procédures en démontrant étape par étape ; travailler des problèmes déjà résolus en modelage, donner de la rétroaction, corriger et féliciter ; utiliser l'enseignement réciproque ; formaliser le savoir dans un outil structurant.	• Réaliser individuellement la tâche initiale. • Faire l'objet d'une discussion collective pour arriver à une synthèse commune partagée.
- Pratique autonome : s'entrainer, automatiser.	• Reprendre la tâche en approfondissement
• Clore la leçon : s'assurer de l'essentiel à retenir, annoncer la prochaine leçon.	• Vérifier ce qui a été retenu. • Se projeter sur les séances qui vont suivre

5.6. L’enseignement explicite proposé par Gauthier, Bissonnette et Richard

Selon Gauthier et ses collègues (2013), l’enseignement explicite est un enseignement systématique et direct. Il est défini comme :

> La formalisation d’une stratégie d’enseignement structuré en étapes séquencées et fortement intégrées. Selon cette approche, l’enseignant, de manière intentionnelle, cherche à soutenir l’apprentissage des élèves par une série d’actions au cours de trois grands moments : 1. la préparation et la planification ; 2. l’enseignement proprement dit ; 3. le suivi et la consolidation. (Gauthier et al., 2013, p. 41)

Il repose sur l’idée que les élèves apprennent mieux si on leur enseigne directement que s’ils essaient d’apprendre par eux-mêmes (Clément, 2015). Derrière les termes d’enseignement direct ou d’instruction directe, il faut comprendre le sens spécifique donné par Engelmann et Colvin (2006) c’est-à-dire l’ensemble des procédures d’enseignement employées par les enseignants les plus efficaces.

L’enseignement explicite tel qu’il est défini par Gauthier et ses collègues (2013), s’appuie principalement sur les travaux de Rosenshine (1986, 2002, 2008, 2010, 2012) et sur les bases de l’enseignement réciproque (i.e., organiser des situations d’enseignement-apprentissage qui permettent de favoriser la compréhension de textes en utilisant ses stratégies de lecture telles que prédire, clarifier, questionner, résumer) (Palinscar & Brown, 1984). Les principes définis par Rosenshine sont cohérents avec des recherches de la psychologie cognitive qui décrivent la façon dont notre cerveau acquiert et utilise des informations nouvelles (prise en compte de la mémoire de travail).

4.6.1. Principes

Un ensemble de stratégies pédagogiques fondent cet enseignement explicite. De la préparation des séquences et des séances, à l’animation de celles-ci avec les élèves, plusieurs principes sont à respecter.

Durant le travail préparatoire, l’enseignant veille à :

Préciser les objectifs visés et les attendus. Les objectifs qui définissent ce que l’élève est capable de faire au terme de la leçon doivent être mesurables et évaluables. Ils sont précis et sont en concordance avec les instructions officielles données dans les programmes nationaux. Le sens des apprentissages visés est également présenté aux élèves.

Cerner les idées maitresses. Ce sont les éléments essentiels qui rassemblent plusieurs autres éléments de contenus d'apprentissage avec lesquels ils peuvent être liés et organisés. Les idées maitresses permettent d'intégrer un grand nombre de connaissances sans retenir une multitude d'informations disparates. À l'école élémentaire, en mathématiques, par exemple, les quatre opérations reposent sur quelques idées maitresses : la valeur du positionnement des chiffres constituant un nombre ; les principes de distribution, de commutativité et d'association ; le sens des nombres à savoir la composition et la décomposition reposant sur le système décimal (Ma, 1999 cité par Kame'enui, Carnine, Dixon, Simmons, & Coyne, 2002). Ce sont des concepts clés qui permettent aux élèves de faire des liens entre les savoirs et qui facilitent l'organisation des contenus dans la mémoire à long terme et leur utilisation dans d'autres contextes. Ils servent d'ancrage pour l'élaboration d'autres savoirs et permettent des transferts dans des domaines différents (Kozloff, LaNunziata, & Cowardin, 1999). Il est donc nécessaire que l'enseignant y passe plus de temps.

Déterminer les connaissances préalables. Il est du ressort de l'enseignant d'identifier et de contrôler que tous les élèves maitrisent les prérequis (i.e., les connaissances indispensables à l'acquisition de savoirs nouveaux plus complexes) avant d'aborder un nouveau concept. En conséquence, la planification des contenus est absolument indispensable. En effet, intégrer une connaissance dans sa mémoire à long terme de manière à la mobiliser en connaissance préalable pour une nouvelle acquisition nécessite qu'on laisse suffisamment de temps à l'élève pour assimiler les connaissances, mais pas trop non plus pour qu'elles ne tombent pas dans l'oubli. Un intervalle allant de quelques jours à quelques semaines serait l'idéal (Dixon, 1994 cité par Gauthier et al., 2013). Cette vérification peut se faire par questionnement ou tâche diagnostique. Ce moment demande à l'enseignant de cibler avec précision les prérequis nécessaires et d'évaluer leur degré de maitrise. De la même manière, les connaissances préalables des élèves liées au processus d'acquisition doivent également être identifiées. Ces connaissances antérieures peuvent faire être ré-enseignées si nécessaire.

Viser tous les types de connaissances. Selon Gauthier et ses collaborateurs (2013), il existe trois types de connaissance : déclaratives (i.e., les savoirs théoriques) ; procédurales (i.e., la manière dont sont exécutées les opérations cognitives) et conditionnelles (i.e., où et quand utiliser une stratégie). L'enseignement explicite préconise de les intégrer stratégiquement pour une meilleure compréhension des concepts. Leur planification s'élabore du simple au complexe en proposant graduellement des tâches d'un niveau facile à difficile. Enfin, les contenus à faire apprendre aux élèves sont abordés de manière successive et cumulative.

Prévoir le soutien à l'apprentissage. L'enseignement explicite s'appuie sur différentes formes d'étayage (e.g., le modelage, aide-mémoire, guide). Trois éléments essentiels guident l'enseignant pour choisir la pédagogie la plus adaptée quant au niveau de guidance nécessaire à la réussite des élèves : leur niveau de compétences, la complexité de la tâche à accomplir et le temps disponible.

Planifier des révisions. Réviser constitue une part importante de tout apprentissage. Trois types de révision peuvent être envisagés : les révisions quotidiennes qui tissent des liens entre les notions apprises et permettent de les automatiser (Rosenshine, 2010) ; les révisons hebdomadaires et mensuelles qui renforcent les liens entre les informations stockées en mémoire et deviennent alors plus solides (Good & Grouws, 1979). Plusieurs manières de faire sont envisageables : poser des questions sur les notions étudiées dans les leçons antérieures ; donner un questionnaire en début de séance sur la leçon précédente ; demander une correction entre pairs du questionnaire ; former des groupes de deux à quatre élèves pour réviser ; demander aux élèves de préparer des questions ou de résumer par écrit la leçon précédente (Rosenshine & Stevens, 1986). Quinze à 20 % du temps hebdomadaire est occupé aux révisions chez les enseignants efficaces alors qu'elles sont négligées par les autres enseignants (Carnine, Jones, & Dixon, 1994). En enseignement explicite, la révision constitue un principe incontournable. Elle est organisée, suffisante, bien répartie (i.e., étalée dans le temps pour favoriser la rétention à long terme), cumulative (i.e., qu'on enseigne A, puis B et on revoit A et B ensemble) et variée (au sens de tâches différentes, mais pas nouvelles).

Réaliser un alignement curriculaire des séquences. L'alignement curriculaire est la congruence entre le programme prescrit, l'enseignement dispensé et l'évaluation proposée. Ceci nécessite une programmation à rebours c'est-à-dire qui « commence par la transformation des intentions du *curriculum* officiel en manifestations, comportements et actions observables qui seront évalués ultérieurement en fonction de critères de performance précis » (Gauthier et al., 2013, p.119). L'enseignement doit être planifié de manière telle qu'il puisse répondre à la question : comment procéder pour permettre aux élèves d'apprendre ce qui doit être maitrisé ? En France, les programmes sont prescriptifs : ils indiquent le contenu à enseigner. Toutefois, la programmation et la progression des apprentissages incombent aux équipes de cycle.

Prévoir des devoirs à la maison. Le niveau de réussite des élèves qui ont des devoirs dépasse de 62 % celui de ceux qui n'en ont pas (Archer & Hugues, 2011 ; Marzano & Pickering, 2007). En réalité, il ne suffit pas de donner des devoirs. Le plus important reste encore une fois le rôle de l'enseignant qui prend le temps de les vérifier, de les corriger, de passer en revue les problèmes en cas d'erreurs et de mettre en pratique les concepts et les compétences qui doivent devenir automatiques. En mathématiques entre autres, l'examen quotidien de ce qui est su, retenu et compris par les élèves fait partie d'une expérience réussie à l'école primaire (Rosenshine, 2012).

Concevoir une évaluation des élèves adaptée et anticiper le transfert des connaissances à d'autres contextes. Toute connaissance est un point d'ancrage pour en apprendre d'autres. Les élèves doivent pouvoir transférer des apprentissages d'une tâche à une autre, d'une année scolaire à une autre, de l'école au milieu familial puis à l'univers de travail. Le transfert des apprentissages est facilité dès lors que les savoirs et savoir-faire sont sollicités et mobilisés dans d'autres contextes. Il est donc nécessaire d'évaluer les élèves régulièrement pour faire un état des lieux de leur savoir. L'enseignement explicite préconise de n'évaluer que ce qui est enseigné. Les évaluations formatives servent à soutenir l'apprentissage des élèves. Les évaluations sommatives, quant à elles, déterminent l'atteinte des objectifs terminaux. Ces dernières influencent positivement le comportement d'apprentissage des élèves à raison d'une fréquence modérée c'est-à-dire une par semestre (Roy, 1991). Enfin, l'évaluation sert aussi à vérifier si les élèves peuvent mobiliser leurs connaissances en situation d'évaluation.

La prise en compte de tous ces principes et recommandations est toutefois possible seulement si les leçons font l'objet d'une planification et d'une préparation minutieuses en amont de leurs réalisations. Ils sont appliqués à travers la conduite de la leçon. Celle-ci comporte trois étapes : le modelage, la pratique dirigée et la pratique autonome (Gauthier et al., 2013).

4.6.2. Les étapes d'une séance d'apprentissage en enseignement explicite selon Gauthier et ses collègues (2013)

Le modelage. C'est le moment où l'enseignant rend explicite par le langage, les liens entre connaissances nouvelles et connaissances antérieures. Durant cette phase il exécute une tâche devant les élèves et décrit ce qu'il fait au moment où il le fait. Il raisonne à voix haute et rend ainsi explicite son propre processus d'expert avec un langage clair et concis. La qualité du modelage dépend de la qualité et de la quantité des exemples et des contre-exemples choisis. « Fournir aux élèves des modèles et des exemples d'exercices déjà réalisés peut les aider à apprendre comment résoudre des problèmes plus rapidement » (Rosenshine, 2010, p. 14). Les informations sont nécessairement présentées en petites unités. L'enseignant démontre étape par étape pour éviter de surcharger la mémoire de travail (Rosenshine, 2010). Il est important de ne présenter qu'un petit nombre de notions à la fois, car le niveau d'attention des élèves doit être élevé. Huit à dix minutes sont consacrées à cette étape.

La pratique guidée ou pratique dirigée. C'est l'étape cruciale de la démarche. Elle veille à la vérification de la qualité de compréhension des élèves. Pour cela, l'enseignant utilise des tâches semblables à celles qui ont été effectuées pendant le modelage. Deux recommandations guident la pratique dirigée : le questionnement et le feedback qui permettent à l'élève de valider sa compréhension et soutiennent sa motivation ; le nombre suffisant d'exercices recommandé pour un seuil de réussite élevé (80% du contenu doit être maitrisé avant de passer à la phase suivante). Cette étape s'accompagne d'un travail en équipe ou par binôme pour favoriser les échanges entre pairs et ainsi vérifier, ajuster, consolider, approfondir leur compréhension. C'est une étape où les élèves doivent réussir à atteindre l'objectif visé avec un soutien approprié pour garder une motivation et une confiance suffisantes au désir de s'exercer.

> […] nos savoirs doivent être construits et reconstruits. Nous ne pouvons pas simplement répéter mot pour mot ce que nous entendons. Il nous faut en fait relier ce que nous comprenons des nouveaux contenus qui nous sont apportés à des concepts ou des schémas de pensées déjà intégrés ; alors seulement, nous pouvons nous élaborer un résumé mental : le "concentré" de ce que nous avons entendu. (Rosenshine, 2010, p.19-20)

Sur cinquante minutes de séance, les enseignants efficaces consacrent jusqu'à vingt-trois minutes contre onze pour les moins efficaces qui donnent tout de suite des exercices au modelage et à la pratique guidée (Gauthier, Desbiens, Malo, Martineau, & Simard, 1997). Le rôle de l'enseignant dans la division des tâches complexes en composantes plus simples est donc déterminant. De la même manière, poser des questions et solliciter les apprenants pour connaitre leurs réponses sont prioritaires : les enseignants performants y passent la moitié de leur temps et interrogent beaucoup leurs élèves sur leurs procédures. Les questions doivent être ouvertes. Pour tous les solliciter, l'enseignant peut utiliser certains procédés reconnus efficaces. Par exemple, chacun peut écrire sa réponse avant de la montrer aux autres ou bien donner la réponse à son voisin et la justifier ou encore résumer l'idée principale en une ou deux phrases, *etc.* (Hollingsworth & Ybarra, 2012).

La pratique autonome. C'est une phase d'entrainement durant laquelle l'élève passe d'une réalisation de tâches qui lui demande beaucoup d'énergie et où il commet encore des erreurs, à une réalisation automatique, rapide et performante (Gauthier et al., 2013). De ce fait, il est nécessaire de lui proposer un nombre élevé d'occasions pour permettre cette automatisation. Le transfert dans la mémoire à long terme des apprentissages est alors possible. Voici trois manières de réaliser cette pratique autonome : l'élève travaille seul, mais avec des consignes précises ; le maitre dirige la pratique, pose plusieurs questions directes et s'assure que tous les élèves y répondent correctement ; les élèves pratiquent en équipe, s'entraident, coopèrent puis passent par une épreuve de compétition. Le taux d'implication des élèves pendant la pratique autonome augmente de dix pour cent quand l'enseignant circule dans la classe. Il est donc important qu'il circule entre les tables. Si des explications doivent être données, elles doivent être brèves. Les auteurs estiment que cette étape conduit à la réussite des apprenants à hauteur de 95 %.

Durant la conduite de la séance en classe, l'enseignant veille donc à :

Augmenter le temps d'engagement des élèves dans la tâche. Comme le rappellent Gauthier et ses collègues (2013), il existe deux sortes de temps dans l'enseignement : le temps disponible, à savoir la durée prévue pour toutes les disciplines par journée ou par année scolaire et le temps alloué, c'est-à-dire la durée consacrée à l'enseignement proprement dit. Ce dernier constitue 70 % du temps disponible. Il est fondamental que, durant cette période, les élèves soient engagés avec succès dans des tâches d'apprentissage d'un niveau de difficulté approprié, car il existe une corrélation forte entre ce temps d'engagement et leur propre réussite (Gauthier et al., 2013). L'enseignant doit donc mettre tout en œuvre pour l'augmenter. L'enseignement explicite faciliterait l'engagement des élèves dans la tâche pour plusieurs raisons. Premièrement, l'enseignant vérifie que le niveau de difficulté envisagé dans le contenu de la séance correspond bien à ce que peut appréhender l'élève ; deuxièmement il évite les digressions et diminue les transitions entre les différents temps de la leçon pour s'en tenir à l'horaire prévu ; troisièmement, il enseigne en groupe le plus souvent possible et utilise des routines d'apprentissages afin de structurer le comportement de l'élève et de rester dans le temps imparti. En laissant à l'élève un temps de réflexion de trois à cinq secondes, l'enseignant donne juste assez de temps pour répondre puis peut passer à l'étape suivante dès que la majorité des élèves réussissent. Ainsi, l'enseignement explicite permettrait de maintenir un rythme d'apprentissage soutenu.

Augmenter le taux de réussite des élèves. Anticiper les erreurs et les corriger dès qu'elles se produisent, constitue un autre principe fondateur de l'enseignement explicite. Il existe une corrélation positive entre le pourcentage de bonnes réponses données par les élèves en début et en fin d'apprentissage et leurs résultats (Berliner 1980 ; Brophy, 2004). Pour augmenter la réussite des élèves, les notions enseignées doivent se situer dans leur zone proximale de développement (i.e., la distance entre ce que l'élève peut effectuer ou apprendre seul et ce qu'il peut apprendre uniquement avec l'aide d'une personne plus experte que lui) (Vygotski, 1985). Les consignes doivent être précises et claires. Les moments nécessitant une attention élevée doivent être dynamiques et impliquer la participation de tous les élèves avec un soutien approprié si besoin est. Enfin, l'enseignant doit également analyser toutes les réponses des élèves en assurant la mise en œuvre d'une réflexion métacognitive (i.e., représentation que l'élève a de ses connaissances, la manière dont il peut les utiliser et sa capacité à comprendre ses propres raisonnements pour se construire de nouvelles connaissances (Archer & Hugues, 2011).

Augmenter le contenu d'enseignement. Un enseignant efficace enseigne jusqu'à 37 % de contenu supplémentaire par jour par rapport à un enseignant qui ne l'est pas (Good, Grouws, & Ebmeier, 1983). La manière dont les enseignants redéfinissent les programmes officiels pour les transformer en séquences d'enseignement et ce qu'en font les élèves au regard de la tâche prescrite sont donc loin d'être anodins. En effet, « une des conditions d'apprentissages est la mise en relation entre tâche immédiate et enjeu cognitif de la tâche » (Bisault & Berzin, 2009, p. 82) et ceci, quelles que soient les modalités de travail. L'application des principes de l'enseignement explicite permettrait aux enseignants d'être plus efficaces tant sur le « quoi » que sur le « comment » enseigner.

Favoriser des modalités de regroupement efficaces. Il est nécessaire de regrouper ponctuellement les élèves en fonction de leur niveau de réussite. Pour chaque groupe, l'objectif est d'accroitre la quantité de contenu reçu en augmentant les possibilités d'apprendre. Augmenter la pratique des élèves, favoriser la répétition et contrôler leur degré de compréhension sont facilités par la constitution de tels groupes de niveau. L'utilisation de la stratégie de l'enseignement réciproque et celle de l'apprentissage coopératif favorisent l'apprentissage. L'enseignement réciproque vise l'outillage des élèves « pour qu'ils apprennent à résumer, questionner, clarifier et faire des prédictions par l'entremise d'un dialogue entre le "maitre" (c'est-à-dire celui qui joue le rôle de l'enseignant) et les élèves » (Gauthier et al., 2013, p.148). Réaliser des modalités de regroupement efficaces consiste à :

> Former de petites équipes regroupant des élèves de niveaux différents qui utilisent une variété d'activités pour améliorer leur compréhension de la matière. Chaque membre de l'équipe est responsable de l'apprentissage de ce qui est enseigné, ainsi que d'aider ses coéquipiers à apprendre. (Gauthier et al., 2013, p.149)

Assurer des procédures de soutien aux élèves. Les mesures de soutien peuvent être variables en fonction de leurs besoins. En général, le niveau de guidance est élevé en début d'apprentissage et s'atténue graduellement. En tous les cas, c'est un dispositif nécessaire, mais qui doit rester temporaire (Gauthier et al., 2013). Il peut prendre plusieurs formes : démonstration du maitre ; trace écrite servant d'aide-mémoire ; cahier où sont consignées les procédures ; questionnement du maitre ; métacognition. « *This temporary support/guidance is provided to students in the form of steps, tasks, materials, and personal support during initial learning that reduces task complexity by structuring it into manageable chunks to increase successful task completion* »[3] (Hall & Vue, 2004, pp. 4-5).

Utiliser un langage clair et précis. Les informations claires, précises et redondantes aident les élèves à rester engagés dans la tâche (Everston, 1989). Ceci signifie qu'il faut employer un vocabulaire adapté à son public.

Procéder à une vérification constante de la compréhension. Elle est au cœur de l'enseignement explicite. Sa vérification est continuelle et constante, car c'est elle qui permet d'adapter l'enseignement au profil de la classe, d'effectuer des réajustements par l'apport de nouvelles explications ou de nouveaux exemples, de proposer une interactivité plus importante. Enfin, elle est un indicateur de l'écart entre le niveau de la tâche donnée à l'élève et son niveau de réalisation (Gauthier et al., 2013 ; Hollingsworth & Ybarra, 2012). Le rôle de l'enseignant consiste à repérer ceux qui font des mauvaises interprétations pouvant nuire à l'acquisition de nouveaux apprentissages et se transformer en difficulté. La vérification de la compréhension passe également par la capacité de l'enseignant à développer une aptitude à repérer les interprétations erronées. L'enseignement explicite contribue à cela, car il engage l'enseignant à questionner ses élèves, à leur proposer des exemples et des contre-exemples et à étayer la pratique de ses élèves en favorisant une rétroaction constante.

[3] Les dispositifs de soutien/guidance sont apportés sous forme d'étapes, tâches, matériel et soutien personnel pendant l'apprentissage. Ils réduisent la complexité de la tâche en l'organisant en plusieurs éléments réalisables de manière à la réussir.

Expliquer les processus du raisonnement dans la résolution d'une tâche. L'enseignant soutient l'apprentissage des élèves en verbalisant ses stratégies, en s'appuyant sur des supports visuels (images, diagrammes, schémas).

4.6.3. L'exemple de Joannert du point de vue de l'enseignement explicite

Dans l'exemple évoqué antérieurement par Jonnaert (1996) qui vise la position des nombres dans la chaine numérique, une version type « enseignement explicite » pourrait s'apparenter à la situation ci-après. L'enseignant dit : « Nous allons faire un jeu avec des nombres (cf. Figure 1). Pour cela j'utilise des cartons avec des nombres écrits dessus (il montre les cartons où sont écrits les nombres 17, 14, 15, 16, 20 et les lis pour les élèves). Il faudra placer ces nombres, dans les cases vides (il montre les cases vides de la file numérique) ; le plus petit nombre doit être dans la première case. Attention on ne les place pas n'importe comment. Il faut placer les nombres restants par ordre croissant c'est-à-dire du plus petit au plus grand. Je vais vous montrer comment je fais pour réaliser cet exercice » (modelage). À ce stade, l'enseignant « met un haut-parleur » sur sa pensée en verbalisant toutes ses procédures. Il dit : « je vais d'abord ranger les nombres du plus petit au plus grand, c'est-à-dire dans l'ordre dans lequel je les vois en premier dans la file numérique » (l'enseignant déplace les cartons les uns après les autres pour les ranger dans l'ordre croissant). « Je vais donc ranger les nombres comme ceci : 14, 15, 16, 17 et 20. Ensuite, je dois les placer dans les cases vides. En mettant le plus petit nombre dans la première case. Je place donc 14 en premier. C'est celui que je vois en premier dans la file. Puis je place 15. 15 arrive juste après 14 donc je le mets dans la case juste après 14 (même procédé pour les nombres 16 et 17). Ensuite je dois placer 20. 20 n'est pas juste après 17. Après 17, il y a 18, je dois donc laisser une case vide pour 18. Après 18, il y a 19, je dois donc aussi laisser une case vide pour 19. Il faut donc laisser 2 cases vides (1 pour 18 et 1 pour 19) avant de placer le nombre 20. » Dans une deuxième phase (la pratique guidée) l'enseignant propose aux élèves une situation exactement similaire avec d'autres nombres (e.g., 16, 12, 13,18 et 20) et leur demande de réaliser la tâche à deux en verbalisant toutes les étapes à leur camarade. Son rôle consiste alors à donner des feedbacks sur les procédures et à guider les élèves fragiles par un questionnement précis. Enfin, les élèves qui réussissent ce travail en binôme peuvent le réaliser seuls (pratique autonome).

QUESTION DE RECHERCHE

« Apprendre à l'école, c'est interroger le monde. C'est aussi acquérir des langages spécifiques, acquisitions pour lesquelles le simple fait de grandir ne suffit pas » (MENESR, 2015b, p. 6). Ces premières phrases des nouveaux programmes de l'Éducation nationale en France introduisent la vision générale des enjeux du cycle des apprentissages fondamentaux (cycle 2) comprenant les trois premiers niveaux de l'école élémentaire (CP, CE1 et CE2). Plusieurs éléments importants sont mis en exergue. Notamment, les enseignants du cycle 2 sont invités à travailler le sens et l'automatisation de manière simultanée, en articulant le concret et l'abstrait. Ce travail est ensuite repris et renforcé au cycle 3 (CM1, CM2, 6ème) dit cycle de consolidation.

Dans cette thèse, l'enseignement de certaines techniques opératoires et de la notion d'aire est plus particulièrement étudié. Ces notions du programme en vigueur sont choisies, car elles sont nouvelles, complexes et structurées. Toutefois, elles ne se substituent pas à d'autres séquences d'apprentissage qui doivent les compléter pour répondre aux attendus des programmes.

En mathématiques, il s'agit d'abord d'acquérir une bonne compréhension du système de numération, des pratiques de calcul et des connaissances sur les grandeurs ; puis, au cycle 3, la construction des nombres entiers se poursuit, de nouvelles connaissances telles que les fractions et les nombres décimaux sont introduites. Par ailleurs, l'apprentissage des quatre opérations sur les nombres, la mémorisation de faits numériques, l'automatisation de certains calculs continuent et sont utilisés dans la résolution de problèmes. Plus précisément, dans le champ des nombres et calculs, les attendus de fin de cycle 2 indiquent que les élèves doivent être capables de « calculer avec des nombres entiers » et « résoudre des problèmes en utilisant des nombres entiers et le calcul » (MENESR, 2015b, p. 75). Au cycle 3, cette compétence est étendue aux nombres décimaux et aux fractions simples. La notion de calcul posé, présente dès le cycle 2, induit la nécessité de réaliser un apprentissage des techniques opératoires en lien avec la numération et les propriétés des opérations. Est entendu par calcul posé, « une modalité de calcul écrit consistant à l'application d'un algorithme opératoire (par exemple celui de la multiplication entre nombres décimaux) » (MENESR, 2016a, p. 1). Le calcul posé doit garantir l'obtention d'un résultat grâce à une méthode sécurisante permettant de réinvestir des faits numériques (e.g., tables d'addition, de multiplication) et des connaissances sur la numération. Il intervient généralement lorsque l'élève n'a pas les moyens de résoudre les calculs mentalement. Pour ce faire, il nécessite de passer par une technique opératoire. Celle-ci peut être définie comme un algorithme c'est-à-dire une méthode qui permet de procéder de façon systématique, applicable mécaniquement, en suivant un déroulé très précis et sans réflexion. Pour chaque opération, il existe plusieurs algorithmes possibles donc plusieurs techniques opératoires. Par exemple, dans le cas de la multiplication, Guinet (1978), recense plusieurs techniques d'origines différentes, mais qui permettent toutes d'atteindre le même résultat (e.g., la technique par duplication ou technique égyptienne, la technique de l'abaque, la technique grecque ou romaine, la technique *Per Gelosia, etc.)* Au cycle 3, les programmes préconisent également un travail sur les formes géométriques et dans le domaine des grandeurs et mesures. Les élèves doivent être capables de :

> Comparer, estimer, mesurer des grandeurs géométriques avec des nombres entiers et des nombres décimaux : longueur (périmètre), aire, volume, angle. Utiliser le lexique, les unités, les instruments de mesures spécifiques de ces grandeurs. Résoudre des problèmes impliquant des grandeurs […] en utilisant des nombres entiers et des nombres décimaux. (MENESR, 2015b, p. 205)

Plus particulièrement, la notion d'aire recouvre à la fois la mesure de la surface contenue à l'intérieur d'un périmètre et les comparaisons de ces mesures à l'aide de figures découpées ou grâce à des unités usuelles de mesure comme le centimètre carré ou le mètre carré. La notion d'aire se travaille également en passant par l'estimation des mesures, par la conversion, les changements d'unités et leur lien avec les unités de longueur. Enfin, il s'agit aussi pour l'élève de cycle 3 de travailler sur des calculs d'aires à partir de différentes formules comme celles du carré ou du rectangle.

En Martinique, territoire français où une majorité d'élèves est issue de l'éducation prioritaire, les résultats aux évaluations des suivis de cohortes montrent que la maitrise des compétences mathématiques des programmes est inférieure à la moyenne nationale. Par exemple, 87,5 % des élèves de CM1 et 90,9 % des élèves de CM2 en REP et en REP+ échouent aux évaluations liées à la notion d'aire. Cette notion nouvelle, complexe et structurée ainsi que les techniques opératoires sont des éléments d'étude du programme qui posent problème aux élèves. Il semble donc essentiel de revisiter la manière dont elles sont enseignées.

Le but de la présente recherche est d'approfondir la question de l'enseignement des mathématiques pour les élèves de niveau élémentaire, issus principalement des milieux socio-économiques défavorisés. Les résultats d'une méta-analyse récente montrent que les interventions basées sur un enseignement explicite sont identifiées comme efficaces auprès d'élèves ayant des difficultés en mathématiques (Chodura, Kuhn, & Holling, 2015). Elle corrobore celle de Hattie (2012) et celle de Kroesbergen et Van Luit (2003). Or, les enquêtes PISA (OECD, 2014a, 2016) et TIMMS (2015) montrent qu'en France les élèves des milieux socio-économiques défavorisés ont de faibles performances dans ce domaine. Ces élèves ont besoin d'un enseignement structuré et de renforcements positifs. De plus, ils apprennent mieux lorsque l'enseignant utilise une méthode progressive, fortement guidée et leur fournit un feedback (Bissonnette et al., 2006 ; Bissonnette et al., 2010).

Cette recherche a pour objectif de comparer l'efficacité de deux méthodes pédagogiques (l'enseignement socioconstructiviste vs. l'enseignement explicite) en mathématiques pour l'apprentissage de différentes notions en tant que compétence de base, auprès d'élèves scolarisés en réseau d'éducation prioritaire. Dans ces réseaux, un important pourcentage d'enfants est issu de milieux socio-économiques défavorisés. Ils présentent des difficultés d'apprentissage en général, et en mathématiques, plus particulièrement. L'étude est réalisée en Martinique, un département français où 50 % des établissements scolaires sont classés en éducation prioritaire. Compte tenu des recherches qui soutiennent que donner la possibilité aux enseignants de se développer professionnellement a un impact sur les résultats des élèves (Egert, 2015 ; Timperley, 2011), l'efficacité de la formation à la méthode d'enseignement mise en œuvre est également testée.

L'orientation pédagogique dominante en France est d'inspiration socioconstructiviste. Or, la littérature montre que l'enseignement explicite est plus efficace pour les enfants issus de milieux défavorisés. L'objectif de l'ensemble des études de cette thèse est de tester s'il donne de meilleurs résultats que l'enseignement socioconstructiviste dans l'apprentissage de la technique opératoire de la soustraction auprès d'élèves en cours élémentaire première année (CE1), sept ans (Étude exploratoire et Étude 1), de la technique opératoire de la division en cours moyen première année (CM1), neuf ans (Étude 2), et de la notion d'aire en cours moyen deuxième année (CM2), dix ans (Étude 3). Ces notions ont été choisies pour les raisons suivantes : premièrement, les programmes exigent leur apprentissage à cet âge ; deuxièmement, les élèves comprennent mieux le concept de nombre (notion fondamentale du raisonnement mathématique) lorsqu'il est lié aux opérations. Par exemple, on ne comprend réellement ce qu'est 8 qu'à partir du moment où on le conçoit comme le résultat de différentes opérations (e.g., 4+4, 2x4, 10-2) ; troisièmement, les résultats des évaluations académiques relatifs à la notion d'aire montrent que les connaissances et les compétences liées à cette notion ne sont pas acquises par les élèves.

Pour résumer, le choix de l'enseignement explicite est doublement justifié dans ce contexte. D'une part, les méta-analyses montrent clairement l'efficacité de cette méthode d'enseignement auprès des élèves en difficulté. D'autre part, cette méthode est adaptée à l'apprentissage des techniques opératoires et de la notion d'aire, en tant que notion nouvelle, complexe et structurée.

L'hypothèse générale de cette étude est la suivante : les progrès des élèves entre le début et la fin d'une séquence d'apprentissage sont plus importants pour ceux qui bénéficient d'un enseignement explicite que pour ceux qui bénéficient d'un enseignement socioconstructiviste ou d'un enseignement usuel. Une deuxième hypothèse, secondaire, est que les élèves dont les enseignants reçoivent une formation à cette méthode et une séquence clé en main qui lui est reliée obtiennent de meilleurs résultats que ceux qui possèdent une séquence d'enseignement sans bénéficier d'une formation qui l'accompagne, quelle que soit la méthode d'enseignement utilisée.

CHAPITRE 2

MÉTHODE
Aperçu des études

PLAN DU CHAPITRE

Pages

1. PRÉSENTATION DES TROIS ÉTUDES

Trois études en situation réelle de classe sont présentées dans cette thèse. Elles concernent le processus d'enseignement-apprentissage des notions suivantes :

- étude 1 : la technique opératoire de la soustraction en CE1 ;
- étude 2 : la technique opératoire de la division en CM1 ;
- étude 3 : la notion d'aire en CM2.

Dans chacune de ces études, la différence de performances des élèves avant et après l'apprentissage des notions visées et selon la méthode d'enseignement utilisée est comparée. La performance dans les groupes expérimentaux (enseignement socioconstructiviste et enseignement explicite) est également comparée au groupe contrôle (enseignement usuel).

Sont désignés par :

- enseignement socioconstructiviste : l'enseignement dispensé selon les principes étudiés au chapitre 1 ;
- enseignement explicite : l'enseignement dispensé selon les principes de Gauthier, Bissonnette et Richard (2013) et présenté au chapitre 1 ;
- enseignement usuel : l'enseignement dispensé au quotidien dans la classe, tel qu'il est conçu par l'enseignant et sans intervention extérieure particulière. Il peut être défini comme les usages courants de l'école française contemporaine (Bonnery, 2009). Globalement il suit une organisation de facture socioconstructiviste (cf. Chapitre 1) avec une mise en activité qui part d'une situation de découverte, un travail de groupe et une mise en commun, mais il ne respecte pas forcément ni tous les principes fondateurs du socioconstructivisme ni toutes les étapes de la séance qui lui sont liées (e.g., l'institutionnalisation peut être faite dans une séance différée).

2. DESIGN EXPÉRIMENTAL

Dans les trois études, le plan expérimental (design) est de type prétest-intervention-post-test. Le prétest et le post-test permettent d'établir le niveau des élèves avant et après l'apprentissage. Le prétest permet aussi de s'assurer de l'équivalence des groupes. La différence de résultats entre prétest et post-test mesure le progrès des élèves et l'impact du Type d'enseignement.

Pour les deux études sur les techniques opératoires (Etudes 1 et 2), le design expérimental est 5 (Type d'enseignement : explicite avec formation et avec séquence, explicite sans formation et avec séquence, socioconstructiviste avec formation et avec séquence, socioconstructiviste sans formation et avec séquence, groupe contrôle) x 2 (Evaluation : Prétest, Post-test) avec le second facteur intrasujet[4]. Pour l'étude sur la notion d'aire (Etude 3), le design expérimental est 3 (Type d'enseignement : explicite avec formation et avec séquence, socioconstructiviste avec formation et avec séquence, groupe contrôle) x 2 (Evaluation : Prétest, Post-test) avec le second facteur intrasujet.

Le Type d'enseignement est un facteur intersujet[5] parce que les sujets sont affectés aléatoirement à une des conditions de traitement. L'Évaluation est un facteur intrasujet (ou un facteur de mesures répétées) parce qu'il implique des mesures répétées sur les mêmes sujets.

Les trois études se déroulent dans le cadre des enseignements quotidiens de la classe. Les classes sont assignées au hasard à une des conditions présentées ci-dessous.

Les groupes sont désignés comme suit :

- E+F+S : les élèves recevant un enseignement explicite avec formation et avec séquence. Dans cette condition expérimentale, les enseignants bénéficient d'une formation de trois heures sous forme d'animation pédagogique et d'une séquence clé en main établie selon les principes d'enseignement explicite de Gauthier et ses collaborateurs (2013) tels qu'ils sont décrits au chapitre 1 ;

[4] Une variable est dite intrasujet lorsque les mêmes participants sont observés à plusieurs moments de l'étude avec les mêmes outils de mesure. Un sujet est comparé à lui-même (prétest : première mesure ; post-test : deuxième mesure, avec prétest et post-test identiques).

[5] Une variable est dite intersujet lorsque les participants sont comparés avec d'autres (ici, comparaison de différents groupes qui apprennent une même notion avec des principes pédagogiques différents : enseignement socioconstructiviste, explicite ou usuel).

- E-F+S : les élèves recevant un enseignement explicite sans formation et avec séquence. Dans cette condition expérimentale, les enseignants n'ont pas de formation, mais bénéficient de la même séquence clé en main que le groupe précédent (E+F+S) ;
- SC+F+S : les élèves recevant un enseignement socioconstructiviste avec formation et avec séquence. Dans cette condition expérimentale, les enseignants bénéficient d'une formation de trois heures sous forme d'animation pédagogique et d'une séquence clé en main établie selon les principes de l'enseignement socioconstructiviste tel qu'ils sont décrits au chapitre 1 ;
- SC-F+S : les élèves recevant un enseignement socioconstructiviste sans formation et avec séquence. Dans cette condition expérimentale, les enseignants n'ont pas de formation, mais bénéficient de la même séquence clé en main que le groupe précédent (SC+F+S) ;
- GC : les élèves du groupe contrôle. Dans la condition contrôle, les professeurs dispensent un enseignement usuel tel qu'il est défini précédemment.

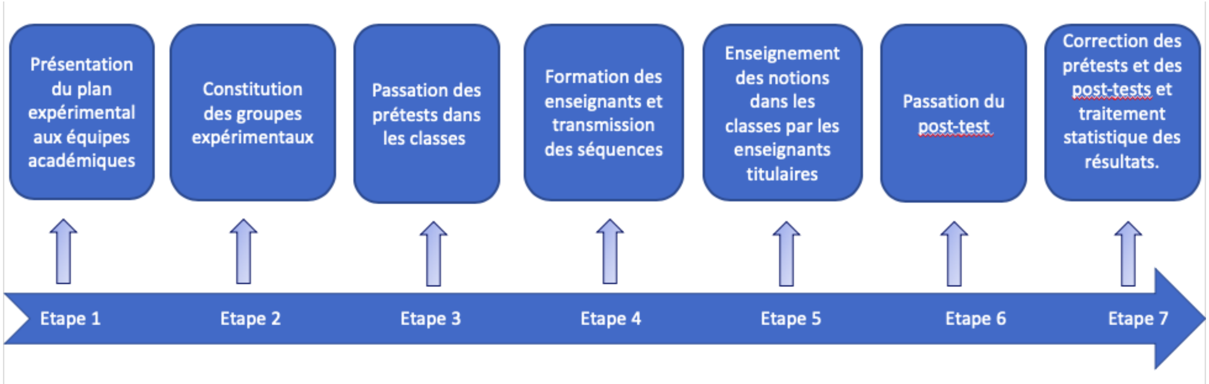
Tous les groupes sont équivalents en termes d'âge moyen et de répartition par sexe.

Toutes les études suivent le même déroulement. Elles suivent les étapes présentées dans la Figure 2 :

- étape 1 : présentation du plan expérimental à l'inspecteur de la circonscription, à son équipe et aux équipes enseignantes ;
- étape 2 : recrutement de classes en REP et en REP+, constitution des groupes expérimentaux et du groupe témoin. Les enseignants sont volontaires pour participer au protocole ;
- étape 3 : passation des prétests dans les classes ;
- étape 4 : formation des enseignants aux différentes méthodes d'enseignement selon leur appartenance aux groupes expérimentaux et transmission des séquences construites par l'expérimentateur et une conseillère pédagogique en mathématiques ;
- étape 5 : enseignement des notions dans les classes par les enseignants titulaires ;
- étape 6 : passation du post-test (identique au prétest) ;

- étape 7 : correction des prétests et des post-tests et traitement statistique des données.

Figure 2. Étapes du déroulement des expériences des trois études.



3. TRAITEMENT STATISTIQUE

Pour analyser l'effet du Type d'enseignement et de l'Évaluation sur les performances des élèves, autrement dit sur le changement de performance entre le prétest et le post-test, des analyses de variance[6] (ANOVA) avec design mixte à deux facteurs sont réalisées. L'avantage d'un plan ANOVA impliquant des mesures répétées, est de permettre le contrôle des différences individuelles entre les sujets. Autrement dit, l'ANOVA contrôle la présence de groupes non équivalents au prétest. Pour tous les effets, les tailles sont rapportées (le d de Cohen et l'eta carré η^2_p). Les effets sont interprétés comme petits quand $\eta^2_p < .06$ ou $d < .2$, moyens quand η^2_p se situe entre .06 et .14 ou quand d est compris entre .3 et .8, et grands quand $\eta^2_p > .14$ ou $d > .8$ (Cohen, 1988 ; Lakens, 2013). Dans les études, l'ANOVA permet de mesurer :

- l'effet principal du temps (appelé par la suite effet de l'Évaluation) qui permet de répondre à la question : les élèves apprennent-ils entre le prétest et le post-test ?
- l'effet de la méthode seule qui permet de répondre à la question : est-ce que la méthode d'enseignement utilisée impacte les performances des élèves ?
- l'effet d'interaction[7] entre le temps et la méthode qui permet de répondre à la question : est-ce que les progrès des élèves diffèrent en fonction de la méthode d'enseignement utilisée ?

Cet effet d'interaction est calculé par rapport à la différence des moyennes des scores obtenus par les élèves aux évaluations prétest et post-test.

[6] L'analyse de variance ANOVA est un modèle statistique particulièrement utilisée pour traiter des données lorsqu'il y a plus de deux groupes à comparer. L'hypothèse nulle signifie que toutes les moyennes des groupes sont égales. L'hypothèse non nulle stipule qu'au moins une des moyennes des groupes est différente des autres.

[7] Un effet d'interaction existe dès lors que l'effet d'une variable est modifié par l'effet d'une autre variable. Il correspond à l'effet combiné de deux ou plusieurs facteurs. Ici, les facteurs sont le Type d'enseignement (effet de l'enseignement explicite ou socioconstructiviste) et l'Évaluation (pré-test et post-test).

Dans un second temps, et pour comprendre l'effet d'interaction prédit c'est-à-dire pour comprendre comment la méthode influe sur les progrès des élèves, des contrastes[8] (comparaisons planifiées) qui correspondent aux hypothèses *a priori* concernant les différences entre les groupes, sont testés (Brauer & McClelland, 2005) :

- le contraste 1 (C1) mesure l'impact de l'introduction d'un changement pédagogique par rapport à une pédagogie ordinaire (les groupes expérimentaux pris ensemble vs. le groupe contrôle) ;
- le contraste 2 (C2) mesure l'impact de la formation des enseignants, quelle que soit la méthode (les groupes qui ont reçu des formations pris ensemble vs. ceux qui n'en ont pas eu pris ensemble) ;
- le contraste 3 (C3) mesure l'effet de l'enseignement explicite par rapport à celui de l'enseignement socioconstructiviste (les groupes enseignement explicite vs. les groupes enseignement socioconstructiviste) ;
- le contraste 4 (C4) mesure l'effet de la formation au sein du seul groupe explicite (le groupe enseignement explicite avec formation vs. le groupe enseignement explicite sans formation).

Enfin, à titre exploratoire et sur la base des perceptions des enseignants vis-à-vis du niveau de compétences de leurs élèves (Fortin & Pétrin, 2011), une variable « profil d'élève » est construite. Pour ce faire, les enseignants classent leurs élèves en quatre niveaux d'après leurs résultats en classe et leur capacité à réussir ou non les tâches mathématiques demandées au quotidien. Le niveau 1 correspond à un bon élève c'est-à-dire un élève qui a un niveau de très bonne maitrise. Autrement dit, un élève est situé au niveau 1 dès lors qu'il réussit les tâches dans des contextes différents en ne faisant jamais d'erreurs ou très peu, qu'il est capable de réussir des tâches de différents niveaux de difficulté. Le niveau 2 correspond à un élève moyen en progrès c'est-à-dire un niveau de maitrise satisfaisant. Autrement dit, un élève est situé au niveau 2 dès lors qu'il réussit les tâches demandées en faisant encore

[8] En statistiques, est appelé contraste, une comparaison spécifique de moyennes entre différents groupes de traitement. Les contrastes sont établis afin de tester des hypothèses spécifiques liées aux groupes de traitement fondés sur des éléments théoriques. La somme des coefficients des contrastes est toujours égale à zéro. Le contraste renseigne sur le « poids » d'un facteur (ici, la méthode d'enseignement explicite, la méthode d'enseignement socioconstructiviste ou la formation des enseignants) sur l'effet d'interaction (ici, la différence de progrès des élèves selon la méthode d'enseignement utilisée).

quelques erreurs, mais qu'il est capable de réussir également des exercices de difficulté croissante. Le niveau 3 correspond à un élève moyen à risque c'est-à-dire un élève qui a un niveau de maitrise fragile. Autrement dit, un élève est situé au niveau 3 dès lors qu'il réussit une seule fois la tâche demandée ou qu'il ne réussit que les exercices d'application les plus faciles, voire qu'il a régulièrement des difficultés de compréhension. Enfin, le niveau 4 correspond à un élève en difficulté, c'est-à-dire un niveau de non-maitrise. Autrement dit, un élève est situé au niveau 4 dès lors qu'il ne réussit pas les tâches demandées et qu'il a souvent du mal à comprendre les exercices les plus simples. Dans la pratique, l'enseignant attribue un niveau de maitrise (1, 2, 3 ou 4) à chaque notion étudiée. Le niveau de maitrise (1, 2, 3 ou 4) le plus souvent atteint et l'expertise de l'enseignant déterminent le niveau global (1, 2, 3 ou 4) de l'élève. Par exemple, un élève qui aurait durablement un niveau de très bonne maitrise (i.e., niveau 1), mais qui obtiendrait un niveau de maitrise fragile (niveau 3) pour une notion en particulier, serait globalement considéré de niveau 1 (donc bon élève), et ce malgré une difficulté rencontrée ponctuellement.

Cette variable présente deux modalités : les bons élèves (niveau 1) et les élèves moyens en progrès (niveau 2), intitulée BMP, versus les élèves moyens à risque (niveau 3) et les élèves en difficulté (niveau 4), intitulé MRED. En croisant cette variable avec les conditions de la variable « Type d'enseignement », plusieurs conditions sont obtenues. Ces dernières sont regroupées sous le nom de la variable Type d'Enseignement et Profil d'Élève (TEPE). L'effet simple du Type d'enseignement sur chacune des modalités « Profil d'élève » est testé. Une série de comparaisons planifiées est alors réalisée sur le progrès des élèves entre le prétest et le post-test, calculé en faisant la différence entre le score global de l'élève au post-test et le score global de l'élève au prétest. Plusieurs comparaisons sont ainsi effectuées à travers une série de contrastes. L'ANOVA à un facteur teste l'impact de TEPE sur le progrès entre le prétest et le post-test.

Les trois études font l'objet des trois parties suivantes de la thèse. Le protocole expérimental et le traitement des données étant identiques dans les trois études, le lecteur retrouvera une redondance tant dans la présentation du design expérimental que dans la présentation des résultats.

CHAPITRE 3

ÉTUDE 1
Enseignement de la technique opératoire de la soustraction en CE1

P L A N   D U   C H A P I T R E

Pages

1. NOTION DE TECHNIQUE OPÉRATOIRE ET PROCÉDÉ « CASSER LA DIZAINE »

Dans ce chapitre, deux études sont présentées : une première étude exploratoire sur un échantillon restreint pour tester la faisabilité du plan expérimental et pour tester la comparaison entre un enseignement explicite et un enseignement usuel ; une seconde étude de niveau 3[9] selon Ellis & Fouts (1993), sur un échantillon élargi qui présente un plan expérimental plus contrôlé et qui teste la comparaison entre un enseignement socioconstructiviste, un enseignement explicite et un enseignement usuel.

Comme précisé antérieurement, une technique opératoire est un calcul écrit, posé (en colonne) qui permet de trouver le résultat d'une opération lorsque le calcul est trop complexe pour le résoudre mentalement. Il existe des techniques opératoires pour toutes les opérations de base (i.e., addition, soustraction, multiplication, division). Concernant la soustraction, il y a trois grandes techniques qui utilisent des procédés différents : la technique dite « casser la dizaine » ou « de l'emprunt », la technique dite « des écarts constants » et la technique dite « de l'addition à trou ». En CE1, l'apprentissage par la technique « casser la dizaine » est avantageux parce que celle-ci permet facilement aux élèves de faire le lien avec la numération décimale (notion acquise en CP), prérequis fondamental pour l'apprentissage de la soustraction. Son principe est simple. Il repose sur le fait qu'il est toujours possible de transformer une dizaine en dix unités, une centaine en dix dizaines, un millier en dix centaines et ainsi de suite. Par exemple, lorsqu'on veut effectuer 52 - 39, on transforme 52 en 4 dizaines et 12 unités. De fait, on peut réaliser l'opération suivante : (40+12) – (30+9) ou autrement écrit (40-30) + (12-9). Dans cette étude c'est la technique « casser la dizaine » qui est utilisée.

[9] Ellis et Fouts (1993) hiérarchisent les recherches scientifiques selon trois niveaux. Le niveau 1 correspond à des analyses descriptives qui permettent le plus souvent d'observer une corrélation entre deux variables. Le niveau 2 correspond à des recherches expérimentales ou quasi-expérimentales réalisées en contexte de classe avec des groupes expérimentaux et contrôle. Elles permettent d'établir des liens de cause à effet. Les recherches de niveau 3 sont des recherches qui évaluent des effets d'intervention pédagogiques sur la base d'échantillons plus grands et qui ont un degré écologique élevé.

2. L’ÉTUDE EXPLORATOIRE

2.1. Participants

Quatre-vingt-quatorze élèves participent à cette étude. Ils sont issus de six classes de CE1 de quatre écoles primaires publiques toutes situées dans des réseaux d’éducation prioritaire de l’académie de Martinique. Sont exclus de la recherche, les élèves en situation de handicap cognitif, les élèves allophones, les élèves qui ne sont pas présents aux deux évaluations pré- et post-test. Compte tenu de ces critères d’exclusion, les analyses portent sur 87 élèves, dont 49 filles et 38 garçons ayant un âge compris entre 82 et 104 mois (M = 90.95, SD = 5.30). Les six enseignantes des classes participant à l’étude sont des femmes ayant une ancienneté de service comprise entre quatre et six ans. La réalisation de l’étude s’est faite sous couvert des autorités académiques.

2.2. Design

L’expérience suit un design de type prétest-intervention-post-test. Le design expérimental est 2 (Type d’enseignement : explicite, usuel) X 2 (Evaluation : Prétest, Post-test) avec le second facteur intrasujet. Les classes sont assignées au hasard à une des deux conditions Type d’enseignement : 45 élèves en enseignement explicite (groupe expérimental) et 42 élèves en enseignement usuel (groupe contrôle). Il est important de préciser que les deux groupes sont équivalents en termes d’âge moyen et de répartition par sexe (cf. Tableau 3). L’étude s’est déroulée dans le cadre des enseignements ordinaires.

Tableau 3

Âge moyen en mois et répartition par genre des différents groupes expérimentaux et contrôle de l’étude exploratoire

	Groupe expérimental	Groupe contrôle
N	45	42
Âge en mois		
M	89.40	91.4
SD	4.7	5.7
N_{filles}	27	22
$N_{\text{garçons}}$	18	20

2.3. Matériel et procédure

L'expérience comprend trois phases : le prétest, l'intervention et le post-test. Le prétest et le post-test permettent d'établir le niveau des élèves avant et après l'apprentissage. Le prétest permet aussi de s'assurer de l'équivalence des groupes. La différence de résultats entre prétest et post-test mesure le progrès des élèves et l'impact du type d'enseignement. Les deux tests sont des épreuves écrites, strictement identiques et prévues pour une durée maximale de 45 minutes. Ils sont espacés de cinq semaines. Les instructions de ces deux tests sont standardisées pour assurer des passations comparables dans toutes les classes. Ils se déroulent en conditions de classe et ils sont administrés par l'expérimentateur et par deux assistants de recherche.

2.3.1. Prétest

Pour mesurer le niveau des élèves concernant leurs compétences liées à la technique opératoire de la soustraction, quatre exercices sont proposés.

Le premier exercice consiste à poser deux soustractions sans retenue en colonne à partir de soustractions posées en ligne et à les calculer. Par exemple, il s'agit de passer de l'écriture 52 – 12 à $\begin{array}{r} 52 \\ \underline{-\ 12} \end{array}$ et de la calculer.

Le deuxième consiste à poser deux soustractions avec retenue en colonne à partir de soustractions écrites en ligne et à les calculer. Il s'agit du même procédé que pour l'exercice précédent, mais pour des soustractions de type 52 – 39 (avec retenue). Pour les deux exercices, la technique permet de visualiser la procédure de résolution de l'élève.

Le troisième consiste à résoudre un problème soustractif de transformation avec recherche de l'état final dans le domaine cardinal (i.e., les nombres représentent des quantités). Un exemple de ce type de problème est : « Sur la table du salon, il y avait un bouquet de 35 fleurs. Papa enlève 19 fleurs fanées. Combien restera-t-il de fleurs dans le vase ? ». Pour résoudre le problème, les élèves doivent poser la soustraction en colonne, la calculer puis répondre par une phrase à la question posée.

Le quatrième exercice consiste à résoudre un problème soustractif de transformation avec recherche de l'état final dans le domaine ordinal (i.e., les nombres représentent des rangs). Un exemple de ce type de problème est : « Le pompier était sur le 57ème barreau de l'échelle, il descend de 26 barreaux. Sur quel barreau est-il maintenant ? » Il faut préciser que les opérations et les problèmes impliquent des nombres à deux chiffres compte tenu du fait que le prétest a lieu en début d'année scolaire.

Les élèves sont informés de ce qu'ils ont à faire durant le test, à savoir, des opérations à calculer et des problèmes à résoudre. Le temps imparti est annoncé. Les expérimentateurs leur précisent que le but n'est pas de finir le premier, mais de faire du mieux qu'ils peuvent. Les expérimentateurs écrivent tous les exercices au tableau, de manière analogue au format papier du test, pour faciliter le repérage et la compréhension des consignes. Ils s'assurent que tous les élèves ont repéré les différents exercices et l'emplacement où les réponses doivent être écrites. De plus, afin de contourner d'éventuelles difficultés de lecture, toutes les consignes sont lues deux fois à haute voix au groupe classe. Par la suite, les élèves ont la possibilité d'avoir une relecture individuelle sur sollicitation. Les expérimentateurs demandent aux élèves de lever la main quand ils estiment avoir terminé le test.

2.3.2. Scores

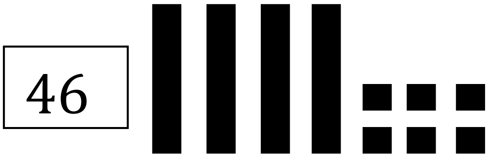
Les scores sont calculés comme indiqué dans le Tableau 4. Le score total maximum au test est de 10 points. Dans le calcul des scores, des points sont attribués à la fois au résultat des opérations et aux procédures utilisées.

2.3.3. Intervention

Les élèves des deux groupes, expérimental et contrôle ont réalisé un travail préparatoire en calcul mental pendant trois semaines. Deux jeux de calcul mental sont fournis par l'expérimentateur. Leur objectif est de préparer les élèves à calculer mentalement des soustractions sur des petits nombres, prérequis nécessaire à l'acquisition de la technique opératoire. Le premier, intitulé le jeu de piste, consiste à placer son pion au milieu d'une piste (e.g., avec les nombres de 1 à 32) et à lancer un dé dont les faces font reculer ou avancer selon leur couleur. Le but du jeu et d'arriver le premier au bout de la piste en X lancers. Chacun des joueurs doit raconter ce qui se passe à chaque lancer. Par exemple, un élève pourra dire : « je pars de la case 15, je dois reculer de 4 cases, j'arrive sur la case 11 ». Le deuxième, intitulé le jeu de la boite, consiste à mettre X jetons dans une boite ($1 \leq X \leq 20$), puis à enlever Y jetons de la boite ($1 \leq Y \leq 5$) puis à dire combien il y a de jetons dans la boite à la fin.

L'intervention proprement dite qui concerne l'apprentissage de la technique opératoire de la soustraction se déroule pour les deux groupes durant les deux semaines suivantes. La durée de la séquence, le nombre de séances, l'utilisation d'un matériel de numération (e.g., barrettes et cubes représentant respectivement dizaines et unités, cf. Figure 3) et la même technique opératoire, à savoir le recours au procédé casser la dizaine, sont identiques.

Figure 3. Exemple de représentation des nombres avec le matériel de numération



Les enseignants des élèves du groupe expérimental reçoivent trois heures de formation en présentiel, dispensées par l'expérimentateur et une séquence d'enseignement explicite. L'objectif de cette formation est de présenter la méthode d'enseignement explicite et de familiariser les enseignants avec la séquence de mathématiques à mettre en œuvre. Ce moment de formation est également l'occasion pour l'expérimentateur de contrôler le matériel de numération présent dans les classes (quantité et qualité), d'établir un rétroplanning des séances pour définir les dates de passation du prétest et du post-test. La technique opératoire est fixée tout en expliquant son choix. Les enseignants ont ensuite la possibilité de relire de manière détaillée et approfondie la séquence et de demander tout type de renseignements ou précisions.

La séquence est conçue et fournie par l'expérimentateur et suit les principes de l'enseignement explicite tels qu'ils sont proposés par Gauthier et ses collaborateurs (2013). Elle comporte huit séances (cf. Tableau 5) qui suivent une progression qui va du simple au complexe, en passant du concret à l'abstrait : les séances 1 et 2 prévoient la résolution de problèmes soustractifs en représentant les nombres avec du matériel de numération (cf. Figure 3), les séances 3 et 4 prévoient de résoudre des problèmes déjà étudiés par le dessin, la séance 5 marque le passage à la technique opératoire, la séance 6 consolide l'apprentissage de cette technique, la séance 7 est une séance d'entrainement au calcul posé et enfin, la séance 8 est une application de la technique à travers la résolution de nouveaux problèmes.

Chaque séance, réalisée selon les principes de l'enseignement explicite défini par Gauthier et ses collègues (2013) comporte trois moments : ouverture, conduite et clôture de la leçon. La conduite de la leçon comprend trois phases : le modelage, la pratique guidée et la pratique autonome. Le Tableau 6 illustre le déroulement d'une séance (i.e., Séance 4) en mettant en correspondance les différents moments et l'action du maitre.

Les enseignants du groupe contrôle ne reçoivent pas de formation. Ils élaborent eux-mêmes leur séquence dans le respect des préconisations faites par l'expérimentateur. Ainsi, comme précisé précédemment, l'apprentissage se fait à la même période que celle du groupe expérimental, au même rythme et en un même nombre de séances de même durée. Aucun des enseignants ne connait la pédagogie explicite ce qui exclut son utilisation. Toutefois, l'expérimentateur vérifie cette condition grâce à une visite de toutes les classes participant à l'étude et à partir des fiches de préparation des professeurs. Les enseignants du groupe contrôle réalisent un enseignement usuel d'orientation socioconstructiviste.

2.3.4. Post-test

Le post-test est identique au prétest et se déroule pour tous les participants le lendemain de la dernière séance, soit après la séance 8.

Tableau 4

Score (nombre de points) attribué à chacune des tâches composant l'évaluation des compétences relative à l'apprentissage de la technique opératoire de la soustraction

Type d'exercice	Consigne	Calcul du score
Soustraction sans retenue	Pose et calcule les opérations suivantes : 77 – 14 et 96 – 55	Pose en colonne correcte : 0.25 point par opération Pose du signe – et du trait de l'opération correcte : 0.25 point par opération Résultat correct : 0.5 point par opération Score maximum : 2 points
Soustraction avec retenue	Pose et calcule les opérations suivantes : 82 – 34 et 51 – 28	Pose en colonne correcte : 0.25 point par opération Pose du signe – et du trait de l'opération correcte : 0.25 point par opération Résultat correct : 0.5 point par opération Application du procédé casser la dizaine correcte : 0.5 point par opération Score maximum : 3 points
Problème soustractif de transformation avec recherche de l'état final dans le domaine cardinal	Lis chaque problème, pose l'opération qui convient et réponds à la question : sur la table du salon, il y avait un bouquet de 35 fleurs. Papa enlève 19 fleurs fanées. Combien restera-t-il de fleurs dans le vase ?	Pose en colonne correcte : 0.25 point Pose du signe – et du trait de l'opération correcte : 0.25 point Résultat correct : 0.5 point Application du procédé casser la dizaine correcte : 0.5 point Formulation de la réponse correcte : 0.5 point pour le report du résultat juste et 0.5 point pour la rédaction de la phrase Score maximum : 2.5 points
Problème soustractif de transformation avec recherche de l'état final dans le domaine ordinal	Lis chaque problème, pose l'opération qui convient et réponds à la question : le pompier était sur le 57ème barreau de l'échelle, il descend de 26 barreaux. Sur quel barreau est-il maintenant ?	Pose en colonne correcte : 0.5 point Pose du signe – et du trait de l'opération correcte : 0.5 point Résultat correct : 0.5 point Formulation de la réponse correcte : 0.5 point pour le report du résultat juste et 0.5 point pour la rédaction de la phrase Score maximum : 2.5 points

Tableau 5

Plan de séquence de l'enseignement de la technique opératoire de la soustraction

Numéro de la séance	Objectif	Exemple de contenus
1	Résoudre un problème (domaine cardinal) de transformation avec recherche de l'état final à partir d'un matériel de numération.	Tom avait 67 billes dans sa boite. Il en a perdu 29. Combien reste-t-il de billes dans sa boite ? Mise à disposition de matériel de numération.
2	Résoudre deux problèmes (domaines ordinal et cardinal) de transformation avec recherche de l'état final à partir d'un matériel de numération.	Magali joue sur une piste. Son pion était sur la case numéro 48. Elle a reculé de 25 cases. Sur quelle case se trouve le pion de Magali maintenant ? Mise à disposition de matériel de numération.
3	Résoudre deux problèmes (domaines ordinal et cardinal) de transformation à partir de supports photo de matériels de numération.	Problèmes similaires aux séances 1 et 2. Visualisation du matériel de numération sans possibilité de manipulation ; résolution du problème par le dessin.
4	Poser la soustraction en colonne en utilisant la technique de casser la dizaine à partir de photos de matériel de numération représentant les étapes d'un problème déjà étudié dans une des séances précédentes	Problèmes similaires aux séances 1, 2 ou 3. Résolution du problème à partir des photos représentant les étapes du problème. Solution en posant la soustraction en colonne.
5	Poser et résoudre seul une soustraction en colonne relative à un problème connu transcrit en classe dans le domaine des grandeurs et dans le domaine du nombre sans avoir recours aux photos.	Problèmes similaires aux séances 1, 2 ou 3 Résolution du problème connu en posant la soustraction en ligne dans le domaine des grandeurs, en ligne dans le domaine des nombres puis en colonne.
6	Poser une soustraction en colonne à partir d'une soustraction posée en ligne et verbaliser toutes les étapes de la technique casser la dizaine.	Exercices de calcul de soustractions en passant de la pose en ligne à la pose en colonne (application de la technique opératoire de la soustraction).
7	Résoudre le plus possible de soustractions en 30 minutes.	Exercices d'entrainement d'application de la technique opératoire de la soustraction.
8	Résoudre trois problèmes soustractifs de transformation avec recherche de l'état final nécessitant un calcul posé.	Nouveaux problèmes soustractifs de transformation avec recherche d'état final. Résolution par le calcul posé.

Tableau 6

Exemple de déroulement d'une séance d'enseignement explicite (i.e., Séance 4)

Moments de la séance	Exemple d'action du maitre
Ouverture de la leçon	
Explicitation de l'objectif	« On va apprendre à poser une soustraction. Pour cela on va reprendre le problème que nous avions vu en séance 1. »
Présentation de l'objectif	« À la fin de la séance, vous devrez être capable de poser une soustraction en colonne en vous aidant des traces écrites des problèmes que l'on a déjà étudiés. »
Réactivation des connaissances	« Comment a-t-on appris à résoudre des problèmes lorsqu'on n'a pas le matériel de numération ? »
Conduite de la leçon	
Modelage	
Intérêt de l'apprentissage (lien avec la vie courante)	« Lorsque vous ne saurez pas résoudre une soustraction mentalement, vous pourrez la poser pour trouver le résultat. Cela vous sert si vous devez payer un objet avec un billet et que vous désirez savoir combien on doit vous rendre. »
« Haut-parleur » sur la pensée de l'enseignant	« Je vais vous montrer comment on fait pour résoudre un problème à partir des photos que nous avons prises. J'écris à côté d'elles le nombre correspondant au nombre construit avec le matériel de numération. Ensuite, j'écris l'opération que je dois faire pour résoudre le problème : 67 billes – 29 billes. Ça, c'est le domaine des grandeurs. Je vais écrire la même chose dans le domaine des nombres : 67 – 29. Je la pose en colonne. Pour cela j'écris 67 en premier. Puis j'écris 29 en dessous. Les unités doivent être les unes en dessous des autres, les dizaines aussi. Puis je mets le signe – sur le côté et sur la même ligne que 29. Puis je tire un trait horizontal sous les nombres. Voilà ce que je me dis : je ne peux pas enlever 9 unités, car il n'y en a que 7. Je vais donc casser une dizaine. Il reste 5 dizaines et 17 unités. Je peux maintenant enlever 9 unités à 17 unités, il en reste 8. Je peux enlever 2 dizaines de 5 dizaines. Il en reste 3. » Le maitre relie chaque phrase à la soustraction posée en colonne.
Pratique guidée	
La recherche par les élèves	Consigne : « Par deux, vous allez poser sur votre ardoise, l'opération qui correspond au problème de la séance 2. Je vous le récris au tableau. Je vous laisse 15 minutes. Puis je vous laisserai 2 minutes pour préparer ce que vous allez dire si vous êtes envoyé au tableau. »
L'institutionnalisation	Partir du problème et faire une affiche récapitulative avec la soustraction posée en colonne. Chaque étape donne lieu à une phrase explicative reliée à l'opération posée en colonne comme expliquée dans le modelage.
Pratique autonome	Consigne : « Pose l'opération qui correspond au problème suivant (problème déjà étudié dans les séances précédentes) et calcule-la. » Le travail est vérifié individuellement.
Clôture de la leçon	« Qu'avons-nous appris à faire pendant cette leçon ? À quoi cela sert-il d'apprendre à faire des soustractions en colonne ? Demain, on s'entrainera à faire la même chose. »

2.4. Résultats

Pour rappel, l'effet du Type d'enseignement et de l'Évaluation sur les performances des élèves est mesuré par des analyses de variance avec design mixte. Pour tous les effets, les tailles sont rapportées (le *d* de Cohen et l'eta carré η^2_p). Les effets sont interprétés comme petits quand $\eta^2_p < .06$ ou $d < .2$, moyens quand η^2_p se situe entre .06 et .14 ou quand *d* est compris entre .3 et .8, et grands quand $\eta^2_p > .14$ ou $d > .8$. Le Tableau 7 fait la synthèse des moyennes et écarts types par Type d'enseignement et par Évaluation pour le score moyen au test et pour chacun des exercices. Il n'y a pas de différence significative en ce qui concerne la moyenne du score au prétest que ce soit sur le score total ou sur le score de chacun des exercices entre le groupe expérimental et le groupe contrôle, Fs < 1. Le score total et le score par type d'exercice (pour rappel cf. Tableau 4) sont analysés par des ANOVA mixtes 2 (Type d'enseignement : explicite, usuel) X 2 (Evaluation : Prétest, Post-test) avec le second facteur intrasujet.

Score total. Appliquée au score total, l'analyse révèle un effet significatif fort de l'Évaluation, $F(1, 85) = 228.31$, $p < .001$, $\eta^2_p = .73$ (cf. Figure 4 et Tableau 7), dans le sens où les élèves du groupe contrôle ($M = 1.38$, $SD = 1.77$) et du groupe expérimental ($M = 1.26$, $SD = 1.27$) progressent entre le prétest et le post-test ($M_{contrôle} = 5.73$, $SD_{contrôle} = 3.13$, $d_{contrôle} = 1.71$; $M_{expérimental} = 7.06$, $SD_{expérimental} = 2.76$, $d_{expérimental} = 2.70$). L'effet d'interaction prédit est significatif, $F(1, 85) = 4.72$, $p < .05$, $\eta^2_p = .05$. Il montre que les scores augmentent entre les deux phases d'évaluation pour les deux groupes et davantage pour ceux issus du groupe expérimental.

Figure 4. Interaction entre le type d'enseignement et le temps d'évaluation sur le score total moyen

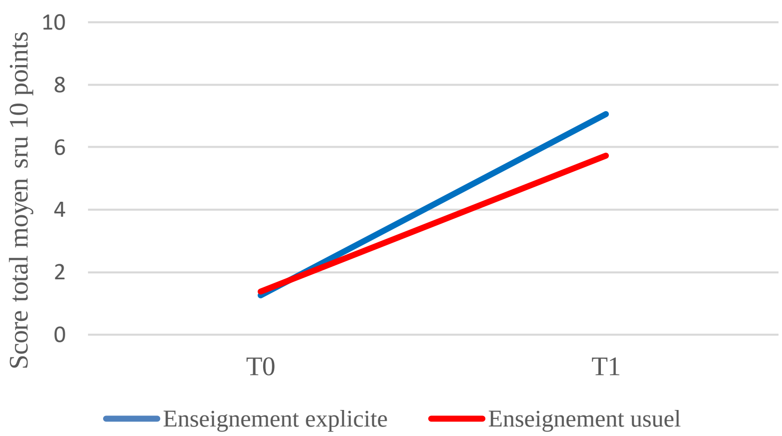


Tableau 7

Moyennes et écarts types du score total et des scores par exercice au Prétest et Post-test par Type d'enseignement

	Groupe Expérimental $N = 45$ Enseignement explicite		Groupe Contrôle $N = 42$ Enseignement usuel	
	M	*SD*	*M*	*SD*
Score total prétest	1.26	1.27	1.38	1.77
Score total post-test	7.06	2.76	5.73	3.13
Score Exercice 1 prétest	.38	.68	.50	.72
Score Exercice 1 post-test	1.64	.59	1.49	.65
Score Exercice 2 prétest	.24	.43	.33	.44
Score Exercice 2 post-test	2.15	.98	1.71	1.03
Score Exercice 3 prétest	.37	.40	.23	.39
Score Exercice 3 post-test	1.57	.89	1.39	.98
Score Exercice 4 prétest	.27	.49	.33	.68
Score Exercice 4 post-test	1.71	.85	1.14	.93

Score soustraction sans retenue (Exercice 1). L'ANOVA mixte appliquée au score de l'exercice sur les soustractions sans retenue montre l'effet significatif de l'Évaluation, $F(1, 85) = 148.30$, $p < .001$, $\eta^2_p = .64$ (cf. Tableau 7) dans le sens où les élèves du groupe contrôle ($M = .50$, $SD = .72$) et du groupe expérimental ($M = .38$, $SD = .68$) progressent entre le prétest et le post-test ($M_{contrôle} = 1.49$, $SD_{contrôle} = .65$, $d_{contrôle} = 1.44$; $M_{expérimental} = 1.64$, $SD_{expérimental} = .59$, $d_{expérimental} = 1.98$). En revanche, l'effet d'interaction n'est pas significatif, $F(1, 85) = 2.19$, $p = .14$. Bien qu'il fût attendu que les deux groupes progressent entre les deux tests et davantage pour le groupe expérimental, les résultats montrent un progrès comparable. Deux explications peuvent être avancées pour ces résultats. D'une part, les soustractions sans retenue relèvent d'exercices qui ne présentent pas de difficulté particulière pour un élève de CE1. D'autre part, elles peuvent être résolues par du calcul mental. Or, les deux groupes ont bénéficié au préalable de trois semaines d'entrainement au calcul mental selon la même méthode.

Score soustraction avec retenue (Exercice 2). L'analyse des scores aux exercices de soustraction avec retenue montre un effet significatif de l'Évaluation, $F(1, 85) = 187.62$, $p < .001$, $\eta^2_p = .69$ (cf. Tableau 7), dans le sens où les élèves du groupe contrôle ($M = .33$, $SD = .44$) et du groupe expérimental ($M = .24$, $SD = .43$) progressent entre le prétest et le post-test ($M_{contrôle} = 1.71$, $SD_{contrôle} = 1.03$, $d_{contrôle} = 1.74$; $M_{expérimental} = 2.15$, $SD_{expérimental} = .98$, $d_{expérimental} = 2.52$). L'effet d'interaction prédit est, quant à lui, significatif, $F(1, 85) = 4.66$, $p < .05$, $\eta^2_p = .05$. Il montre que les scores augmentent entre les deux phases d'évaluation pour les deux groupes et davantage pour ceux issus du groupe expérimental.

Score problème soustractif dans le domaine cardinal (Exercice 3). Les scores aux problèmes soustractifs dans le domaine cardinal ont été soumis à une ANOVA mixte qui montre l'effet significatif de l'Évaluation, $F(1, 85) = 134.82$, $p < .001$, $\eta^2_p = .61$ (cf. Tableau 7), dans le sens où les élèves du groupe contrôle ($M = .23$, $SD = .39$) et du groupe expérimental ($M = .37$, $SD = .40$) progressent entre le prétest et le post-test ($M_{contrôle} = 1.39$, $SD_{contrôle} = .98$, $d_{contrôle} = 1.56$; $M_{expérimental} = 1.57$, $SD_{expérimental} = .89$, $d_{expérimental} = 1.74$). En revanche, l'effet d'interaction n'est pas significatif, $F < 1$. Il montre que les scores augmentent entre les deux phases d'évaluation pour les deux groupes, mais de manière comparable. Contrairement à l'hypothèse, le groupe expérimental ne montre pas de bénéfice d'apprentissage relativement au groupe contrôle.

Score problème soustractif dans le domaine ordinal (Exercice 4). L'analyse des scores aux problèmes soustractifs dans le domaine ordinal révèle l'effet significatif de l'Évaluation, $F(1, 85) = 112.18$, $p < .001$, $\eta^2_p = .57$ (cf. Tableau 7), dans le sens où les élèves du groupe contrôle ($M = .33$, $SD = .68$) et du groupe expérimental ($M = .27$, $SD = .49$) progressent entre le prétest et le post-test ($M_{contrôle} = 1.14$, $SD_{contrôle} = .93$, $d_{contrôle} = .99$; $M_{expérimental} = 1.71$, $SD_{expérimental} = .85$, $d_{expérimental} = 2.08$). L'effet d'interaction prédit est significatif, $F(1, 85) = 8.57$, $p < .01$, $\eta^2_p = .09$. Il montre que les scores augmentent entre les deux phases d'évaluation pour les deux groupes et davantage pour ceux issus du groupe expérimental.

2.5. Discussion

Cette étude s'inscrit dans le courant de recherches dédiées à l'enseignement efficace et vise à montrer qu'un changement de pratiques pédagogiques des enseignants face aux élèves issus de milieux défavorisés a un effet positif sur les performances scolaires de ces derniers. L'efficacité de deux orientations pédagogiques est comparée : d'une part, l'enseignement usuel, de facture socioconstructiviste, orientation dominante du système éducatif français, d'autre part l'enseignement explicite, orientation encore rarement employée malgré des résultats de recherche démontrant son efficacité auprès de publics en difficulté (e.g., Baker, Gersten, & Lee, 2002 ; Chodura et al., 2015 ; Hattie, 2012 ; Koresbergen & Van Luit, 2003). Fortement utilisé dans des systèmes éducatifs tels que ceux du Canada et des Etats-Unis, l'enseignement explicite est notamment adapté à des apprentissages nouveaux, complexes et structurés (Gauthier et al., 2013).

Le domaine d'apprentissage abordé dans cette étude est celui des mathématiques. La question des méthodes d'enseignement efficaces auprès d'élèves en difficulté dans ce domaine (Baker et al., 2002) est moins traitée que ceux concernant l'apprentissage de la lecture et de l'écriture (Bissonnette et al., 2010). L'objectif de cette recherche est précisément de tester l'efficacité de l'enseignement explicite en mathématiques, dans l'apprentissage de la soustraction, auprès d'élèves issus des réseaux de l'éducation prioritaire, en France, réputés pour leurs faibles performances dans ce domaine. La prédiction testée est que si les élèves de CE1 en éducation prioritaire apprennent la technique opératoire de la soustraction grâce à un enseignement explicite alors leurs résultats sont meilleurs que s'ils apprennent avec un enseignement usuel.

Corroborant cette hypothèse, les résultats de l'étude montrent que les élèves ayant reçu un enseignement explicite progressent plus que les élèves ayant reçu un enseignement usuel de type socioconstructiviste. Ces résultats viennent renforcer ceux obtenus dans des recherches s'intéressant à la réussite des élèves en difficulté en mathématiques. Ainsi, Kroesbergen, Van Luit et Maas, (2004) comparent directement l'efficacité de l'enseignement explicite et celle de l'enseignement constructiviste. Leurs résultats attestent que l'enseignement constructiviste permet aux participants de progresser, mais que l'enseignement explicite est encore plus efficace dans l'amélioration des compétences de résolution de problèmes multiplicatifs. À l'instar de ces résultats, la présente étude montre que les élèves progressent avec les deux méthodes. Quels que soient les exercices réalisés, les élèves s'améliorent entre les deux temps d'évaluation, mais le bénéfice est supérieur pour les participants du groupe expérimental. D'autres recherches vont dans le sens de ces résultats (Gersten, Chard, Jayanthi, Baker, Morphy, & Flojo, 2009 ; Woodward & Baxter, 1997). Baker et ses collaborateurs (2002) suggèrent que rendre les consignes explicites dans la résolution de problèmes a un effet positif sur le succès de la tâche. D'autres auteurs considèrent que les élèves en difficulté sont capables de résoudre des exercices mathématiques si les consignes sont explicites et si les tâches sont simples (Carnine et al., 1994 ; Jones, Wilson, & Bhojwani, 1997).

Dans la présente étude, les tests comprennent quatre exercices différents en nature. L'analyse montre que, pour les exercices « poser et calculer une soustraction avec retenue » et « résoudre un problème soustractif dans le domaine ordinal » l'enseignement explicite engendre une plus-value. En revanche, pour les exercices « poser et calculer une soustraction sans retenue » et « résoudre un problème soustractif dans le domaine cardinal », l'apprentissage par un enseignement usuel ou explicite engendre des effets comparables.

Trois explications peuvent être avancées pour rendre compte de ces résultats. Premièrement, les exercices diffèrent par leur niveau de complexité. En ce qui concerne les soustractions, celles sans retenue, simples, peuvent être résolues mentalement par les élèves, alors que celles avec retenue, plus complexes, nécessitent l'utilisation d'une technique opératoire. En ce qui concerne les problèmes soustractifs, la pratique montre que ceux formulés dans le domaine cardinal sont perçus comme plus accessibles que ceux formulés dans le domaine ordinal. En effet, les élèves sont beaucoup plus exposés dans leur cursus scolaire aux contenus cardinaux qu'aux contenus ordinaux. Dans l'apprentissage des mathématiques, en France, la notion de nombre est construite de manière quasi exclusive dans le domaine cardinal donc la notion de quantité prévaut sur la notion d'ordre. Cela engendre un sentiment de familiarité (Zajonc, 1968) plus important dans le domaine cardinal que dans le domaine ordinal. Aussi, les élèves appréhendent et préfèrent les problèmes présentés dans ce premier domaine que dans le second.

Deuxièmement, certaines routines d'apprentissage utilisées par les enseignants du groupe usuel s'apparentent à celles de l'enseignement explicite. Par exemple, les enseignants du groupe usuel commencent systématiquement l'apprentissage de la technique opératoire par des soustractions sans retenue. Ce choix d'apprentissage permet d'établir un protocole pas à pas avec l'élève. Cela permet de poser les principes qui servent de connaissances préalables pour les soustractions avec retenue (e.g., écrire le nombre le plus grand en premier, aligner les unités sous les unités et les dizaines sous les dizaines, commencer par les unités). À ce stade de l'apprentissage, l'enseignant verbalise ce qu'il fait puis fait répéter les élèves. Cette manière de faire rejoint l'étape du modelage de l'enseignement explicite. Les enfants mémorisent progressivement puis automatisent la chronologie des étapes de la technique opératoire. Les deux types d'enseignement, à ce moment précis de l'apprentissage, sont semblables. Ceci pourrait expliquer pourquoi les performances des élèves à l'exercice « poser et calculer des soustractions sans retenue » sont comparables entre les groupes, expérimental et contrôle.

Troisièmement, d'un point de vue didactique, la difficulté d'apprentissage liée à la soustraction avec retenue n'est pas traitée de la même manière par les deux types d'enseignement. Cette difficulté se situe au niveau du procédé « casser la dizaine ». Dans l'enseignement usuel, l'apprentissage de la technique opératoire par l'étape des soustractions sans retenue induit une approche mécanique de la soustraction. Cette manière de faire, bien que présentant le bénéfice d'inculquer une rigueur, se focalise sur la technique et moins sur la compréhension du concept « casser la dizaine », cruciale dans l'apprentissage de la soustraction avec retenue. Dans l'enseignement explicite, les élèves bénéficient d'une étape de modelage durant laquelle l'enseignant verbalise son savoir-faire d'expert en explicitant le procédé « casser la dizaine ». Il est suivi de la pratique dirigée durant laquelle l'enseignant incite l'élève à verbaliser ses procédures, à expliquer son raisonnement, où il le questionne, le relance, l'accompagne et le guide très fortement. Ces deux étapes multiplient les occasions d'apprendre et de s'entrainer sous le regard du maitre et permettent une véritable compréhension du procédé.

Toujours d'un point de vue didactique, l'erreur est traitée différemment dans les deux types d'enseignement. Dans l'enseignement socioconstructiviste, les élèves sont aussi bien exposés aux solutions justes qu'aux solutions erronées. Comme ils sont à l'origine de la solution fausse ou moins pertinente, elle est saillante et facilement encodée en mémoire. Cela peut être source de confusion voire de mauvais apprentissages. Dans l'enseignement explicite, le feed-back a une importance capitale qui fait que chaque erreur est corrigée immédiatement avant de poursuivre l'apprentissage. Cela explique la pertinence de cette pédagogie pour les tâches complexes et nouvelles. Les observations de classe aux différentes étapes de la séquence réalisées dans tous les groupes participants à l'étude corroborent que les pratiques d'enseignement usuel exposent les élèves à des procédures peu, voire fausses, comme dans la phase de découverte et celle de mise en commun de l'enseignent usuel d'orientation socioconstructiviste.

L'ensemble des résultats de cette étude apporte des éléments empiriques supplémentaires soutenant l'efficacité de l'enseignement explicite en mathématiques. Elle alimente l'idée que certaines méthodes d'enseignement ont des effets bénéfiques sur les résultats des élèves issus de milieux sociaux défavorisés.

Elle présente donc un intérêt pour la communauté des professeurs des écoles travaillant dans les REP. En effet, la France est présentée dans les enquêtes PISA (OECD, 2014a, 2016) comme un pays très inégalitaire creusant les écarts entre les bons élèves et ceux en difficulté. La majorité de ces enfants proviennent de milieux défavorisés. Or, les résultats de cette étude suggèrent que l'école peut être un facteur de réussite scolaire dans la mesure où les méthodes choisies par les enseignants sont adaptées aux publics qu'ils visent. Cela va dans le sens des conclusions de la méta-analyse de Hattie (2009) qui considère l'enseignant et ses choix méthodologiques comme des facteurs décisifs dans la réussite des élèves.

Malgré les résultats encourageants de cette étude, d'autres recherches sont nécessaires pour vérifier leur généralisabilité à d'autres niveaux de classe, à d'autres contenus mathématiques voire à d'autres domaines d'enseignement. Par ailleurs, plusieurs limites d'ordre méthodologique peuvent être mentionnées. En effet, les enseignants du groupe contrôle n'ont pas été formés alors que les enseignants de la condition expérimentale ont bénéficié de trois heures d'animation pédagogique. Les futures recherches devront également prévoir l'apport d'une séquence clé en main dans les deux types d'enseignement. En effet, dans cette étude, seuls les enseignants de la condition expérimentale bénéficient d'une séquence clé en main. De plus, les participants sont peu nombreux ce qui limite la puissance statistique de la recherche. Dans leur étude, Bissonnette et ses collègues (2010) reprennent un système de classification des recherches édicté par Ellis et Fouts (1993). Au sein de ce système hiérarchique :

> Les études de niveau 3 visent à évaluer les effets des interventions pédagogiques recommandées à partir des résultats obtenus par des études de niveau 2, et ce, lorsqu'on les implante, par exemple, systématiquement et à large échelle dans des contextes de plus grande envergure. Les recherches de niveau 3 ont par conséquent un degré de validité interne moins élevé que celles de niveau 2 en raison des difficultés inhérentes au contrôle des variables. Cependant, leur degré de validité externe ou écologique est supérieur compte tenu de la taille de l'échantillon et des contextes à l'intérieur desquels de telles études sont réalisées. (Bissonnette et al., 2010, p. 4)

Des études supplémentaires qui corrigent ces biais sont nécessaires pour répliquer les résultats de l'étude exploratoire. Une étude de plus grande ampleur (autrement dit de niveau 3) tenant compte des améliorations précédentes s'impose pour la poursuite des travaux engagés.

3. L’ÉTUDE DE NIVEAU 3

3.1. Participants

Quatre cent soixante-trois élèves participent à cette recherche. Ils sont issus de 26 classes de CE1 de 18 écoles élémentaires et primaires publiques toutes situées dans des réseaux d’éducation prioritaire de l’académie de Martinique. Comme dans l’étude exploratoire sont exclus de la recherche, les élèves en situation de handicap cognitif, les élèves allophones, les élèves qui ne sont pas présents aux deux évaluations pré- et post-test. Compte-tenu des critères d’exclusion précédents, les analyses portent sur 454 élèves dont 230 filles et 224 garçons ayant un âge compris entre 75 et 107 mois ($M_{\text{âge}} = 90$, $SD = 4.76$). La répartition des élèves Bon et Moyen en Progrès (BMP) et Moyen à Risque et En Difficulté (MRED) dans les groupes expérimentaux et contrôle est présentée dans le Tableau 8. Les 26 enseignants sont majoritairement des femmes (21 sur 26). L’ancienneté générale de service est située entre neuf et dix ans. La réalisation de la recherche s’est faite sous couvert des autorités académiques.

Pour rappel, sont désignés par :

- E+F+S : les élèves recevant un enseignement explicite avec formation et avec séquence ;
- E-F+S : les élèves recevant un enseignement explicite sans formation et avec séquence ;
- SC+F+S : les élèves recevant un enseignement socioconstructiviste avec formation et avec séquence ;
- SC-F+S : les élèves recevant un enseignement socioconstructiviste sans formation et avec séquence ;
- GC : les élèves du groupe contrôle, recevant un enseignement usuel.

Tableau 8

Répartition (en nombre et en pourcentage) par genre et par profil d’élèves des groupes expérimentaux et du groupe contrôle de l’étude de niveau 3.

	GC *N* = 91		E+F+S *N* = 95		E-F+S *N* = 85		SC+F+S *N* = 91		SC-F+S *N* = 92	
	F	G	F	G	F	G	F	G	F	G
BMP	32	23	33	21	20	27	27	28	32	27
	7 %	5.1 %	7.3 %	4.6 %	4.4 %	5.9 %	5.9 %	6.2 %	7 %	5.9 %
MRED	18	18	22	19	19	19	18	18	9	24
	4 %	4 %	4.8 %	4.2 %	4.2 %	4.2 %	4 %	4 %	2 %	5.3 %

3.2. Design

L'expérience suit le même design que dans l'étude exploratoire à savoir un design de type prétest-intervention-post-test. En revanche, le design expérimental est 5 (Type d'enseignement : explicite avec formation et avec séquence, explicite sans formation et avec séquence, socioconstructiviste avec formation et avec séquence, socioconstructiviste sans formation et avec séquence, groupe contrôle) x 2 (Evaluation : Prétest, Post-test) avec le second facteur intrasujet. Les 26 classes sont assignées au hasard à une des deux conditions Type d'enseignement : 95 élèves en enseignement explicite avec formation et avec séquence (groupe expérimental), 85 élèves en enseignement explicite sans formation et avec séquence (groupe expérimental), 91 élèves en enseignement socioconstructiviste avec formation et avec séquence (groupe expérimental), 92 élèves en enseignement socioconstructiviste sans formation et avec séquence et 91 élèves en enseignement usuel c'est-à-dire sans formation et sans séquence (groupe contrôle). Les cinq groupes sont équivalents en termes d'âge moyen et de répartition par sexe (cf. Tableau 9). En effet, il n'y a pas de différence significative de la répartition fille-garçon sur les groupes de l'étude (khi-deux = 4.854, ddl = 4, $p = .30$). Par ailleurs, la différence des moyennes d'âge entre les élèves des conditions expérimentales n'est pas significative $F < 1$.

Tableau 9

Âge moyen en mois et répartition par genre des différents groupes expérimentaux et contrôle de l'étude de niveau 3 sur la soustraction en CE1

	Type d'enseignement				
	GC	E+F+S	E-F+S	SC+F+S	SC-F+S
N	91	95	85	91	92
Âge en mois					
M	90	89.95	90	89.86	90.11
SD	4.77	5.44	3.55	5.31	5.1
Nb de filles	50	55	39	45	41
Nb de garçons	41	40	46	46	51

L'étude se déroule dans le cadre des enseignements quotidiens de la classe.

3.3. Matériel et procédure

Comme dans l'étude exploratoire, l'expérience comprend trois phases : le prétest, l'intervention et le post-test. Le prétest et le post-test permettent d'établir le niveau des élèves avant et après l'apprentissage. Le prétest permet aussi de s'assurer de l'équivalence des groupes. En effet, l'analyse ANOVA à un facteur $F(4, 449) = 1.29$, $p = .27$ indique que les groupes sont comparables au prétest. La différence de résultats entre prétest et post-test mesure le progrès des élèves et l'impact du type d'enseignement. Les deux tests sont des épreuves écrites, strictement identiques et prévues pour une durée maximale de 30 minutes. Le temps a été réduit par rapport à la première expérimentation, les élèves ayant tous fini avant les 45 minutes initialement prévues. Ils sont espacés de cinq semaines. Les instructions de ces deux tests sont standardisées pour assurer des passations comparables dans toutes les classes. Ils se déroulent en conditions de classe et ils sont administrés par un assistant de recherche.

3.3.1. Prétest

Pour mesurer le niveau des élèves concernant leurs compétences liées à la technique opératoire de la soustraction, quatre exercices sont proposés. Ils sont strictement identiques à ceux du prétest de l'étude exploratoire (cf. Tableau 4).

3.3.2. Scores

Les scores sont calculés de manière analogue à celle de l'étude exploratoire (cf. Tableau 4).

3.3.3. Intervention

Les élèves des cinq groupes, expérimentaux et contrôle, ont réalisé un travail préparatoire en calcul mental pendant trois semaines. Les jeux sont identiques à ceux utilisés durant l'étude exploratoire (cf. paragraphe 2.3.3).

L'intervention proprement dite qui concerne l'apprentissage de la technique opératoire de la soustraction se déroule durant les deux semaines suivantes, pour les cinq groupes. Comme lors de la première expérimentation, la durée de la séquence, le nombre de séances, l'utilisation d'un matériel de numération (e.g., barrettes et cubes représentant respectivement dizaines et unités, cf. Figure 3) et la technique opératoire, à savoir le recours au procédé casser la dizaine, sont identiques.

Les enseignants des élèves des groupes expérimentaux E+F+S et SC+F+S reçoivent trois heures de formation en présentiel, dispensées par l'expérimentateur. L'objectif de cette formation est de présenter la méthode d'enseignement explicite au groupe d'enseignant E+F+S et de présenter la méthode socioconstructiviste au groupe d'enseignants SC+F+S ; il s'agit également de familiariser les enseignants avec les séquences de mathématiques à mettre en œuvre. Les objectifs de la formation sont les mêmes que ceux de l'étude exploratoire (cf. paragraphe 2.3.3).

Les séquences sont conçues et fournies par l'expérimentateur. La séquence en enseignement explicite est identique à celle de l'étude exploratoire (cf. paragraphe 2.3.3).

La séquence en enseignement socioconstructiviste comporte également huit séances (cf. Tableau 10) qui suivent une progression fondée sur celle des manuels de mathématiques utilisés dans les classes : la séance 1 prévoit l'utilisation d'un compteur et d'une calculatrice pour effectuer des retraits successifs ; la séance 2 cible la résolution de problèmes soustractifs grâce à l'utilisation du compteur et de la calculatrice, la séance 3 prévoit d'effectuer des retraits successifs sans avoir recours au matériel précédemment cité, la séance 4 prévoit la résolution de problèmes soustractifs mettant en jeu des échanges dizaines/unités, la séance 5 marque le passage à la technique opératoire, la séance 6 consolide l'apprentissage de cette technique, la séance 7 est une séance d'entrainement au calcul posé et enfin, la séance 8 est une application de la technique à travers la résolution de nouveaux problèmes.

Chaque séance comporte trois moments : ouverture, conduite et clôture de la leçon.

Pour rappel, en enseignement explicite, la conduite de la leçon comprend trois phases : le modelage, la pratique guidée et la pratique autonome tels que proposés par Gauthier, Bissonnette et Richard (2013) (cf. Tableau 6).

En enseignement socioconstructiviste, la conduite de la leçon comprend quatre phases : la situation de découverte, la phase de synthèse dite de mise en commun, l'institutionnalisation du savoir et la phase d'application et d'entrainement. Le Tableau 11 illustre le déroulement d'une séance (i.e., Séance 4) en mettant en correspondance les différents moments et l'action du maitre.

Les enseignants du groupe contrôle utilisant un enseignement usuel d'orientation socioconstructiviste ne reçoivent pas de formation. Ils élaborent eux-mêmes leur séquence dans le respect des préconisations faites par l'expérimentateur (nombre de séances, durée des séances, temps de manipulation). Ainsi, comme précisé précédemment, l'apprentissage se fait à la même période que celle des groupes expérimentaux, au même rythme et en un même nombre de séances de même durée. Aucun des enseignants ne connait la pédagogie explicite ce qui exclut son utilisation. Toutefois, l'expérimentateur vérifie cette condition grâce à une visite de toutes les classes qui participent à l'étude et à partir des fiches de préparation des professeurs.

Tableau 10

Plan de séquence de l'enseignement socioconstructiviste de la technique opératoire de la soustraction

Numéro de la séance	Objectif	Exemple de contenus
1	Faire des retraits successifs de 1 ou de 10 grâce à un compteur et une calculatrice.	Il y a 45 cubes dans la boite (4 barrettes et les 5 cubes isolés). « Je vais enlever des cubes de cette boite d'abord un par un et je vais dire ce que j'enlève à chaque fois. Vous devez afficher sur votre compteur ou sur votre calculette le nombre de cubes qui reste dans la boite.
2	Résoudre un problème soustractif cardinal et ordinal avec et sans retenue grâce à l'utilisation de la calculette et/ou du compteur.	« Yann avait 33 billes. Il en a donné 16 à son petit frère. Combien lui en reste-t-il ? »
3	Faire des retraits successifs de 1 ou de 10 sans avoir recours au compteur ni à la calculatrice.	Reprise de l'activité n°2 de la séance précédente en indiquant le nombre de départ et les retraits successifs sans utilisation du compteur et de la calculatrice.
4	Résoudre un problème cardinal et ordinal de transformation avec recherche de l'état final l'un mettant en jeu un échange 1 dizaine/10 unités.	« Tom avait 54 cartes. Pendant la récréation il en a perdu 36. Combien lui reste-t-il de cartes maintenant ? »
5	Effectuer le calcul posé d'une soustraction en utilisant les caractéristiques du système de numération décimal.	Exercices de calcul de soustractions en passant de la pose en ligne à la pose en colonne (application de la technique opératoire de la soustraction)
6	Poser et résoudre, seul, la soustraction en colonne relative à un problème connu transcrit, en groupe classe, en utilisant la technique opératoire de la soustraction.	« Yann avait 33 billes. Il en a donné 16 à son petit frère. Combien lui en reste-t-il ? »
7	Calculer le plus de soustractions possible avec et sans retenue en 30 minutes.	Exercices d'entrainement d'application de la technique opératoire de la soustraction.
8	Résoudre 3 problèmes soustractifs nécessitant un calcul posé (et non pas une résolution par le calcul mental).	Nouveaux problèmes soustractifs de transformation avec recherche d'état final Résolution par le calcul posé

Tableau 11

Exemple de déroulement d'une séance socioconstructiviste (i.e., Séance 4)

Moments de la séance	Exemple d'action du maitre
Ouverture de la leçon	
Présentation de l'objectif	« Nous allons apprendre à résoudre des problèmes en utilisant les étiquettes dizaines et unités ».
Réactivation des connaissances	« Qu'avions-nous appris à faire lors de la dernière séance ? » Insister sur le groupement échange : 1 dizaine/10 unités
Conduite de la leçon Situation de découverte	**Situation n°1** : problème cardinal avec retenue Écrire le problème au tableau et le lire : « Tom avait 54 cartes. Pendant la récréation il en a perdu 36. Combien lui reste-t-il de cartes maintenant ? »
Mise en groupe	Mettre à disposition de chaque élève des étiquettes dizaines et unités en nombre suffisant et/ou les étiquettes du matériel de numération. [1 dizaine] [3 dizaines] [5 unités] [1 unité] Questionner les élèves pour faire émerger le « film du problème » c'est-à-dire ce qu'il raconte et ce qu'on cherche. Par groupe demander aux élèves de résoudre ce problème grâce à son matériel étiquette.
Synthèse : mise en commun	Recenser les réponses ; demander de reconnaitre celles qui peuvent être rapidement reconnues comme « impossibles » ; faire expliciter et discuter les procédures caractéristiques (erronées ou correcte)
Institutionnalisation	Reprendre chaque étape du problème et mettre en relation la fabrication des nombres avec les étiquettes et faire le lien entre les étiquettes du matériel et les étiquettes dizaines/unités.
Phase d'application	**Situation n°2** : problème ordinal sans retenue. Proposer aux élèves de choisir le type d'étiquettes qui leur convient. Reprendre exactement le même déroulé que précédemment, mais avec le problème ordinal suivant : « Magali était sur la $62^{ème}$ marche d'un escalier. Elle est descendue de 27 marches. Sur quelle marche se trouve-t-elle maintenant ? »
Phase d'entrainement	**Situation n°3** : problème ordinal et cardinal à faire en autonomie Résoudre les problèmes suivants individuellement grâce au matériel « étiquettes » (celle qui leur convient). « René joue sur une piste. Son pion était sur la case numéro 45. Il a reculé de 28 cases. Sur quelle case se trouve le pion de René maintenant ? » et « Line avait 45 euros dans son porte-monnaie. Elle en a donné 13 à la coiffeuse. Combien lui reste-t-il maintenant ? »
Clôture de la leçon	« Que faut-il retenir de la leçon d'aujourd'hui ? Qu'avons-nous appris ? »

3.3.4. Post-test

Le post-test est identique à celui de l'étude exploratoire. Il est également le même que celui utilisé au prétest et se déroule pour tous les participants le lendemain de la dernière séance, soit après la séance 8.

3.4. Résultats

Pour analyser l'effet du Type d'enseignement et de l'Évaluation sur les performances des élèves, des analyses de variance, ANOVA mixtes 5 (explicite avec formation et avec séquence, explicite sans formation et avec séquence, socioconstructiviste avec formation et avec séquence, socioconstructiviste sans formation et avec séquence, groupe contrôle) X 2 (Evaluation : Prétest, Post-test) avec le second facteur intrasujet, sont réalisées.

Pour rappel, pour tous les effets, les tailles sont rapportées (le *d* de Cohen et l'eta carré η^2_p). Les effets sont interprétés comme petits quand $\eta^2_p < .01$ ou $d < .2$, moyens quand η^2_p se situe entre .06 et .14 ou quand *d* est compris entre .2 et .8, et grands quand $\eta^2_p > .14$ ou $d > .8$ (Cohen, 1988 ; Lakens, 2013). Le Tableau 12 fait la synthèse des moyennes et écarts types par Type d'enseignement et par Évaluation pour le score total moyen au test et pour chacune des tâches.

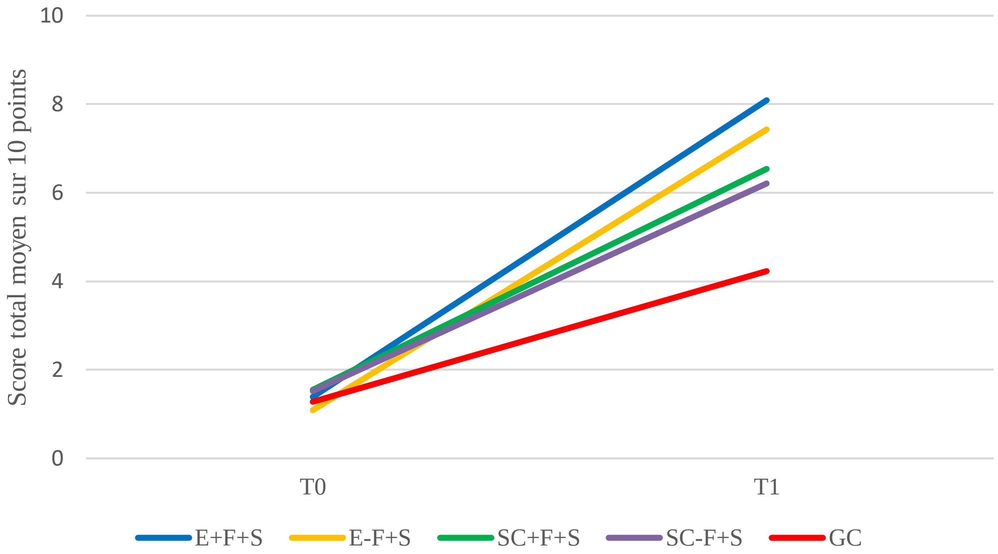
Score total. Appliquée au score total, l'analyse révèle un effet significatif de l'Évaluation, $F(1, 449) = 2120.78$, $p < .001$, $\eta^2_p = .83$ (cf. Figure 5), dans le sens où les élèves des différents groupes progressent entre le prétest et le post-test (cf. Tableau 12).

Tableau 12

Moyenne et écart-type du score total au Prétest et au Post-test par Type d'enseignement

	Type d'enseignement				
	GC	E+F+S	E-F+S	SC+F+S	SC-F+S
N	91	95	85	91	92
	Score total au prétest sur 10 pts				
M	1.28	1.39	1.09	1.55	1.52
SD	1.54	1.63	1.36	1.58	1.59
	Score total au post-test sur 10 pts				
M	4.23	8.09	7.44	6.54	6.21
SD	2.97	2.02	1.80	3.02	3.07

Figure 5. Interaction entre le type d'enseignement et le temps d'évaluation sur le score total moyen



L'effet d'interaction prédit est significatif, $F(4, 449) = 35.96$, $p < .001$, $\eta^2_p = .24$. Pour comprendre cette interaction, quatre contrastes (comparaisons planifiées) qui correspondent aux hypothèses *a priori* concernant les différences entre les groupes sont testés (Brauer & McClelland, 2005).

Le premier contraste teste l'effet de l'induction d'un changement de pratique pédagogique liée soit à la formation, soit à un apport de séquences clé en main, soit des deux versus une pratique pédagogique usuelle. Autrement dit, l'introduction d'une modification de pratique pédagogique impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « -4 1 1 1 1 » respectivement associé aux conditions GC versus E+F+S, E-F+S, SC+F+S, SC-F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 449) = 48.15$, $p < .001$, $d = 1.01$. Les performances des élèves dans les quatre conditions expérimentales sont meilleures que dans la condition contrôle.

Le deuxième contraste teste l'effet de la formation des enseignants sur les performances des élèves dès lors qu'une séquence clé en main leur est fournie. Autrement dit, l'accompagnement des séquences par une formation des enseignants impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « 0 1 -1 1 -1 » respectivement associé aux conditions E+F+S, SC+F+S versus E-F+S, SC-F+S. Ce contraste n'est pas significatif, $F(1, 449) = 2.97$, $p = .086$. Il n'y a pas de différence de performances entre les élèves dont les enseignants ont eu une formation et ceux qui n'en ont pas eu.

Le troisième contraste teste l'effet du type d'enseignement sur les performances des élèves selon qu'ils apprennent avec un enseignement explicite ou qu'ils apprennent avec un enseignement socioconstructiviste. Autrement dit, le type d'enseignement impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « 0 1 1 -1 -1 » respectivement associé aux conditions E+F+S, E-F+S, versus SC+F+S, SC-F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 449) = 8.37$, $p < .01$, $d = .55$. Les performances des élèves qui ont reçu un enseignement explicite sont meilleures que celles des élèves qui ont reçu un enseignement socioconstructiviste.

Le quatrième contraste teste l'effet de la formation des enseignants sur les performances des élèves qui apprennent avec un enseignement explicite. Le contraste est codé « 0 1 -1 0 0 » respectivement associé aux conditions E+F+S versus E-F+S. Ce contraste n'est pas significatif, $F(1, 449) = 3.09$, $p = .07$. Autrement dit, il n'y a pas de différence entre les performances entre les élèves dont les enseignants ont eu une formation à l'enseignement explicite et ceux qui n'en ont pas eu.

L'hypothèse principale de cette étude, à savoir que les performances des élèves qui apprennent la technique opératoire de la soustraction avec un enseignement explicite sont meilleures que celles des élèves qui apprennent avec un enseignement socioconstructiviste, est vérifiée. L'hypothèse concernant la plus-value de l'accompagnement des enseignants par une formation relative à la séquence clé en main n'est pas vérifiée. Par conséquent, les analyses suivantes testent l'hypothèse principale pour chacune des tâches de l'évaluation, sur les opérations et les problèmes à résoudre.

Score des soustractions sans retenue. Appliquée au score des soustractions sans retenue, l'analyse révèle un effet significatif de l'Évaluation, $F(1, 449) = 776.52$, $p < .001$, $\eta^2_p = .634$, dans le sens où les élèves des différents groupes progressent entre le prétest et le post-test (cf. Tableau 13).

L'effet d'interaction prédit est significatif, $F(4, 449) = 10.04$, $p < .001$, $\eta^2_p = .08$. Pour comprendre cette interaction, les quatre contrastes qui correspondent aux hypothèses *a priori* concernant les différences entre les groupes sont testés.

Tableau 13

Moyenne et écart-type du score des soustractions sans retenue au Prétest et au Post-test par Type d'enseignement

	Type d'enseignement				
	GC	E+F+S	E-F+S	SC+F+S	SC-F+S
N	91	95	85	91	92
	Score des soustractions sans retenue au prétest sur 2 pts				
M	.46	.56	.46	.75	.66
SD	.61	.69	.70	.74	.72
	Score des soustractions sans retenue au post-test sur 2 pts				
M	1.20	1.82	1.81	1.60	1.60
SD	.79	.38	.36	.62	.63

Le premier contraste teste l'effet de l'induction d'un changement de pratique pédagogique liée soit à la formation, soit à un apport de séquences clé en main, soit des deux versus une pratique pédagogique usuelle. Autrement dit, l'introduction d'une modification de pratique pédagogique impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « -4 1 1 1 1 » respectivement associé aux conditions GC versus E+F+S, E-F+S, SC+F+S, SC-F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 449) = 30.8$, $p < .001$, $d = .76$. Les performances des élèves dans les quatre conditions expérimentales sont meilleures que dans la condition contrôle.

Le deuxième contraste teste l'effet de la formation des enseignants sur les performances des élèves dès lors qu'une séquence clé en main leur est fournie. Autrement dit, l'accompagnement des séquences par une formation des enseignants impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « 0 1 -1 1 -1 » respectivement associé aux conditions E+F+S, SC+F+S versus E-F-S, SC-F+F. Ce contraste n'est pas significatif, $F(1, 449) = .8$, $p = .37$. Il n'y a pas de différence de performances entre les élèves dont les enseignants ont eu une formation et ceux qui n'en ont pas eu.

Le troisième contraste teste l'effet du type d'enseignement sur les performances des élèves selon qu'ils apprennent avec un enseignement explicite ou qu'ils apprennent avec un enseignement socioconstructiviste. Autrement dit, le type d'enseignement impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « 0 1 1 -1 -1 » respectivement associé aux conditions E+F+S, E-F-S, versus

SC+F+S, SC-F+F. Ce contraste n'est pas significatif, $F(1, 449) = .07$, $p = .79$. Il n'y a pas de différence de performances entre les élèves qui ont reçu un enseignement explicite et ceux qui ont reçu un enseignement socioconstructiviste.

Le quatrième contraste teste l'effet de la formation des enseignants sur les performances des élèves qui apprennent avec un enseignement explicite. Le contraste est codé « 0 1 -1 0 0 » respectivement associé aux conditions E+F+S versus E-F-S. Ce contraste n'est pas significatif, $F(1, 449) = 0.44$, $p = .50$. Autrement dit, il n'y a pas de différence entre les performances entre les élèves dont les enseignants ont eu une formation à l'enseignement explicite et ceux qui n'en ont pas eu.

Pour la soustraction sans retenue, l'analyse de contrastes montre que les groupes ayant bénéficié d'un enseignement guidé par une séquence clé en main ont des performances significativement meilleures que le groupe contrôle. De plus, les groupes qui apprennent avec l'enseignement explicite obtiennent de meilleurs résultats que ceux des groupes qui apprennent avec un enseignement socioconstructiviste.

Score des soustractions avec retenue. Appliquée au score des soustractions avec retenue, l'analyse révèle un effet significatif de l'Évaluation, $F(1, 449) = 1177.56$, $p < .001$, $\eta^2_p = .72$, dans le sens où les élèves des différents groupes progressent entre le prétest et le post-test (cf. Tableau 14).

Tableau 14

Moyenne et écart-type du score des soustractions avec retenue au Prétest et au Post-test par Type d'enseignement

	Type d'enseignement				
	GC	E+F+S	E-F+S	SC+F+S	SC-F+S
N	91	95	85	91	92
	Score des soustractions avec retenue au prétest sur 3 pts				
M	.37	.34	.24	.43	.29
SD	.44	.41	.38	.43	.40
	Score des soustractions avec retenue au post-test sur 3 pts				
M	1.15	2.47	2.12	1.92	1.77
SD	1.06	.76	.94	1.07	1.05

L'effet d'interaction prédit est significatif, $F(4, 449) = 25.67$, $p < .001$, $\eta^2_p = .19$. Pour comprendre cette interaction, les quatre contrastes qui correspondent aux hypothèses *a priori* concernant les différences entre les groupes sont testés.

Le premier contraste teste l'effet de l'induction d'un changement de pratique pédagogique liée soit à la formation, soit à un apport de séquences clé en main, soit des deux versus une pratique pédagogique usuelle. Autrement dit, l'introduction d'une modification de pratique pédagogique impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « -4 1 1 1 1 » respectivement associé aux conditions GC versus E+F+S, E-F+S, SC+F+S, SC-F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 449) = 42.23$, $p < .001$, $d = .90$. Les performances des élèves dans les quatre conditions expérimentales sont meilleures que dans la condition contrôle.

Le deuxième contraste teste l'effet de la formation des enseignants sur les performances des élèves dès lors qu'une séquence clé en main leur est fournie. Autrement dit, l'accompagnement des séquences par une formation des enseignants impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « 0 1 -1 1 -1 » respectivement associé aux conditions E+F+S, SC+F+S versus E-F+S, SC-F+S. Ce contraste est significatif, $F(1,449) = 9$, $p < .01$, $d = .26$. Les performances des élèves dont les enseignants ont reçu une formation sont meilleures que celles des élèves dont les enseignants n'en ont pas eu.

Le troisième contraste teste l'effet du type d'enseignement sur les performances des élèves selon qu'ils apprennent avec un enseignement explicite ou qu'ils apprennent avec un enseignement socioconstructiviste. Autrement dit, le type d'enseignement impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « 0 1 1 -1 -1 » respectivement associé aux conditions E+F+S, E-F+S, versus SC+F+S, SC-F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 449) = 9.79$, $p < .01$, $d = .46$. Les performances des élèves qui ont reçu un enseignement explicite sont meilleures que celles des élèves qui ont reçu un enseignement socioconstructiviste.

Le quatrième contraste teste l'effet de la formation des enseignants sur les performances des élèves qui apprennent avec un enseignement explicite. Le contraste est codé « 0 1 -1 0 0 » respectivement associé aux conditions E+F+S versus E-F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 449) = 6.71$, $p < .01$, $d = .41$. Les performances entre les élèves dont les enseignants ont eu une formation à l'enseignement explicite sont meilleures que celles de ceux dont les enseignants n'en ont pas eu.

Pour la soustraction avec retenue, l'analyse de contrastes révèle les mêmes résultats que pour le problème cardinal.

Score du problème cardinal. Appliquée au score du problème cardinal, l'analyse révèle un effet significatif de l'Évaluation, $F(1, 449) = 842.86$, $p < .001$, $\eta^2_p = .65$, dans le sens où les élèves des différents groupes progressent entre le prétest et le post-test (cf. Tableau 15).

Tableau 15

Moyenne et écart-type du score du problème cardinal au Prétest et au Post-test par Type d'enseignement

	Type d'enseignement				
	GC	E+F+S	E-F+S	SC+F+S	SC-F+S
N	91	95	85	91	92
	Score du problème cardinal au prétest sur 2.5 pts				
M	.16	.24	.17	.13	.26
SD	.31	.43	.37	.32	.44
	Score du problème cardinal au post-test sur 2.5 pts				
M	.83	1.80	1.61	1.36	1.32
SD	.88	.82	.89	.96	1.90

L'effet d'interaction prédit est significatif, $F(4, 449) = 15.55$, $p < .001$, $\eta^2_p = .12$. Pour comprendre cette interaction, les quatre contrastes qui correspondent aux hypothèses *a priori* concernant les différences entre les groupes sont testés.

Le premier contraste teste l'effet de l'induction d'un changement de pratique pédagogique liée soit à la formation, soit à un apport de séquences clé en main, soit des deux versus une pratique pédagogique usuelle. Autrement dit, l'introduction d'une modification de pratique pédagogique impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « -4 1 1 1 1 » respectivement associé aux conditions GC versus E+F+S, E-F+S, SC+F+S, SC-F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 449) = 35.31$, $p < .001$, $d = .77$. Les performances des élèves dans les quatre conditions expérimentales sont meilleures que dans la condition contrôle.

Le deuxième contraste teste l'effet de la formation des enseignants sur les performances des élèves dès lors qu'une séquence clé en main leur est fournie. Autrement dit, l'accompagnement des séquences par une formation des enseignants impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « 0 1 -1 1 -1 » respectivement associé aux conditions E+F+S, SC+F+S versus E-F+S, SC-F+S. Ce contraste n'est pas significatif, $F(1,449) = .63$, $p = .43$. Il n'y a pas de différence de performances entre les élèves dont les enseignants ont eu une formation et ceux qui n'en ont pas eu.

Le troisième contraste teste l'effet du type d'enseignement sur les performances des élèves selon qu'ils apprennent avec un enseignement explicite ou qu'ils apprennent avec un enseignement socioconstructiviste. Autrement dit, le type d'enseignement impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « 0 1 1 -1 -1 » respectivement associé aux conditions E+F+S, E-F+S, versus SC+F+S, SC-F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 449) = 10.96$, $p = .001$, $d = .40$. Les performances des élèves qui ont reçu un enseignement explicite sont meilleures que celles des élèves qui ont reçu un enseignement socioconstructiviste.

Le quatrième contraste teste l'effet de la formation des enseignants sur les performances des élèves qui apprennent avec un enseignement explicite. Le contraste est codé « 0 1 -1 0 0 » respectivement associé aux conditions E+F+S versus E-F+S. Ce contraste n'est pas significatif, $F(1, 449) = 4.95$, $p = .09$. Autrement dit, il n'y a pas de différence entre les performances entre les élèves dont les enseignants ont eu une formation à l'enseignement explicite et ceux qui n'en ont pas eu.

Pour le problème cardinal, l'analyse de contrastes montre que les groupes ayant bénéficié d'un enseignement réalisé par une séquence clé en main ont des performances significativement meilleures que le groupe contrôle. De plus, les groupes qui apprennent avec l'enseignement explicite obtiennent de meilleurs résultats que ceux des groupes qui ont appris avec un enseignement socioconstructiviste.

Score du problème ordinal. Appliquée au score du problème ordinal, l'analyse révèle un effet significatif de l'Évaluation, $F(1, 449) = 1140.7$, $p < .001$, $\eta^2_p = .72$, dans le sens où les élèves des différents groupes progressent entre le prétest et le post-test (cf. Tableau 16).

L'effet d'interaction prédit est significatif, $F(4, 449) = 20.14$, $p < .001$, $\eta^2_p = .152$. Pour comprendre cette interaction, les quatre contrastes qui correspondent aux hypothèses *a priori* concernant les différences entre les groupes sont testés.

Le premier contraste teste l'effet de l'induction d'un changement de pratique pédagogique liée soit à la formation, soit à un apport de séquences clé en main, soit des deux versus une pratique pédagogique usuelle. Autrement dit, l'introduction d'une modification de pratique pédagogique impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « -4 1 1 1 1 » respectivement associé aux conditions GC versus E+F+S, E-F+S, SC+F+S, SC-F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 449) = 22.9$, $p < .001$, $d = .77$. Les performances des élèves dans les quatre conditions expérimentales sont meilleures que dans la condition contrôle.

Tableau 16

Moyenne et écart-type du score problème ordinal au Prétest et au Post-test par Type d'enseignement

	Type d'enseignement				
	GC	E+F+S	E-F+S	SC+F+S	SC-F+S
N	91	95	85	91	92
	Score du problème ordinal au prétest sur 2.5 pts				
M	.30	.25	.21	.23	.31
SD	.59	.52	.55	.59	.62
	Score du problème ordinal au post-test sur 2.5 pts				
M	1.05	1.99	1.89	1.66	1.51
SD	.97	.67	.68	.92	1.01

Le deuxième contraste teste l'effet de la formation des enseignants sur les performances des élèves dès lors qu'une séquence clé en main leur est fournie. Autrement dit, l'accompagnement des séquences par une formation des enseignants impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « 0 1 -1 1 -1 » respectivement associé aux conditions E+F+S, SC+F+S versus E-F+S, SC-F+S. Ce contraste n'est pas significatif, $F(1, 449) = .73$, $p = .39$. Il n'y a pas de différence de performances entre les élèves dont les enseignants ont eu une formation et ceux qui n'en ont pas eu.

Le troisième contraste teste l'effet du type d'enseignement sur les performances des élèves selon qu'ils apprennent avec un enseignement explicite ou qu'ils apprennent avec un enseignement socioconstructiviste. Autrement dit, le type d'enseignement impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « 0 1 1 -1 -1 » respectivement associé aux conditions E+F+S, E-F+S, versus SC+F+S, SC-F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 449) = 6.66$, $p < .05$, $d = .43$. Les performances des élèves qui ont reçu un enseignement explicite sont meilleures que celles des élèves qui ont reçu un enseignement socioconstructiviste.

Le quatrième contraste teste l'effet de la formation des enseignants sur les performances des élèves qui apprennent avec un enseignement explicite. Le contraste est codé « 0 1 -1 0 0 » respectivement associé aux conditions E+F+S versus E-F+S. Ce contraste n'est pas significatif, $F(1, 449) = .56$, $p = .45$. Autrement dit, il n’y a pas de différence entre les performances entre les élèves dont les enseignants ont eu une formation à l’enseignement explicite et ceux qui n’en ont pas eu.

Pour le problème ordinal, l’analyse des contrastes révèle les mêmes résultats que pour le problème cardinal.

À titre exploratoire, sur la base des perceptions des enseignants sur le niveau de compétences de leurs élèves (Fortin & Pétrin, 2011), une variable « profil d’élève » est construite. Cette variable présente deux modalités[10] : « les bons élèves et les élèves moyens en progrès » (BMP) versus « les élèves moyens à risque et les élèves en difficulté » (MRED). En croisant cette variable avec les cinq conditions de la variable « Type d’enseignement », dix conditions sont obtenues (cf. Tableau 17). Ces conditions sont regroupées sous le nom de la variable Type d’Enseignement et Profil d’Élève (TEPE).

L’effet simple du Type d’enseignement sur chacune des modalités « Profil d’élève » est testé. Pour les élèves BMP, cet effet est significatif $F(4, 444) = 13.89$, $p < .001$. Pour les élèves MRED, il l’est également $F(4, 444) = 38.81$, $p < .001$. Quel que soit le profil d’élève, leurs performances dépendent des modalités du Type d’enseignement. Une série de comparaisons planifiées est alors réalisée sur le progrès des élèves entre le prétest et le post-test, calculé en faisant la différence entre le score global de l’élève au post-test et le score global de l’élève au prétest. Plusieurs comparaisons sont ainsi effectuées à travers une série de contrastes. L’ANOVA à un facteur teste l’impact de TEPE sur le progrès entre le prétest et le post-test. L’effet est significatif, $F(9, 444) = 32.11$, $p < .001$.

Premièrement, la différence de performances des élèves MRED qui apprennent avec un enseignement explicite versus un enseignement socioconstructiviste est testée. Le premier contraste teste l’effet du Type d’enseignement sur la performance des élèves MRED. Le contraste est codé « 0 0 0 0 0 0 1 1 -1 -1 » respectivement associé aux conditions 7, 8 versus conditions 9, 10. Ce contraste est significatif, $F(1, 444) = 81.72$, $p < .001$, $d = 1.50$. Les performances des élèves des contions 7 et 8 prises ensemble sont meilleures que celles des élèves des conditions 9 et 10 prises ensemble.

[10] Pour rappel : cf. Chapitre 2, Méthode.

Tableau 17

Moyennes et écarts types du progrès des élèves selon les conditions de la variable Type d'Enseignement et Profil d'Élève (TEPE) – étude de la technique opératoire de la soustraction en CE1

	Type d'enseignement				
	GC	E+F+S	E-F+S	SC+F+S	SC-F+S
N	91	95	85	91	92
	BMP – Élèves Bons et Moyens en Progrès				
Conditions	1	2	3	4	5
M	4.03	6.88	6.53	5.85	5.89
SD	2.38	1,78	2.24	2.72	1.79
	MRED – Élèves Moyens à Risque et élèves En Difficulté				
Conditions	6	7	8	9	10
M	1.31	6.46	6.13	3.67	2.55
SD	1.78	.2.18	1.59	2.33	2.17

Deuxièmement, la différence de performances des élèves BMP qui apprennent avec un enseignement explicite, versus un enseignement socioconstructiviste, est testée. Le deuxième contraste teste l'effet du Type d'enseignement sur la performance des élèves BMP. Le contraste est codé « 0 1 1 -1 -1 0 0 0 0 0 » respectivement associé aux conditions 2, 3 versus conditions 4, 5. Ce contraste est significatif, $F(1, 444) = 8.17$, $p < .01$, $d = .39$. Les performances des élèves des conditions 2 et 3 prises ensemble sont meilleures que celles des élèves des conditions 4 et 5 prises ensemble.

Troisièmement, la différence de performances des élèves BMP qui apprennent avec un enseignement explicite, versus un enseignement usuel, est testée. Le troisième contraste teste l'effet de l'enseignement explicite versus usuel sur la performance des élèves BMP. Le contraste est codé « -2 1 1 0 0 0 0 0 0 0 » respectivement associé à la condition 1 versus conditions 2, 3. Ce contraste est significatif, $F(1, 444) = 55.91$, $p < .001$, $d = 1.22$. Les performances des élèves des conditions 2 et 3 prises ensemble sont meilleures que celles des élèves de la condition 1.

Quatrièmement, la différence de performances des élèves BMP qui apprennent avec un enseignement socioconstructiviste, versus un enseignement usuel, est testée. Le quatrième contraste teste l'effet de l'enseignement socioconstructiviste versus usuel sur la performance des élèves BMP. Le contraste est codé « -2 0 0 1 1 0 0 0 0 0 » respectivement associé à la condition 1 versus conditions 4, 5. Ce contraste est significatif, $F(1, 444) = 27.56$, $p < .01$, $d = 0.37$. Les performances des élèves des conditions 4 et 5 prises ensemble sont meilleures que celles des élèves de la condition 1.

Cinquièmement, la différence de performances des élèves MRED qui apprennent avec un enseignement explicite, versus un enseignement usuel, est testée. Le cinquième contraste teste l'effet de l'enseignement explicite versus usuel sur la performance des élèves MRED. Le contraste est codé « 0 0 0 0 0 -2 1 1 0 0 » respectivement associé à la condition 6 versus conditions 7, 8. Ce contraste est significatif, $F(1, 444) = 134.32$, $p < .001$, $d = 2.70$. Les performances des élèves des conditions 7 et 8 prises ensemble sont meilleures que celles des élèves de la condition 6.

Sixièmement, la différence de performances des élèves MRED qui apprennent avec un enseignement socioconstructiviste, versus un enseignement usuel, est testée. Le sixième contraste teste l'effet de l'enseignement socioconstructiviste versus usuel sur la performance des élèves MRED. Le contraste est codé « 0 0 0 0 0 -2 0 0 1 1 » respectivement associé à la condition 6 versus conditions 9, 10. Ce contraste est significatif, $F(1, 444) = 16.72$, $p < .001$, $d = .88$. Les performances des élèves des conditions 9 et 10 prises ensemble sont meilleures que celles des élèves de la condition 6.

L'analyse de contrastes montre que les élèves moyens à risque et en difficulté sont plus performants lorsqu'ils apprennent avec un enseignement explicite. Bien que l'effet soit moindre, c'est également le cas pour les bons élèves et les élèves moyens en progrès. Par ailleurs, le changement de pratique pédagogique quel qu'il soit est profitable aux élèves quel que soit leur profil, mais l'effet est d'autant plus important que les élèves apprennent avec un enseignement explicite.

3.5. Discussion

Il est admis que tout individu apprend automatiquement et inconsciemment des connaissances biologiquement primaires telles que l'écoute, la parole, la reconnaissance des visages et l'utilisation des moyens et des fins pour résoudre des problèmes (Geary, 2007). En revanche, l’être humain n’apprend pas automatiquement et inconsciemment des connaissances biologiquement secondaires telles que les sujets traités dans des contextes scolaires (Sweller, 2016). Ces connaissances doivent être explicitement enseignées aux apprenants (Kirschner, Sweller, & Clark, 2006). Dans cette logique, les techniques opératoires qui sont une connaissance secondaire du domaine des mathématiques s’acquièrent intentionnellement grâce à un enseignement systématique et explicite.

Dans la présente étude, l'efficacité respective de deux types d’enseignement permettant d’apprendre la technique opératoire de la soustraction à des élèves de CE1 en France est comparée : un enseignement socioconstructiviste pour lequel la connaissance est activement construite par le sujet et non pas reçue de l'environnement (Glasersfeld, 1995 ; Kilpatrick, 1987) et un enseignement explicite pour lequel la connaissance est apprise grâce à la modélisation de procédures efficaces introduites par l’enseignant puis intégrées par l’élève (Gauthier et al., 2013 ; Ryder, Burton, & Silberg, 2006). L’enseignement socioconstructiviste est centré sur l’élève et fait appel à une méthode qui part de ses conceptions initiales. Celles-ci sont ensuite amenées à évoluer grâce à l’émergence d’un conflit sociocognitif qui apparait la plupart du temps lors d’une phase de découverte d’une situation complexe où les élèves sont en petits groupes (Bächtold, 2012 ; Bonnéry, 2009). L’enseignement explicite est centré sur l’enseignant. Il est dirigé et directif. Il fait appel à une méthode qui va du simple au complexe et comporte trois étapes essentielles : le modelage, la pratique dirigée et la pratique autonome (Gauthier et al., 2013). Ce dernier est généralement recommandé pour les élèves les moins performants (Gersten, Jordan, & Flojo, 2005 ; Krosenbergen & Van Luit, 2002 ; Krosenbergen et al., 2004) ou à besoins particuliers (Krosenbergen & Van Luit, 2003 ; 2005) voire encore pour les élèves de milieux populaires (Bissonnette et al. 2005). Les résultats de l’étude exploratoire suggèrent que l’enseignement explicite est une réponse pédagogique efficace adaptée aux élèves français issus des REP et REP+.

Pour répliquer les résultats de l’étude exploratoire et pour s’assurer que les progrès observés sont bien dus à l’intervention pédagogique, un plan expérimental plus contrôlé est introduit dans une étude de plus grande ampleur (nombre plus important de classes). En effet, l’action pédagogique des enseignants est standardisée par le biais d'une séquence clé en main dans les deux types d'enseignement. Par ailleurs, pour contrôler l'effet de la formation des enseignants sur les performances des élèves, quatre groupes expérimentaux sont constitués : d'une part, deux groupes d'élèves qui apprennent la technique opératoire de la soustraction grâce à l'enseignement explicite, un avec formation, l'autre sans formation et d'autre part, deux groupes qui apprennent avec un enseignement socioconstructiviste, un avec formation, l'autre sans formation.

La discussion s'organise de la manière suivante : premièrement le résultat général (i.e., score total) et par type de tâches (i.e., scores intermédiaires) ainsi que les résultats par profil d'élèves sont discutés sous deux angles : le premier concerne l'effet du type d'enseignement, le deuxième celui de la formation des enseignants. Deuxièmement, les points forts particuliers des interventions pédagogiques et leurs implications sont abordés. Enfin, les limites et les orientations futures sont présentées.

Pour faciliter la discussion, les tailles d'effet des comparaisons effectuées sur le score total et sur les scores intermédiaires de la présente étude sont résumées dans le tableau ci-après (cf. Tableau 18). Pour rappel, dans cette recherche, l'évaluation proposée aux élèves (prétest et post-test) est composée de quatre exercices d'inégale complexité : deux exercices relatifs à la pose et au calcul de plusieurs soustractions avec ou sans retenue et deux problèmes soustractifs, l'un dans le domaine ordinal, l'autre dans le domaine cardinal.

Résultat général et par type de tâches. Le premier résultat marquant, conforme aux hypothèses, montre que les élèves ayant reçu un enseignement explicite de la technique opératoire de la soustraction progressent plus que ceux qui apprennent avec un enseignement socioconstructiviste ou usuel. L'enseignement explicite semble être une méthode efficace lorsqu'on cherche des solutions pour faire acquérir des compétences arithmétiques de base au plus grand nombre d'élèves (Chodura et al., 2015) et en peu de temps. Pour les enfants issus de milieux économiquement défavorisés, l'enseignement explicite est le moyen le plus efficace d'améliorer leur capacité dans les domaines fondamentaux tels que la lecture (Becker, 2001 ; Bissonnette et al., 2010 ; Goigoux, 2011 ; Stockard & Engelmann, 2010 ; Swanson, 1999), l'écriture (Bissonnette et al., 2010) et les mathématiques (Bissonnette et al., 2005 ; Kroesenbergen & Van Luit, 2005 ; Mononen, Aunio, Koponen, & Aro, 2014). Les résultats obtenus dans la présente étude permettent d'étendre cette affirmation à l'apprentissage de la technique opératoire de la soustraction en CE1. Les élèves du groupe enseignement explicite ont appris à appliquer les stratégies modélisées par l'enseignant. Cela est plus efficace que de développer leurs propres stratégies, telles que le préconisent les méthodes d'enseignement socioconstructiviste.

Tableau 18

Taille d'effet du type d'enseignement sur le score total et sur les scores intermédiaires de l'étude de niveau 3 (technique opératoire de la soustraction)

	Taille d'effet (*d* de Cohen)
Score total	
Effet de l'enseignement explicite et de l'enseignement socioconstructiviste versus l'enseignement usuel (Contraste 1)	1.01
Effet de l'enseignement explicite versus l'enseignement socioconstructiviste (Contraste 3)	.55
Score des soustractions sans retenue	
Contraste 1	.76
Score des soustractions avec retenue	
Contraste 1	.90
Effet de la formation (Contraste 2)	.26
Contraste 3	.46
Effet de la formation au sein du groupe enseignement explicite (Contraste 4)	.41
Score des problèmes soustractifs – domaine cardinal	
Contraste 1	.77
Contraste 3	.40
Score des problèmes soustractifs – domaine ordinal	
Contraste 1	*.77*
Contraste 3	*.43*

Le deuxième résultat important concerne le progrès des élèves des groupes enseignement socioconstructiviste et enseignement explicite pris ensemble comparativement au progrès des élèves du groupe enseignement usuel. Il montre que tous les élèves progressent entre le prétest et le post-test quel que soit le type d'enseignement utilisé. En revanche, le progrès est significativement plus important lorsqu'il y a une intervention pédagogique que lorsque les enseignants procèdent de manière ordinaire (enseignement usuel) : les quatre groupes expérimentaux progressent mieux que ceux du groupe contrôle. Les élèves des deux premiers groupes bénéficient d'une intervention pédagogique planifiée. On entend par intervention pédagogique la mise à disposition d'une séquence conçue selon les principes stricts de chacun des types d'enseignement et qui contraint les utilisateurs à suivre une progression précise, dans un temps fixé *a priori*. En effet, lorsque les enseignants utilisent une progression et une programmation standardisée, réfléchie et détaillée (e.g., consignes données aux élèves rédigées, choix des exercices en cohérence avec les objectifs visés et adaptés au degré de complexité recherché), le gain d'apprentissage de la technique opératoire de la soustraction est meilleur. La conception de séquences et de progressions implique une charge de travail considérable, difficilement conciliable avec les multiples tâches qui incombent aux enseignants au quotidien (e.g., gestion de classe, réunion d'équipe, enseignement de toutes les disciplines, gestion de plusieurs niveaux). Dans cette étude, ce travail d'élaboration de la séquence n'étant pas à la charge des enseignants, leurs efforts peuvent se concentrer sur le « face à face » pédagogique. Comme le souligne Engelmann (1992), le script spécifie les exemples présentés aux enfants et indique ce que l'enseignant doit dire lorsqu'il présente chaque exemple. Il lui suffit de maitriser suffisamment le scénario pour pouvoir observer ce que font les élèves et y répondre de manière appropriée.

Enfin, contrairement à notre hypothèse, le troisième résultat montre que les élèves des groupes dont les enseignants ont bénéficié d'une formation ne progressent pas plus que les autres. Dans cette étude, la formation des enseignants aux méthodes pédagogiques utilisées n'a pas d'effet sur les performances des élèves, quel que soit le type d'enseignement, exception faite à celles liées à l'apprentissage des soustractions avec retenue. Ce résultat est inattendu dans le sens où un effet de la formation est prédit sur l'ensemble des indicateurs de performance. Deux explications peuvent être avancées. Soit la formation dispensée était trop courte, avec un accent fort porté sur la nécessité du respect du protocole, autrement dit pas suffisamment axée sur l'appropriation de la philosophie des méthodes en elles-mêmes. De plus, les études ayant montré l'efficacité d'une formation adressée aux enseignants sur le rendement des élèves indiquent que l'accompagnement direct des enseignants en salle de classe, sous de forme de *coaching* est un élément indispensable au succès d'une formation (Richard, Carignan, Gauthier, & Bissonnette, 2017) ; condition qui n'a pas été réalisée dans cette étude. Autre hypothèse, le niveau de détail de la séquence donnée aux enseignants est tel que la formation n'apporte pas de plus-value d'une manière générale ou qu'elle n'est pas nécessaire.

Résultats par profils d'élève. À l'instar de certaines méta-analyses (Baker et al., 2002 ; Kroesbergen & Van Luit, 2003 ; Miller & Hudson, 2007), les résultats de cette recherche montrent de manière claire qu'un enseignement structuré, directif et explicite de la technique opératoire de la soustraction conduit les élèves à une réussite plus élevée. Toutefois, il est pertinent de vérifier si ces effets varient en fonction du niveau scolaire des élèves, niveau rapporté par les enseignants (Fortin &

Pétrin, 2011). Afin d'illustrer les propos qui vont suivre, un tableau récapitulatif des tailles d'effet selon les comparaisons effectuées en fonction des profils d'élèves est rapporté ci-dessous (cf. Tableau 19). Pour rappel, les élèves MRED sont les élèves moyens à risque et en difficulté et les élèves BMP sont les bons élèves et les élèves moyens en progrès.

Tableau 19

Taille d'effet du type d'enseignement sur les profils d'élèves de l'étude de niveau 3 (technique opératoire de la soustraction)

		Taille d'effet (*d* de Cohen)
MRED	- enseignement explicite versus enseignement socioconstructiviste	1.50
BMP	- enseignement explicite versus enseignement socioconstructiviste	.39
BMP	- enseignement explicite versus enseignement usuel	1.22
BMP	- enseignement socioconstructiviste versus enseignement usuel	.37
MRED	- enseignement explicite versus un enseignement usuel	2.70
MRED	- enseignement socioconstructiviste, versus un enseignement usuel	.88

Un premier résultat concordant avec des données de la littérature concerne les élèves MRED. La réussite de ceux-ci est supérieure lorsqu'ils bénéficient d'un enseignement explicite que lorsqu'ils apprennent avec un enseignement socioconstructiviste. En effet, pour rattraper leur retard, les élèves issus de quartiers défavorisés doivent apprendre davantage dans le temps disponible que les enfants provenant des milieux aisés (Becker, 2001). L'enseignement explicite favorise ce temps d'enseignement supplémentaire dont ils ont besoin pour atteindre le niveau de compétence exigé par le socle commun de connaissances, de compétence et de culture. Cet effet est également présent chez les élèves BMP. Néanmoins la taille de l'effet est moins élevée.

Le deuxième résultat majeur de cette étude porte sur l'impact de l'intervention pédagogique sur les élèves MRED quel que soit le type de cette intervention. Passer d'une pratique usuelle à une pratique rigoureusement préparée et soigneusement séquencée a un impact positif et fort sur les apprentissages des élèves les plus fragiles (Becker, 2001). Il faut considérer les avantages potentiels d'une séquence fournie par un expert du domaine visé comme un moyen d'assurer un contrôle de qualité dans un système où les programmes sont prescrits (Engelmann, 1992). La plupart des enseignants n'ont tout simplement pas le temps de trouver les mots et les exemples appropriés ou d'établir la programmation de l'enseignement des compétences de la manière la plus efficace possible c'est-à-dire du simple au complexe. Becker (2001) affirme que les enfants issus de milieux économiquement défavorisés disposent d'une multitude de compétences fonctionnelles adaptées aux contextes dans lesquels ils vivent et sont « enseignables » (cf. angl. « *teachable* », p. 34) au même titre que tout autre élève. Ceux-ci semblent en effet réceptifs à toute forme d'intervention pédagogique susceptible de les faire progresser. Toutefois, l'enseignement explicite amplifie davantage cette tendance.

Compte tenu de la littérature montrant que les filles sont réputées moins performantes que les garçons en mathématiques (Huguet & Régner, 2007 ; Jury, Smeding, & Darnon, 2015), il a été testé à titre exploratoire l'effet du type d'enseignement en fonction du genre. Dans cette étude, il y a une interaction significative entre les variables genre et type d'enseignement, $F(4, 444) = 2.50$, $p < .05$, qui est portée par une différence significative entre le progrès des filles ($M = 4.38$, $SD = 2.29$) et des garçons ($M = 5.59$, $SD = 3.10$) pour la condition SC+F+S, $t(89) = 2.11$, $p < .05$. Bien que ce résultat aille dans le sens des recherches antérieures, il constitue tout de même un effet isolé au regard de toutes les autres données qui ne présentent pas de différence significative entre les filles et les garçons.

Limites. Cette étude présente plusieurs résultats importants du point de vue de leur implication sur les pratiques pédagogiques en classe. Toutefois, elle comporte un certain nombre de limites.

Premièrement, la présente étude compare deux orientations pédagogiques différentes : l'enseignement socioconstructiviste et l'enseignement explicite. Bien que les résultats montrent clairement l'efficacité de la deuxième relativement à la première, il n'est pas exclu que d'autres interventions pédagogiques (e.g., enseignement réciproque) ou leurs combinaisons soient plus efficaces. Ensuite, la proximité des appellations « enseignement explicite » (acception nord-américaine) et « enseigner plus explicitement » (acception française) soulève la question de leur efficacité respective. Une comparaison directe de ces deux manières d'enseigner doit fait l'objet de programmes de recherche puisque l'efficacité de l'enseignement explicite a été démontrée depuis plus de 40 ans (Bissonnette et al., 2010) ce qui n'est pas le cas pour « enseigner plus explicitement » (acception française). Enfin, les facteurs d'efficacité devraient être mesurés en contrôlant certaines de leur caractéristiques (e.g., *fréquency*, *focus*, *stage*, *quality*, *differentiation* ; Creemers &

Kyriakides, 2006, pp. 352-354). Des recherches empiriques devraient évaluer leur impact.

Deuxièmement, cette étude ne prend en compte que l'aspect « méthode d'enseignement » de l'acte d'enseigner. Or, un bon enseignement implique non seulement une réflexion sur les enseignements et les processus d'apprentissage des élèves, mais également sur les relations entre pairs, la dynamique du groupe classe, les parents, les collègues, *etc.* L'apprentissage des élèves à l'école ne se résume pas uniquement au résultat exprimé par un test ponctuel (Opdenakker & Van Damme, 2006). Selon certains auteurs (Caro, Lenkeit, & Kyriakides, 2016 ; Creemers & Kyriakides, 2010 ; Kyriakides, 2008), les performances en mathématiques doivent être liées d'une part aux stratégies d'enseignement et d'autre part au contexte d'enseignement et au contexte socio-économique des élèves.

Troisièmement, comme beaucoup de recherches réalisées en contexte scolaire quotidien et non en laboratoire, il n'est pas possible de contrôler l'ensemble des facteurs qui peuvent intervenir. Une autre limite de ce travail réside en effet dans l'impossibilité de faire varier uniquement le facteur méthode et d'assurer que tous les autres facteurs sont égaux par ailleurs (e.g., le genre des enseignants, leur niveau de formation et de certification, leur satisfaction au travail, les compétences en gestion de la classe, *etc.*). Bien que les groupes expérimentaux soient constitués avec des classes de mêmes niveaux, impliquant des enseignants d'un niveau d'expérience comparable, de mêmes quartiers, de réseaux de l'éducation prioritaire identiques et en contrôlant le contenu d'enseignement, la recherche est menée sur des élèves différents accompagnés par des enseignants différents.

Quatrièmement, même si l'enseignement explicite est efficace auprès d'une population de jeunes élèves (entre six/sept ans) et issue majoritairement de milieux défavorisés, des recherches supplémentaires sont souhaitables pour pouvoir généraliser ces résultats à d'autres tranches d'âge et à des élèves présentant des caractéristiques sociodémographiques et socio-économiques différentes en contexte martiniquais.

Enfin, certains auteurs ont démontré que les effets des enseignants sur les acquis de l'apprentissage des élèves s'estompent rapidement avec le temps. En d'autres termes, il existe des effets immédiats, mais pas à long terme (Bressoux & Bianco, 2004). Il semblerait donc pertinent de vérifier à l'aide de post-tests différés si les compétences acquises sont maintenues dans le temps et à quel niveau elles le sont.

Implications et recherches futures. À l'instar de travaux antérieurs, cette étude confirme que l'enseignement explicite de certaines notions mathématiques donne de meilleurs résultats que l'enseignement socioconstructiviste pour des élèves défavorisés. Toutefois, les mécanismes qui sous-tendent cette réussite restent très peu étudiés dans la littérature. Pour expliquer le lien entre l'enseignement explicite et les performances des élèves, des mesures cognitives (e.g., mémoire de travail, attention, langage, métacognition) et motivationnelles (e.g., sentiment d'efficacité personnelle, engagement dans la tâche) qui peuvent en constituer des médiateurs ou des modérateurs doivent être effectuées.

Une recherche-action mesurant l'effet de l'utilisation de l'enseignement explicite sur la satisfaction professionnelle des enseignants peut être envisagée. En effet, l'amélioration de cette satisfaction professionnelle est un moyen d'améliorer la qualité de l'action pédagogique auprès des classes de faibles niveaux en mathématiques (Opdenakker & Van Damme, 2006). Autrement dit, dès lors qu'un enseignant se sent peu efficace en classe, il baisse le niveau d'exigence, moins couteuse en termes de soutien aux élèves. Guskey (1986) affirme qu'un changement de pratique se produit si l'enseignant a l'occasion d'observer des effets positifs de son action sur les résultats de ses élèves. En lien avec la professionnalisation des enseignants, il apparait primordial qu'ils puissent observer ces effets positifs chez des pairs pour ensuite les transférer dans sa propre salle de classe.

Par ailleurs, la séquence élaborée pour cette étude vise la technique opératoire de la soustraction et non pas le sens de cette opération. Bien que la séquence débute par la résolution de problèmes soustractifs, ceux-ci sont volontairement choisis d'un même type afin d'éviter une surcharge cognitive. Une nouvelle recherche prenant en compte la diversité des situations dans lesquelles les élèves ont besoin d'utiliser la soustraction pour réussir le problème posé serait complémentaire.

Enfin, il serait pertinent de déterminer dans quelle mesure le modelage, par sa nature même, permet à l'enseignant de relever et d'analyser les concepts qui sont à l'origine des difficultés des élèves et comment la verbalisation de ses propres procédures l'incite à rendre plus explicite son enseignement. Autrement dit, il s'agit de comprendre comment l'enseignant passe de l'analyse didactique d'un problème dans l'étape du modelage, à la construction pédagogique de la notion dans l'étape de la pratique guidée.

Conclusion. Cette étude contribue aux recherches sur l'efficacité de l'enseignement et plus particulièrement sur les choix des pratiques pédagogiques. Les résultats suggèrent qu'appliquer une séquence planifiée, cohérente et progressive limite le poids de l'effet-maitre sur la réussite des élèves. Les résultats ouvrent des pistes d'action pour rendre le « face à face » pédagogique profitable au plus grand nombre, et ce, en maintenant un haut niveau d'exigence.

Pour conclure ce chapitre sur l'effet de l'enseignement explicite sur les performances des élèves des écoles de l'éducation prioritaire, citons les propos de Becker (2001, p. 33) : « *The major goal of the Direct Instruction Model is to improve the basic education of children from economically disadvantaged backgrounds and thus increase their life options.* »[11] D'après lui, l'apprentissage des compétences de base, y compris les procédures logiques, est essentiel au comportement intelligent et devrait être essentiel à tout programme d'enseignement compensatoire. Au regard de l'importance des mathématiques sur la trajectoire scolaire des élèves, il est important de vérifier que l'efficacité de l'enseignement explicite ne se limite pas à une opération particulière et à un niveau de classe, mais peut-être étendu à d'autres opérations et d'autres années de scolarisation.

Le chapitre suivant est consacré à l'étude comparative de l'enseignement socioconstructiviste versus l'enseignement explicite pour l'apprentissage de la technique opératoire de la division en CM1.

[11] L'objectif principal du modèle d'instruction directe est d'améliorer l'éducation de base des enfants issus de milieux économiquement défavorisés et d'accroitre ainsi leurs choix de vie.

CHAPITRE 4

ÉTUDE 2
Enseignement de la technique opératoire de la division euclidienne en CM1

PLAN DU CHAPITRE

Pages

1. LA DIVISION EN POTENCE

Pour rappel, une technique opératoire est un calcul écrit, posé qui permet de trouver le résultat d'une opération lorsque le calcul est trop complexe pour le résoudre mentalement. En France, la technique opératoire de la division est appelée méthode de la potence. Il s'agit de la représentation spatiale de la division d'un nombre entier D que l'on appelle dividende par un nombre entier d, appelé diviseur. La résolution de cette opération permet d'obtenir q, appelé quotient et r, dénommé reste. Autrement écrit : $D = dq + r$

Le principe consiste à toujours effectuer des divisions simples c'est-à-dire des situations où le quotient ne comporte qu'un seul chiffre et à obtenir successivement tous les chiffres du quotient. Voici un exemple de cas où le quotient ne comporte qu'un seul chiffre : 55 divisé par 12.

Le plus grand multiple de 12, inférieur à 55 est 48 (12 x 4). Le reste est alors 55 – 48 = 7. Autrement écrit : 55 = (12 x 4) + 7.

Voici un autre exemple où le quotient comporte plusieurs chiffres : 5541 divisé par 12. Il s'agit de travailler par tranche, chaque tranche restant inférieure à 10d. Les différents quotients trouvés donnent les chiffres du quotient final.

La première étape consiste à diviser 55 par 12. L'exemple précédent montre que la réponse à cette opération est la suivante : 55 = (12 x 4) + 7. Il s'agit ensuite de multiplier cette égalité par 100 et de lui ajouter 41. On obtient alors : 5541 = (12 x 400) + 741. La méthode est reproduite pour diviser 741 par 12.

La deuxième étape consiste alors à diviser 74 par 12. Le plus grand multiple de 12 inférieur à 74 est 72 (12 x 6). Le reste est alors 74 – 72 = 2. Autrement écrit 74 = (12 x6) + 2. Il s'agit ensuite de multiplier cette égalité par 10 et de lui ajouter 1. On obtient : 741 = (12 x 60) + 21.

La troisième étape consiste alors à diviser 21 par 12. Le plus grand multiple de 12 inférieur à 21 est 12 (= 12 x1). Le reste est alors 21 – 12 = 9. Autrement écrit 22 = (12 x 1) + 9.

La dernière étape consiste à remplacer 21 et 741 par leur nouvelle expression pour obtenir :

$$\begin{aligned} 5541 &= (12 \text{ x } 400) + 741 \\ &= (12 \text{ x } 400) + (12 \text{ x } 60) + 21 \\ &= (12 \text{ x } 400) + (12 \text{ x } 60) + (12 \text{ x } 1) + 9 \\ &= (12 \text{ x } 461) + 9 \end{aligned}$$

Ainsi, la résolution de la division de 5541 par 12 aboutit à un quotient égal à 461 et un reste égal à 9.

La technique opératoire dite de la méthode en potence est en réalité une représentation spatiale des calculs précédents. Cette représentation peut être différente selon les pays et les époques. En France, cette représentation est quasiment exclusive et comprend la plupart du temps l'écriture des soustractions intermédiaires comme le montre l'exemple ci-dessous :

Étape 1 : division de par 12

$$\begin{array}{r|l} 5541 & 12 \\ \cline{2-2} \underline{-48} & 4 \\ 07 & \end{array}$$

Étape 2 : division de 74 par 12

$$\begin{array}{r|l} 5541 & 12 \\ \cline{2-2} \underline{-48} & 46 \\ 074 & \\ \underline{-72} & \\ 02 & \end{array}$$

Étape 3 : division de 21 par 12

$$\begin{array}{r|l} 5541 & 12 \\ \cline{2-2} \underline{-48} & 461 \\ 074 & \\ \underline{-72} & \\ 021 & \\ \underline{-12} & \\ 09 & \end{array}$$

5541 divisé par 12, autrement écrit, 5541 : 12 est égal à 461, reste 9.

2. UNE EXPÉRIENCE DE TERRAIN AUPRÈS DES ÉLÈVES DE CM1 EN REP ET REP+

2.1. Participants

Quatre cent vingt-trois élèves participent à cette recherche. Ils sont issus de 21 classes de CM1 de 14 établissements primaires publics tous situés dans des réseaux d'éducation prioritaire de l'académie de Martinique. Sont exclus de la recherche, les élèves en situation de handicap cognitif, les élèves allophones, les élèves qui ne sont pas présents aux deux évaluations pré- et post-test. Compte tenu des critères d'exclusion précédents, les analyses portent sur 267 élèves, dont 134 filles et 133 garçons ayant un âge compris entre 107 et 134 mois ($M = 116.78$; $SD = 4.85$). La répartition des élèves Bon et Moyen en Progrès (BMP) et Moyen à Risque et En Difficulté (MRED) dans les groupes expérimentaux et contrôle est présentée dans le Tableau 20. Les 21 enseignants sont majoritairement des femmes (17 sur 21). L'ancienneté générale de service est située entre sept et huit ans. La recherche s'est réalisée sous couvert des autorités académiques.

Comme dans l'étude sur la soustraction, par la suite et pour rappel, sont désignés par :

- E+F+S : les élèves ayant reçu un enseignement explicite avec formation et avec séquence ;
- E-F+S : les élèves ayant reçu un enseignement explicite sans formation et avec séquence ;
- SC+F+S : les élèves ayant reçu un enseignement socioconstructiviste avec formation et avec séquence ;
- SC-F+S : les élèves ayant reçu un enseignement socioconstructiviste sans formation et avec séquence ;
- GC : les élèves du groupe contrôle utilisant un enseignement usuel d'orientation socioconstructiviste.

Tableau 20

Répartition (en nombre et en pourcentage) par genre et par profil d'élèves des groupes expérimentaux et du groupe contrôle de l'étude sur la technique opératoire de la division

	GC *N* = 57		E+F+S *N* = 64		E-F+S *N* = 51		SC+F+S *N* = 44		SC-F+S *N* = 51	
	F	G	F	G	F	G	F	G	F	G
BMP	13	17	25	22	17	16	11	13	12	17
	4.9 %	6.4 %	9.4 %	8.2 %	6.4 %	6 %	4.1 %	4.9 %	4.5 %	6.4 %
MRED	10	17	10	12	10	7	12	8	13	9
	3.7 %	6.4 %	3.7 %	4.5 %	3.7 %	2.6 %	4.5 %	3 %	4.9 %	3.4 %

2.2. Design

L'expérience suit un design de type prétest-intervention-post-test. Le design expérimental est 5 (Type d'enseignement : explicite avec formation et avec séquence, explicite sans formation et avec séquence, socioconstructiviste avec formation et avec séquence, socioconstructiviste sans formation et avec séquence, groupe contrôle) x 2 (Evaluation : Prétest, Post-test) avec le second facteur intrasujet. Les 21 classes sont assignées au hasard à une des conditions Type d'enseignement : 64 élèves en enseignement explicite avec formation et avec séquence (groupe expérimental), 51 élèves en enseignement explicite sans formation et avec séquence (groupe expérimental), 44 élèves en enseignement socioconstructiviste avec formation et avec séquence (groupe expérimental), 51 élèves en enseignement socioconstructiviste sans formation et avec séquence et 57 élèves en enseignement usuel c'est-à-dire sans formation et sans séquence (groupe contrôle). Les cinq groupes sont équivalents en termes d'âge moyen et de répartition par sexe (cf. Tableau 21). En effet, il n'y a pas de différence significative de la répartition fille-garçon sur les groupes de l'étude (khi-deux = 3.282, ddl = 4, p = .51). Par ailleurs, la différence des moyennes d'âge entre les élèves des conditions expérimentales n'est pas significative $F < 1$.

L'étude s'est déroulée dans le cadre des enseignements quotidiens de la classe.

Tableau 21

Âge moyen en mois et répartition par genre des différents groupes expérimentaux et contrôle, de l'étude sur la division en CM1

	Type d'enseignement				
	GC	E+F+S	E-F+S	SC+F+S	SC-F+S
N	57	64	51	44	51
Âge en mois					
M	116.63	116.75	116.20	117.45	117
SD	4.93	5.03	4.60	4.46	5.20
N_{filles}	23	35	28	23	25
$N_{\text{garçons}}$	34	29	23	21	26

2.3. Matériel et procédure

Comme dans l'expérience sur la soustraction, l'expérience comprend trois phases : le prétest, l'intervention et le post-test. Dans cette étude, l'analyse ANOVA à un facteur est significative $F(4, 262) = 3.79$, $p < .01$, ce qui indique que les groupes ne sont pas équivalents au prétest. La moyenne du score total du groupe E-F+S ($M = 1.92$, $SD = 3.22$) est significativement supérieure aux groupes E+F +S ($M = .50$, $SD = 1.93$), $t(113) = 3.34$, $p < .05$, SC-F+S ($M = .63$, $SD = 1.33$), $t(100) = 2.86$, $p < .05$ et GC ($M = .47$, $SD = 2.07$), $t(106) = 3.3$, $p < .05$. Les deux tests sont des épreuves écrites, strictement identiques et prévues pour une durée maximale de 30 minutes. Ils sont espacés de trois semaines. Les instructions de ces deux tests sont standardisées pour assurer des passations comparables dans toutes les classes. Ils se déroulent en conditions de classe et ils sont administrés par un assistant de recherche. Tous les enseignants des groupes expérimentaux et contrôle font l'objet d'une observation de classe permettant de contrôler l'application réelle des séquences.

2.3.1. Prétest

Pour mesurer le niveau des élèves concernant leurs compétences liées à la technique opératoire de la division, deux exercices sont proposés.

Le premier exercice consiste à poser cinq divisions en potence, à les calculer et à écrire le résultat sous la forme D = dq + r où D est le dividende, d le diviseur, q le quotient et r le reste. Il faut préciser que les divisions sont proposées par ordre croissant de difficulté : division n°1, 980 divisé par 4 ; division n°2, 872 divisé par 7 ; division n°3, 546 divisé par 6 ; division n°4, 950 divisé par 5 ; division n°5, 335 divisé par 4. La division n°1 comporte un diviseur plus petit que le chiffre des centaines du dividende (4 < 9). Il en est de même pour la division n°2, mais diviser par 7 est plus difficile que diviser par 4. En effet, la division fait appel à des connaissances liées à la table de multiplication par 7 qui est elle-même la plus difficile. La division n°3 comporte un diviseur plus grand que le chiffre des centaines du dividende (6 > 5). Il est donc nécessaire de prendre en compte les deux premiers chiffres du dividende soit 54. 54 est un résultat de la table de multiplication par 6 (54 = 6 x 9). La division n° 4 fait intervenir un résultat intermédiaire égal à zéro, il faut donc penser à baisser le dernier chiffre du dividende qui est lui-même zéro. Enfin la dernière division repose sur les mêmes principes que la division 3 (diviseur plus petit que le chiffre des centaines du dividende). Il est donc nécessaire de prendre en compte les deux premiers chiffres du dividende, mais 33 n'est pas un résultat de la multiplication par 4.

Le deuxième exercice consiste à résoudre deux problèmes. Le premier est relatif à une situation de partage avec la recherche du nombre de parts. Un exemple de ce type de problème est « combien de rubans de 6 cm peut-on faire dans une bande de tissu de 428 cm ? » Le deuxième exercice relève d'une situation de partage avec la recherche de la valeur d'une part. Un exemple de ce type de problème est : « 3 pirates découvrent 285 pièces d'or et décident de les partager entre eux équitablement. Combien de pièces d'or auront-ils chacun ? » Pour les deux exercices, la technique permet de visualiser la procédure de résolution de l'élève. Pour résoudre le problème, les élèves doivent poser la division en potence, la calculer, puis répondre par une phrase à la question posée.

Comme lors de l'étude précédente, les élèves sont informés de ce qu'ils ont à faire durant le test, à savoir, des opérations à calculer et des problèmes à résoudre. Le temps imparti est annoncé. L'assistant de recherche leur précise que le but n'est pas de finir le premier, mais de faire du mieux qu'ils peuvent. Il s'assure que tous les élèves ont repéré les différents exercices et l'emplacement où les réponses doivent être écrites. De plus, afin de contourner d'éventuelles difficultés de lecture, toutes les consignes sont lues deux fois à haute voix au groupe classe. Enfin, il demande aux élèves de lever la main quand ils estiment avoir terminé le test.

2.3.2. Scores

Les scores sont calculés comme indiqué dans le Tableau 22. Le score total maximum au test est de 20 points. Dans le calcul des scores, des points sont attribués à la fois au résultat des opérations, mais également aux procédures utilisées.

Tableau 22

Score (nombre de points) attribué à chacune des tâches composant l'évaluation des compétences relative à l'apprentissage de la technique opératoire de la division

Type d'exercice	Consigne	Calcul du score
Divisions en potence	Pose et calcule les opérations suivantes puis donne ta réponse en ligne : 980 divisé par 4 ; 872 divisé par 7 ; 546 divisé par 6 ; 950 divisé par 5 ; 335 divisé par 4.	Potence bien posée : 0.25 par opération Récurrence des soustractions successives avec abaissement correct (erreur de calcul ou pas) : 1.5 point pour les opérations 1 et 2 et 1 point pour les opérations 3, 4 et 5. Justesse du quotient : 0.25 point par opération Reste exact : 0.25 par opération Résultat posé en ligne : 0.5 par opération Prise en compte du dividende (diviseur > au 1er chiffre du dividende) : 0.5 pour la division 3 et 0.75 pour la division 5 Abaissement du zéro : 0.5 point Score maximum : 14 points
Problèmes de partage	Pour les deux problèmes suivants, lis chaque problème, pose l'opération qui convient et réponds à la question. N'oublie pas d'écrire ton calcul en ligne. Problème n°1 : « Combien de rubans de 6 cm peut-on faire dans une bande de tissu de 428 cm ? » Problème n°2 : « 3 pirates découvrent 285 pièces d'or et décident de se les partager équitablement. Combien de pièces d'or auront-ils chacun ?	Potence bien posée : 0.25 par opération Récurrence des soustractions successives avec abaissement correct (erreur de calcul ou pas) : 1 point par problème Justesse du quotient : 0.25 point par opération Reste exact : 0.25 par opération Prise en compte du dividende (diviseur > au 1er chiffre du dividende) : 0.75 par problème Phrase réponse : 0.5 par problème Score maximum : 6 points

2.3.3. Intervention

Les élèves des groupes expérimentaux et contrôle ont réalisé un travail préparatoire en calcul mental pendant deux semaines sous forme d'activités ritualisées de 15 minutes par jour. Des exemples d'activités leur sont fournis. Leur objectif est de préparer les élèves à calculer mentalement des multiplications, des soustractions et des problèmes de partage sur des petits nombres, prérequis nécessaire à l'acquisition de la technique opératoire. Les tables de multiplication sont révisées à cette occasion, des problèmes arithmétiques sont proposés.

Voici quelques exemples du travail préparatoire que les enseignants proposent aux élèves :

- Combien de fois 6 dans 12 ?
- Trouve la valeur de « ? » dans les égalités suivantes : ? x 6 = 12 ; ? x 3 = 12 ;
- Trouve toutes les décompositions multiplicatives de 42 faisant intervenir 2,3 ou 4
- 42 est-il un multiple de 6 ? de 7 ?
- 6 est-il un diviseur de 42 ?
- 28 oiseaux sont placés dans 4 cages différentes. Combien y a-t-il d'oiseaux par cage ?

L'intervention proprement dite concernant l'apprentissage de la technique opératoire de la division se déroule pour les cinq groupes durant les trois semaines suivantes. La durée de la séquence, le nombre de séances, le temps de manipulation et la même technique opératoire, à savoir le recours à la division en potence sont identiques.

Les enseignants des élèves des groupes expérimentaux E+F+S et SC+F+S reçoivent trois heures de formation en présentiel, dispensées par une conseillère pédagogique ne faisant pas partie de l'équipe des expérimentateurs et aveugle aux hypothèses. L'objectif de cette formation est de présenter chacune des méthodes employées (enseignement explicite ou enseignement socioconstructiviste) et de familiariser les enseignants avec la séquence de mathématiques à mettre en œuvre. Ce moment de formation est également l'occasion pour le conseiller pédagogique de contrôler le matériel de manipulation présent dans les classes (quantité et qualité), d'établir un rétroplanning des séances pour définir les dates de passation du prétest et du post-test. La technique opératoire en potence est fixée. Les enseignants ont ensuite la possibilité de relire de manière détaillée et approfondie la séquence et de demander tout type de renseignements ou précisions par mail ou par téléphone avec possibilité de nouvelles rencontres en présentiel.

Les séquences sont conçues et fournies par l'expérimentateur et une conseillère pédagogique spécialiste des mathématiques, et différente de celle qui dispense la formation. Elles comportent douze séances. La séquence « enseignement explicite » suit une progression qui va du simple au complexe, en passant du concret à l'abstrait (cf. Tableau 23) : les séances 1 et 2 prévoient la résolution de problèmes de partage (recherche de la valeur d'une part), sans reste, les problèmes étant résolus avec du matériel de numération (fausse monnaie, étiquettes-nombres) ; la séance 3 prévoit la résolution du même type de problème, mais sans recours à la manipulation ; les séances 4 et 5 travaillent des problèmes de partage (recherche du nombre de parts) avec et sans manipulation ; la séance 5 marque le passage à la technique opératoire ; la séance 6 consolide la démarche utilisée dans la technique opératoire à travers des problèmes de monnaie ; la séance 7 cible la verbalisation des étapes d'une division en potence ; les séances 8 et 9 visent la consolidation de la technique en potence ; la séance 10 aborde les problèmes posés par les divisions dont le chiffre au diviseur est supérieur au premier chiffre du dividende (exemple 521 divisé par 8 , 8 > 5) ; la séance 11 prévoit le calcul d'une division en potence lorsque celle-ci nécessite d'abaisser un zéro (exemple : 520 divisé par 4) ; enfin la séance 12 est une séance d'entrainement au calcul.

Tableau 23

Plan de séquence de l'enseignement explicite de la technique opératoire de la division

Numéro de la séance	Objectif	Exemple de contenus
1	Résoudre un problème de partage équitable (valeur d'une part) avec des nombres inférieurs à 1000, le diviseur étant un nombre à un chiffre.	« Jasmine veut acheter un ordinateur qui coute 845€. Le vendeur lui propose de payer en 5 fois. Combien va-t-elle payer à chaque fois ? » Mise à disposition de matériel de la monnaie (billets de 100€, billets de 10€, pièce de 1€)
2	Résoudre un problème de partage équitable (valeur d'une part) avec des nombres supérieurs à 1000, le diviseur étant un nombre à un chiffre.	« Trois pirates trouvent un trésor composé de 4296 pierres précieuses. Ils le partagent équitablement. Combien de pierres précieuses à chaque pirate ? » Mise à disposition de matériel de la monnaie

3	Résoudre des problèmes de partage équitable (valeur d'une part) sans le matériel.	Problèmes du même type que ceux des séances 1 et 2 Résolution du problème par le dessin
4	Résoudre un problème de recherche du nombre de parts dans un partage équitable (nombres simples).	« Combien de rubans de 6 cm puis-je découper dans une bande de tissu de 75 cm ? 123 cm ? 150 cm ? » Résolution du problème par la manipulation.
5	Résoudre un problème de partage de rubans et utiliser la division pour résoudre ce type de problème (nombres simples).	Problèmes similaires à la séance 4. Résolution du problème par le dessin puis en posant la division en potence.
6	Résoudre un problème de monnaie et utiliser la division pour résoudre ce type de problème (nombres simples).	« Des cahiers sont vendus 7€ le lot. Combien de lots puis-je acheter avec 45€ ? » Résolution du problème par multiplications successives dont le résultat encadre le dividende ; puis pose de la division en potence.
7	Verbaliser les étapes d'une division en potence déjà posée.	« 72 divisé par 9 ; 809 divisé par 4 » : poser et verbaliser chaque étape.
8	À partir des photos du matériel de manipulation représentant les étapes d'un problème déjà étudié, poser la division en potence.	Problèmes similaires aux séances 1 et 2 ou 3. Résolution du problème à partir des photos représentant les étapes du problème. Solution en posant la division en potence.
9	Poser et calculer des divisions à 1 chiffre au diviseur à partir d'une division en ligne et verbaliser toutes les étapes.	« 750 divisé par 3 ; 347 divisé par 2 » Résolution par calcul posé en potence.
10	Poser et calculer des divisions à 1 chiffre au diviseur à partir d'une division en ligne et verbaliser toutes les étapes, mais avec le 1er chiffre du dividende < au diviseur.	« 521 divisé par 8 ; 326 divisé par 4 » Résolution par le calcul posé en potence.
11	Poser et calculer des divisions à 1 chiffre au diviseur à partir d'une division en ligne et verbaliser toutes les étapes avec le problème du zéro.	« 520 divisé par 4 » Résolution par le calcul posé en potence
12	Résoudre le plus de divisions possible	Exercices d'entrainement d'application de la technique opératoire de la division.

La séquence d'enseignement socioconstructiviste comporte également douze séances (cf. Tableau 24) qui suivent une progression fondée sur celle des manuels de mathématiques utilisés dans les classes : les séances 1, 2 et 3 prévoient la résolution de problèmes de partage (recherche du nombre de parts) avec utilisation de la division ; les séances 4, 5 et 6 ciblent la résolution de problèmes de partage avec recherche de la valeur d'une part et utilisation de la division ; la séance 7 prévoit le calcul du quotient et du reste d'une division, les séances 8, 9 et 10 marquent le passage à la présentation et au calcul de la division en potence, les séances 11 et 12 sont des séances d'entrainement au calcul posé avec un focus sur les divisions qui posent le problème du zéro.

Tableau 24

Plan de séquence de l'enseignement socioconstructiviste de la technique opératoire de la division

Numéro de la séance	Objectif	Exemple de contenus
1	Résoudre un problème de recherche du nombre de parts dans un partage équitable et utiliser la division pour résoudre ce type de problème (nombres simples)	« Combien de rubans de 6 cm puis-je découper dans une bande de tissu de 75 cm ? 290 cm ? » Résolution du problème par la manipulation et modélisation par la division en potence.
2	Résoudre un problème de recherche du nombre de parts dans un partage équitable et utiliser la division pour résoudre ce type de problème (situations plus complexes).	« Combien de rubans de 26 cm puis-je découper dans une bande de tissu de 200 cm ? 123 cm ? 150 cm ? » Résolution du problème par la manipulation et formulation des réponses sous forme D = dq +r.
3	Résoudre un problème de recherche du nombre de parts dans un partage équitable et utiliser la division pour résoudre ce type de problème (nombres plus grands).	« Combien de rubans de 26 cm puis-je découper dans une bande de tissu de 650 cm ? » Résolution du problème par la manipulation et formulation des réponses sous forme D = dq +r.
4	Résoudre un problème de recherche de la valeur d'une part dans un partage équitable et utiliser la division pour résoudre ce type de problème.	« Douze chercheurs d'or rassemblent leurs 185 pépites. Dessine 12 boites et écrits sur chacune d'elle le nombre de pépites que reçoit chaque chercheur d'or sachant qu'ils font un partage équitable. Combien y en reste-t-il ? »

		Résolution du problème par le schéma et les multiplications successives encadrant le dividende. Présentation de la division en potence
5	Résoudre un problème de recherche de la valeur d'une part dans un partage équitable et utiliser la division pour résoudre ce type de problème (situations plus complexes).	Même exercice que la séance précédente, mais pour 652 pépites et 37 chercheurs d'or. Résolution par les multiplications successives puis présentation en potence.
6	Résoudre un problème de recherche de la valeur d'une part dans un partage équitable et utiliser la division pour résoudre ce type de problème (nombres plus grands).	Même exercice que la séance précédente, mais pour 2435 pépites et 15 chercheurs d'or. Résolution par les multiplications successives puis présentation en potence.
7	Calculer le quotient et le reste d'une division dont le dividende est donné sous forme de centaines, dizaines et unités.	« Trois joueurs se partagent équitablement un ensemble de jetons (exemple : 6 jetons de 100 points et 8 jetons de 1 point). Combien auront chaque joueur ? » Recherche des différentes procédures possibles pour partager (partage successif des différentes sortes de jetons ; division du nombre par 3 ; essais de nombres multipliés par 3 ou ajoutés 3 fois.
8	Utiliser le calcul d'une division en partageant les milliers, centaines, dizaines et unités du dividende et préparer la mise en forme de ce calcul à l'aide d'une potence (avec matériel)	Exercice similaire à la séance précédente. Résolution par la manipulation d'étiquettes nombres (échange d'une étiquette de 100 contre 10 de 10 par exemple) puis par la résolution d'un calcul du type D = dq + r.
9	Utiliser le calcul d'une division en partageant les milliers, centaines, dizaines et unités du dividende et préparer la mise en forme de ce calcul à l'aide d'une potence (sans matériel).	Exercice similaire à la séance précédente. Résolution par le dessin) puis par la résolution d'un calcul du type D = dq + r.
10	Poser une division en potence	« 986 divisé par 4 ». Poser et calculer la division en potence.
11	Poser et calculer des divisions à un chiffre au diviseur à partir d'une division en ligne et verbaliser toutes les étapes notamment celle faisant intervenir l'abaissement du zéro.	« « 520 divisé par 4 » Résolution par le calcul posé en potence.
12	Résoudre le plus de divisions possible	Exercices d'entrainement d'application de la technique opératoire de la division.

Chaque séance d'enseignement explicite tel que suggéré par Gauthier et ses collaborateurs (2013) comporte trois moments : ouverture, conduite et clôture de la leçon. Comme lors de la première étude sur la soustraction, la conduite de la leçon comprend trois phases : le modelage, la pratique guidée et la pratique autonome. Le Tableau 25 illustre le déroulement d'une séance (i.e., Séance 6) en mettant en correspondance les différents moments et l'action du maitre.

Tableau 25

Exemple de déroulement d'une séance en enseignement explicite concernant l'apprentissage de la technique opératoire de la division euclidienne (i.e., Séance 6)

Moments de la séance	Exemple d'action du maitre
Ouverture de la leçon	
Explicitation de l'objectif	« On va apprendre à résoudre des problèmes de partage du même type que celui- ci : des cahiers sont vendus à 7€ le lot. Combien de lots puis-je acheter avec 45€ ? »
Présentation de l'objectif	« À la fin de la séance, vous devrez être capable de résoudre un problème de ce type sans matériel. »
Réactivation des connaissances	« Qu'avons-nous appris lors des séances 3 et 5 ? (Utilisation des traces écrites élaborées) »
Conduite de la leçon	
Modelage	
Intérêt de l'apprentissage	« Ce genre de problème va vous aider à comprendre et retenir la technique pour poser et calculer des divisions. »
« Haut-parleur » sur la pensée de l'enseignant	« Je vais vous montrer comment je fais pour résoudre ce problème avec du matériel de la monnaie. 45 € c'est 4 billets de 10 € et 5 pièces de 1 €. Je ne peux pas faire des paquets de 7€. Je vais donc échanger 4 billets de 10 € contre des pièces de 1 €. 1 billet de 10 c'est 10 pièces de 1€. Donc 4 billets de 10 € c'est 40 pièces de 1 €. J'en avais déjà 5 au départ, j'en ai donc 45 en tout. Maintenant je vais chercher combien de fois je peux faire 7 € avec mes pièces. ⇨ Faire des paquets de 7 pièces de 1 € et bien les séparer pour qu'on voie le nombre de paquets réalisés. J'ai pu faire 6 paquets de 7 pièces et il en reste 3 toutes seules. Je peux donc acheter 6 lots de cahiers. Il me reste 3 €. 2ème exemple : refaire la même chose avec le problème ci-dessous en faisant participer les élèves (on dit le début de la phrase, ils complètent. S'ils se trompent, on donne directement la bonne réponse.)

Christelle partage équitablement ses 1500 € avec ses 3 frères.
Combien ont-ils chacun ? Reste-t-il de l'argent après le partage ?

3ème exemple : Christelle veut cacher ses billets pour faire une chasse au trésor ? Elle a 725 euros. Et elle veut mettre 125 € dans chacune de ses cachettes.
Combien lui faut-il de cachettes ?

Pratique guidée

La recherche par les élèves

Consigne : Par deux, vous allez résoudre le problème suivant : « Il y a 154 élèves au collège. La principale veut faire des classes de 22 élèves. Combien devra-t-elle faire de classes ? » Je vous laisse 10 minutes. Ensuite je vous laisserai deux minutes pour préparer ce que vous allez nous dire si vous allez au tableau montrer votre travail.

- ⇨ Repérer un binôme qui a des procédures justes et les envoyer au tableau pour les présenter.
- ⇨ Faire verbaliser les étapes qui ont permis aux élèves de trouver la bonne réponse. Échanger avec la classe.

Modelage

Voici un autre problème : « Pour son anniversaire, la maman de Lucas a acheté 85 bonbons. Lucas souhaite donner 7 bonbons à chaque invité. Combien y a-t-il d'invités ? Combien de bonbons lui restera-t-il ? »

« Je vais vous montrer comment je fais pour résoudre un problème du même type, mais sans le matériel. Avec ce que nous avons déjà appris. » Dans la séance 5, j'ai vu qu'on pouvait dire : « chercher combien il y a d'invités c'est chercher combien de fois il y a 7 dans 85. C'est aussi dire 85 divisés par 7 ».

Je vais donc chercher combien de fois 7 dans 85.
Je sais que 7x10 = 70.
J'essaye 7x 11=77
J'essaye 7x12 = 84
J'essaye 7x13 = 91

Il y a donc 12 fois 7 dans 84.
85-84 = 1 Il reste 1

Je peux écrire : 87 divisé par 7 ou sous forme de potence

$$\begin{array}{r|l} 84 & 7 \\ \cline{2-2} & 12 \\ 1 & \end{array}$$

Je réponds aux questions du problème : *combien y a-t-il d'invités ? Combien de bonbons lui restera-t-il ?*
J'écris *: 84 = 7 x 12 + 1*
Il y a 12 invités. Il reste 1 bonbon pour Lucas.

- ⇨ Insister sur cette écriture qui résume le sens de la technique opératoire de la division.

⇨ Il faudra que les élèves écrivent le résultat sous cette forme à chaque fois.

2ème exemple : refaire la même chose avec le problème ci-dessous en faisant participer les élèves (on dit le début de la phrase, ils complètent. S'ils se trompent, on donne directement la bonne réponse.) « Charles range 130 bouteilles dans des cartons de 8 ? Combien fera-t-il de cartons pleins ? »

Pratique guidée

La recherche par les élèves — Consigne : « Par deux, vous allez faire résoudre le problème suivant : « Jéranne range des bouteilles dans des cartons. Chaque carton peut contenir 8 bouteilles. Elle doit ranger 98 bouteilles. Combien va-t-elle remplir de cartons entiers ? »

L'institutionnalisation — Le problème posé revient à chercher « combien il y a de fois 8 dans 98 », ce qui revient aussi à compléter 8 × … pour s'approcher le plus possible de 98.

Chercher combien il y a de fois 8 dans 98, c'est aussi « diviser 98 par 8 »

On obtient deux résultats :

– le nombre de cartons
– les bouteilles qui restent.

8x10 =80
8x11=88
8x12=96
8x13 = 104

On peut écrire cela comme ceci :

98 divisé par 8 ou sous forme de potence :

$$\begin{array}{r|l} 98 & 8 \\ \cline{2-2} & 12 \\ 2 & \end{array}$$

La réponse est : 98 = 8x12 +2

Jéranne va remplir 12 cartons et il lui restera 2 bouteilles.

Pratique autonome — Seul, vous allez résoudre le problème suivant : « Des pirates ont trouvé des pierres précieuses dans une grotte sous-marine. Ils remontent 41 gros rubis. Après partage, chacun possède 6 rubis. Combien y-a-t-il de pirates ? »

Vérification du travail individuel.

Clôture de la leçon — « Qu'avons-nous appris à faire pendant cette leçon ? »

En enseignement socioconstructiviste, la conduite de la leçon comprend quatre phases : la situation de découverte, la phase de synthèse dite de mise en commun, l'institutionnalisation du savoir et la phase d'application et d'entrainement. Le Tableau 26 illustre le déroulement d'une séance (i.e., Séance 6) en mettant en correspondance les différents moments et l'action du maitre.

Tableau 26

Exemple de déroulement d'une séance socioconstructiviste concernant l'apprentissage de la technique opératoire de la division euclidienne (i.e., Séance 6)

Moments de la séance	Exemple d'action du maitre
Ouverture de la leçon	
Présentation de l'objectif	« Aujourd'hui nous allons résoudre le problème suivant : 15 chercheurs d'or se partagent équitablement 2435 pépites. Combien chacun en reçoit-il et combien y en reste-t-il ? ». « Nous allons apprendre à résoudre des problèmes similaires à la séance précédente, mais avec des nombres plus grands. »
Réactivation des connaissances	« Qu'avions-nous appris lors de la dernière séance ? »
Conduite de la leçon	
Situation de découverte	« Vous devez résoudre un nouveau problème de type « partage de pépites », mais avec des nombres plus grands qu'hier. La calculatrice est disponible, mais son usage n'est pas obligatoire. Si vous utilisez la calculatrice, notez bien tout ce que vous avez tapé et ce qui a été affiché comme résultat. C'est à chacun de choisir sa méthode de résolution et son moyen de calcul. »
Mise en groupe	Au terme de la résolution individuelle, demander aux élèves de confronter par deux leurs réponses et leurs méthodes et, en cas de désaccord sur la réponse, de trouver un moyen de vérifier celles qu'ils ont obtenues.
Synthèse : mise en commun et Institutionnalisation	Mettre en évidence la lourdeur des procédures appuyées sur le cumul de 15 (addition ou soustraction itérée) et insister à nouveau sur l'économie apportée par les estimations du quotient, éventuellement par approximations : 15 × 100, « trop petit », 15 × 200, « trop grand ». L'usage de la touche : de la calculatrice est possible, à condition de bien interpréter ce qui est affiché pour obtenir le quotient. Les écritures du type 2 435 = (15 × 162) + 5 permettent notamment de vérifier les résultats obtenus. Le problème posé revient à partager 2 435 en 15 parts égales. La résolution par division revient à se demander combien de fois 15 est contenu dans 2 435 : la part de chaque chercheur d'or

	revient à calculer le nombre de tours de distribution avec 1 pépite donnée à chacun à chaque tour. ⇨ Les nombres de la recherche ont été choisis pour favoriser davantage les procédures utilisant la multiplication ou la division. Mais toutes les procédures correctes sont acceptées.
Phase d'application	Exercices extraits du manuel Cap Maths – CM1 (Hatier, Charnay, 2010) 1/ Calculo a pris 52 photos pendant ses vacances. Il les colle dans un album en mettant 5 photos par page. Combien de pages va-t-il remplir ? Combien y aura-t-il de photos sur la page incomplète ? 2/ Numérix a aussi pris 52 photos. Il les colle dans un album en mettant 6 photos par page. Combien de pages va-t-il remplir ? Combien y aura-t-il de photos sur la page incomplète ?
Phase d'entrainement	Exercices extraits du manuel Cap Maths – CM1 (Hatier, Charnay, 2010 Mesurine a reçu 154 perles. Elle crée des colliers avec 10 perles par collier. Combien de colliers complets peut-elle réaliser ? Les 132 chanteurs d'une chorale se répartissent sur 6 rangées. Il doit y avoir le même nombre de chanteurs par rangée. Combien y at-il de chanteurs par rangée ?
Clôture de la leçon	« Que faut-il retenir de la leçon d'aujourd'hui ? Qu'avons-nous appris ? »

Les enseignants du groupe contrôle utilisant un enseignement usuel d'orientation socioconstructiviste ne reçoivent pas de formation. Ils élaborent eux-mêmes leur séquence dans le respect des préconisations faites par l'expérimentateur : l'apprentissage se fait à la même période que celle du groupe expérimental, au même rythme et en un même nombre de séances de même durée, le temps de manipulation est également similaire. Aucun des enseignants ne connait la pédagogie explicite ce qui exclut son utilisation. Toutefois, comme indiqué précédemment (cf. paragraphe Matériel et procédure) l'expérimentateur vérifie cette condition grâce à une visite en classe, et ce dans toutes les classes participant à l'étude et à partir des fiches de préparation des professeurs.

2.3.4. Post-test

Le post-test est identique au prétest et se déroule pour tous les participants le lendemain de la dernière séance, soit après la séance 12.

2.4. Résultats

Pour analyser l'effet du Type d'enseignement et de l'Évaluation sur les performances des élèves, autrement dit sur le changement de performance entre le prétest et le post-test, des analyses de variance (ANOVA) avec design mixte sont réalisées. Pour rappel, les tailles d'effet sont rapportées (le *d* de Cohen et l'eta carré η^2_p). Les effets sont interprétés comme petits quand $\eta^2_p < .01$ ou $d < .2$, moyens quand η^2_p se situe entre .06 et .14 ou quand *d* est compris entre .2 et .8, et grands quand $\eta^2_p > .14$ ou $d > .8$ (Cohen, 1988 ; Lakens, 2013). Le Tableau 27 fait la synthèse des moyennes et écarts types par Type d'enseignement et par Évaluation pour le score total moyen au test et pour chacune des tâches.

Le score total et le score par type de tâche (pour rappel cf. Tableau 22) sont analysés par des ANOVA mixtes 5 (explicite avec formation et avec séquence, explicite sans formation et avec séquence, socioconstructiviste avec formation et avec séquence, socioconstructiviste sans formation et avec séquence, groupe contrôle) X 2 (Evaluation : Prétest, Post-test) avec le second facteur intrasujet.

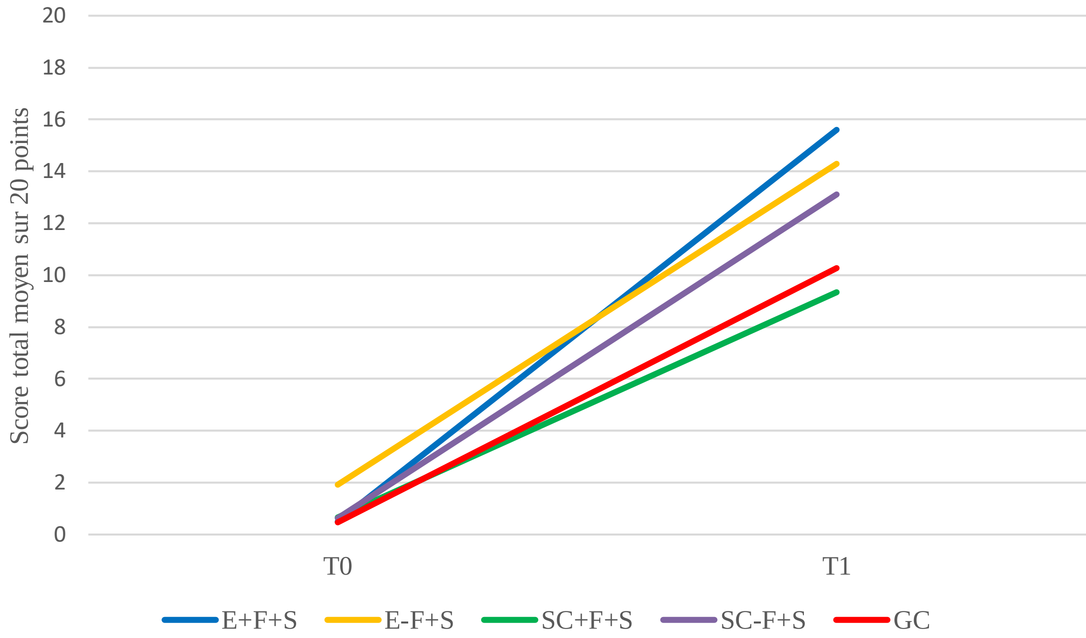
Score total. Appliquée au score total, l'analyse révèle un effet significatif de l'Évaluation, $F(1, 262) = 790.54$, $p < .001$, $\eta^2_p = .75$ (cf. Figure 6), dans le sens où les élèves des différents groupes progressent entre le prétest et le post-test (cf. Tableau 27).

Tableau 27

Moyenne et écart-type du score total au Prétest et au Post-test par Type d'enseignement

	Type d'enseignement				
	GC	E+F+S	E-F+S	SC+F+S	SC-F+S
N	57	64	51	44	51
	Score total au prétest sur 20 pts				
M	.47	.5	1.92	.66	.63
SD	1.54	1.93	3.23	2.50	1.33
	Score total au post-test sur 20 pts				
M	10.27	15.60	14.29	9.34	13.11
SD	7.04	6.07	6.41	7.8	6.58

Figure 6. Interaction entre le type d'enseignement et le temps d'évaluation sur le score total moyen



L'effet d'interaction prédit est significatif, $F(4, 262) = 7.68$, $p < .001$, $\eta^2_p = .11$. Pour comprendre cette interaction, quatre contrastes (comparaisons planifiées) qui correspondent aux hypothèses *a priori* concernant les différences entre les groupes sont testés (Brauer & McClelland, 2005).

Le premier contraste teste l'effet de l'induction d'un changement de pratique pédagogique liée soit à la formation, soit à un apport de séquences clé en main, soit des deux versus une pratique pédagogique usuelle. Autrement dit, l'introduction d'une modification de pratique pédagogique impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « -4 1 1 1 1 » respectivement associé aux conditions GC versus E+F+S, E-F+S, SC+F+S, SC-F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 262) = 8.5$, $p < .01$, $d = .44$. Les performances des élèves dans les quatre conditions expérimentales prises ensemble sont meilleures que dans la condition contrôle.

Le deuxième contraste teste l'effet de la formation des enseignants sur les performances des élèves dès lors qu'une séquence clé en main leur est fournie. Autrement dit, l'accompagnement des séquences par une formation des enseignants impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « 0 1 -1 1 -1 » respectivement associé aux conditions E+F+S, SC+F+S versus E-F+S, SC-

F+S. Ce contraste n'est pas significatif, $F(1, 262) = 3.43$, $p = .065$. Il n'y a pas de différence de performances entre les élèves dont les enseignants ont eu une formation et ceux qui n'en ont pas eu.

Le troisième contraste teste l'effet du type d'enseignement sur les performances des élèves selon qu'ils apprennent avec un enseignement explicite ou qu'ils apprennent avec un enseignement socioconstructiviste. Autrement dit, le type d'enseignement impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « 0 1 1 -1 -1 » respectivement associé aux conditions E+F+S, E-F+S, versus SC+F+S, SC-F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 262) = 16.91$, $p < .001$, $d = .54$. Les performances des élèves qui ont reçu un enseignement explicite sont meilleures que celles des élèves qui ont reçu un enseignement socioconstructiviste.

Le quatrième contraste teste l'effet de la formation des enseignants sur les performances des élèves qui apprennent avec un enseignement explicite. Le contraste est codé « 0 1 -1 0 0 » respectivement associé aux conditions E+F+S versus E-F+S. Ce contraste n'est pas significatif, $F(1, 262) = .006$, $p = .94$. Autrement dit, il n'y a pas de différence entre les performances entre les élèves dont les enseignants ont eu une formation à l'enseignement explicite et ceux qui n'en ont pas eu.

L'hypothèse principale de cette étude, à savoir que les performances des élèves qui apprennent la technique opératoire de la division avec un enseignement explicite sont meilleures que celles des élèves qui apprennent avec un enseignement socioconstructiviste, est vérifiée. L'hypothèse concernant la plus-value de l'accompagnement des enseignants par une formation relative à la séquence clé en main n'est pas vérifiée. Par conséquent, les analyses suivantes testent l'hypothèse principale pour chacune des tâches de l'évaluation, sur les opérations et les problèmes à résoudre ainsi que pour chacune des compétences mises en jeu : poser correctement la potence (score « potence »), poser correctement les soustractions intermédiaires (score « soustractions bien posées »), trouver le quotient juste (score « quotient »), trouver le reste juste (score « reste »), écrire correctement la division en ligne selon la formule D = dxq + r (score « réponse en ligne »), prendre en compte les deux premiers chiffres du dividende lorsque cela est nécessaire (score « XX »), abaisser correctement le zéro (score « zéro »), rédiger une phrase réponse aux problèmes posés (score « phrase réponse »).

Score des divisions. Appliquée au score des divisions, l'analyse révèle un effet significatif de l'Évaluation, $F(1, 262) = 851.31$, $p < .001$, $\eta^2_p = .77$, dans le sens où les élèves des différents groupes progressent entre le prétest et le post-test (cf. Tableau 28).

Tableau 28

Moyenne et écart-type du score des divisions au Prétest et au Post-test par Type d'enseignement

	Type d'enseignement				
	GC	E+F+S	E-F+S	SC+F+S	SC-F+S
N	57	64	51	44	51
	Score des divisions au prétest sur 14 pts				
M	.30	.35	1.38	.32	.41
SD	1.35	1.27	2.25	1.36	.90
	Score des divisions au post-test sur 14 pts				
M	6.79	11.02	9.84	6.7	9.52
SD	4.72	4.12	4.45	5.32	4.43

L'effet d'interaction prédit est significatif, $F(4, 262) = 8.88$, $p < .001$, $\eta^2_p = .11$. Pour comprendre cette interaction, les quatre contrastes qui correspondent aux hypothèses *a priori* concernant les différences entre les groupes sont testés.

Le premier contraste teste l'effet de l'induction d'un changement de pratique pédagogique liée soit à la formation, soit à un apport de séquences clé en main, soit des deux versus une pratique pédagogique usuelle. Autrement dit, l'introduction d'une modification de pratique pédagogique impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « -4 1 1 1 1 » respectivement associé aux conditions GC versus E+F+S, E-F+S, SC+F+S, SC-F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 262) = 13.74$, $p < .001$, $d = .58$. Les performances des élèves dans les quatre conditions expérimentales prises ensemble sont meilleures que dans la condition contrôle.

Le deuxième contraste teste l'effet de la formation des enseignants sur les performances des élèves dès lors qu'une séquence clé en main leur est fournie. Autrement dit, l'accompagnement des séquences par une formation des enseignants impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « 0 1 -1 1 -1 » respectivement associé aux conditions E+F+S, SC+F+S versus E-F+S, SC-F+S. Ce contraste n'est pas significatif, $F(1, 262) = 3.83$, $p = .051$. Il n'y a pas de différence de performances entre les élèves dont les enseignants ont eu une formation et ceux qui n'en ont pas eu.

Le troisième contraste teste l'effet du type d'enseignement sur les performances des élèves selon qu'ils apprennent avec un enseignement explicite ou qu'ils apprennent avec un enseignement socioconstructiviste. Autrement dit, le type d'enseignement impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « 0 1 1 -1 -1 » respectivement associé aux conditions E+F+S, E-F+S, versus SC+F+S, SC-F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 262) = 15.99$, $p < .001$, $d = 0.49$. Les performances des élèves qui ont reçu un enseignement explicite sont meilleures que celles des élèves qui ont reçu un enseignement socioconstructiviste.

Le quatrième contraste teste l'effet de la formation des enseignants sur les performances des élèves qui apprennent avec un enseignement explicite. Le contraste est codé « 0 1 -1 0 0 » respectivement associé aux conditions E+F+S versus E-F+S. Ce contraste n'est pas significatif, $F(1, 262) = .02$, $p = .87$. Autrement dit, il n'y a pas de différence entre les performances entre les élèves dont les enseignants ont eu une formation à l'enseignement explicite et ceux qui n'en ont pas eu.

Pour les divisions, l'analyse de contrastes montre que les groupes ayant bénéficié d'un enseignement guidé par une séquence clé en main ont des performances significativement meilleures que le groupe contrôle. De plus, les groupes qui ont appris avec l'enseignement explicite obtiennent de meilleurs résultats que ceux des groupes qui ont appris avec un enseignement socioconstructiviste.

Score des problèmes. Appliquée au score des problèmes, l'analyse révèle un effet significatif de l'Évaluation, $F(1, 262) = 538.66$, $p < .001$, $\eta^2_p = .67$, dans le sens où les élèves des différents groupes progressent entre le prétest et le post-test (cf. Tableau 29).

L'effet d'interaction prédit est significatif, $F(4, 262) = 5.61$, $p < .001$, $\eta^2_p = .08$. Pour comprendre cette interaction, les quatre contrastes qui correspondent aux hypothèses *a priori* concernant les différences entre les groupes sont testés.

Le premier contraste teste l'effet de l'induction d'un changement de pratique pédagogique liée soit à la formation, soit à un apport de séquences clé en main, soit des deux versus une pratique pédagogique usuelle. Autrement dit, l'introduction d'une modification de pratique pédagogique impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « -4 1 1 1 1 » respectivement associé aux conditions GC versus E+F+S, E-F+S, SC+F+S, SC-F+S. Ce contraste n'est pas significatif, $F(1, 262) = 1.33$, $p = .25$. Il n'y pas de différence de performances entre les élèves dans les quatre conditions expérimentales prises ensemble et ceux de la condition contrôle.

Tableau 29

Moyenne et écart-type du score des problèmes au Prétest et au Post-test par Type d'enseignement

	Type d'enseignement				
	GC	E+F+S	E-F+S	SC+F+S	SC-F+S
N	57	64	51	44	51
	Score des problèmes au prétest sur 6 pts				
M	.18	.14	.54	.34	.22
SD	.73	.70	1.06	1.18	.47
	Score des problèmes au post-test sur 6 pts				
M	3.49	4.59	4.45	2.63	3.59
SD	2.53	2.25	2.18	2.67	2.44

Le deuxième contraste teste l'effet de la formation des enseignants sur les performances des élèves dès lors qu'une séquence clé en main leur est fournie. Autrement dit, l'accompagnement des séquences par une formation des enseignants impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « 0 1 -1 1 -1 » respectivement associé aux conditions E+F+S, SC+F+S versus E-F+S, SC-F+S. Ce contraste n'est pas significatif, $F(1, 262) = 2.18$, $p = .14$. Il n'y a pas de différence de performances entre les élèves dont les enseignants ont eu une formation et ceux qui n'en ont pas eu.

Le troisième contraste teste l'effet du type d'enseignement sur les performances des élèves selon qu'ils apprennent avec un enseignement explicite ou qu'ils apprennent avec un enseignement socioconstructiviste. Autrement dit, le type d'enseignement impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « 0 1 1 -1 -1 » respectivement associé aux conditions E+F+S, E-F+S, versus SC+F+S, SC-F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 262) = 15.59$, $p = .001$, $d = .57$. Les performances des élèves qui ont reçu un enseignement explicite sont meilleures que celles des élèves qui ont reçu un enseignement socioconstructiviste.

Le quatrième contraste teste l'effet de la formation des enseignants sur les performances des élèves qui apprennent avec un enseignement explicite. Le contraste est codé « 0 1 -1 0 0 » respectivement associé aux conditions E+F+S versus E-F+S. Ce contraste n'est pas significatif, $F(1, 262) = .14$, $p = .61$. Autrement dit, il n'y a pas de différence entre les performances entre les élèves dont les enseignants ont eu une formation à l'enseignement explicite et ceux qui n'en ont pas eu.

Pour les problèmes, l'analyse de contrastes montre que les groupes ayant bénéficié d'un enseignement explicite obtiennent de meilleurs résultats que ceux des groupes qui ont appris avec un enseignement socioconstructiviste.

Score « potence ». Appliquée au score « potence », l'analyse révèle un effet significatif de l'Évaluation, $F(1, 262) = 997.28$, $p < .001$, $\eta^2_p = .79$, dans le sens où les élèves des différents groupes progressent entre le prétest et le post-test (cf. Tableau 30).

Tableau 30

Moyenne et écart-type du score « mettre en potence » au Prétest et au Post-test par Type d'enseignement

	Type d'enseignement				
	GC	E+F+S	E-F+S	SC+F+S	SC-F+S
N	57	64	51	44	51
	Score « mettre en potence » au prétest sur 1.75 pts				
M	.18	.24	.93	.13	.38
SD	.45	.46	.72	.42	.67
	Score « mettre en potence » au post-test sur 1.75 pts				
M	1.61	1.64	1.72	1.3	1.68
SD	.36	.30	.95	.66	.17

L'effet d'interaction prédit est significatif, $F(4, 262) = 9.2$, $p < .001$, $\eta^2_p = .12$. Pour comprendre cette interaction, les quatre contrastes qui correspondent aux hypothèses *a priori* concernant les différences entre les groupes sont testés.

Le premier contraste teste l'effet de l'induction d'un changement de pratique pédagogique liée soit à la formation, soit à un apport de séquences clé en main, soit des deux versus une pratique pédagogique usuelle. Autrement dit, l'introduction d'une modification de pratique pédagogique impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « -4 1 1 1 1 » respectivement associé aux conditions GC versus E+F+S, E-F+S, SC+F+S, SC-F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 262) = 4.1$, $p < .05$, $d = .05$. Les performances des élèves dans les quatre conditions expérimentales prises ensemble sont meilleures que dans la condition contrôle.

Le deuxième contraste teste l'effet de la formation des enseignants sur les performances des élèves dès lors qu'une séquence clé en main leur est fournie. Autrement dit, l'accompagnement des séquences par une formation des enseignants impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « 0 1 -1 1 -1 » respectivement associé aux conditions E+F+S, SC+F+S versus E-F+S, SC-F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 262) = 52.25$, $p < .01$, $d = .30$. Les performances des élèves dont les enseignants ont reçu une formation sont meilleures que celles des élèves dont les enseignants n'en ont pas eu.

Le troisième contraste teste l'effet du type d'enseignement sur les performances des élèves selon qu'ils apprennent avec un enseignement explicite ou qu'ils apprennent avec un enseignement socioconstructiviste. Autrement dit, le type d'enseignement impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « 0 1 1 -1 -1 » respectivement associé aux conditions E+F+S, E-F+S, versus SC+F+S, SC-F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 262) = 29.3$, $p < .001$, $d = .44$. Les performances des élèves qui ont reçu un enseignement explicite sont meilleures que celles des élèves qui ont reçu un enseignement socioconstructiviste.

Le quatrième contraste teste l'effet de la formation des enseignants sur les performances des élèves qui apprennent avec un enseignement explicite. Le contraste est codé « 0 1 -1 0 0 » respectivement associé aux conditions E+F+S versus E-F+S. Ce contraste n'est pas significatif, $F(1, 262) = 34.63$, $p < .001$, $d = .35$. Les performances des élèves dont les enseignants ont reçu une formation en enseignement explicite sont meilleures que celles des élèves dont les enseignants n'en ont pas eu.

Pour la compétence « poser en potence », tous les contrastes sont significatifs. Cela signifie que les groupes ayant bénéficié d'un enseignement guidé par une séquence clé en main ont des performances significativement meilleures que le groupe contrôle. De plus, les groupes qui ont appris avec l'enseignement explicite obtiennent de meilleurs résultats que ceux des groupes qui ont appris avec un enseignement socioconstructiviste. Enfin, la formation des enseignants a eu un effet bénéfique sur les performances des élèves.

Score « soustractions bien posées ». Appliquée au score « soustractions bien posées », l'analyse révèle un effet significatif de l'Évaluation, $F(1, 262)= 696.81$, p < .001, $\eta^2_p = .73$, dans le sens où les élèves des différents groupes progressent entre le prétest et le post-test (cf. Tableau 31).

Tableau 31

Moyenne et écart-type du score des « soustractions bien posées » au Prétest et au Post-test par Type d'enseignement

	Type d'enseignement				
	GC	E+F+S	E-F+S	SC+F+S	SC-F+S
N	57	64	51	44	51
	Score des soustractions bien posées au prétest sur 8 pts				
M	.13	.11	.46	.13	1.1
SD	.99	.81	1.54	.23	.02
	Score des soustractions bien posées au post-test sur 8 pts				
M	4.32	6.27	5.84	3.84	5.48
SD	3.31	2.49	2.90	3.60	2.89

L'effet d'interaction prédit est significatif, $F(4, 262) = 6.12$, $p < .001$, $\eta^2_p = .086$. Pour comprendre cette interaction, les quatre contrastes qui correspondent aux hypothèses *a priori* concernant les différences entre les groupes sont testés.

Le premier contraste teste l'effet de l'induction d'un changement de pratique pédagogique liée soit à la formation, soit à un apport de séquences clé en main, soit des deux versus une pratique pédagogique usuelle. Autrement dit, l'introduction d'une modification de pratique pédagogique impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « -4 1 1 1 1 » respectivement associé aux conditions GC versus E+F+S, E-F+S, SC+F+S, SC-F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 262) = 4.93$, $p < .05$, $d = .67$. Les performances des élèves dans les quatre conditions expérimentales prises ensemble sont meilleures que dans la condition contrôle.

Le deuxième contraste teste l'effet de la formation des enseignants sur les performances des élèves dès lors qu'une séquence clé en main leur est fournie. Autrement dit, l'accompagnement des séquences par une formation des enseignants impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « 0 1 -1 1 -1 » respectivement associé aux conditions E+F+S, SC+F+S versus E-F+S, SC-F+S. Ce contraste n'est pas significatif, $F(1, 262) = 2.16$, $p = .14$. Il n'y a pas de différence de performances entre les élèves dont les enseignants ont eu une formation et ceux qui n'en ont pas eu.

Le troisième contraste teste l'effet du type d'enseignement sur les performances des élèves selon qu'ils apprennent avec un enseignement explicite ou qu'ils apprennent avec un enseignement socioconstructiviste. Autrement dit, le type d'enseignement impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « 0 1 1 -1 -1 » respectivement associé aux conditions E+F+S, E-F+S, versus SC+F+S, SC-F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 262) = 11.34$, $p < .001$, $d = 0.45$. Les performances des élèves qui ont reçu un enseignement explicite sont meilleures que celles des élèves qui ont reçu un enseignement socioconstructiviste.

Le quatrième contraste teste l'effet de la formation des enseignants sur les performances des élèves qui apprennent avec un enseignement explicite. Le contraste est codé « 0 1 -1 0 0 » respectivement associé aux conditions E+F+S versus E-F+S. Ce contraste n'est pas significatif, $F(1, 262) = .01$, $p = .9$. Autrement dit, il n'y a pas de différence entre les performances entre les élèves dont les enseignants ont eu une formation à l'enseignement explicite et ceux qui n'en ont pas eu.

Score « quotient ». Appliquée au score « quotient », l'analyse révèle un effet significatif de l'Évaluation, $F(1, 262) = 494.02$, $p < .001$, $\eta^2_p = .65$, dans le sens où les élèves des différents groupes progressent entre le prétest et le post-test (cf. Tableau 32).

L'effet d'interaction prédit est significatif, $F(4, 262) = 5.12$, $p = .001$, $\eta^2_p = .072$. Pour comprendre cette interaction, les quatre contrastes qui correspondent aux hypothèses *a priori* concernant les différences entre les groupes sont testés.

Tableau 32

Moyenne et écart-type du score « quotient » au Prétest et au Post-test par Type d'enseignement

	Type d'enseignement				
	GC	E+F+S	E-F+S	SC+F+S	SC-F+S
N	57	64	51	44	51
	Score relatif à la justesse du quotient au prétest sur 1.75 pts				
M	.03	.02	.07	.04	.04
SD	.20	.13	.31	.23	.25
	Score relatif à la justesse du quotient au post-test sur 1.75 pts				
M	.78	1.28	1.14	.82	.04
SD	.75	.62	.71	.79	.69

Le premier contraste teste l'effet de l'induction d'un changement de pratique pédagogique liée soit à la formation, soit à un apport de séquences clé en main, soit des deux versus une pratique pédagogique usuelle. Autrement dit, l'introduction d'une modification de pratique pédagogique impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « -4 1 1 1 1 » respectivement associé aux conditions GC versus E+F+S, E-F+S, SC+F+S, SC-F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 262) = 7.15$, $p < .01$, $d = .33$. Les performances des élèves dans les quatre conditions expérimentales prises ensemble sont meilleures que dans la condition contrôle.

Le deuxième contraste teste l'effet de la formation des enseignants sur les performances des élèves dès lors qu'une séquence clé en main leur est fournie. Autrement dit, l'accompagnement des séquences par une formation des enseignants impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « 0 1 -1 1 -1 » respectivement associé aux conditions E+F+S, SC+F+S versus E-F+S, SC-F+S. Ce contraste n'est pas significatif, $F(1, 262) = .42$, $p = .52$. Il n'y a pas de différence de performances entre les élèves dont les enseignants ont eu une formation et ceux qui n'en ont pas eu.

Le troisième contraste teste l'effet du type d'enseignement sur les performances des élèves selon qu'ils apprennent avec un enseignement explicite ou qu'ils apprennent avec un enseignement socioconstructiviste. Autrement dit, le type d'enseignement impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « 0 1 1 -1 -1 » respectivement associé aux conditions E+F+S, E-F+S, versus SC+F+S, SC-F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 262) = 7.02$, $p < .01$, $d = .39$. Les performances des élèves qui ont reçu un enseignement explicite sont meilleures que celles des élèves qui ont reçu un enseignement socioconstructiviste.

Le quatrième contraste teste l'effet de la formation des enseignants sur les performances des élèves qui apprennent avec un enseignement explicite. Le contraste est codé « 0 1 -1 0 0 » respectivement associé aux conditions E+F+S versus E-F+S. Ce contraste n'est pas significatif, $F(1, 262) = .34$, $p = .56$. Autrement dit, il n'y a pas de différence entre les performances entre les élèves dont les enseignants ont eu une formation à l'enseignement explicite et ceux qui n'en ont pas eu.

Pour la compétence relative au calcul du quotient, l'analyse de contrastes est identique à la précédente. Elle montre que les groupes ayant bénéficié d'un enseignement guidé par une séquence clé en main ont des performances significativement meilleures que le groupe contrôle. De plus, les groupes qui ont appris avec l'enseignement explicite obtiennent de meilleurs résultats que ceux des groupes qui ont appris avec un enseignement socioconstructiviste.

Score « reste ». Appliquée au score « reste », l'analyse révèle un effet significatif de l'Évaluation, $F(1, 262) = 481.93$, $p < .001$, $\eta^2_p = .65$, dans le sens où les élèves des différents groupes progressent entre le prétest et le post-test (cf. Tableau 33).

Tableau 33

Moyenne et écart-type du score « reste » au Prétest et au Post-test par Type d'enseignement

	Type d'enseignement				
	GC	E+F+S	E-F+S	SC+F+S	SC-F+S
N	57	64	51	44	51
	Score relatif à l'exactitude du reste au prétest sur 1.75 pts				
M	.03	.03	.69	.02	.04
SD	.20	.22	.29	.12	.25
	Score relatif à l'exactitude du reste au post-test sur 1.75 pts				
M	.80	1.27	1.14	.81	1.02
SD	.77	.62	.71	.80	.69

L'effet d'interaction prédit est significatif, $F(4, 262) = 4.32$, $p < .01$, $\eta^2_p = .062$. Pour comprendre cette interaction, les quatre contrastes qui correspondent aux hypothèses *a priori* concernant les différences entre les groupes sont testés.

Le premier contraste teste l'effet de l'induction d'un changement de pratique pédagogique liée soit à la formation, soit à un apport de séquences clé en main, soit des deux versus une pratique pédagogique usuelle. Autrement dit, l'introduction d'une modification de pratique pédagogique impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « -4 1 1 1 1 » respectivement associé aux conditions GC versus E+F+S, E-F+S, SC+F+S, SC-F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 262) = 5.6$, $p < .05$, $d = .38$. Les performances des élèves dans les quatre conditions expérimentales prises ensemble sont meilleures que dans la condition contrôle.

Le deuxième contraste teste l'effet de la formation des enseignants sur les performances des élèves dès lors qu'une séquence clé en main leur est fournie. Autrement dit, l'accompagnement des séquences par une formation des enseignants impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « 0 1 -1 1 -1 » respectivement associé aux conditions E+F+S, SC+F+S versus E-F+S, SC-

F+S. Ce contraste n'est pas significatif, $F(1,262) = 0.44$, $p = .51$. Il n'y a pas de différence de performances entre les élèves dont les enseignants ont eu une formation et ceux qui n'en ont pas eu.

Le troisième contraste teste l'effet du type d'enseignement sur les performances des élèves selon qu'ils apprennent avec un enseignement explicite ou qu'ils apprennent avec un enseignement socioconstructiviste. Autrement dit, le type d'enseignement impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « 0 1 1 -1 -1 » respectivement associé aux conditions E+F+S, E-F+S, versus SC+F+S, SC-F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 262) = 8.07$, $p < .01$, $d = 0.41$. Les performances des élèves qui ont reçu un enseignement explicite sont meilleures que celles des élèves qui ont reçu un enseignement socioconstructiviste.

Le quatrième contraste teste l'effet de la formation des enseignants sur les performances des élèves qui apprennent avec un enseignement explicite. Le contraste est codé « 0 1 -1 0 0 » respectivement associé aux conditions E+F+S versus E-F+S. Ce contraste n'est pas significatif, $F(1, 262) = .38$, $p = .54$. Autrement dit, il n'y a pas de différence entre les performances entre les élèves dont les enseignants ont eu une formation à l'enseignement explicite et ceux qui n'en ont pas eu.

Pour le calcul du reste, l'analyse de contrastes montre que les groupes ayant bénéficié d'un enseignement guidé par une séquence clé en main ont des performances significativement meilleures que le groupe contrôle. De plus, les groupes qui ont appris avec l'enseignement explicite obtiennent de meilleurs résultats que ceux des groupes qui ont appris avec un enseignement socioconstructiviste.

Score « réponse en ligne ». Appliquée au score « réponse en ligne », l'analyse révèle un effet significatif de l'Évaluation, $F(1, 262) = 272.08$, $p < .001$, $\eta^2_p = .51$, dans le sens où les élèves des différents groupes progressent entre le prétest et le post-test (cf. Tableau 34).

L'effet d'interaction prédit est significatif, $F(4, 262) = 16.84$, $p < .001$, $\eta^2_p = .21$. Pour comprendre cette interaction, les quatre contrastes qui correspondent aux hypothèses *a priori* concernant les différences entre les groupes sont testés.

Le premier contraste teste l'effet de l'induction d'un changement de pratique pédagogique liée soit à la formation, soit à un apport de séquences clé en main, soit des deux versus une pratique pédagogique usuelle. Autrement dit, l'introduction d'une modification de pratique pédagogique impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « -4 1 1 1 1 » respectivement associé aux conditions GC versus E+F+S, E-F+S, SC+F+S, SC-F+S.

Ce contraste est significatif, $F(1, 262) = 35.26$, $p < .001$, $d = .97$. Les performances des élèves dans les quatre conditions expérimentales prises ensemble sont meilleures que dans la condition contrôle.

Tableau 34

Moyenne et écart-type du score « réponse en ligne » au Prétest et au Post-test par Type d'enseignement

	Type d'enseignement				
	GC	E+F+S	E-F+S	SC+F+S	SC-F+S
N	57	64	51	44	51
	Score relatif à l'exactitude du résultat posé en ligne au prétest sur 1.75 pts				
M	0	0	.02	.10	0
SD	0	.03	.10	0	0
	Score relatif à l'exactitude du résultat posé en ligne au post-test sur 1.75 pts				
M	.32	1.68	1.19	.63	1.45
SD	.80	1.03	1.32	.89	1.06

Le deuxième contraste teste l'effet de la formation des enseignants sur les performances des élèves dès lors qu'une séquence clé en main leur est fournie. Autrement dit, l'accompagnement des séquences par une formation des enseignants impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « 0 1 -1 1 -1 » respectivement associé aux conditions E+F+S, SC+F+S versus E-F+S, SC-F+S. Ce contraste n'est pas significatif, $F(1,262) = 1.38$, $p = .24$. Il n'y a pas de différence de performances entre les élèves dont les enseignants ont eu une formation et ceux qui n'en ont pas eu.

Le troisième contraste teste l'effet du type d'enseignement sur les performances des élèves selon qu'ils apprennent avec un enseignement explicite ou qu'ils apprennent avec un enseignement socioconstructiviste. Autrement dit, le type d'enseignement impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « 0 1 1 -1 -1 » respectivement associé aux conditions E+F+S, E-F+S, versus SC+F+S, SC-F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 262) = 22.36$, $p < .01$, $d = .35$. Les performances des élèves qui ont reçu un enseignement explicite sont meilleures que celles des élèves qui ont reçu un enseignement socioconstructiviste.

Le quatrième contraste teste l'effet de la formation des enseignants sur les performances des élèves qui apprennent avec un enseignement explicite. Le contraste est codé « 0 1 -1 0 0 » respectivement associé aux conditions E+F+S versus E-F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 262) = 6.15$, $p < .05$, $d = .41$. Les performances des élèves dont les enseignants ont reçu une formation en enseignement explicite sont meilleures que ceux dont les enseignants n'en ont pas eu.

Pour la réponse en ligne, l'analyse de contrastes montre les mêmes résultats que précédemment, mais elle montre également que la formation des enseignants dans le groupe enseignement explicite a eu un effet bénéfique sur les performances des élèves.

Score « XX ». Appliquée au score « XX », l'analyse révèle un effet significatif de l'Évaluation, $F(1, 262) = 534.66$, $p < .001$, $\eta^2_p = .67$, dans le sens où les élèves des différents groupes progressent entre le prétest et le post-test (cf. Tableau 35).

Tableau 35

Moyenne et écart-type du score « XX » au Prétest et au Post-test par Type d'enseignement

	Type d'enseignement				
	GC	E+F+S	E-F+S	SC+F+S	SC-F+S
N	57	64	51	44	51
	Score « XX » (prise en compte du dividende) au prétest sur 2.75 pts				
M	.05	.04	.15	.13	.07
SD	.36	.31	.50	.58	.40
	Score « XX » (prise en compte du dividende) au post-test sur 2.75 pts				
M	1.64	2.31	2.07	1.29	1.55
SD	1.25	.93	1.10	1.29	1.26

L'effet d'interaction prédit est significatif, $F(4, 262) = 6,97$, $p < .001$, $\eta^2_p = .10$. Pour comprendre cette interaction, les quatre contrastes qui correspondent aux hypothèses *a priori* concernant les différences entre les groupes sont testés.

Le premier contraste teste l'effet de l'induction d'un changement de pratique pédagogique liée soit à la formation, soit à un apport de séquences clé en main, soit des deux versus une pratique pédagogique usuelle. Autrement dit, l'introduction d'une modification de pratique pédagogique impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « -4 1 1 1 1 » respectivement associé aux conditions GC versus E+F+S, E-F+S, SC+F+S, SC-F+S. Ce contraste n'est pas significatif, $F(1, 262) = 1.17$, $p = .28$. Il n'y a pas de différence de performances entre les élèves dans les quatre conditions expérimentales prises ensemble et ceux de la condition contrôle.

Le deuxième contraste teste l'effet de la formation des enseignants sur les performances des élèves dès lors qu'une séquence clé en main leur est fournie. Autrement dit, l'accompagnement des séquences par une formation des enseignants impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « 0 1 -1 1 -1 » respectivement associé aux conditions E+F+S, SC+F+S versus E-F+S, SC-F+S. Ce contraste n'est pas significatif, $F(1, 262) = .05$, $p = .83$. Il n'y a pas de différence de performances entre les élèves dont les enseignants ont eu une formation et ceux qui n'en ont pas eu.

Le troisième contraste teste l'effet du type d'enseignement sur les performances des élèves selon qu'ils apprennent avec un enseignement explicite ou qu'ils apprennent avec un enseignement socioconstructiviste. Autrement dit, le type d'enseignement impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « 0 1 1 -1 -1 » respectivement associé aux conditions E+F+S, E-F+S, versus SC+F+S, SC-F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 262) = 18.42$, $p < .001$, $d = .67$. Les performances des élèves qui ont reçu un enseignement explicite sont meilleures que celles des élèves qui ont reçu un enseignement socioconstructiviste.

Le quatrième contraste teste l'effet de la formation des enseignants sur les performances des élèves qui apprennent avec un enseignement explicite. Le contraste est codé « 0 1 -1 0 0 » respectivement associé aux conditions E+F+S versus E-F+S. Ce contraste n'est pas significatif, $F(1, 262) = .27$, $p = .60$. Autrement dit, il n'y a pas de différence entre les performances entre les élèves dont les enseignants ont eu une formation à l'enseignement explicite et ceux qui n'en ont pas eu.

Pour la compétence liée à la prise en compte des deux premiers chiffres du dividende lorsque cela est nécessaire, l'analyse de contrastes montre que les groupes qui ont appris avec l'enseignement explicite obtiennent de meilleurs résultats que ceux des groupes qui ont appris avec un enseignement socioconstructiviste.

Score « zéro ». Appliquée au score « zéro », l'analyse révèle un effet significatif de l'Évaluation, $F(1, 262) = 393.12$, $p < .001$, $\eta^2_p = .60$, dans le sens où les élèves des différents groupes progressent entre le prétest et le post-test (cf. Tableau 36).

Tableau 36

Moyenne et écart-type du score « zéro » au Prétest et au Post-test par Type d'enseignement

	Type d'enseignement				
	GC	E+F+S	E-F+S	SC+F+S	SC-F+S
N	57	64	51	44	51
	Score « prise en compte de l'abaissement du zéro » au prétest sur .5 pt				
M	.01	.01	.04	0	.01
SD	.05	.06	.14	0	.07
	Score « prise en compte de l'abaissement du zéro » au post-test sur .5 pt				
M	.26	.41	.46	.24	.31
SD	.30	.20	.27	.25	.26

L'effet d'interaction prédit est significatif, $F(4, 262) = 5,27$, $p < .001$, $\eta^2_p = .075$. Pour comprendre cette interaction, les quatre contrastes qui correspondent aux hypothèses *a priori* concernant les différences entre les groupes sont testés.

Le premier contraste teste l'effet de l'induction d'un changement de pratique pédagogique liée soit à la formation, soit à un apport de séquences clé en main, soit des deux versus une pratique pédagogique usuelle. Autrement dit, l'introduction d'une modification de pratique pédagogique impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « -4 1 1 1 1 » respectivement associé aux conditions GC versus E+F+S, E-F+S, SC+F+S, SC-F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 262) = 5.5$, $p < .05$, $d = .46$. Les performances des élèves dans les quatre conditions expérimentales prises ensemble sont meilleures que dans la condition contrôle.

Le deuxième contraste teste l'effet de la formation des enseignants sur les performances des élèves dès lors qu'une séquence clé en main leur est fournie. Autrement dit, l'accompagnement des séquences par une formation des enseignants impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « 0 1 -1 1 -1 » respectivement associé aux conditions E+F+S, SC+F+S versus E-F+S, SC-F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 262) = 4.75$, $p < .05$, $d = .20$. Les performances des élèves dont les enseignants ont eu une formation sont plus faibles que celles des élèves dont les enseignants n'en ont pas eu.

Le troisième contraste teste l'effet du type d'enseignement sur les performances des élèves selon qu'ils apprennent avec un enseignement explicite ou qu'ils apprennent avec un enseignement socioconstructiviste. Autrement dit, le type d'enseignement impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « 0 1 1 -1 -1 » respectivement associé aux conditions E+F+S, E-F+S, versus SC+F+S, SC-F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 262) = 21.98$, $p < .001$, $d = 0.67$. Les performances des élèves qui ont reçu un enseignement explicite sont meilleures que celles des élèves qui ont reçu un enseignement socioconstructiviste.

Le quatrième contraste teste l'effet de la formation des enseignants sur les performances des élèves qui apprennent avec un enseignement explicite. Le contraste est codé « 0 1 -1 0 0 » respectivement associé aux conditions E+F+S versus E-F+S. Ce contraste n'est pas significatif, $F(1, 262) = 2.81$, $p = .10$. Autrement dit, il n'y a pas de différence entre les performances entre les élèves dont les enseignants ont eu une formation à l'enseignement explicite et ceux qui n'en ont pas eu.

Pour la compétence liée à l'abaissement du zéro lorsque cela est nécessaire, l'analyse de contrastes montre que les groupes ayant bénéficié d'un enseignement guidé par une séquence clé en main ont des performances significativement meilleures que le groupe contrôle. De plus, les groupes qui ont appris avec l'enseignement explicite obtiennent de meilleurs résultats que ceux des groupes qui ont appris avec un enseignement socioconstructiviste. Enfin la formation des enseignants a un effet sur les performances des élèves.

Score « phrase réponse ». Appliquée au score « phrase réponse », l'analyse révèle un effet significatif de l'Évaluation, $F(1, 262) = 362.41$, $p < .001$, $\eta^2_p = .58$, dans le sens où les élèves des différents groupes progressent entre le prétest et le post-test (cf. Tableau 37).

L'effet d'interaction prédit est significatif, $F(4, 262) = 5{,}32$, $p < .001$, $\eta^2_p = .08$. Pour comprendre cette interaction, les quatre contrastes qui correspondent aux hypothèses *a priori* concernant les différences entre les groupes sont testés.

Le premier contraste teste l'effet de l'induction d'un changement de pratique pédagogique liée soit à la formation, soit à un apport de séquences clé en main, soit des deux versus une pratique pédagogique usuelle. Autrement dit, l'introduction d'une modification de pratique pédagogique impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « -4 1 1 1 1 » respectivement associé aux conditions GC versus E+F+S, E-F+S, SC+F+S, SC-F+S.

Ce contraste n'est pas significatif, $F(1, 262) = 3.8$, $p = .052$. Il n'y pas de différence de performances entre les élèves dans les quatre conditions expérimentales prises ensemble et ceux de la condition contrôle.

Tableau 37

Moyenne et écart-type du score « phrase réponse » au Prétest et au Post-test par Type d'enseignement

	Type d'enseignement				
	GC	E+F+S	E-F+S	SC+F+S	SC-F+S
N	57	64	51	44	51
	Score « phrase réponse » au prétest sur 1 pt				
M	.05	.05	.18	.11	.07
SD	.11	.15	.24	.22	.14
	Score « phrase réponse » au post-test sur 1 pt				
M	.53	.73	.72	.42	.57
SD	.45	.40	.35	.43	.43

Le deuxième contraste teste l'effet de la formation des enseignants sur les performances des élèves dès lors qu'une séquence clé en main leur est fournie. Autrement dit, l'accompagnement des séquences par une formation des enseignants impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « 0 1 -1 1 -1 » respectivement associé aux conditions E+F+S, SC+F+S versus E-F+S, SC-F+S. Ce contraste n'est pas significatif, $F(1, 262) = 3.1$, $p = .08$. Il n'y a pas de différence de performances entre les élèves dont les enseignants ont eu une formation et ceux qui n'en ont pas eu.

Le troisième contraste teste l'effet du type d'enseignement sur les performances des élèves selon qu'ils apprennent avec un enseignement explicite ou qu'ils apprennent avec un enseignement socioconstructiviste. Autrement dit, le type d'enseignement impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « 0 1 1 -1 -1 » respectivement associé aux conditions E+F+S, E-F+S, versus SC+F+S, SC-F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 262) = 14.66$, $p < .001$, $d = 0.57$. Les performances des élèves qui ont reçu un enseignement explicite sont meilleures que celles des élèves qui ont reçu un enseignement socioconstructiviste.

Le quatrième contraste teste l'effet de la formation des enseignants sur les performances des élèves qui apprennent avec un enseignement explicite. Le contraste est codé « 0 1 -1 0 0 » respectivement associé aux conditions E+F+S versus E-F+S. Ce contraste n'est pas significatif, $F(1, 262) = 1.75$, $p = .18$. Autrement dit, il n'y a pas de différence entre les performances entre les élèves dont les enseignants ont eu une formation à l'enseignement explicite et ceux qui n'en ont pas eu.

Pour la rédaction de la phrase réponse aux problèmes posés, l'analyse de contrastes montre que les groupes qui appris avec l'enseignement explicite obtiennent de meilleurs résultats que ceux des groupes qui ont appris avec un enseignement socioconstructiviste.

À titre exploratoire, sur la base des perceptions des enseignants sur le niveau de compétences de leurs élèves, une variable « profil d'élève » est construite. Cette variable présente deux modalités[12] : « les bons élèves et les élèves moyens en progrès » (BMP) versus « les élèves moyens à risque et les élèves en difficulté » (MRED). En croisant cette variable avec les cinq conditions de la variable « Type d'enseignement », dix conditions sont obtenues (cf. Tableau 38). Ces conditions sont regroupées sous le nom de la variable Type d'Enseignement et Profil d'Élève (TEPE).

L'effet simple du Type d'enseignement sur chacune des modalités « Profil d'élève » est testé. Pour les élèves « bons et moyens en progrès », cet effet est significatif $F(4, 257) = 7.44$, $p < .001$. Pour « les élèves moyens à risque et en difficulté », il l'est également $F(4, 257) = 4.78$, $p < .001$. Quel que soit le profil d'élève, leurs performances dépendent des modalités du Type d'enseignement. Une série de comparaisons planifiées est alors réalisée sur le progrès des élèves entre le prétest et le post-test, calculé en faisant la différence entre le score global de l'élève au post-test et le score global de l'élève au prétest. Plusieurs comparaisons sont ainsi effectuées à travers une série de contrastes. L'ANOVA à un facteur teste l'impact de TEPE sur le progrès entre le prétest et le post-test. L'effet est significatif, $F(9, 257) = 11$, $p < .001$.

Premièrement, la différence de performances des élèves MRED qui apprennent avec un enseignement explicite versus un enseignement socioconstructiviste est testée. Le premier contraste teste l'effet du Type d'enseignement sur la performance des élèves MRED. Le contraste est codé « 0 0 0 0 0 0 1 1 -1 -1 » respectivement associé aux conditions 7, 8 versus conditions 9, 10.

[12] Pour rappel : cf. Chapitre 2, Méthode.

Ce contraste n'est pas significatif, $F(1, 257) = 0.24$, $p = .63$. Il n'y a pas de différence de performances entre les élèves des conditions 7 et 8 prises ensemble et ceux des conditions 9 et 10 prises ensemble.

Tableau 38

Moyennes et écarts types du progrès des élèves selon les conditions de la variable Type d'Enseignement et Profil d'Élève (TEPE) – étude de la technique opératoire de la division en CM1

	Type d'enseignement				
	GC	E+F+S	E-F+S	SC+F+S	SC-F+S
N	57	64	51	44	51
	BMP – Élèves Bons et Moyens en Progrès				
Conditions	1	2	3	4	5
M	13.61	16.64	15.20	9.65	14.32
SD	6.27	4.87	5.14	7.76	5.89
	MRED – Élèves Moyens à Risque et élèves En Difficulté				
Conditions	6	7	8	9	10
M	5.56	12.20	6.71	7.51	10.10
SD	5.23	7.47	5.32	7.32	6.55

Deuxièmement, la différence de performances des élèves BMP qui apprennent avec un enseignement explicite, versus un enseignement socioconstructiviste, est testée. Le deuxième contraste teste l'effet du Type d'enseignement sur la performance des élèves BMP. Le contraste est codé « 0 1 1 -1 -1 0 0 0 0 0 » respectivement associé aux conditions 2, 3 versus conditions 4, 5. Ce contraste est significatif, $F(1, 257) = 12.83$, $p < .001$, $d = .62$. Les performances des élèves des conditions 2 et 3 prises ensemble sont meilleures que celles des élèves des conditions 4 et 5 prises ensemble.

Troisièmement, la différence de performances des élèves BMP qui apprennent avec un enseignement explicite, versus un enseignement usuel, est testée. Le troisième contraste teste l'effet de l'enseignement explicite versus usuel sur la performance des élèves BMP. Le contraste est codé « -2 1 1 0 0 0 0 0 0 0 » respectivement associé à la condition 1 versus conditions 2, 3. Ce contraste n'est pas significatif, $F(1, 257) = 3.06$, $p = .08$. Il n'y a pas de différence de performances entre les élèves des conditions 2 et 3 prises ensemble et ceux de la condition 1.

Quatrièmement, la différence de performances des élèves BMP qui apprennent avec un enseignement socioconstructiviste, versus un enseignement usuel, est testée. Le quatrième contraste teste l'effet de l'enseignement socioconstructiviste versus usuel sur la performance des élèves BMP. Le contraste est codé « -2 0 0 1 1 0 0 0 0 0 » respectivement associé à la condition 1 versus conditions 4, 5. Ce contraste n'est pas significatif, $F(1, 257) = 1.35$, $p = .25$. Il n'y a pas de différence de performances entre les élèves des conditions 4 et 5 prises ensemble sont et ceux de la condition 1.

Cinquièmement, la différence de performances des élèves MRED qui apprennent avec un enseignement explicite, versus un enseignement usuel, est testée. Le cinquième contraste teste l'effet de l'enseignement explicite versus usuel sur la performance des élèves MRED. Le contraste est codé « 0 0 0 0 0 -2 1 1 0 0 » respectivement associé à la condition 6 versus conditions 7, 8. Ce contraste est significatif, $F(1, 257) = 6.39$, $p < .05$, $d = .68$ Les performances des élèves des conditions 7 et 8 prises ensemble sont meilleures que celles des élèves de la condition 6.

Sixièmement, la différence de performances des élèves MRED qui apprennent avec un enseignement socioconstructiviste, versus un enseignement usuel, est testée. Le sixième contraste teste l'effet de l'enseignement socioconstructiviste versus usuel sur la performance des élèves MRED. Le contraste est codé « 0 0 0 0 0 -2 0 0 1 1 » respectivement associé à la condition 6 versus conditions 9, 10. Ce contraste est significatif, $F(1, 257) = 4.55$, $p < .05$, $d = .53$. Les performances des élèves des conditions 9 et 10 prises ensemble sont meilleures que celles des élèves de la condition 6.

L'analyse des comparaisons planifiées montre d'une part que l'enseignement explicite profite aux bons élèves et aux élèves moyens en progrès et d'autre part qu'un changement de pratique (quel qu'il soit) est bénéfique pour les élèves moyens à risque et en difficulté.

2.5. Discussion

De nombreux travaux démontrent l'efficacité de l'enseignement explicite en mathématiques pour des publics fragiles (élèves en difficulté, élèves à besoins particuliers, élèves issus de milieux socio-économiques défavorisés). En revanche, très peu de recherches comparent l'efficacité relative de l'enseignement explicite versus d'autres types d'enseignement. Pour pouvoir affirmer avec certitude de la plus-value d'une méthode sur une autre, il est nécessaire de comparer directement l'acquisition d'une même notion sur les mêmes élèves et dans une même temporalité grâce à des méthodes pédagogiques différentes. Par ailleurs, la recherche sur l'efficacité de l'éducation a été critiquée pour son manque de perspectives interculturelles (Reynolds et al., 2014). En effet, les facteurs d'efficacité peuvent fonctionner dans certains contextes éducatifs et pas dans d'autres. Bien que les méta-analyses mettent en évidence que certaines méthodes pédagogiques sont plus efficaces que d'autres, cela ne se substitue pas à la vérification empirique dans un contexte culturel particulier. Des études comparatives entre différents systèmes éducatifs sont nécessaires pour évaluer la validité de différents modèles d'efficacité et expliquer comment les orientations pédagogiques des pays affectent la réussite des élèves (Creemers, 2006). En l'occurrence, en France, très peu de recherches permettent d'argumenter les choix de méthodes pédagogiques fondés sur la preuve en mathématiques.

Dans la présente étude, l'efficacité de l'enseignement explicite (enseignement dirigé) de la technique opératoire de la division à des élèves de CM1 issus de l'éducation prioritaire en France est étudiée et comparée à l'efficacité de l'enseignement socioconstructiviste (enseignement par la découverte) et à celui de l'enseignement usuel.

Quatre groupes expérimentaux ont été constitués : deux groupes enseignement explicite et deux groupes enseignement socioconstructiviste, tous deux destinataires d'une séquence clé en main ; quel que soit le type d'enseignement, un seul groupe sur les deux, bénéficie d'une formation.

Tout d'abord, le résultat général et par type de tâche puis les résultats par compétences ainsi que les résultats par profil d'élèves sont discutés en abordant l'effet du type d'enseignement puis en examinant l'effet de la formation des enseignants. Ensuite, les points forts particuliers des interventions pédagogiques et leurs implications sont débattus. Enfin les limites et les orientations futures sont présentées.

Résultat général et par type de tâches. Comme prédit, les groupes ayant bénéficié de l'enseignement explicite obtiennent de meilleures performances que ceux des groupes ayant appris la technique opératoire de la division avec un enseignement socioconstructiviste. Ces résultats montrent qu'un enseignement progressif et structuré facilite l'apprentissage de cette notion plus qu'un enseignement fondé sur la découverte du savoir visé par l'élève. En revanche, l'analyse des résultats liés à l'effet de la formation montre que celle-ci n'a pas eu d'impact sur les performances des élèves.

Comme dans l'étude précédente (comparaison de l'efficacité de l'enseignement explicite, socioconstructiviste et usuel pour la technique opératoire de la soustraction en CE1), l'évaluation comporte des exercices de complexité différente : la pose et le calcul de cinq divisions de la plus simple à la plus complexe et deux problèmes de partage, l'un où il faut chercher la valeur d'une part et l'autre où il faut chercher le nombre de parts. Pour faciliter la discussion, un tableau (cf. Tableau 39) résume les tailles d'effet des comparaisons effectuées sur le score total et sur les scores des exercices intermédiaires.

Tableau 39

Taille d'effet du type d'enseignement sur le score total et sur les scores intermédiaires (étude sur la technique opératoire de la division)

	Taille d'effet (*d* de Cohen)
Score total	
Effet de l'enseignement explicite et de l'enseignement socioconstructiviste versus l'enseignement usuel (Contraste 1)	.44
Effet de l'enseignement explicite versus l'enseignement socioconstructiviste (Contraste 3)	.54
Score des divisions	
Contraste 1	.58
Contraste 3	.49
Score des problèmes	
Contraste 3	.57

Dans leur globalité, les résultats sont similaires à ceux obtenus dans l'étude précédente. Premièrement les élèves des quatre groupes expérimentaux progressent plus que ceux du groupe contrôle, le groupe ayant appris avec l'enseignement socioconstructiviste et bénéficiant d'une formation faisant exception ; deuxièmement, les résultats des élèves du groupe enseignement explicite diffèrent significativement de ceux du groupe enseignement socioconstructiviste.

À l'exception du groupe enseignement socioconstructiviste avec formation, les élèves dont les enseignants n'ont pas eu la charge de la création et de la rédaction du travail préparatoire (séquence) ont mieux réussi. Cela tend à confirmer que la mise à disposition et l'utilisation d'outils ou ressources pédagogiques pertinents, compris et assimilés par les enseignants, peuvent leur permettre de concentrer davantage leurs efforts sur la mise en œuvre pédagogique au sein de la classe. Soutenus par une recherche didactique bien menée préalablement et dégagés de la phase de conception de séance, ils se rendent plus disponibles et peuvent accroitre leur attention sur la régulation de la compréhension des élèves. Margolinas et Wozniak (2009) parlent à ce sujet d'un « document générateur » (p. 69) servant à la mise en texte du savoir et répondant à la question : comment enseigner ? (*see also* Engelmann, 1992). Ce résultat suggère que pour améliorer l'efficacité de l'enseignement il est indispensable de fournir aux enseignants des outils pertinents (e.g., manuels, fiches de séquences, fiches de séances). Cependant, d'un point de vue descriptif, les moyennes des scores du groupe SC+F+S sont systématiquement plus faibles que celles du groupe GC. Ce résultat parait surprenant, les enseignants du groupe SC+F+S bénéficiant d'une séquence mise à leur disposition. Toutefois, il pourrait être mis en relation avec la composition du groupe SC+F+S caractérisé par une faible représentation d'élève BMP (9 %) contre 11.3 % d'élève BMP dans la condition GC (cf. Tableau 20).

Par ailleurs, la similitude de ces résultats avec ceux de la première étude renforce l'idée que l'offre d'un enseignement guidé et structuré est profitable aux enfants des écoles REP et REP+. En effet, cet enseignement donne de nombreuses occasions d'apprendre aux élèves ; leur engagement dans les tâches scolaires est plus important et il induit un temps net de travail des élèves (*times on task*) conséquent (Gauthier & Dembélé, 2004). D'une certaine manière, l'enseignement explicite introduit des pratiques pédagogiques qui évitent les « surajustements vis-à-vis du niveau initial de compétences ou de surattention aux difficultés des élèves » (Goigoux, 2018, p. 9), ceux-ci entrainant la plupart du temps un morcèlement ou une simplification des tâches qui deviennent alors de bas niveau sur le plan cognitif (Kherroubi & Rochex, 2004).

Pareillement à l'étude sur la technique opératoire de la soustraction en CE1, la différence des moyennes des groupes des conditions expérimentales et contrôle de cette recherche sont non significatifs concernant les mesures liées à la formation. Quel que soit le type d'enseignement, les performances des élèves ne sont pas meilleures lorsque leurs enseignants ont bénéficié d'une formation. Les deux études étant axées sur le même champ disciplinaire d'apprentissage, les mêmes hypothèses peuvent être avancées. Soit le script des séquences est détaillé de façon telle qu'il se suffit à lui-même ; soit le contenu de la formation, fondé essentiellement sur l'appropriation de la séquence et sur la résolution des problèmes didactiques engendrés par l'apprentissage de la notion visée, n'est pas adapté aux réels besoins des enseignants et n'apporte donc pas de plus-value. La combinaison de ces deux hypothèses ou le temps trop court de formation, dispensé sous forme de trois heures d'animation pédagogique, peuvent également être à l'origine de ce résultat, contraire à l'hypothèse initiale.

Alors que le pattern observé sur le score général se confirme pour le sous-score des divisions, il n'en est pas de même pour le sous-score des problèmes. En effet, si le changement pédagogique (quel que soit le type d'enseignement utilisé) est bénéfique aux élèves pour la pose et le calcul des divisions, en revanche, il ne l'est pas en ce qui concerne l'apprentissage des problèmes. Pour ces derniers, seul l'enseignement explicite apporte une plus-value. Une explication peut être avancée pour interpréter ce résultat. L'enseignement explicite facilite une approche métacognitive de l'apprentissage des problèmes. Il permet en effet à l'apprenant d'aborder le problème comme une histoire où il se passe des actions qui vont engendrer des calculs. L'enseignement explicite permet également d'identifier le schéma approprié pour organiser les informations (Cardelle-Elawar, 1995). La résolution de problèmes est sans aucun doute une des tâches les plus complexes en mathématiques puisqu'elle implique la mobilisation de plusieurs compétences (e.g., lire, calculer, rédiger une phrase réponse). Or, l'enseignement explicite à travers l'étape du modelage et celle de la pratique guidée évite une surcharge de la mémoire de travail au sein de cette activité complexe (Gaultier et al., 2013), ce que ne permet pas l'enseignement socioconstructiviste *a priori*. D'ailleurs, la différence de progrès entre les élèves du groupe contrôle et ceux du groupe enseignement socioconstructiviste est comparable. Cette observation diffère de celle réalisée lors de l'étude sur la technique opératoire de la soustraction en CE1 pour laquelle le sous-score en problème suivait les mêmes résultats que le score total.

Résultats par compétence. Le prétest et le post-test utilisés pour évaluer le progrès des élèves engagés dans l'apprentissage de la technique opératoire de la division au CM1 impliquent l'évaluation de neuf compétences. Pour faciliter la discussion, un tableau récapitulatif (cf. Tableau 40) résume les tailles d'effet des comparaisons effectuées sur le score de chacune des compétences évaluées.

À l'instar des résultats du score total, le changement de pratique pédagogique induit des progrès significatifs pour quasiment toutes les compétences évaluées. Les quatre groupes expérimentaux pris ensemble sont meilleurs que le groupe contrôle (cf. contraste 1). Encore une fois, les élèves issus des REP et des REP+ développent des compétences dès lors qu'on les met en situation de réussite progressive, chaque savoir de base se cumulant avec d'autres au fur et à mesure de l'apprentissage pour aboutir à la réussite d'une tâche plus complexe. Seule la compétence « XX », liée à la prise en compte des deux chiffres du dividende, ne suit pas ce schéma. Comme dans le cas des problèmes, les élèves du groupe contrôle et ceux du groupe enseignement socioconstructiviste font des progrès comparables, $t(150) = 1.22$, $p = .22$.

Par ailleurs, l'intervention de type enseignement explicite a accru la réussite des élèves sur toutes les compétences (cf. contraste 3). Cet enseignement met l'accent sur l'importance de la compréhension et fournit des stratégies pour améliorer l'apprentissage des élèves, sans perte de temps, la procédure la plus efficace leur étant proposée dès le modelage par l'enseignant (Gauthier et al., 2013). Ainsi, le temps dédié à l'entrainement et à l'automatisation de la technique opératoire, tâche prépondérante dans ce type de notion, est augmenté.

Des effets significatifs de la formation apparaissent sur quatre compétences (cf. contraste 2 et 4) : la pose de la division en potence, l'abaissement du zéro, l'écriture du résultat du calcul en ligne sous la forme D = dq + r et la rédaction de la phrase réponse aux problèmes. Ce résultat est à interpréter avec prudence, car il ne renseigne pas réellement sur l'impact de la formation. En effet, la mise en potence de deux nombres est une compétence de bas niveau ne nécessitant pas de recherche particulière, si ce n'est le repérage gauche/droite des nombres à placer de part et d'autre de la potence, ce qui est montré par l'enseignant. De la même manière, l'écriture en ligne relève de l'application d'une formule également donnée par l'enseignant. Enfin, la phrase réponse correspond à une reformulation de la question posée dans le problème, quel que soit le problème.

Tableau 40

Taille d'effet du type d'enseignement sur les compétences engagées par les élèves pour réussir la tâche (étude sur la technique opératoire de la division)

	Taille d'effet (*d* de Cohen)
Score « mettre en potence »	
Effet de l'enseignement explicite et de l'enseignement socioconstructiviste versus l'enseignement usuel (Contraste 1)	.05
Effet de la formation (Contraste 2)	.29
Effet de l'enseignement explicite versus l'enseignement socioconstructiviste (Contraste 3)	.44
Effet de la formation au sein du groupe enseignement explicite (Contraste 4)	.35
Score des soustractions bien posées	
Contraste 1	.67
Contraste 3	.45
Score relatif à l'exactitude du quotient	
Contraste 1	.33
Contraste 3	.39
Score relatif à l'exactitude du reste	
Contraste 1	.38
Contraste 3	.41
Score relatif à l'exactitude du résultat posé en ligne	
Contraste 1	*.97*
Contraste 3	*.35*
Contraste 4	*.41*
Score « XX » (prise en compte du dividende)	
Contraste 3	*.67*
Score relatif à abaissement du zéro	
Contraste 1	*.38*
Contraste 2	*.20*
Contraste 3	*.41*
Score relatif à l'exactitude du résultat posé en ligne	
Contraste 1	*.46*
Contraste 2	*.20*
Contraste 3	*.67*

Résultats par profils d'élève. Ayant la preuve que les élèves de CM1 issus des REP et REP+ en conditions expérimentales acquièrent un certain degré de compétence liée à l'utilisation de la technique opératoire de la division, il est testé si les effets de l'intervention varient en fonction du niveau des élèves (pour rappel : les élèves Bons et Moyens en Progrès sont désignés par BMP et les élèves Moyens à Risque et En Difficulté par MRED). Le tableau 41 synthétise les tailles d'effet des comparaisons effectuées en fonction des profils d'élèves.

Tableau 41

Taille d'effet du type d'enseignement sur les profils d'élèves (étude sur la technique opératoire de division)

	Taille d'effet (*d* de Cohen)
MRED - enseignement explicite versus enseignement socioconstructiviste	*Non significatif*
BMP - enseignement explicite versus enseignement socioconstructiviste	.61
BMP - enseignement explicite versus enseignement usuel	*Non significatif*
BMP - enseignement socioconstructiviste versus enseignement usuel	*Non significatif*
MRED - enseignement explicite versus un enseignement usuel	.68
MRED - enseignement socioconstructiviste versus un enseignement usuel	.53

Plusieurs résultats sont importants à discuter. Premièrement, les élèves MRED réussissent mieux dans les conditions expérimentales que dans la condition contrôle. De plus, l'intervention de type enseignement explicite a un effet plus important. Tel n'est pas le cas pour les élèves BMP pour qui l'intervention n'a pas eu d'effet significatif. Autrement dit, lorsqu'ils ne sont pas accompagnés, les enseignants sont plus performants avec des élèves BMP qu'avec des élèves MRED. À ce propos, certaines recherches (e.g., Maurice & Murillo, 2008) suggèrent que lorsqu'ils préparent leurs séances, les enseignants sélectionnent des activités d'un niveau de difficulté correspondant à celui d'un élève moyen en progrès de leur classe.

Contrairement aux résultats de recherche qui montrent que l'enseignement explicite constitue une intervention particulièrement efficace pour les élèves en difficulté, dans cette étude, il apporte une plus-value importante aux élèves BMP. Une interprétation possible réside dans la complexité de la technique opératoire de la division qui combine plusieurs compétences en calcul et qui demande un certain nombre de prérequis (e.g., la technique opératoire de la soustraction avec et sans retenue, la mémorisation des résultats des faits numériques liés aux tables des multiplications). Quel que soit le profil d'élève, la présence de ces compétences préalables n'a pas été vérifiée. Il peut être envisagé que les élèves BMP maitrisent mieux ces prérequis que les élèves MRED.

De plus, à titre exploratoire et compte tenu de la littérature montrant que les filles sont réputées moins performantes que les garçons en mathématiques, l'effet du type d'enseignement est testé en fonction du genre. Il n'y a pas de différence significative entre les performances des filles et des garçons, quelle que soit la méthode pédagogique utilisée pour apprendre la technique opératoire de la division en CM1.

Limites. Les résultats de la présente étude corroborent ceux obtenus dans l'étude sur la technique opératoire de la soustraction en CE1 qui indiquent que les interventions pédagogiques prodiguées par les enseignants ont un impact sur les performances des élèves de milieux défavorisés. Néanmoins, le plan expérimental étant similaire, les limites sont sensiblement les mêmes.

Comme dans l'étude précédente, celle-ci compare uniquement la différence de progrès des élèves qui ont appris avec un enseignement explicite, socioconstructiviste ou usuel, mais ne renseigne en rien sur l'efficacité d'autres types d'intervention pédagogique. D'après la méta-analyse de Bissonnette et ses collègues (2010) par exemple, l'enseignement réciproque est également efficace. De plus, le modèle dynamique de l'efficacité éducative (Creemers & Kyriakides, 2008) détermine plusieurs dimensions nécessaires à une approche réaliste des effets des situations d'enseignement-apprentissage dont il n'est pas tenu compte dans cette étude. La présente recherche étudie uniquement l'effet du type d'enseignement. Or, pour reprendre les propos de Clanet (2012), les situations d'enseignement sont éminemment complexes et ne se réduisent pas aux éléments qui la constituent :

> À l'instar de la réalisation d'un excellent plat de cuisine, la qualité du plat ne peut s'apprécier à la seule vue des ingrédients qui entrent dans sa réalisation. L'étape suivante consisterait à penser qu'au-delà des ingrédients il y a lieu de préciser les différentes étapes à respecter ainsi que les manières de faire. Il restera toujours le tour de main du cuisinier et surtout l'alchimie entre les ingrédients, les épices, les effets de la cuisson autant de processus qui aboutiront à un met succulent. (Clanet, 2012, p. 15)

De la même manière que dans l'étude précédente, il est nécessaire de rappeler que, malgré la rigueur du protocole expérimental, il n'est pas réalisable de contrôler tous les facteurs qui peuvent interférer dans une comparaison de deux méthodes pédagogiques *stricto sensu* et il n'y a pas eu non plus de post-tests différés permettant de contrôler si les progrès perdurent dans le temps.

Au regard des résultats plus faibles obtenus par les élèves ayant appris la technique opératoire de la division dont les enseignants ont reçu une formation, par rapport ceux ayant appris avec un enseignement usuel, il semble que des données supplémentaires sont nécessaires pour clarifier l'origine de ces différences.

Enfin, une autre limite peut être mentionnée. La technique de la division étant une notion nouvelle, complexe et structurée pour des élèves de CM1, son apprentissage nécessite un certain nombre de connaissances préalables (e.g., savoir soustraire des nombres ; connaitre les résultats des tables de multiplication). Celles-ci devraient être contrôlées pour pouvoir garantir que les résultats sont uniquement dus au type d'enseignement choisi. Cette vérification est indispensable dès lors que l'on souhaite conclure sur l'impact de l'intervention pédagogique en fonction du niveau scolaire des élèves.

Implications et recherches futures. L'étude précédente et la présente étude sont réalisées selon des designs expérimentaux identiques et pour des notions mathématiques du même domaine (i.e., les techniques opératoires). Toutefois, elles s'adressent à des niveaux de classes différents (i.e., CE1 et CM1). Quel que soit le niveau de classe et quel que soit la technique opératoire apprise, l'enseignement explicite donne de meilleurs résultats que l'enseignement socioconstructiviste pour les élèves de l'éducation prioritaire. Ce résultat est-il extensible à l'ensemble de toutes les techniques opératoires ? Telle est la question de recherche qui pourrait se poser.

Comme l'étude sur la technique opératoire de la soustraction en CE1, celle sur la technique opératoire de la division en CM1 n'élucide pas les processus cognitifs et motivationnels sous-jacents à la réussite des élèves.

À l'instar des propos tenus par Van Luit et Naglieri (1999), des recherches supplémentaires sont indispensables pour évaluer dans quelle mesure les connaissances apprises et développées sur la technique opératoire grâce à l'enseignement explicite peuvent être transférées dans des tâches plus complexes telles que l'apprentissage de différents types de problèmes.

D'autres pistes de recherche pourraient également être envisagées. En effet, le sentiment d'efficacité personnelle (Bandura, 1997) de l'enseignant est nourri par des expériences de maitrise (i.e., les succès rencontrés du professeur dans sa pratique). Celui-ci correspond à la conviction de l'enseignant d'avoir un impact sur la qualité des apprentissages de ses élèves même quand ceux-ci sont en difficulté ou peu motivés (Guskey & Passaro, 1994). Or, l'enseignement explicite met les élèves en difficulté en situation de réussite. Il serait donc pertinent de tester dans quelle mesure l'utilisation de ce type d'enseignement favorise un sentiment d'efficacité personnelle chez les enseignants. En effet, ceux dont le sentiment d'efficacité personnelle est élevé sont plus engagés auprès des enfants en difficulté d'apprentissage et maintiennent un haut niveau d'exigence pour tous leurs élèves (Guskey & Passaro, 1994).

Conclusion. Cette nouvelle étude contribue aux recherches visant à montrer que les enseignants peuvent faire la différence du point de vue de la réussite scolaire des élèves issus de l'éducation prioritaire. En leur fournissant des séquences pédagogiques où l'accent est porté sur une planification minutieuse et cohérente des contenus didactiques, autrement dit en modifiant les pratiques d'enseignement, une amélioration des résultats peut être obtenue. Bien que « les résultats des élèves dépendent de nombreux facteurs, dont certains échappent au système éducatif […] toutes les voies permettant de favoriser leur capacité à faire progresser les élèves méritent donc d'être explorées » (Cusset, 2011, p.11).

Pour conclure ce chapitre, il est bon de souligner que les résultats sont globalement comparables à ceux décrits dans l'étude de la technique opératoire de la soustraction en CE1. Bien qu'il soit communément admis que la structuration des activités pédagogiques permette d'apprendre plus facilement, l'élargissement de l'enseignement explicite à l'apprentissage des notions mathématiques nouvelles complexes et structurées pour les élèves de l'éducation prioritaire semble être une alternative prometteuse. Les recherches futures devront apporter des preuves supplémentaires en ce sens.

Le chapitre suivant présente la comparaison des effets de l'enseignement socioconstructiviste versus l'enseignement explicite pour l'apprentissage de la notion d'aire en CM2.

CHAPITRE 5

ÉTUDE 3
Enseignement de la notion d'aire en CM2

PLAN DU CHAPITRE

1. LA NOTION D’AIRE DANS LE CHAMP DES GRANDEURS ET MESURES

Tout comme le sont les volumes et les angles, les aires représentent une grandeur nouvelle introduite au cycle 3 dans les programmes français de 2016. Les documents d’accompagnement (EDUSCOL) recommandent une approche par situations problèmes empruntées à la vie courante ou issues d’autres disciplines. Il est précisé que le travail sur les grandeurs et mesures se construit tout au long de la scolarité et qu’il est nécessaire de travailler d’abord les grandeurs pour elles-mêmes puis ensuite d’introduire une ou plusieurs mesures associées. Les stratégies d’enseignement préconisées font état d’un travail réalisé en priorité sur la manipulation d’objets réels pour objectiver la compétence « percevoir ». Concernant la notion d’aire plus précisément, il est écrit :

> Des figures découpées à superposer permettent de renforcer la compréhension de la notion d’aire et à la distinguer de celle de périmètre : une étoile à 8 branches qui s’inscrit dans un carré peut avoir une aire inférieure à celle du carré, mais un périmètre plus grand ; si on partage un carré en deux rectangles superposables, ces rectangles ont une aire deux fois plus petite, mais il n’en est pas de même pour leur périmètre, *etc.* (MENESR, 2016b, p. 3)

La détermination des mesures de grandeurs des objets manipulés se fait également progressivement en passant d’unités relatives aux objets manipulés à des unités moins préhensiles comme le kilomètre carré par exemple. Plusieurs compétences sont attendues :

- Comparer et ordonner des grandeurs (exemple : utiliser des gabarits pour comparer des aires) ;
- Ajouter des grandeurs (exemple : représenter une figure dont l’aire est trois fois plus grande que celle d’un rectangle donné) ;
- Découvrir des unités et mesurer des grandeurs (exemple : aire d’un rectangle de 5 cm de longueur et 2 cm de largeur peut s’écrire, dans le domaine des grandeurs et mesures, 5 cm x 2 cm c’est-à-dire 5 x 1 cm x 2 x 1 cm ce qui revient à écrire 10 x (1 cm x 1 cm) soit 10 cm^2) ;
- Estimer des mesures (exemple : acquisition de valeurs de références facilement préhensiles comme le cm^2 et le m^2 puis enrichissement par des valeurs moins « accessibles » comme l’hectare, le km^2) ;

- Effectuer des changements d'unités (exemple : les changements d'unités d'aire sont justifiés par le lien qu'elles entretiennent avec les unités de longueur et, lorsque c'est possible, avec la géométrie. Les conversions se justifient par le calcul) ;

Les ressources d'accompagnement stipulent également que :

> Les tableaux des unités (ou tableaux de conversions) sont des outils efficaces pour institutionnaliser la suite des préfixes dès le cours moyen, mais les conversions s'appuyant sur les relations connues ou le sens des préfixes restent néanmoins requises, et non l'utilisation mécanique de tableaux de conversion. (MENESR, 2016b, p.7)

- Utiliser des formules (exemple : aire du rectangle, du carré, du triangle, du disque).

2. L'EXPÉRIENCE DE TERRAIN AUPRÈS D'ÉLÈVES DE CM2 EN REP ET REP+

2.1. Participants

Trois cent quarante-quatre élèves participent à cette recherche. Ils sont issus de 25 classes de CM2 de 12 écoles primaires publiques toutes situées dans des réseaux d'éducation prioritaire de l'académie de Martinique. Sont exclus de la recherche, les élèves en situation de handicap cognitif, les élèves allophones, les élèves qui ne sont pas présents aux deux évaluations pré- et post-test. Compte tenu des critères d'exclusion énoncés précédemment, les analyses portent sur 301 élèves, dont 147 filles et 154 garçons ayant un âge compris entre 110 et 148 mois (M = 127.07, SD = 6.13). La répartition des élèves Bon et Moyen en Progrès (BMP) et Moyen à Risque et En Difficulté (MRED) dans les groupes expérimentaux et contrôle est présentée dans le Tableau 42. Les 25 enseignants sont majoritairement des femmes (18 sur 25). L'ancienneté générale de service est située entre neuf et dix ans. La recherche s'est réalisée sous couvert des autorités académiques.

Comme dans les deux études précédentes (soustraction et division), par la suite, seront désignés par :

- E+F+S : les élèves ayant reçu un enseignement explicite avec formation et avec séquence ;
- SC+F+S : les élèves ayant reçu un enseignement socioconstructiviste avec formation et avec séquence ;
- GC : les élèves du groupe contrôle, utilisant un enseignement usuel d'orientation socioconstructiviste.

Tableau 42

Répartition (en nombre et en pourcentage) par genre et par profil d'élèves des groupes expérimentaux et du groupe contrôle de l'étude sur la notion d'aire.

	GC *N* = 97		E+F+S *N* = 96		SC+F+S *N* = 108	
	F	G	F	G	F	G
BMP	28	27	33	26	33	27
	9.3 %	9 %	11 %	8.6 %	11 %	9 %
MRED	15	27	17	20	21	27
	5 %	9 %	5.6 %	6.6 %	7 %	9 %

2.2. Design

L'expérience suit un design de type prétest-intervention-post-test. Le design expérimental est 3 (Type d'enseignement : explicite avec formation et avec séquence, socioconstructiviste avec formation et avec séquence, groupe contrôle) x 2 (Evaluation : Prétest, Post-test) avec le second facteur intrasujet. Les 25 classes sont assignées au hasard à une des deux conditions Type d'enseignement : 96 élèves en enseignement explicite avec formation et avec séquence (groupe expérimental), 108 élèves en enseignement socioconstructiviste avec formation et avec séquence (groupe expérimental), 97 élèves en enseignement usuel c'est-à-dire sans formation et sans séquence (groupe contrôle). Les trois groupes sont équivalents en termes de répartition par sexe (cf. Tableau 43). En effet, il n'y a pas de différence significative de la répartition fille-garçon sur les groupes de l'étude (khi-deux = 1.25, ddl = 2, $p = .53$). En revanche, les groupes ne sont pas équivalents en termes d'âge moyen, $F(2, 298) = 3,74$, $p < .05$. Le groupe enseignement socioconstructiviste ($M = 125.88$, $SD = 7.07$) est significativement plus jeune que le groupe enseignement explicite ($M = 128.17$, $SD = 5.87$), $t(202) = 2.70$, $p < .05$.

L'étude s'est déroulée dans le cadre des enseignements ordinaires.

Tableau 43

Âge moyen en mois et répartition par genre des différents groupes expérimentaux et contrôle de l'étude sur la notion d'aire en CM2

	Type d'enseignement		
	GC	E+F+S	SC+F+S
N	97	96	108
Âge en mois			
M	127.31	128.11	125.88
SD	4.96	5.87	7.07
N_{filles}	43	50	54
$N_{\text{garçons}}$	54	46	54

2.3. Matériel et procédure

Comme dans les expériences précédentes, l'expérience comprend trois phases : le prétest, l'intervention et le post-test. Le prétest et le post-test permettent d'établir le niveau des élèves avant et après l'apprentissage. La différence de résultats entre prétest et post-test mesure le progrès des élèves et l'impact du type d'enseignement. Le prétest permet aussi de s'assurer de l'équivalence des groupes. Dans cette étude, l'analyse ANOVA à un facteur $F(2, 298) = .12$, $p = .89$ n'est pas significative, ce qui indique que les groupes sont équivalents au prétest. Les deux tests sont des épreuves écrites, strictement identiques et prévues pour une durée maximale de 30 minutes. Ils sont espacés de dix jours. Les instructions de ces deux tests sont standardisées pour assurer des passations comparables dans toutes les classes. Ils se déroulent en conditions de classe et ils sont administrés par un assistant de recherche.

2.3.1. Prétest

Pour mesurer le niveau des élèves concernant leurs compétences liées l'apprentissage de la notion d'aire, cinq exercices sont proposés.

Le premier exercice consiste à trouver l'aire totale d'un puzzle dont les pièces sont découpées dans un carré de 4 carreaux de côté. L'unité d'un carreau est u. Une des pièces du puzzle est grisée. Les élèves doivent également trouver l'aire de la pièce grisée. Toutes les mesures sont exprimées en unité u.

Le deuxième exercice consiste à dessiner une surface qui est trois fois plus grande que celle d'une figure donnée. Ladite figure est elle-même dessinée grâce à deux carreaux entiers et deux demi-carreaux.

Le troisième exercice consiste également à dessiner une surface, mais deux fois plus petites que celle d'une figure donnée qui comprend 7 carreaux.

Le quatrième exercice vise la différence entre l'aire et le périmètre. Les élèves doivent calculer sans instrument l'aire et le périmètre d'une figure dessinée sous forme de petits carreaux, chaque carreau mesurant un mètre de côté. La réponse doit être justifiée.

Le cinquième et dernier exercice cible les conversions d'unité d'aire. Plusieurs égalités sont proposées (e.g., 32 km^2 = 32 000 000 m^2). Elles doivent être vérifiées. Les élèves disent ensuite si elles sont vraies ou fausses et justifient leur réponse.

2.3.2. Évaluations des prérequis

Pour mesurer le niveau des élèves concernant leurs prérequis nécessaires à l'apprentissage de la notion d'aire tel qu'il est envisagé dans les séquences, l'expérimentateur propose trois exercices passés juste après le prétest. Ils ne donnent pas lieu à des scores, mais à des résultats de type acquis ou non acquis. Le premier exercice consiste à faire apparaitre en vert, la surface d'une figure donnée et en rouge son contour. Il porte sur deux compétences : savoir distinguer la surface d'une figure et savoir distinguer le contour d'une figure. Le deuxième exercice vise le calcul en ligne d'un nombre entier par un multiple de dix (utile pour les conversions d'unités d'aire). Le dernier exercice consiste à calculer le périmètre d'une figure donnée pour laquelle toutes les longueurs des côtés sont connues. Le tableau 44 récapitule les résultats relatifs à ces prérequis.

Tableau 44

Nombre et pourcentage d'élèves ayant acquis les compétences préalables (prérequis) à la notion d'aire en fonction des groupes expérimentaux et contrôle

	GC	E+F+S	SC+F+S
N	97	96	108
Reconnaitre le contour d'une figure	82 85.5 %	78 81.3 %	79 73.1 %
Reconnaitre la surface d'une figure	93 95.9 %	86 89.6 %	100 92.6 %
Savoir multiplier un nombre par un multiple de 10	92 94.8 %	80 83.3 %	90 83.3 %
Savoir calculer le périmètre d'une figure	41 42.6 %	38 39.6 %	35 32.4 %

Les résultats (Tableau 44) attestent qu'une grande majorité des élèves des groupes expérimentaux et contrôle possèdent des connaissances préalables à la mise en œuvre de la séquence sur la notion d'aire : 80 % de réussite en moyenne pour la compétence « reconnaitre le contour d'une figure », 98.9 % de réussite en moyenne pour la compétence « reconnaitre la surface d'une figure » et 87.1 % de réussite en moyenne pour la compétence « savoir multiplier un nombre par un multiple de dix ». En revanche, la compétence intitulée « savoir calculer le périmètre d'une figure » est moins maitrisée avec 38.2 % de réussite seulement.

2.3.3. Scores

Les scores sont élaborés comme indiqué dans le Tableau 45. Le score total maximum au test est de 20 points. Dans le calcul des scores, des points sont attribués à la fois au résultat des exercices, mais également aux procédures utilisées.

Tableau 45

Score (nombre de points) attribué à chacune des tâches composant l'évaluation des compétences relative à l'apprentissage de la notion d'aire

Type d'exercice	Consigne	Calcul du score
Aire du puzzle	Voici un puzzle. L'unité d'aire est le carreau (u). Quelle est l'aire totale de ce puzzle ? Quelle est l'aire de la pièce A grisée ?	Aire totale du puzzle : 0.5 point Aire de la pièce A : 1 point Score maximum : 1.5 point
Dessiner une surface	Dessine en rouge une surface qui est trois fois plus grande que celle de la figure ci-dessous. Dessine en vert une surface qui est deux fois plus petite que celle de la figure ci-dessous.	Figure rouge : 2.5 points Figure verte : 3.5 points Score maximum : 6 points
Comparaison aire et périmètre	Calcule l'aire et le périmètre de la figure suivante sans utiliser d'instrument. Chaque carreau mesure 1 m de côté. Justifie par un calcul en ligne.	Longueur du périmètre : 1 point Justification de la longueur du périmètre : 1.5 point Aire de la figure : 1.5 point Justification de l'aire de la figure : 2 points Score maximum : 6 points
Exercice de conversion	Vérifie les égalités suivantes et dis si elles sont vraies ou fausses après avoir justifié ta réponse. 32 km^2 = 32 000 000 m^2 9 m^2 = 900 mm^2 1 m^2 = 1 dm^2	Réponse vraie ou fausse : 0.5 point par réponse Justification des réponses : 2 points pour les 2 premières égalités et 1 point pour la dernière. Score maximum : 6.5 points

2.3.4. Intervention

Les élèves des trois groupes expérimentaux et contrôle ont réalisé un apprentissage de la notion d'aire durant une semaine. La durée de la séquence, le nombre de séances, les objectifs visés, la progression et le temps de manipulation sont identiques.

Les enseignants des élèves des groupes expérimentaux E+F+S et SC+F+S reçoivent trois heures de formation en présentiel, dispensées par une conseillère pédagogique ne faisant pas partie de l'équipe des expérimentateurs et aveugle aux hypothèses. L'objectif de cette formation est de présenter chacune de méthodes employées (enseignement explicite ou enseignement socioconstructiviste) et de familiariser les enseignants avec la séquence de mathématiques à mettre en œuvre. Comme pour les autres expérimentations, ce moment de formation est également l'occasion pour l'expérimentateur d'établir un rétroplanning des séances pour définir les dates de passation du prétest et du post-test. Les enseignants ont ensuite la possibilité de relire de manière détaillée et approfondie la séquence et de demander tout type de renseignements.

Les séquences sont conçues et fournies par l'expérimentateur et une conseillère pédagogique spécialiste des mathématiques et différente de celle qui réalise la formation. Elles comportent cinq séances. Les deux séquences suivent une progression qui va du simple au complexe, en passant du concret à l'abstrait (cf. Tableau 46 – enseignement explicite et 47 – enseignement socioconstructiviste) : les séances 1 et 2 prévoient la comparaison, le rangement et la construction de surfaces selon leur aire sans avoir recours à la mesure (avec gabarit, à partir de papier quadrillé) ; la séance 3 prévoit la construction de figures de mêmes aires, mais de formes différentes (différenciation de l'aire et du périmètre) ; la séance 4 vise l'utilisation des unités d'aires usuelles autrement dit la construction de rectangles et de carrés de X cm^2 ; la séance 5 concerne les conversions d'unités d'aire.

Chaque séance d'enseignement explicite tel que suggéré par Gauthier et ses collaborateurs (2013) comporte trois moments : ouverture, conduite et clôture de la leçon. Comme lors des études précédentes, la conduite de la leçon comprend trois phases : le modelage, la pratique guidée et la pratique autonome. Le Tableau 48 illustre le déroulement d'une séance (i.e., Séance 1) en mettant en correspondance les différents moments et l'action du maitre.

Tableau 46

Plan de séquence de l'enseignement explicite de la notion d'aire

Numéro de la séance	Objectif	Exemple de contenus
1	Comparer, ranger et construire des surfaces selon leur aire sans recours à la mesure (avec un gabarit).	Une surface, c'est l'intérieur d'une figure. L'aire d'une figure c'est lorsqu'on mesure cette surface. Je vais vous distribuer un gabarit en plusieurs exemplaires (cf. carré bleu en annexe). À partir de ce gabarit, vous allez comparer les surfaces des différentes formes qui vous sont présentées ci-dessus. Je vais vous montrer comment procéder.
2	Comparer et construire des surfaces sur papier quadrillé à partir d'une unité u et donner leur aire.	La surface des figures A, B, C, D, E, F, G sont constituées de plusieurs petits carreaux. Pour calculer l'aire de chaque figure, nous allons compter le nombre de petits carreaux par figure. Exemple de la figure B : je compte 5 carreaux entiers et 4 « petits triangles », un triangle étant un carré coupé en deux. L'aire de la figure B c'est donc 5 carreaux + 4 x la moitié d'un carreau (soit 2 carreaux).
3	Construire des figures de même aire, mais de formes différentes (différencier aire et périmètre)	Dessine une surface qui a la même aire que la surface A (dessinée sur un papier quadrillé), mais qui n'a pas la même forme.
4	Utiliser des unités d'aire usuelles : construire des rectangles et des carrés de … cm^2	Aujourd'hui on va apprendre à construire des rectangles et des carrés de différentes aires à partir d'un papier quadrillé puis sur une feuille blanche. Exemple : je veux construire un rectangle d'aire 12u, u étant l'unité « petit carreau ».
5	Utiliser des unités d'aires usuelles et effectuer des conversions.	Je vais vous montrer une surface d'1 mm^2, 1 cm^2, 1 dm^2, 1 m^2. (Préparer au préalable ces différents carrés pour bien montrer l'échelle que cela représente). Voici un rectangle dont l'aire est de 32 m^2 Je veux exprimer cette aire en cm^2. Dans 1 m, il y a 100 cm (1 m = 100 cm). 1 m^2 c'est un carré d'1 m sur 1 m (dessiner le carré pour que les élèves visualisent bien). 1 m^2 = 1 m x 1 m = 100 cm x 100 cm = 10 000 $cm^{2.}$ Donc : 1 m^2 = 10 000 cm^2. 32 m^2 c'est 32 x 1 m^2. Donc : 32 m^2 = 32 x 10 000 cm^2 = 32 000 cm^2. L'aire du rectangle vert mesure 32 m^2 ce qui est équivalent à 32 000 cm^2.

Tableau 47

Plan de séquence de l'enseignement socioconstructiviste de la notion d'aire

Numéro de la séance	Objectif	Exemple de contenus
1	Comparer, ranger et construire des surfaces selon leur aire sans recours à la mesure (avec un gabarit).	« Voici un rectangle (distribuer plusieurs rectangles d'un quart de feuille A4). Vous allez construire des surfaces qui ont des aires font le double de celle de ce rectangle. Vous pouvez découper, dessiner… Faites le travail en binôme. »
2	Comparer et construire des surfaces sur papier quadrillé à partir d'une unité u et donner leurs aires.	« Voici plusieurs figures. Exprimez les aires des différentes figures à partir d'un petit carreau nommé u. Faites-le par 2. »
3	Construire des figures de même aire, mais de formes différentes (différencier aire et périmètre)	« Voici 2 figures. Soit u, l'unité d'aire (un petit carreau) et c, l'unité de longueur d'un petit carreau. Quelle est leur aire ? Quel est leur périmètre ? Compare-les selon leur aire puis selon leur périmètre. Justifier vos réponses. Expliciter les procédures pour chaque calcul. »
4	Utiliser des unités d'aire usuelles : construire des rectangles et des carrés de … cm^2	« Par deux, vous allez tracer tous les rectangles possibles dont l'aire mesure 24 u et 16 u. Je vous donne deux feuilles de papier quadrillé différentes pour le faire. Une pour les rectangles d'aire 24 u et l'autre pour les rectangles d'aire 16 u. »
5	Utiliser des unités d'aires usuelles et effectuer des conversions.	« L'aire d'une surface mesure 37 m^2. Donne cette aire en mm^2. »

Tableau 48

Exemple de déroulement d'une séance en enseignement explicite concernant l'apprentissage de la notion d'aire (i.e., Séance 1)

Moments de la séance	Exemple d'action du maitre
Ouverture de la leçon	
Explicitation de l'objectif	« Aujourd'hui nous allons apprendre à comparer des surfaces pour pouvoir les ranger (par exemple de la plus petite à la plus grande, ou inversement). »
Présentation de l'objectif	« À la fin de la séance, vous serez capable de savoir si une figure a une aire plus grande qu'une autre à partir de découpage, de superposition, de gabarit. »
Réactivation des connaissances	« Une surface, c'est l'intérieur d'une figure. L'aire d'une figure c'est lorsqu'on mesure cette surface. »
Conduite de la leçon	
Modelage	
Intérêt de l'apprentissage	« Savoir comparer l'aire d'une surface ça sert, par exemple, lorsqu'on veut savoir si une pièce est plus grande qu'une autre. Les couturiers ont besoin de tissu pour confectionner (fabriquer) des vêtements. Ils peuvent avoir besoin de calculer l'aire d'une pièce de tissu pour savoir combien de t-shirts ils peuvent faire… » Voici des formes (exercice extrait du Cap Math CM2 – Hatier, Charnay, 2010). Je vais vous distribuer un gabarit en plusieurs exemplaires. À partir de ce gabarit (carré bleu), vous allez comparer les surfaces des différentes formes qui vous sont présentées ci-dessus. Je vais vous montrer comment procéder. »
« Haut-parleur » sur la pensée de l'enseignant	« Je veux comparer la surface de la figure A (parallélogramme) avec mon gabarit (carré bleu). Cela veut dire que je veux savoir quelle est la forme qui a la plus grande surface. Aussi, je vais essayer de placer mon gabarit sur la surface A (montrer comment placer le gabarit à l'intérieur du parallélogramme). On voit qu'il reste une partie de la surface qui n'est pas recouverte. L'aire de la figure A est donc plus grande que l'aire du gabarit. Si je découpe mon carré en deux selon une diagonale (faire le découpage devant les élèves), je peux placer les deux morceaux restant sur la partie de la figure A. Il m'a donc fallu deux gabarits pour recouvrir entièrement la figure A. L'aire de la figure A est donc 2 fois plus grande que celle du gabarit, on peut dire aussi que le gabarit est deux fois plus petit que la figure A. La situation est réalisée avec une autre figure (triangle), mais l'aire de la figure est deux fois plus petite. Dans le cas de la figure A, la surface est plus grande que le gabarit (2 fois plus grande). Dans le cas de la figure B, la surface est plus petite que le gabarit (2 fois plus petite). Donc l'aire de la figure A est plus grande que l'aire de la figure B.

Pratique guidée	
La recherche par les élèves	Consigne : « Par deux, vous allez comparer l'aire des figures C, D, E et H en vous aidant du gabarit (carré bleu). Vous avez le droit de découper des gabarits pour les superposer sur les figures. Comparez d'abord chacune des figures par rapport au gabarit, puis ensuite vous les classez de la plus petite à la plus grande. Si les élèves dessinent les gabarits plutôt que les découper, montrer cette solution au moment de l'institutionnalisation.
L'institution-nalisation	La surface c'est l'intérieur d'une figure. L'aire c'est la mesure de cette surface. Pour comparer l'aire de plusieurs figures, on peut passer par un gabarit et voir combien de fois on arrive à positionner ce gabarit sur la figure.
Modelage	« Maintenant on va apprendre à faire des figures qui sont le double ou le quart ou la moitié… d'une autre. » Prendre une feuille A4. Voici une feuille blanche. Je veux construire une surface qui mesure exactement la moitié de celle de la feuille. Comment je peux faire ? ⇨ Je vais couper la feuille en 2 : comment ? Montrer qu'on peut plier la feuille dans le sens de la longueur, de la largeur, selon les diagonales... et découper devant les élèves. À partir des gabarits, dessiner les figures au tableau. L'aire de la figure A, c'est la moitié de l'aire de la figure B. Si je veux dessiner une surface dont l'aire est le double de la feuille blanche maintenant. Il suffit que j'assemble deux feuilles blanches. ⇨ Montrer comment on peut assembler les feuilles et pour chaque proposition, dessiner au tableau la feuille obtenue.
Pratique guidée	
La recherche par les élèves	« Par deux, vous allez plier vos feuilles pour avoir 4 parties de même aire. Vous allez les découper pour faire des surfaces dont l'aire est quatre fois plus petite que la feuille blanche. On peut aussi dire un quart. Vous pouvez aussi tracer des traits. » Procéder à une correction individuelle.
L'institution-nalisation	Plier la feuille pour faire apparaitre 4 surfaces égales puis colorier une partie dont l'aire fait un quart de la surface. Proposer d'autres solutions. Colorier une seule partie pour obtenir une surface d'aire = à 1 quart de la feuille blanche et/ou une surface d'aire égale à la moitié de celle de la feuille blanche
Pratique autonome	« Voici un gabarit (un carré d'une taille différente que lors du modelage). À l'aide de ce gabarit, trouve les figures qui ont une aire deux fois plus grande que celle du gabarit. Tu peux plier le gabarit si tu as besoin ou les figures. »
Clôture de la leçon	« Qu'avons-nous appris à faire pendant cette séance ? Qu'est-ce que l'aire d'une figure ? Comment peut-on comparer des aires d'une surface quand on a un gabarit ? Demain on apprendra à construire des figures qui ont des d'aires doubles ou triples d'une surface donnée. »

En enseignement socioconstructiviste, la conduite de la leçon comprend quatre phases : la situation de découverte, la phase de synthèse dite de mise en commun, l'institutionnalisation du savoir et la phase d'application et d'entrainement. Le Tableau 49 illustre le déroulement d'une séance (i.e., Séance 1) en mettant en correspondance les différents moments et l'action du maitre.

Tableau 49

Exemple de déroulement d'une séance socioconstructiviste concernant l'apprentissage de la notion d'aire (i.e., Séance 1)

Moments de la séance	Exemple d'action du maitre
Ouverture de la leçon	
Présentation de l'objectif	« Nous allons travailler sur les aires c'est-à-dire sur la mesure de la surface d'une figure. Nous allons apprendre à comparer, ranger et construire des surfaces selon leurs aires ».
Conduite de la leçon	
Situation de découverte et mise en groupe	Situation n°1 « Voici un rectangle (distribuer plusieurs rectangles d'un quart de feuille A4). Vous allez construire des surfaces qui dont des aires font le double de celle de ce rectangle. Vous pouvez découper, dessiner… Faites le travail en binôme. »
Synthèse : mise en commun	Affichez les différentes productions en demandant aux élèves d'expliciter leur procédure.
Institutionnalisation	Pour construire une surface dont l'aire fait le double du rectangle, je compose une figure en rassemblant l'équivalent de deux rectangles. Je peux découper les rectangles en plusieurs morceaux et puis les assembler pour former d'autres figures. (Coller des exemples réalisés par les élèves sur une grande affiche récapitulative). Cette affiche constituera la trace écrite. (Prendre une photo numérique et imprimer)
Phase d'application	Consigne : « Voici des figures (4 exemples sont proposés). Colorie une surface dont l'aire fait la moitié de l'aire de la surface totale (la surface peut être composée de plusieurs « morceaux. » Ensuite, distribuer les figures ci-dessous (6 figures différentes sont proposées) en prenant soin de colorier au préalable des surfaces qui font la moitié ou le quart de la surface totale. Consigne : « Quelles sont les surfaces qui ont la même aire ? Que peut-on dire de leur aire par rapport à la surface totale ?

Mise en groupe	**<u>Situation N°2</u>** : Exercices extraits du manuel Cap Maths – CM2 (Hatier, Charnay, 2010) « Voici plusieurs figures. Il faut les ranger de la plus petite à la plus grande surface. Pour vous aider, vous avez des gabarits : les carrés bleus que vous pouvez plier. Vous allez travailler par deux. »
Synthèse : mise en commun	Afficher les différents ordres trouvés par les binômes et interroger les élèves sur les procédures utilisées pour répondre aux problèmes.
Institutionnalisation	Pour ranger des surfaces de la plus petite aire à la plus grande, on peut comparer leur aire par rapport à une aire de référence : celle du gabarit. Ici c'est un carré. Il faut exprimer chaque aire en fonction de celle de référence. Donner un exemple concret avec une figure dessinée.
Phase d'application	Range ces surfaces de celle qui a la plus petite aire à celle qui a la plus grande, sachant que le cercle est inscrit dans le carré (monter ce qu'est un cercle inscrit). 6 figures différentes sont proposées.
Clôture de la leçon	« Que faut-il retenir de la leçon d'aujourd'hui ? Qu'est-ce que l'aire d'une surface ? Comment construire une surface dont l'aire est 2 fois plus grande que celle du départ ? (Par exemple) »

Les enseignants du groupe contrôle ne reçoivent pas de formation. Ils élaborent eux-mêmes leur séquence dans le respect des préconisations faites par l'expérimentateur : comme précisé précédemment, l'apprentissage se fait à la même période que celle du groupe expérimental, au même rythme et en un même nombre de séances de même durée avec un temps de manipulation identique. Les enseignants du groupe contrôle utilisent un enseignement usuel d'orientation socioconstructiviste. Aucun des enseignants ne connait la pédagogie explicite ce qui exclut son utilisation. Toutefois, l'expérimentateur vérifie cette condition grâce à une visite en classe et à partir des fiches de préparation des professeurs.

2.3.5. Post-test

Le post-test est identique au prétest et se déroule pour tous les participants le lendemain de la dernière séance, soit après la séance 5.

2.4. Résultats

Pour analyser l'effet du Type d'enseignement et de l'Évaluation sur les performances des élèves, autrement dit sur le changement de performance entre le prétest et le post-test, des analyses de variance (ANOVA) avec design mixte sont réalisées. Pour tous les effets, les tailles sont rapportées (le *d* de Cohen et l'eta carré η^2_p). Pour rappel, les effets sont interprétés comme petits quand $\eta^2_p < .01$ ou $d < .2$, moyens quand η^2_p se situe entre .06 et .14 ou quand *d* est compris entre .2 et .8, et grands quand $\eta^2_p > .14$ ou $d > .8$ (Cohen, 1988 ; Lakens, 2013). Le Tableau 50 fait la synthèse des moyennes et écarts types par Type d'enseignement et par Évaluation pour le score total moyen au test et pour chacune des tâches.

Le score total et le score par type de tâche sont analysés par des ANOVA mixtes 3 (explicite avec formation et avec séquence, socioconstructiviste avec formation et avec séquence, groupe contrôle) X 2 (Evaluation : Prétest, Post-test) avec le second facteur intrasujet.

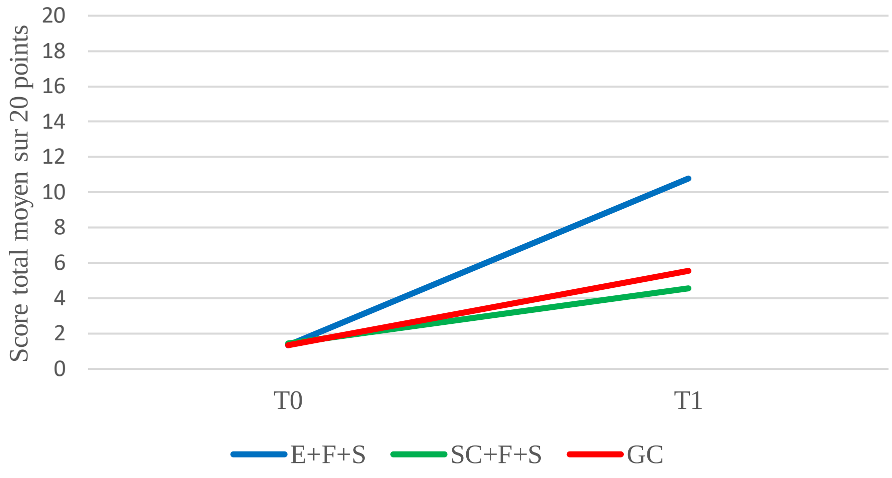
Score total. Appliquée au score total, l'analyse révèle un effet significatif de l'Évaluation, $F(1, 298) = 506.68$, $p < .001$, $\eta^2_p = .63$ (cf. Figure 7), dans le sens où les élèves des différents groupes progressent entre le prétest et le post-test (cf. Tableau 50).

Tableau 50

Moyenne et écart-type du score total au Prétest et au Post-test par Type d'enseignement

	Type d'enseignement		
	GC	E+F+S	SC+F+S
N	97	96	108
Score total au prétest sur 20 pts			
SM	1.34	1.34	1.44
SD	1.64	1.62	1.71
Score total au post-test sur 20 pts			
M	5.55	10.78	4.56
SD	4.78	5.11	3.98

Figure 7. Interaction entre le type d'enseignement et le temps d'évaluation sur le score total moyen



L'effet d'interaction prédit est significatif, $F(2, 298) = 60.91$, $p < .001$, $\eta^2_p = .29$. Pour comprendre cette interaction, deux contrastes (comparaisons planifiées) qui correspondent aux hypothèses *a priori* concernant les différences entre les groupes sont testés (Brauer & McClelland, 2005).

Le premier contraste teste l'effet de l'induction d'un changement de pratique pédagogique versus une pratique pédagogique usuelle. Autrement dit, l'introduction d'une modification de pratique pédagogique impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « -2 1 1 » respectivement associé aux conditions GC versus E+F+S, SC+F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 298) = 10.44$, $p < .01$, $d = .37$. Les performances des élèves dans les deux conditions expérimentales prises ensemble sont meilleures que dans la condition contrôle.

Le deuxième contraste teste l'effet du type d'enseignement sur les performances des élèves selon qu'ils apprennent avec un enseignement explicite ou qu'ils apprennent avec un enseignement socioconstructiviste. Autrement dit, le type d'enseignement impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « 0 1 -1 » respectivement associé aux conditions E+F+S versus SC+F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 298) = 64.26$, $p < .001$, $d = 1.35$. Les performances des élèves qui ont reçu un enseignement explicite sont meilleures que celles des élèves qui ont reçu un enseignement socioconstructiviste.

Une ANOVA à un facteur montre que l'effet du type d'enseignement sur le progrès des élèves entre le prétest et le post-test est significatif, $F(2, 298) = 60.91$, $p < .001$. Des analyses *post-hoc*[13] en utilisant le critère Bonferrroni montrent que la différence entre les performances des élèves ayant appris avec l'enseignement explicite ($M = 9.44$, $SD = 4.79$) sont meilleures que celles des élèves ayant reçu un enseignement usuel ($M = 4.22$, $SD = 4.14$), $t\ (191) = 8.42$, $p < .001$. En revanche, la différence entre les performances des élèves ayant appris avec l'enseignement socioconstructiviste ($M = 3.13$, $SD = 3.99$) et celles des élèves ayant reçu un enseignement usuel ($M = 4.22$, $SD = 4.14$) n'est pas significative.

L'hypothèse principale de cette étude à savoir que les performances des élèves qui apprennent la notion d'aire avec un enseignement explicite sont meilleures que celles des élèves qui apprennent avec un enseignement socioconstructiviste est vérifiée. Les élèves qui ont appris avec un enseignement socioconstructiviste obtiennent des résultats comparables à ceux du groupe contrôle. Les analyses suivantes testent l'hypothèse principale pour chacune des tâches de l'évaluation : trouver l'aire d'une figure, dessiner une surface trois fois plus grande qu'une surface donnée, dessiner une surface deux fois plus petite qu'une surface donnée, calculer l'aire et le périmètre d'une figure, convertir des unités de surface en utilisant des unités usuelles.

Score « aire du puzzle ». Appliquée au score « aire du puzzle », l'analyse révèle un effet significatif de l'Évaluation, $F(1, 298) = 181.2$, $p < .001$, $\eta^2_p = .38$, dans le sens où les élèves des différents groupes progressent entre le prétest et le post-test (cf. Tableau 51).

L'effet d'interaction prédit n'est pas significatif, $F(2, 298) = 2.09$, $p = .126$, $\eta^2_p = .01$. Pour comprendre cette interaction, les quatre contrastes qui correspondent aux hypothèses *a priori* concernant les différences entre les groupes sont testés.

Le premier contraste teste l'effet de l'induction d'un changement de pratique pédagogique versus une pratique pédagogique usuelle. Autrement dit, l'introduction d'une modification de pratique pédagogique impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « -2 1 1 » respectivement associé aux conditions GC versus E+F+S, SC+F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 298) = 3.99$, $p < .05$, $d = .25$. Les performances des élèves dans les deux conditions expérimentales prises ensemble sont meilleures que dans la condition contrôle.

[13] Une analyse *post-hoc* (du latin *post-hoc*, « après cela ») est une analyse statistique correspondant à des comparaisons réalisées à la vue des données et qui ne correspondaient à des hypothèses *a priori*.

Tableau 51

Moyenne et écart-type du score « aire du puzzle » au Prétest et au Post-test par Type d'enseignement

	Type d'enseignement		
	GC	E+F+S	SC+F+S
N	97	96	108
	Score « aire du puzzle » au prétest sur 1.5 pts		
M	.42	.51	.49
SD	.56	.59	.63
	Score « aire du puzzle » au post-test sur1.5 pts		
M	.90	1.16	.96
SD	.63	.52	.63

Le deuxième contraste teste l'effet du type d'enseignement sur les performances des élèves selon qu'ils apprennent avec un enseignement explicite ou qu'ils apprennent avec un enseignement socioconstructiviste. Autrement dit, le type d'enseignement impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « 0 1 -1 » respectivement associé aux conditions E+F+S versus SC+F+S. Ce contraste n'est pas significatif, $F(1, 298) = 2.42$, $p = .121$. Il n'y a pas de différence de performances entre les élèves qui ont reçu un enseignement explicite et ceux qui ont reçu un enseignement socioconstructiviste.

Pour le calcul de l'aire d'une figure, le changement de pratique entraine une amélioration des performances des élèves.

Score « surface 3 fois plus grande ». Appliquée au score « surface 3 fois plus grande », l'analyse révèle un effet significatif de l'Évaluation, $F(1, 298) = 99.48$, $p < .001$, $\eta^2_p = .25$, dans le sens où les élèves des différents groupes progressent entre le prétest et le post-test (cf. Tableau 52).

L'effet d'interaction prédit est significatif, $F(2, 298) = 50.15$, $p < .001$, $\eta^2_p = .25$. Pour comprendre cette interaction, les quatre contrastes qui correspondent aux hypothèses *a priori* concernant les différences entre les groupes sont testés.

Le premier contraste teste l'effet de l'induction d'un changement de pratique pédagogique versus une pratique pédagogique usuelle. Autrement dit, l'introduction d'une modification de pratique pédagogique impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « -2 1 1 » respectivement associé aux conditions GC versus E+F+S, SC+F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 298) = 7.60$, $p < .01$, $d = .45$. Les performances des élèves dans les deux conditions expérimentales prises ensemble sont meilleures que dans la condition contrôle.

Tableau 52

Moyenne et écart-type du score « surface 3 fois plus grande » au Prétest et au Post-test par Type d'enseignement

	Type d'enseignement		
	GC	E+F+S	SC+F+S
N	97	96	108
Score « surface 3 fois plus grande » au prétest sur 2.5 pts			
M	.30	.21	.28
SD	.80	.69	.79
Score « surface 3 fois plus grande » au post-test sur 2.5 pts			
M	.53	1.75	.41
SD	1.02	1.15	.94

Le deuxième contraste teste l'effet du type d'enseignement sur les performances des élèves selon qu'ils apprennent avec un enseignement explicite ou qu'ils apprennent avec un enseignement socioconstructiviste. Autrement dit, le type d'enseignement impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « 0 1 -1 » respectivement associé aux conditions E+F+S versus SC+F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 298) = 38.21$, $p < .001$, $d = 1.27$. Les performances des élèves qui ont reçu un enseignement explicite sont meilleures que celles des élèves qui ont reçu un enseignement socioconstructiviste.

Une ANOVA à un facteur montre que l'effet du type d'enseignement sur le progrès des élèves entre le prétest et le post-test est significatif, $F(2, 298) = 50.15$, $p < .001$. Des analyses *post-hoc* en utilisant le critère Bonferrroni montrent que la différence entre les performances des élèves ayant appris avec l'enseignement explicite ($M = 1.54$, $SD = 1.28$) sont meilleures que celles des élèves ayant reçu un enseignement usuel ($M = 0.22$, $SD = 0.92$), $t\ (191) = 8.2$, $p < .001$. En revanche, la différence entre les performances des élèves ayant appris avec l'enseignement socioconstructiviste ($M = .14$, $SD = 1.07$) et celles des élèves ayant reçu un enseignement usuel ($M = 0.22$, $SD = 0.92$) n'est pas significative.

Pour le dessin d'une figure dont la surface est trois fois plus grande qu'une figure donnée, le changement de pratique entraine une amélioration des performances des élèves. De plus, le progrès des élèves qui bénéficient d'un enseignement explicite est supérieur à celui des élèves qui ont appris avec un enseignement socioconstructiviste. Les élèves qui ont appris avec un enseignement socioconstructiviste obtiennent des résultats comparables à ceux du groupe contrôle.

Score « surface 2 fois plus petite ». Appliquée au score « surface 2 fois plus petite », l'analyse révèle un effet significatif de l'Évaluation, $F(1, 298) = 82.07$, $p < .001$, $\eta^2_p = .22$, dans le sens où les élèves des différents groupes progressent entre le prétest et le post-test (cf. Tableau 53).

Tableau 53

Moyenne et écart-type du score « surface 2 fois plus petite » au Prétest et au Post-test par Type d'enseignement

	Type d'enseignement		
	GC	E+F+S	SC+F+S
N	97	96	108
Score « surface 2 fois plus petite » au prétest sur 3.5 pts			
M	.11	0	.03
SD	.61	0	.34
Score « surface 2 fois plus petite » au post-test sur 3.5 pts			
M	.36	1.5	.26
SD	1.07	1.74	.92

L'effet d'interaction prédit est significatif, $F(2, 298) = 32.56$, $p < .001$, $\eta^2_p = .18$. Pour comprendre cette interaction, les quatre contrastes qui correspondent aux hypothèses *a priori* concernant les différences entre les groupes sont testés.

Le premier contraste teste l'effet de l'induction d'un changement de pratique pédagogique versus une pratique pédagogique usuelle. Autrement dit, l'introduction d'une modification de pratique pédagogique impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « -2 1 1 » respectivement associé aux conditions GC versus E+F+S, SC+F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 298) = 5.87$, $p < .05$, $d = .37$. Les performances des élèves dans les deux conditions expérimentales prises ensemble sont meilleures que dans la condition contrôle.

Le deuxième contraste teste l'effet du type d'enseignement sur les performances des élèves selon qu'ils apprennent avec un enseignement explicite ou qu'ils apprennent avec un enseignement socioconstructiviste. Autrement dit, le type d'enseignement impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « 0 1 -1 » respectivement associé aux conditions E+F+S versus SC+F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 298) = 36.53$, $p < .001$, $d = .89$. Les performances des élèves qui ont reçu un enseignement explicite sont meilleures que celles des élèves qui ont reçu un enseignement socioconstructiviste.

Une ANOVA à un facteur montre que l'effet du type d'enseignement sur le progrès des élèves entre le prétest et le post-test est significatif, $F(2, 298) = 32.55$, $p < .001$. Des analyses *post-hoc* en utilisant le critère Bonferrroni montrent que la différence entre les performances des élèves ayant appris avec l'enseignement explicite ($M = 1.50$, $SD = 1.74$) sont meilleures que celles des élèves ayant reçu un enseignement usuel ($M = 0.25$, $SD = 0.91$), $t\ (191) = 6.22$, $p < .001$. En revanche, la différence entre les performances des élèves ayant appris avec l'enseignement socioconstructiviste ($M = .22$, $SD = .98$) et celles des élèves ayant reçu un enseignement usuel ($M = 0.25$, $SD = 0.91$) n'est pas significative.

Pour le dessin d'une figure dont la surface est deux fois plus petite qu'une figure donnée, le changement de pratique entraine une amélioration des performances des élèves. De plus, le progrès des élèves qui bénéficient d'un enseignement explicite est supérieur à celui des élèves qui ont appris avec un enseignement socioconstructiviste. Les élèves qui ont appris avec un enseignement socioconstructiviste obtiennent des résultats comparables à ceux du groupe contrôle.

Score « comparer aire et périmètre d'une figure ». Appliquée au score « comparer aire et périmètre d'une figure », l'analyse révèle un effet significatif de l'Évaluation, $F(1, 298) = 271.68$, $p < .001$, $\eta^2_p = .48$, dans le sens où les élèves des différents groupes progressent entre le prétest et le post-test (cf. Tableau 54).

L'effet d'interaction prédit est significatif, $F(2, 298) = 33.97$, $p < .001$, $\eta^2_p = .19$. Pour comprendre cette interaction, les quatre contrastes qui correspondent aux hypothèses *a priori* concernant les différences entre les groupes sont testés.

Le premier contraste teste l'effet de l'induction d'un changement de pratique pédagogique versus une pratique pédagogique usuelle. Autrement dit, l'introduction d'une modification de pratique pédagogique impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « -2 1 1 » respectivement associé aux conditions GC versus E+F+S, SC+F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 298) = 6.38$, $p < .05$, $d = .28$. Les performances des élèves dans les deux conditions expérimentales prises ensemble sont meilleures que dans la condition contrôle.

Tableau 54

Moyenne et écart-type du score « aire et périmètre » au Prétest et au Post-test par Type d'enseignement

	Type d'enseignement		
	GC	E+F+S	SC+F+S
N	97	96	108
Score « comparer aire et périmètre » au prétest sur 6 pts			
M	.20	.22	.28
SD	.69	.78	.86
Score « comparer aire et périmètre » au post-test sur 6 pts			
M	1.46	2.94	1.12
SD	1.88	1.82	1.32

Le deuxième contraste teste l'effet du type d'enseignement sur les performances des élèves selon qu'ils apprennent avec un enseignement explicite ou qu'ils apprennent avec un enseignement socioconstructiviste. Autrement dit, le type d'enseignement impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « 0 1 -1 » respectivement associé aux conditions E+F+S versus SC+F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 298) = 39.46$, $p < .001$, $d = 1.14$. Les performances des élèves qui ont reçu un enseignement explicite sont meilleures que celles des élèves qui ont reçu un enseignement socioconstructiviste.

Une ANOVA à un facteur montre que l'effet du type d'enseignement sur le progrès des élèves entre le prétest et le post-test est significatif, $F(2, 298) = 33.96$, $p < .001$. Des analyses *post-hoc* en utilisant le critère Bonferrroni montrent que la différence entre les performances des élèves ayant appris avec l'enseignement explicite ($M = 2.72$, $SD = 1.86$) sont meilleures que celles des élèves ayant reçu un enseignement usuel ($M = 1.27$, $SD = 1.82$), $t\,(191) = 5.49$, $p < .001$. En revanche, la différence entre les performances des élèves ayant appris avec l'enseignement socioconstructiviste ($M = 0.84$, $SD = 1.40$) et celles des élèves ayant reçu un enseignement usuel ($M = 1.27$, $SD = 1.82$) n'est pas significative.

Pour le calcul de l'aire et du périmètre d'une figure, le changement de pratique entraine une amélioration des performances des élèves. Le progrès des élèves qui bénéficient d'un enseignement explicite est nettement supérieur à celui des élèves qui ont appris avec un enseignement socioconstructiviste. Les élèves qui ont appris avec un enseignement socioconstructiviste obtiennent des résultats comparables à ceux du groupe contrôle.

Score « exercice de conversion ». Appliquée au score « exercice de conversion », l'analyse révèle un effet significatif de l'Évaluation, $F(1, 298) = 254.44$, $p < .001$, $\eta^2_p = .46$, dans le sens où les élèves des différents groupes progressent entre le prétest et le post-test (cf. Tableau 55).

Tableau 55

Moyenne et écart-type du score « exercice de conversion » au Prétest et au Post-test par Type d'enseignement

	Type d'enseignement		
	GC	E+F+S	SC+F+S
N	97	96	108
Score « exercice de conversion » au prétest sur 6 pts			
M	.30	.41	.35
SD	.45	.58	.47
Score « exercice de conversion » au post-test sur 6 pts			
M	2.30	3.48	1.80
SD	2.46	2.42	2.15

L'effet d'interaction prédit est significatif, $F(2, 298) = 12.29$, $p < .001$, $\eta^2_p = .08$. Pour comprendre cette interaction, les quatre contrastes qui correspondent aux hypothèses *a priori* concernant les différences entre les groupes sont testés.

Le premier contraste teste l'effet de l'induction d'un changement de pratique pédagogique versus une pratique pédagogique usuelle. Autrement dit, l'introduction d'une modification de pratique pédagogique impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « -2 1 1 » respectivement associé aux conditions GC versus E+F+S, SC+F+S. Ce contraste n'est pas significatif, $F(1, 298) = 1.87$, $p = .17$. Il n'y a pas de différence de performances entre les élèves dans les deux conditions expérimentales prises ensemble et celles de la condition contrôle.

Le deuxième contraste teste l'effet du type d'enseignement sur les performances des élèves selon qu'ils apprennent avec un enseignement explicite ou qu'ils apprennent avec un enseignement socioconstructiviste. Autrement dit, le type d'enseignement impacte significativement les performances des élèves. Le contraste est codé « 0 1 -1 » respectivement associé aux conditions E+F+S versus SC+F+S. Ce contraste est significatif, $F(1, 298) = 25.97$, $p < .001$, $d = .73$. Les performances des élèves qui ont reçu un enseignement explicite sont meilleures que celles des élèves qui ont reçu un enseignement socioconstructiviste.

Une ANOVA à un facteur montre que l'effet du type d'enseignement sur le progrès des élèves entre le prétest et le post-test est significatif, $F(2, 298) = 12.29$, $p < .001$. Des analyses *post-hoc* en utilisant le critère Bonferrroni montrent que la différence entre les performances des élèves ayant appris avec l'enseignement explicite ($M = 3.07$, $SD = 2.49$) sont meilleures que celles des élèves ayant reçu un enseignement usuel ($M = 2$, $SD = 2.48$), $t(191) = 3$, $p < .01$. En revanche, la différence entre les performances des élèves ayant appris avec l'enseignement socioconstructiviste ($M = 1.45$, $SD = 2.13$) et celles des élèves ayant reçu un enseignement usuel ($M = 2$, $SD = 2.48$) n'est pas significative.

Pour le calcul des conversions, les progrès des élèves qui bénéficient d'un enseignement explicite sont supérieurs à celui des élèves qui ont appris avec un enseignement socioconstructiviste. Les élèves qui ont appris avec un enseignement socioconstructiviste obtiennent des résultats comparables à ceux du groupe contrôle.

À titre exploratoire, sur la base des perceptions des enseignants sur le niveau de compétences de leurs élèves, une variable « profil d'élève » est construite. Cette variable présente deux modalités[14] : « les bons élèves et les élèves moyens en progrès » (BMP) versus « les élèves moyens à risque et les élèves en difficulté » (MRED). En croisant cette variable avec les trois conditions de la variable « Type d'enseignement », six conditions sont obtenues (cf. Tableau 56). Ces conditions sont regroupées sous le nom de la variable Type d'Enseignement et Profil d'Élève (TEPE).

L'effet simple du Type d'enseignement sur chacune des modalités « Profil d'élève » est testé. Pour les élèves BMP, cet effet est significatif $F(2, 295) = 42.40$, $p < .001$. Pour MRED, il l'est également $F(2, 295) = 26.72$, $p < .001$. Quel que soit le profil d'élève, leurs performances dépendent des modalités du Type d'enseignement. Une série de comparaisons planifiées est alors réalisée sur le

[14] Pour rappel : cf. chapitre 2, Méthode.

progrès des élèves entre le prétest et le post-test, calculé en faisant la différence entre le score global de l'élève au post-test et le score global de l'élève au prétest. Plusieurs comparaisons sont ainsi effectuées à travers une série de contrastes. L'ANOVA à un facteur teste l'impact de TEPE sur le progrès entre le prétest et le post-test. L'effet est significatif, $F(5, 295) = 35.92$, $p < .001$.

Tableau 56

Moyennes et écarts types du progrès des élèves selon les conditions de la variable Type d'Enseignement et Profil d'Élève (TEPE) – étude de la notion d'aire en CM2

	GC	E+F+S	SC+F+S
N	97	96	108
BMP – Elèves Bons et Moyens en Progrès			
Conditions	1	2	3
M	13.61	16.64	9.65
SD	6.27	4.87	7.76
MRED – Elèves Moyens à Risque et En Difficulté			
Conditions	4	5	6
M	5.56	12.20	7.51
SD	5.23	7.47	7.32

Premièrement, la différence de performances des élèves MRED qui apprennent avec un enseignement explicite versus un enseignement socioconstructiviste est testée. Le premier contraste teste l'effet du Type d'enseignement sur la performance des élèves MRED. Le contraste est codé « 0 0 0 0 1 -1 » respectivement associé à la condition 5 versus condition 6. Ce contraste est significatif, $F(1, 295) = 43.26$, $p < .001$, $d = 1.64$. Les performances des élèves de la condition 5 sont meilleures que celles des élèves de la condition 6.

Deuxièmement, la différence de performances des élèves BMP qui apprennent avec un enseignement explicite, versus un enseignement socioconstructiviste, est testée. Le deuxième contraste teste l'effet du Type d'enseignement sur la performance des élèves BMP. Le contraste est codé « 0 1 -1 0 0 0 » respectivement associé à la condition 2 versus condition 3. Ce contraste est significatif, $F(1, 295) = 72.71$, $p < .001$, $d = 1.40$. Les performances des élèves de la condition 2 sont meilleures que celles des élèves de la condition 3.

Troisièmement, la différence de performances des élèves BMP et des élèves MRED qui apprennent avec un enseignement explicite, versus un enseignement usuel, est testée. Le troisième contraste teste l'effet de l'enseignement explicite versus usuel sur la performance des élèves, quel que soit leur niveau de départ. Le contraste est codé « -1 1 0 -1 1 0 » respectivement associé aux conditions 2, 5 versus conditions 1, 4. Ce contraste est significatif, $F(1, 295) = 70.88$, $p < .001$, $d = 1.16$. Les performances des élèves des conditions 2 et 5 prises ensemble sont meilleures que celles des élèves des conditions 1 et 4 prises ensemble.

Quatrièmement, la différence de performances des élèves BMP et des élèves MRED qui apprennent avec un enseignement socioconstructiviste, versus un enseignement usuel, est testée. Le quatrième contraste teste l'effet de l'enseignement socioconstructiviste versus usuel sur la performance des élèves BMP et les élèves MRED. Le contraste est codé « -1 0 1 -1 0 1 » respectivement associé aux conditions 3,6 versus conditions 1, 4. Ce contraste n'est pas significatif, $F(1, 295) = 3.58$, $p = .06$. Il n'y a pas de différence de performances entre les élèves des conditions 3 et 6 prises ensemble et les élèves des conditions 1 et 4 prises ensemble.

L'analyse des comparaisons planifiées montre que l'enseignement explicite profite aussi bien aux bons élèves et aux élèves moyens en progrès qu'aux élèves moyens à risque et en difficulté. Quel que soit le profil, leurs performances sont meilleures que pour les élèves du groupe enseignement socioconstructiviste. Lorsqu'ils apprennent avec un enseignement explicite, les élèves progressent plus qu'avec une pédagogie usuelle. En revanche, le changement de pratique lié à l'enseignement socioconstructiviste n'a pas d'effet significatif sur les performances des élèves comparativement à un enseignement usuel.

2.5. Discussion

Des évaluations internationales à grande échelle dans des domaines disciplinaires variés et pour différentes populations cibles sont entreprises depuis de nombreuses années (e.g., PISA ; TIMMS ; PIRLS). Au fil du temps, ces études ont un impact significatif sur la politique éducative des pays dans des domaines tels que les réformes curriculaires, les méthodes pédagogiques, les décisions budgétaires éducatives (Caro, Lüdtke, & Sandoval-Hernadez, 2014).

Un récent rapport (Villani & Torossian, 2018) rappelle que les enquêtes internationales de cette dernière décennie dévoilent la dégradation continue des résultats des élèves français en mathématiques. Ce constat préoccupant se retrouve également au niveau des évaluations nationales. 42,4% des élèves ont une maitrise fragile en mathématiques et 10 % des jeunes Français ne savent pas utiliser les mathématiques dans leur vie quotidienne (DEPP, 2017a). Le rapport de Villani et Torossian (2018) signale également qu'un tiers des professeurs des écoles n'aiment pas enseigner les mathématiques. Compte tenu de l'importance de ce champ disciplinaire dans les parcours scolaires et des priorités institutionnelles données aux fondamentaux, le manque d'appétence pour les mathématiques les met en situation de grande souffrance. Malgré cela, la responsabilité semble systématiquement reposer sur les enseignants. Que ceux-ci interviennent dans des classes difficiles, avec des élèves perturbateurs ou en difficulté, il est néanmoins attendu que ceux-ci trouvent un moyen d'être efficace (Kennedy, 2010).

Des vingt-et-une mesures préconisées dans le rapport de Villani et Torossian (2018), plusieurs d'entre elles portent sur le recours à l'enseignement explicite et à l'évaluation de son efficacité. Force est de constater qu'en France, très peu de recherches ont donné lieu à une vérification de l'efficacité de cette méthode pédagogique en mathématiques, comparativement à d'autres plus communément utilisées.

Dans la présente étude, l'efficacité de l'enseignement explicite (enseignement dirigé) tel que proposé par Gauthier et ses collaborateurs (2013), de la notion d'aire à des élèves de CM2 issus de l'éducation prioritaire en France est étudiée et comparée à l'efficacité de l'enseignement socioconstructiviste (enseignement par la découverte). Deux groupes expérimentaux ont été constitués : un groupe enseignement explicite et un groupe enseignement socioconstructiviste, tous deux bénéficiaires d'une séquence clé en main et formés au type d'enseignement de leur groupe d'appartenance.

En premier lieu, le résultat général et le résultat des exercices ainsi que ceux relatifs aux différents profils d'élève sont discutés en abordant l'effet du type d'enseignement. En second lieu, les points forts des interventions pédagogiques et leurs implications sont débattus. Enfin, les limites et les orientations futures sont examinées.

Résultat général et par exercices. Les deux groupes expérimentaux (explicite et socioconstructiviste) diffèrent significativement l'un de l'autre sur la mesure générale de l'évaluation (score total) et sur la quasi-totalité des mesures intermédiaires (score par exercice). Les performances du groupe enseignement explicite sont meilleures que celles du groupe enseignement socioconstructiviste. Ces résultats corroborent ceux des deux études précédentes axées sur les techniques opératoires de la soustraction et de la division pour des élèves de CE1 et CM1 respectivement. Intensif et régulier, un enseignement dirigé, structuré et explicite où l'activité cognitive de l'élève est centrale, facilite l'apprentissage de la notion d'aire.

Comme dans les deux études précédentes, l'évaluation propose des exercices de complexité différente : le calcul de l'aire totale d'un puzzle et de l'aire d'une de ses pièces, le dessin d'une surface trois fois plus grande et le dessin d'une surface deux fois plus petite qu'une figure, le calcul de l'aire et du périmètre d'une figure donnée, la vérification d'égalités relatives à des conversions de surface utilisant les unités usuelles. Pour faciliter la discussion, un tableau récapitule les tailles d'effet des comparaisons effectuées sur le score total et sur les exercices intermédiaires (cf. Tableau 57).

Tableau 57

Taille d'effet du type d'enseignement sur le score total et sur les scores intermédiaires (étude sur la notion d'aire)

	Taille d'effet (*d* de Cohen)
Score total	
Effet de l'enseignement explicite et de l'enseignement socioconstructiviste versus l'enseignement usuel (Contraste 1)	.37
Effet de l'enseignement explicite versus l'enseignement socioconstructiviste (Contraste 2)	1.35
Score « Aire totale du puzzle »	
Contraste 1	.25
Score « Dessiner une surface 3 fois plus grande qu'une figure donnée »	
Contraste 1	.45
Contraste 2	1.27
Score « Dessiner une surface 2 fois plus petite qu'une figure donnée »	
Contraste 1	.37
Contraste 2	.89
Score « Comparaison aire et périmètre »	
Contraste 1	*.28*
Contraste 2	*1.14*
Score « Exercice de conversion »	
Contraste 2	*.73*

Les résultats suivent globalement le pattern général des deux précédentes études. Premièrement, la différence de moyenne des scores (général et par exercice) entre les deux conditions expérimentales (E+F+S ; SC+F+S) prises ensemble et la condition contrôle (GC) est toujours significative. Néanmoins, les analyse *post-hoc* suggèrent que cette différence est portée par des scores élevés de la condition E+F+S. En effet, le progrès des élèves dans les conditions SC+F+S et GC sont comparables. Enseigner la notion d'aire avec une méthode socioconstructiviste ne semble pas apporter une valeur ajoutée à l'enseignement usuel. Il existe une exception pour l'exercice de conversions de surface utilisant des unités usuelles. Pour cet exercice l'effet n'est pas significatif, mais l'explication est identique. Les analyses *post-hoc* sont réalisées sur les moyennes des progrès, $F(2, 298) = 12.28$, $p < .001$. Elles montrent que les progrès des élèves du groupe enseignement explicite ($M = 3.07$, $SD = 2.49$) sont significativement supérieurs à ceux réalisés par les élèves du groupe enseignement socioconstructiviste ($M = 1.45$, $SD = 2.13$), $p < .001$ et supérieurs à celui du groupe contrôle ($M = 2$, $SD = 2.47$), $p < .01$. Par ailleurs, les progrès des élèves du groupe enseignement socioconstructiviste et ceux des élèves du groupe contrôle sont comparables, $p = .28$. Par conséquent, les progrès des élèves dans les deux conditions expérimentales prises ensemble ne diffèrent pas de ceux du groupe contrôle pour l'exercice sur les conversions de surfaces. D'une manière générale, ces résultats soulignent l'importance de travailler à partir de séances bien planifiées et bien construites. La rigueur et la qualité du contenu pédagogique des séquences, nécessaires à un apprentissage effectif et efficace de la notion d'aire, ne peuvent être laissées à la totale charge des enseignants. Sans point d'appui et par manque de temps, ceux-ci finissent par proposer trop souvent des activités de découverte et quantité d'exercices d'application sans consacrer un temps particulier et nécessaire pour asseoir suffisamment ce qui est à apprendre. L'enseignement usuel finit alors par ne plus être en adéquation avec l'ambition et les exigences des programmes.

Deuxièmement, les résultats des élèves du groupe enseignement explicite diffèrent significativement de ceux du groupe enseignement socioconstructiviste. Ce canevas général est applicable à tous les exercices, sauf aux scores relatifs à celui de l'aire totale du puzzle. Dans cet exercice, deux consignes distinctes sont données à l'élève. La première consiste à trouver la surface d'un puzzle carré à partir d'une unité de surface donnée en petits carreaux. Le puzzle est dessiné sur un papier quadrillé. La réponse est donc très facile puisqu'il s'agit simplement de multiplier le nombre de carreaux d'un côté par lui-même, voire de compter les carreaux un par un, technique qui peut être utilisée par les élèves. La deuxième consigne est identique, mais elle concerne une pièce du puzzle. Bien qu'elle soit d'un niveau de difficulté légèrement supérieur, la solution est également simple puisqu'il suffit pour l'élève de compter les carrés entiers et les demi-carrés de cette pièce de puzzle pour en trouver la surface. L'exercice 1 étant l'exercice le moins difficile, il n'y a pas de plus-value à utiliser l'enseignement explicite, celui-ci étant particulièrement efficace pour les notions nouvelles, complexes et structurées (Gauthier et al., 2013). De plus, la taille d’effet correspondant à la différence entre l’enseignement explicite et l’enseignement socioconstructiviste pour l’exercice sur la comparaison entre l’aire et le périmètre d’une figure est une des plus importantes (d = 1.14), alors que les prérequis des élèves étaient les plus faibles. L’enseignement explicite semble permettre aux élèves de dépasser leurs lacunes au départ de l’apprentissage.

Résultats par profils d’élève. Comme dans les études précédentes, il est testé si les effets de l'intervention varient en fonction du niveau des élèves (pour rappel : les élèves Bons et Moyens en Progrès sont désignés par BMP et les élèves Moyens à Risque et En Difficulté par MRED). Un tableau (cf. Tableau 58) résume les tailles d’effet des comparaisons effectuées en fonction des profils d’élèves pour la notion d’aire.

Tableau 58

Taille d’effet (Contraste) du type d’enseignement sur les profils d’élèves (étude su la notion d’aire)

	Taille d’effet (*d* de Cohen)
MRED - enseignement explicite versus enseignement socioconstructiviste	1.64
BMP - enseignement explicite versus enseignement socioconstructiviste	1.40
BMP & MRED - enseignement explicite versus enseignement usuel	1.16
BMP & MRED - enseignement socioconstructiviste versus enseignement usuel	*Non significatif*

D’une part, l’intervention pédagogique de type enseignement explicite a un effet bien plus important que celle de type socioconstructiviste quel que soit le profil d’élève (MRED ou BMP). L’effet est d’autant plus fort que les élèves sont faibles en mathématiques. D’autre part, l’effet de l’enseignement socioconstructiviste sur les apprentissages de la notion d’aire est comparable à celui de l’enseignement usuel, tous profils confondus. Ceci n’est pas le cas pour l’enseignement explicite dont l’effet est bien plus fort que l’enseignement usuel pour cette même notion.

Enfin, à titre exploratoire, il est vérifié si l’effet du type d’enseignement varie en fonction du genre des élèves. Dans cette étude, il n’y a pas de différence significative entre les performances des filles et des garçons, quelle que soit la méthode pédagogique utilisée pour apprendre la notion d’aire.

Limites. Les résultats de la présente étude vont dans le même sens que ceux observés dans les deux études sur les techniques opératoires (la soustraction en CE1 et la division en CM1). L'enseignement explicite entraine de meilleures performances aux élèves de l'éducation prioritaire. Les limites citées dans les deux études précédentes peuvent être reprises : premièrement, mesurer l'effet du type d'enseignement est limitatif dans le sens où la réussite des élèves n'est pas réduite aux méthodes pédagogiques prises isolément au regard de tous les autres actes pédagogiques influents (Creemers & Kyriakides, 2006) ; deuxièmement, toutes les problématiques quotidiennes des classes, résolues en acte par les enseignants, ne peuvent certifier une parfaite égalité de traitement au sein de chaque classe. De fait, dans un design expérimental comme celui qui est utilisé, tous les facteurs agissants sur la réussite des élèves ne peuvent être contrôlés. Troisièmement, il n'a pas été prévu d'éléments de contrôles des connaissances et des compétences des élèves à long terme, ce qui ne permet pas de savoir si elles résistent au facteur temps (Opdenakker & Van Damme, 2006).

Par ailleurs, les résultats de cette étude, comme les deux précédentes, se limitent au rendement des élèves, mais ne prennent pas en compte d'autres facteurs comme le cout financier ou le temps. Reynolds et ses collègues (2014) stipulent que si le cout financier était un résultat pris en compte dans les études (en termes de ressources éducatives consommées, de salaires du personnel, de livres, d'équipement, *etc*.), les analyses seraient encore plus pertinentes. En effet, bien que les mesures d'efficience ne doivent pas uniquement porter sur le cout, elles pourraient cependant impliquer le facteur « temps » et notamment celui qu'il a fallu pour générer différents niveaux de réussite scolaire. Ainsi, les résultats pourraient mettre en exergue les raisons qui expliquent comment et pourquoi certains systèmes scolaires sont performants (Reynolds et al., 2014). Dans la présente étude, le temps des séquences en face à face pédagogique est contrôlé. Cependant, le temps de conception de ces séquences, habituellement laissé à la charge des enseignants et dont l'expérimentateur est chargé, est très long. Ce temps de préparation n'est pas pris en considération dans la mesure d'efficacité des méthodes pédagogiques.

Implications et recherches futures. La présente étude aborde la comparaison de deux types d'enseignement (i.e., explicite et socioconstructiviste) au regard des performances des élèves de CM2. Pour ce faire, le design expérimental prévoit l'utilisation d'une séquence fondée sur des savoirs procéduraux complexes (e.g., convertir des unités de surface, comparer des surfaces, dessiner des figures d'une surface donnée). L'acquisition des connaissances procédurales consiste en la reconnaissance du système mathématique, de ses symboles et de ses règles, et en la mise en œuvre des procédures utilisant ce système (Star, 2005). Il serait donc pertinent de vérifier dans quelle mesure l'enseignement explicite permet le transfert de ces connaissances procédurales pour résoudre des problèmes. Autrement dit, ce type d'enseignement leur permettrait-il de sélectionner et d'appliquer la bonne procédure pour une situation donnée, d'intégrer de nouvelles informations aux connaissances antérieures dans le cadre de problèmes sur les aires (Prawat, 1989) ?

Par ailleurs, les éducateurs, les chercheurs et les décideurs tentent toujours de comprendre les changements nécessaires qui permettraient d'améliorer les résultats scolaires et la réussite des élèves, en particulier dans des domaines tels que les mathématiques, essentielles au développement de professionnels hautement qualifiés (O'dweyer, Wang, & Shields, 2015). L'accent est mis sur le lien entre les pratiques des enseignants et les résultats des élèves, mais peu d'études visent à explorer les processus qui lient la stratégie pédagogique utilisée par l'enseignant (ici, l'enseignement explicite vs. l'enseignement socioconstructiviste) au rendement des élèves.

Enfin, malgré les incitations ministérielles à enseigner plus explicitement, peu d'appuis ont pu être trouvés dans les manuels scolaires actuels pour concevoir la séquence d'enseignement explicite, acception nord-américaine. En effet, la plupart proposent une entrée par une situation complexe avec des recherches de solutions en petits groupes. La plupart des manuels suivent les recommandations induites par les programmes et les ressources officiels mis à disposition des enseignants. Pour exemple, la ressource EDUSCOL sur les grandeurs et mesures spécifie dans ses objectifs que :

> L'acquisition de connaissances et la construction des compétences visées à la fin de chacun des cycles doivent s'appuyer sur des situations concrètes, en abordant les apprentissages au travers de situations problèmes le plus souvent empruntées à la vie courante ou issues d'autres disciplines. (MENESR, 2016b, p.1)

En apparence, il existe un double discours qui recommande tantôt d'enseigner explicitement, tantôt de passer par des situations problèmes qui sont fondées sur des principes tout autres. En réalité, l'acception française de l'enseignement explicite, autrement dit « enseigner plus explicitement » se traduit dans les manuels scolaires par des choix pédagogiques différents de ceux attendus dans l'acception nord-américaine, car « enseigner plus explicitement » s'éloigne de l'enseignement explicite. Bien qu'il soit fort à parier que les éditeurs français sortent de ce tiraillement, il serait intéressant de vérifier scientifiquement l'efficacité des méthodes proposées aux enseignants dans les nouveaux ouvrages de mathématiques, reposant sur un mélange d'explicitation sur fond d'enseignement par la découverte (Bissonnette, Bocquillon, & Gauthier, sous presse).

Conclusion. La notion d'aire est une notion complexe qui nécessite un apprentissage systématique permettant d'atteindre différentes compétences (calculer, dessiner, comparer des surfaces à partir d'une figure ou d'unités de mesure donnée, différencier aire et périmètre, savoir convertir des unités de surfaces en unités plus grandes ou plus petites, *etc.*). Cette troisième étude montre que l'enseignement explicite répond mieux aux obstacles des élèves face à l'apprentissage de cette notion.

Dans cette étude, les résultats indiquent que les élèves en difficulté comme les élèves bons et moyens en progrès sont sensibles à un changement de pratiques pédagogiques de type enseignement explicite. En revanche, les résultats ne sont pas meilleurs lorsqu'ils apprennent avec un enseignement socioconstructiviste.

Les résultats ont une implication pour la remédiation des élèves qui sont en échec en mathématiques. En effet, les professionnels de l'éducation sont à la fois conscients du niveau globalement faible en mathématiques des élèves, mais sont également préoccupés par le maintien d'un certain niveau d'exigence (Flores, 2010). Un enseignement explicite et systématique est une modalité qui apporte une solution à ce dilemme. Cette intervention immédiate et intensive permet à tous les élèves de progresser. Elle prévient donc de l'échec futur en permettant à l'enseignant de s'assurer continuellement des acquisitions réalisées. À ce propos, Reynolds et ses collaborateurs (2014) affirment qu'il est nécessaire de penser et d'agir à la fois localement et globalement. Dans une salle de classe, le « local » est l'élève, dans son individualité et le « global » est la classe dans son ensemble. Penser et agir à la fois localement et globalement, c'est réfléchir à la façon de répondre aux besoins de l'individu tout en veillant à ce que toute la classe avance. L'enseignement explicite permet de répondre à cette double exigence. La cohérence pédagogique des scénarios proposés, le rôle de l'enseignant dans l'accompagnement des élèves à la compréhension des concepts, le caractère systématique de l'enseignement explicite sont autant d'éléments qui semblent être salutaires pour les élèves des secteurs socio-économiques défavorisés.

DISCUSSION GÉNÉRALE

Le point de départ de cette thèse est une interrogation à propos de la difficulté du système scolaire français à réduire significativement les problèmes d’apprentissage des élèves issus de l’éducation prioritaire. Malgré des moyens considérables (pour rappel, surcout estimé à 1,4 milliard d’euros en 2017 – Cour des comptes, 2018) déployés depuis plus de 35 ans, les résultats sont insatisfaisants (Cour des comptes, 2018). Il en résulte un sentiment d’impuissance et une forme de fatalité qui finit par atteindre les enseignants eux-mêmes (Cuculou, 2012). Pour autant, il existe chez eux une forme de résistance à l’évolution des pratiques (Maroy, 2006).

Nombreux sont les enseignants convaincus de l’efficacité de certaines manières de faire en classe s’appuyant le plus souvent sur une expertise de terrain, une bonne connaissance des élèves et des appuis théoriques issus de leur formation initiale et continue (Opdenakker & Van Damme, 2006). Cependant, bien qu’ils fondent leurs stratégies pédagogiques sur un souhait sincère de faire progresser les élèves, peu confrontent leurs convictions ou leur intuition à des preuves empiriques, soit par une évaluation de leur propre pratique soit par des résultats de recherche. Opdenakker et Van Damme (2006) montrent ainsi que les pratiques pédagogiques des enseignants sont guidées par un système de croyances, de valeurs et de principes personnels.

Les enquêtes internationales telles que PIRLS, TIMSS et TALIS (*Teaching and Learning International Survey*) fournissent des preuves qu’ils existent des différences de stratégies d'enseignement entre les différents pays (Mullis, Martin, Foy, & Drucker, 2012 ; OECD, 2014b). Bien que peu de recherches étudient si ces stratégies sont associées à la réussite des élèves de manière comparable d’un pays à l’autre, les résultats suggèrent tout de même qu’un enseignement dirigé et centré sur l’enseignant est efficace dans les pays où les résultats sont faibles ou moyens (ce qui est le cas de la France au regard du classement de l’enquête TIMSS, 2015) tandis que les effets d’un enseignement centré sur l’élève sont forts dans les pays qui ont déjà des résultats moyens et élevés (Caro et al., 2016). De plus, Desimone, Smith, Baker et Ueno (2005) trouvent des preuves mitigées corrélant la réussite moyenne de la classe et l'utilisation de stratégies d'enseignement constructivistes, très utilisées dans les classes en France.

Alors que la majorité des enseignants est résolument attachée à la réussite de leurs élèves et plus particulièrement de ceux qui sont en difficulté, peu de pédagogues s'emparent de ce qui est pourtant démontré comme efficace par la recherche (Clément, 2015). En effet, tout changement demande un effort. Or, la résistance à ces changements est d'autant plus forte qu'ils sont fréquents et engagent une charge de travail importante (Jost, 2015). En France, les enseignants subissent des réformes profondes et régulières. Les évolutions de pratique encouragées par le ministère de l'Éducation nationale peuvent ainsi être lentes et entrainer beaucoup de méfiance. Les réactions sont parfois vives. Clément (2015) dit à ce propos que :

> On décrie souvent l'enseignement explicite comme la forme contemporaine de l'enseignement magistral, tel que mis en œuvre par l'enseignant du 19ème siècle abreuvant les élèves d'un monologue, règle à la main. Il serait ainsi un modèle réactionnaire, à l'inverse des modèles d'enseignement issus de la pédagogie nouvelle dont la dénomination traduirait à elle seule la modernité. (p. 137)

L'auteure ajoute même que l'enseignement explicite « est souvent confondu avec une approche skinnérienne de l'enseignement programmé ou avec une caricature d'un enseignement de format stimulus-réponse proche du dressage » (p. 146). Pour autant, « les résistances aux changements de l'enseignant ne sont pas le reflet d'un certain immobilisme, mais le résultat d'un fort investissement dans l'élaboration de son enseignement, ce qui rend difficile une remise en cause profonde de l'ensemble de sa construction » (Margolinas & Wozniak, 2009, p. 75). La résistance semble également venir du principe d'épanouissement que tout enseignement doit apporter et que les défenseurs du socioconstructivisme ne semblent pas associer à l'enseignement explicite (Clément, 2015). Il n'est donc pas inutile de rappeler que c'est en faisant réussir les individus qu'on améliore leur estime de soi et les recherches montrent que l'enseignement explicite donne de bons résultats dans ce domaine (Bissonnette et al., 2005).

Partant donc du principe qu'il faut des preuves pour convaincre et accompagner les enseignants dans les nombreux changements qu'on leur demande d'opérer, cette thèse contribue à l'engagement collaboratif qu'enseignants et chercheurs construisent pour améliorer le système éducatif.

Objectif de la thèse

Comme le mentionne l'article L. 111-1 du code de l'éducation (Ministère de l'Intérieur, 2018), en France, « l'éducation est la première priorité nationale. […] Le service public contribue à l'égalité des chances et à lutter contre les inégalités sociales et territoriales en matière de réussite scolaire et éducative. » Pour permettre cette réussite, le ministère français de l'Éducation nationale vise un renouvèlement des pratiques pédagogiques des enseignants. La loi d'orientation et de programmation pour la refondation de l'École de la République du 8 juillet 2013, et plus particulièrement à travers la politique d'éducation prioritaire dont l'enjeu majeur est de corriger l'impact des inégalités sociales et économiques sur la réussite scolaire des élèves, cible la maitrise pédagogique des professeurs.

Les études sur l'efficacité de l'enseignement menées dans différents pays au cours des trois dernières décennies montrent que l'effet-maitre est plus important que l'effet-école pour expliquer la variance du rendement des élèves (e.g., Kyriakides, Campbell, & Gagatsis, 2000 ; Scheerens, 2013). Il est ainsi démontré que l'effet-classe (Bianco & Bressoux, 2009) est dû aux pratiques pédagogiques des enseignants, autrement dit à ce qu'ils font en classe et à la manière dont ils interagissent avec leurs élèves, plutôt qu'à leurs caractéristiques personnelles (Kyriakides, Christoforou, & Charalambous, 2013). En fait, sans une orientation et une instruction efficace en classe, l'apprentissage ne peut être atteint. Malgré les progrès réalisés au cours de ces années pour souligner le rôle que les enseignants ont dans la réussite des élèves, il reste beaucoup à faire pour en comprendre exactement le mécanisme autrement dit pour en comprendre la façon d'y arriver (Kyriakides et al., 2013).

Des moyens importants sont déployés pour combattre le déterminisme social en France. Pour autant la corrélation entre inégalités sociales et inégalités scolaires demeure (OECD, 2016). En prenant appui sur des pays confrontés aux mêmes problématiques, ce travail de recherche a pour objectif d'explorer les effets de l'enseignement explicite sur les résultats des élèves de l'éducation prioritaire. Il contribue aux efforts continus visant à comprendre comment les enseignants peuvent assurer la réussite de leurs élèves. Il s'inscrit dans la tradition des recherches dédiées à l'enseignement efficace et vise à montrer qu'un changement de pratiques pédagogiques des enseignants face aux élèves socio-économiquement défavorisés a un effet positif sur les performances scolaires de ces derniers. Ainsi, ce travail tente de répondre à une problématique plus large de l'Éducation nationale qui s'est fixée comme objectif de diminuer les différences de résultats entre les élèves des REP et REP+ et les autres, dans les disciplines dites fondamentales, et ceci grâce à une refondation de l’école s’appuyant sur des changements de pratiques pédagogiques. Il s’inscrit parfaitement en lien avec le référentiel de l’éducation prioritaire (MEN, 2014) qui recommande d’enseigner plus explicitement. Cette recherche consiste en la comparaison de l’efficacité de deux méthodes pédagogiques à travers différentes notions mathématiques et différents niveaux de classes pour des élèves issus des REP et REP+.

La première méthode est un enseignement socioconstructiviste. Cette méthode recommandée et employée dans les écoles françaises depuis les années 70 est encore aujourd’hui très largement utilisée dans les classes et ce, malgré une orientation différente datant de 2013 qui stipule d’enseigner plus explicitement. Cette stratégie d'enseignement issue des théories psychologiques socioconstructivistes repose sur l’idée que l’élève construit ses connaissances par lui-même grâce un engagement actif (Loyens & Gijbels, 2008 ; Terhart, 2003). Le rôle de l'enseignant est de guider les réponses des élèves, fournir des commentaires et permettre à l'enfant de réfléchir, de développer ses idées et ses pensées. Cet enseignement est axé sur l'apprenant et les échanges entre les élèves et l'enseignant. Il s’appuie sur l’emploi de situations authentiques à des fins authentiques. Au lieu de groupes dirigés par l'enseignant et réunis en classes entières, l’organisation pédagogique se fait généralement en petits groupes. L'apprentissage coopératif, la résolution collaborative de problèmes et les groupes de discussion utilisent les interactions sociales et la dynamique de groupe pour étayer ou soutenir l'apprentissage des enfants qui démarrent par une situation complexe qu’il faut résoudre (Ryder et al., 2006).

La deuxième méthode est un enseignement explicite. Cette stratégie d’enseignement, issue des recherches sur l’enseignement efficace, repose sur l’idée que l’enseignant contrôle le processus d’apprentissage de ses élèves (Gauthier et al., 2013 ; Rosenshine, 1986). Le rôle de l’enseignant est de montrer directement les procédures efficaces pour réussir les tâches demandées et de s’assurer constamment de leur acquisition et de leur compréhension. Cet enseignement est axé sur le contenu à apprendre et fait appel à des routines d’apprentissages. Tout nouveau contenu est explicité à l’aide des connaissances préalables des élèves et est présenté par petites unités (Gauthier et al., 2013 ; Hattie, 2009 ; Opdenakker & van Damme, 2006 ; Van de Grift, 2014). L’enseignement explicite, très structuré, s’organise en situations allant du simple au complexe.

L’enseignement explicite ayant montré son efficacité auprès d’élèves en difficulté dans des systèmes éducatifs tels que ceux du Canada ou des États-Unis, notamment pour des apprentissages nouveaux, complexes et structurés (Bartz &

Miller, 1991 ; Gauthier et al., 2013), cette méthode est appliquée à plusieurs classes d'écoles situées en REP et en REP+, en Martinique. En effet, selon Caro et ses collègues (2016), le principal objectif de l'enseignement explicite est d'améliorer les compétences de base dans les disciplines fondamentales des enfants issus de milieux économiquement défavorisés et d'accroitre ainsi leur chance de réussir.

Dans l'académie de Martinique, comme au plan national, les performances des élèves sont faibles dans le domaine des mathématiques. À ce propos, un plan mathématique est mis en œuvre pour concourir à la progression réelle des élèves. Le but principal de cette recherche est de comparer les différences de performances des élèves lorsqu'ils apprennent avec un enseignement socioconstructiviste, explicite ou usuel. L'hypothèse avancée est que, pour chacune des notions mathématiques abordées dans ces études, les résultats sont meilleurs si le professeur les enseigne avec un enseignement explicite qu'avec un enseignement socioconstructiviste. L'objectif secondaire de cette recherche est de comparer la différence de performances des élèves lorsqu'ils apprennent une notion mathématique introduite par des enseignants formés ou non formés à une des deux méthodes d'enseignement (socioconstructiviste vs. explicite). Enfin, à titre exploratoire, et sur la base des perceptions des enseignants sur le niveau de compétences de leurs élèves, les performances des élèves « bons et moyens en progrès » (BMP) et celles des élèves « moyens à risque et en difficulté » (MRED) sont comparées en fonction du type d'enseignement dispensé.

Études et principaux résultats

Pour tester les hypothèses, trois études distinctes sont menées. La première concerne l'apprentissage de la technique opératoire de la soustraction en CE1. La deuxième vise l'apprentissage de la technique opératoire de division en CM1 et la troisième cible l'apprentissage de la notion d'aire en CM2. Les tableaux ci-dessous (cf. Tableaux 59, 60 et 61) récapitulent les principaux résultats obtenus.

Corroborant l'hypothèse générale, les résultats des trois études montrent que les élèves des classes ayant reçu un enseignement explicite ont des performances supérieures aux élèves des classes ayant reçu un enseignement socioconstructiviste. Par ailleurs, quelles que soient les classes et les tâches réalisées, les élèves progressent entre les deux temps d'évaluation, cependant, les progrès sont meilleurs pour les participants bénéficiant d'un enseignement explicite. Les résultats de ces études montrent donc un effet important de ce type d'enseignement sur les performances des élèves. Ils s'inscrivent dans la lignée de plusieurs recherches sur l'efficacité de l'enseignement explicite en mathématiques (Baker et al., 2002 ;

Bissonnette et al., 2010 ; Krosenbergen et al., 2004 ; Miller, Bulter, & Kit-Hung, 1998 ; Muijs & Reynolds, 2000 ; Skarr et al., 2014).

Tableau 59

Taille de l'effet d'interaction sur le score total moyen des études liées à la technique opératoire de la soustraction en CE1, de la technique opératoire de la division en CM2 et de la notion d'aire en CM2

		Effet d'interaction (η^2_p)
Score total	Soustraction	.83
	Division	.74
	Notion d'aire	.63

Les résultats des trois études suggèrent que la manière dont sont déclinés les principes du socioconstructivisme en classe ne permet pas aux élèves de l'éducation prioritaire de progresser autant que lorsqu'ils apprennent avec un enseignement explicite. La différence de réussite entre les deux groupes expérimentaux peut être attribuée à la manière dont les élèves accèdent au savoir. Dans le groupe socioconstructiviste, le conflit sociocognitif, mécanisme central de ce type d'enseignement, ne remplit pas les conditions pour pouvoir amener l'élève au progrès. Bressoux (2017) détaille les raisons pour lesquelles en contexte de classe le conflit sociocognitif ne peut réellement exister :

> Les recherches en laboratoire ont clairement montré que certaines compositions de groupes étaient plus favorables que d'autres aux acquisitions des élèves, en particulier pour générer un conflit sociocognitif (Darnon, Butera, & Mugny, 2008). Il faut s'assurer que les sujets se lancent dans une relation épistémique, c'est-à-dire une véritable discussion sur la manière de réaliser la tâche prescrite, et non dans une relation sociale où l'enjeu est le statut que l'on a au sein du groupe. Il a été montré par exemple que de trop fortes asymétries de compétences dans les compositions des groupes pouvaient conduire les forts à asseoir leur domination et les autres à suivre leur opinion sans aucune mise en jeu de leur propre conception, sans conflit sociocognitif donc. (p. 128)

En France, dans les réseaux de l'éducation prioritaire, il n'est pas illusoire de penser que ce phénomène se produise. Par conséquent, les principes sur lesquels repose la construction du savoir de l'enseignement socioconstructiviste par l'élève ne sont pas respectés, ce qui concorde avec l'étude d'Andersen et Andersen (2015) montrant que les méthodes centrées sur l'élève augmentent les inégalités en matière d'éducation.

Tableau 60

Taille d'effet du type d'enseignement sur le score total et sur les scores intermédiaires des études sur la technique opératoire de la soustraction en CE1, sur la technique opératoire de la division en CM2 et sur la notion d'aire en CM2

		Taille d'effet (*d* de Cohen)			
		C1[15]	C2	C3	C4
Score total	Soustraction	1.01		.55	
	Division	.05	.29	.44	.35
	Notion d'aire	.37		1.35	
Score intermédiaire	Soustractions sans retenue	.76			
	Soustractions avec retenue	.90	.26	.46	.41
	Problèmes soustractifs domaine cardinal	.77		.40	
	Problèmes soustractifs domaine ordinal	.77		.43	
	Mettre en potence	.05	.29	.44	.35
	Soustractions bien posées	.67		.45	
	Exactitude du quotient	.33		.39	
	Exactitude du reste	.38		.41	
	Exactitude du résultat posé en ligne	.97		.35	.41
	Prise en compte du dividende			.67	
	Abaissement du zéro	.38	.20	.41	
	Exactitude du résultat posé en ligne	.46	.20	.67	
	Aire totale du puzzle	.25			
	Dessiner une surface 3 fois plus grande qu'une figure donnée	.45		1.27	
	Dessiner une surface 2 fois plus petite qu'une figure donnée	.37		.89	
	Comparaison aire et périmètre	.28		1.14	
	Exercice de conversion			.73	

[15]C1 = Effet de l'enseignement explicite et de l'enseignement socioconstructiviste versus l'enseignement usuel ; C2 = Effet de la formation ; C3 = Effet de l'enseignement explicite versus l'enseignement socioconstructiviste ; C4 = Effet de la formation au sein du groupe explicite

Tableau 61

Taille d'effet du type d'enseignement sur les profils d'élèves de l'étude liée à la technique opératoire de la soustraction en CE1, à la technique opératoire de la division en CM1 et à la notion d'aire en CM2

	Taille d'effet (*d* de Cohen)
Technique opératoire de la soustraction en CE1	
MRED[16] - enseignement explicite versus enseignement socioconstructiviste	1.50
BMP[17] - enseignement explicite versus enseignement socioconstructiviste	.39
BMP - enseignement explicite versus enseignement usuel	1.22
BMP - enseignement socioconstructiviste versus enseignement usuel	.37
MRED - enseignement explicite versus un enseignement usuel	2.70
MRED - enseignement socioconstructiviste, versus un enseignement usuel	.88
Technique opératoire de la division en CM1	
MRED - enseignement explicite versus enseignement socioconstructiviste	*Non significatif*
BMP - enseignement explicite versus enseignement socioconstructiviste	.61
BMP - enseignement explicite versus enseignement usuel	*Non significatif*
BMP - enseignement socioconstructiviste versus enseignement usuel	*Non significatif*
MRED - enseignement explicite versus un enseignement usuel	.68
MRED - enseignement socioconstructiviste versus un enseignement usuel	.53
Notion d'aire en CM2	
MRED - enseignement explicite versus enseignement socioconstructiviste	1.64
BMP - enseignement explicite versus enseignement socioconstructiviste	1.40
BMP & MRED - enseignement explicite versus enseignement usuel	1.16
BMP & MRED - enseignement socioconstructiviste versus enseignement usuel	*Non significatif*

Contrairement à l'hypothèse secondaire qui prédit que les performances des élèves dont les professeurs reçoivent une formation sont meilleures que celles des autres élèves (enseignants sans formation), les résultats des deux premières études montrent que la formation des enseignants n'a pas d'impact sur les performances, quel que soit l'enseignement dispensé (socioconstructiviste ou enseignement explicite). Cette absence d'effet suggère que la formation dispensée (animation

[16] MRED = élèves Moyens à Risque et En Difficulté

[17] BMP = élèves Bons et Moyens en Progrès

pédagogique de trois heures) n'apporte pas de plus-value et que la séquence détaillée se suffit à elle-même (tous les enseignants sont destinataires d'une séquence écrite, détaillée et clé en main). Plus important encore, ce résultat suggère également que la précision, la lisibilité et la clarté d'une séquence sont déterminantes pour la mise en œuvre de situations pédagogiques efficaces et de qualité (Engelmann, 1992). Au regard des résultats des deux premières études concernant l'effet de la formation des enseignants sur la performance des élèves, le design expérimental de la troisième étude a été conçu pour vérifier l'effet du type d'enseignement uniquement.

À titre exploratoire, les résultats des élèves « bons et moyens en progrès » (BMP) et des élèves « moyens à risque et en difficulté » (MRED), profils définis selon la perception des enseignants (Fortin & Pétrin, 2011), sont analysés en fonction du type d'enseignement. L'intérêt de ces analyses exploratoires est d'examiner si la méthode d'enseignement choisie a un effet différent selon le profil de l'enfant. Plusieurs éléments découlant des résultats sont à souligner. Premièrement, les élèves MRED profitent particulièrement de l'introduction volontaire et réfléchie d'une pratique pédagogique planifiée (socioconstructiviste ou explicite) en comparaison d'une pratique usuelle. La préparation minutieuse des séances permet d'anticiper les difficultés didactiques soulevées par l'apprentissage d'une notion nouvelle et les solutions concrètes adaptées aux élèves fragiles. À l'exception de la division, les élèves MRED font davantage de progrès quand cette intervention pédagogique est de type enseignement explicite. Dans le cas de l'étude sur la division, les scores moyens des élèves ayant appris avec l'enseignement explicite sont tout de même supérieurs à ceux de l'enseignement socioconstructiviste, sans pour autant atteindre le seuil de la significativité statistique (cf. Tableau 38). La plupart du temps, le manque de connaissances et d'expériences des élèves MRED ne leur permet pas de construire par eux-mêmes leurs apprentissages tels que le préconise le socioconstructivisme (Kirschner et al., 2006). En réaction à la croyance selon laquelle « les élèves apprennent mieux quand ils découvrent par eux-mêmes » (Tricot, 2017, p. 27), largement répandue dans le monde de l'éducation, Tricot (2017) rappelle qu'un élève peut apprendre par lui-même dès lors qu'il est en mesure d'identifier clairement les connaissances mobilisées pour résoudre le problème qui lui est soumis. Toutefois, de nombreuses raisons montrent que cette situation est difficilement réalisable en contexte de classe (e.g., l'élève n'identifie pas la connaissance qui lui permet de trouver la solution, les efforts cognitifs sont trop élevés) (Tricot, 2017). De plus, les élèves MRED n'ont pas toujours la motivation nécessaire pour apprendre ni ne possèdent suffisamment de compétences de réflexion pour qu'ils s'engagent cognitivement (Gao, 2014 ; McDonald Connor, Morrison, & Katch, 2004 ; Pintrich & De Groot, 1990). Le cadre structuré et très progressif de l’enseignement explicite montre les étapes à suivre et les procédures qui permettent d’entrer dans l’apprentissage ce qui augmente les chances de réussir de ces élèves. Deuxièmement, en comparaison d’un enseignement usuel, les progrès des élèves BMP sont meilleurs lorsqu’ils apprennent avec un enseignement explicite, la technique opératoire de la soustraction en CE1 et la notion d’aire en CM2. Ce n’est pas le cas pour l’apprentissage de la technique opératoire de la division en CM1. Cependant, d’un point de vue strictement descriptif sur des scores qui s’apparentent à des notes, les résultats des élèves BMP qui apprennent la technique opératoire de la division sont meilleurs avec un enseignement explicite (cf. Tableau 38). Ce qui fonctionne ne fonctionne pas de la même manière pour tout le monde (Caro et al., 2016). Certaines stratégies d’enseignement fonctionnent pour certains profils d’élèves et pour certaines notions.

Ce travail de recherche soutient l’idée que l’enseignement explicite est efficace face à la difficulté scolaire. Toutefois, face à une classe hétérogène, un enseignant doit faire des choix pédagogiques. Or, certains auteurs (Kyriakides et al., 2013) affirment qu’imposer des dichotomies entre approches pédagogiques pourrait être contre-productif. Un bon enseignement n'est pas nécessairement associé à une approche pédagogique particulière ; sa qualité consiste plutôt à faire des choix et des utilisations judicieuses de différentes composantes à partir d'approches différentes de manière à favoriser et à renforcer l'apprentissage des élèves (Creemers, Kyriakides, & Antoniou, 2013). Grossman et McDonald (2008) suggèrent ainsi que les tentatives de développer un cadre d'étude et de compréhension de l'enseignement et de ses effets ne devraient pas privilégier une approche par rapport à une autre, mais devraient plutôt être inclusives et sélectives. De fait, l’important est que tous les enseignants aient connaissance d’un panel de stratégies pédagogiques et de leurs conditions d’efficacité pour les utiliser de manière adaptée. Il serait effectivement dangereux de penser qu’un type d’enseignement doit être systématiquement et unanimement utilisé à tout moment, pour tout type d’élève et tout type de notion. Cela irait d’ailleurs à l’encontre de plusieurs réflexions de chercheurs (Clément, 2015 ; Gauthier et al., 2013) pourtant défenseurs de l’enseignement explicite. Tricot (2017) souligne par exemple que proposer aux élèves des situations où ils doivent comprendre la solution des tâches proposées et être capables de les expliquer à un pair (situations comparables à celles de l’enseignement explicite), sont des voies porteuses, mais non suffisantes. Il semble également important que les élèves puissent être confrontées à la résolution de tâches de plus en plus éloignées de la tâche initiale (situations complexes telles qu’elles sont utilisées en enseignement socioconstructiviste). L’idée réside bien en la capacité de l’enseignant à choisir en fonction du degré de guidance qu’il souhaite mettre en œuvre selon les besoins de ses élèves. « Ainsi selon le niveau de compétences des élèves, la complexité de la tâche à accomplir et du temps dont l'enseignant dispose, l'enseignant se positionne sur un continuum lui permettant de choisir la meilleure option » (Clément, 2015, p. 146). Bartz et Miller (1991) rappellent que toute méthode ne fonctionne pas dans toutes les situations pour chaque élève, le professeur utilise son jugement professionnel pour faire correspondre les méthodes à d'autres variables, notamment les prérequis des élèves, leurs caractéristiques socio-psychologiques, les ressources disponibles. Les auteurs rapportent que toutes les méthodes d'enseignement devraient être mises en œuvre afin de compléter et de soutenir une société culturellement diverse. Toutefois, le choix d'une méthode d'enseignement est fonction de quatre facteurs : 1. le niveau de compétence des élèves ; 2. le niveau de complexité et de nouveauté de la tâche ; 3. Le temps disponible et 4. les idées maitresses ou secondaires visées (Bocquillon, Bissonnette, & Gauthier, sous presse).

Les tailles d'effet (*d* de Cohen) liées à la performance des élèves ayant reçu un enseignement explicite sont majoritairement situées au-delà de .8 indiquant que ce type d'enseignement a un impact très fort sur la réussite des élèves (Hattie, 2009). Les résultats de ce travail de recherche confirment les conclusions de Gao (2014) qui suggère que les étudiants à faible, moyenne ou haute capacité réagissent différemment aux différentes stratégies d'enseignement basées sur des paradigmes socioconstructivistes dans différents pays. Les élèves en difficulté et ceux des milieux socio-économiques défavorisés profitent davantage de l'enseignement dirigé par l'enseignant que les élèves de haute capacité et ceux des milieux socio-économiques aisés (McDonald Connor et al., 2004). Le recours à l'enseignement explicite des disciplines fondamentales en faveur des élèves de l'éducation prioritaire, préconisé par la réforme éducative et pédagogique engagée en 2013, semble donc approprié pour soutenir les apprentissages de ce type de public.

Implications des résultats

Les types d'enseignement centré sur l'enseignant comme l'enseignement explicite semble offrir un sentiment de contrôle qui est apprécié par les enseignants (Kulinna & Cothran, 2003). À l'inverse, quand ils perdent ce contrôle c'est-à-dire lorsqu'ils ont le sentiment de ne pas maitriser le cours des évènements, les recherches montrent (Fritsche et al., 2013) qu'ils adoptent une stratégie d'évitement et des attitudes négatives envers les situations ou les élèves qui sont à l'origine de leur insatisfaction et de leur sentiment d'échec (Agroskin & Jonaz, 2010 ; Cothran & Ennis, 1997 ; Greenway, Louis, Gornsey, & Jones, 2014). Afin d'améliorer la satisfaction professionnelle des enseignants, les programmes de formation continue pourraient aborder le renforcement épistémologique de différentes formes de pédagogie et leur fournir des connaissances théoriques et pratiques sur les stratégies et les approches alternatives de leur enseignement.

Cette recherche pourrait être utilisée dans le cadre de la formation des professeurs et des programmes de formation continue en mathématiques pour les préparer et les professionnaliser davantage à de nouveaux gestes professionnels ayant des répercussions sur les résultats des élèves. Par exemple, le développement d'un style d'enseignement fondé sur l'explicitation et sur l'évaluation systématique de la compréhension des élèves (principes de l'enseignement explicite) a un effet positif sur le soutien pédagogique apporté par l'enseignant et sur la qualité de la relation qu'il a avec sa classe (Opdenakker & Van Damme, 2006). Par ailleurs, il augmente également les opportunités d'apprendre parce qu'il permet à tous les élèves de s'engager cognitivement dans les tâches scolaires (Brown, Roediger, & McDaniel, 2016). Pour que le changement se produise, les enseignants doivent d'abord voir des résultats positifs dans leurs propres contextes, ce qui implique qu'ils ont besoin d'occasions de pratiquer ce type d'enseignement dans des environnements contrôlés. Comme le dit Carré (2004, p. 19) « si les gens ne sont pas convaincus qu'ils peuvent obtenir les résultats qu'ils souhaitent grâce à leur propre action, ils auront peu de raisons d'agir ou de persévérer face aux difficultés ».

En début de carrière, les professeurs des écoles stagiaires et les néotitulaires ont besoin d'outils sur lesquels s'appuyer pour faire la classe. Déjà en 1968, Jackson montrait que plusieurs étapes de planification étaient importantes. L'étape qu'il a qualifiée de préactive permet à la fois de rassembler les informations (e.g., contraintes de temps, caractéristiques des élèves, matériel disponible), d'explorer différentes possibilités d'actions, de retenir la meilleure (e.g., élaborer et tester mentalement différents scénarios) et rédiger le scénario pédagogique retenu. Si le travail de préparation des enseignants parait fondamental, il n'y a pas pour autant d'action collective vis-à-vis de cette charge professionnelle et « la liberté pédagogique de l'enseignant a pour revers sa solitude » (Margolinas & Wozniak, 2009, p. 75). Afin de rendre la communication efficace au sein d'une situation d'enseignement-apprentissage, Engelmann (1992) indique qu'il est nécessaire de contrôler ce que dit le professeur en rédigeant les leçons c'est-à-dire en fournissant des formulations textuelles à suivre. En apparence, cette solution peut paraitre restrictive, mais l'auteur assure qu'elle fonctionne très bien, car elle réduit le temps de préparation et garantit que les enfants ne sont pas exposés à des présentations confuses et à des exemples inadaptés. La présente recherche propose des séquences structurées (i.e., scripts) qui peuvent aider les nouveaux enseignants à identifier les étapes clés d'une séance d'apprentissage et conduire au développement de gestes professionnels efficaces (e.g., se fixer un temps de séance et le tenir, prévoir un étayage qui correspond au besoin des élèves, mettre en place des modalités de travail pertinentes). En formation initiale plus particulièrement, cette recherche peut être utilisée pour faciliter la formation des enseignants dans le domaine de la production d'outils (e.g., plan de séquences, fiches de séances).

Limites et perspectives

Dans cette de recherche, aucun post-test différé n'a été réalisé de manière à établir si les effets bénéfiques de l'enseignement explicite sont stables dans le temps. Mesurer les performances des élèves à moyen et à long terme permettrait ainsi de vérifier si les savoirs de base sont acquis, disponibles pour construire des savoirs complexes. Des chercheurs ont montré par exemple que les résultats peuvent être contrastés (Becker & Gersten, 1982). Les résultats sont forts avec des effets significatifs en lecture (décodage), en résolution de problèmes mathématiques et en orthographe. Pour conserver durablement les compétences maitrisées à l'école, il semble qu'un programme continu soit nécessaire. Par ailleurs, il serait également pertinent de vérifier si les élèves sont capables de les transférer à d'autres disciplines.

Les trois études comparent l'efficacité de différentes méthodes (i.e, socioconstructiviste, explicite, usuelle). Toutefois, il est difficile de garantir un contrôle absolu de tous les facteurs qui peuvent influencer les performances des élèves dans des situations d'évaluation de classe. Cette recherche ne contrôle pas d'autres facteurs qui pourraient intervenir : intérêt des élèves et de l'enseignant vis-à-vis des mathématiques, qualité des feeedbacks donnés aux élèves, fréquence des sollicitations, contrôle des devoirs faits ou non à la maison, *etc.*

Au niveau descriptif, certains résultats concernant les performances des groupes enseignement socioconstructivistes sont plus faibles que ceux du groupe enseignement usuel. Afin de clarifier si l'origine de cette différence est due aux échantillons des études ou à une différence d'efficacité entre les deux manières d'enseigner, des recherches qui posent des hypothèses *a priori* dans ce sens doivent être réalisées.

Cette recherche montre que l'enseignement explicite permet aux élèves de l'éducation prioritaire de faire des progrès importants en mathématiques. De la même manière, Krosenbergen et Van Luit (2003) montrent que cet enseignement est efficace pour l'apprentissage des compétences mathématiques de base et pour des enfants à besoins éducatifs particuliers. Le point commun de ces recherches est qu'elles s'adressent à des publics qui relèvent de la difficulté scolaire, socio-économique pour l'une, cognitive pour l'autre. L'amélioration des performances des enfants, par comparaison des effets de différentes méthodes, pourrait donc être envisagée à d'autres sources potentielles de difficulté scolaire : milieu urbain/milieu rural, école privée/école publique, éducation prioritaire/hors éducation prioritaire, *etc.* (Reynolds et al., 2014).

Par ailleurs, ces études visent un public d'élèves d'école élémentaire (CE1, CM1, CM2). À l'aune d'une école maternelle française qui fera partie de la scolarité obligatoire, ce travail ne donne pas d'indication des effets de l'enseignement explicite sur des enfants d'âge préélémentaire. Pendant les premières années de l'enfance, les enfants développent plusieurs aptitudes mathématiques qui forment la base de l'apprentissage ultérieur des mathématiques à l'école (Mononen, 2014). Il a été démontré que les compétences de comptage, les compétences arithmétiques de base, la comparaison des grandeurs et les capacités logiques liées au calcul, mesurées avant le début de la scolarité, sont de bons prédicteurs de l'apprentissage ultérieur des mathématiques à l'école (Aunio & Niemivirta, 2010 ; Aunola, Leskinen, Lerkkanen, & Nurmi, 2004). Sammons (2009) rappelle qu'il existe des preuves intéressantes issues des recherches sur l'efficacité éducative qui indiquent que les enfants défavorisés sont plus sensibles aux effets éducatifs. Une éducation préscolaire de haute qualité peut agir comme une intervention efficace ayant des effets durables. Il serait donc pertinent d'explorer si l'enseignement explicite en maternelle aide les élèves à acquérir ces compétences de base. Des chercheurs montrent par exemple que pour augmenter les capacités langagières des enfants de trois à cinq ans, il est nécessaire de les engager régulièrement sur des tâches ciblées centrées sur le code ou sur le sens (Bianco et al., 2010 ; Bianco et al., 2012).

De plus, tout au long de leur scolarité, les élèves construisent leur propre identité d'apprenant ; ils apprennent à communiquer et à établir des relations avec leurs pairs, les enseignants et les autres acteurs de l'école. Ces aspects constituent des objets d'enseignement et devraient être inclus dans la conception de l'efficacité des enseignants et des écoles (Opdenakker & Van Damme, 2006). Pour enseigner aux élèves en difficulté, il est nécessaire de travailler à la fois les contenus d'apprentissage et la gestion des comportements scolaires (Bissonnette, Gauthier, & Castonguay, 2016).

Si ce travail de recherche permet de souligner l'intérêt de pratiquer un enseignement explicite auprès des élèves de l'éducation prioritaire, il n'établit pas le lien entre l'enseignement explicite et les processus cognitifs et motivationnels qui pourraient expliquer les bénéfices de ce dernier. Il ne renseigne pas non plus sur la capacité des élèves à transférer les connaissances apprises à des situations plus complexes. Par ailleurs, il serait intéressant de vérifier si les résultats obtenus seraient identiques pour d'autres notions mathématiques comme la résolution de problème, compétence particulièrement échouée par les élèves.

Enfin, le temps imparti à la conception et à la rédaction des scripts utilisés dans cette recherche, et plus particulièrement celui relatif à l'enseignement explicite, est très long. La création d'espaces de mutualisation à l'échelle de la circonscription, de l'académie et au niveau national, associant à la fois des personnes de terrain et des chercheurs, sur un territoire de formation initiale et continue est donc à réfléchir. L'appui sur des ouvrages de qualité qui adoptent clairement une démarche d'enseignement explicite est également nécessaire. Le travail des éditeurs est fondamental. Cependant, la tâche n'est pas aisée, car les recommandations institutionnelles des programmes et des ressources officielles visent à la fois un enseignement explicite des notions, mais également leur appropriation par une résolution de situations problèmes qui reposent sur des principes différents. Comme stipulé dans le chapitre sur la notion d'aire, il serait pertinent de vérifier par des études empiriques l'efficacité des méthodes utilisées dans les manuels de mathématiques adressés aux enseignants lorsque celles-ci sont fondées sur un panachage d'explicitation et d'enseignement par la découverte.

CONCLUSION

Au cours de l’histoire, l'éducation est passée de centaines d'années d'actions éducatives orientées vers les publics les plus privilégiés (Beare, 1997), à des tests comparatifs internationaux qui ont créé de nouveaux impératifs pour les écoles et les systèmes scolaires dans le monde entier (Reynolds et al., 2014). La recherche sur l’efficacité éducative a été utilisée pour justifier de nombreuses réformes dans l'éducation, dans la gouvernance, dans la façon dont les écoles sont gérées, dans la façon dont les enseignants font leur travail et comment celui-ci est jugé. Or, la lutte contre le déterminisme social à l’école est toujours et encore d’actualité. Le combat pour une équité du système scolaire français ne peut négliger que les modèles pédagogiques de ces dernières années n’ont pas permis aux enfants des familles défavorisées d’accéder aussi facilement que leurs pairs des milieux aisés à l’enseignement supérieur (Clément, 2015). Une recherche récente montre que le recours à des programmes d’enseignement centré sur l’enfant ne profite pas à tous les élèves et défavorise les plus pauvres (Power, Rhys, Taylor, & Waldron, 2018).

Ce travail s’inscrit dans le paradigme d’éducation fondée sur la preuve. Les résultats sont répliqués dans trois études portant sur différentes notions mathématiques et sur des niveaux de classes différents. Ceci atteste de leur généralisabilité (Bressoux, 2017). Ce travail de recherche a le mérite d’apporter une preuve réelle que, comparativement à l’enseignement socioconstructiviste, l’enseignement explicite de certaines notions mathématiques pour des élèves de l’école élémentaire publique française leur a permis d’être plus performants. Il constitue une première réponse aux préconisations mentionnées dans le rapport Villani et Torossian (2018), sur la nécessité de lancer « des expérimentations pour procéder à une évaluation scientifique de méthodes explicites et de l’efficacité de leur mise en œuvre » (p. 9). Toutefois, pour reprendre les propos de Bianco (2016) concernant les préconisations faites aux enseignants :

> La formation devra veiller à ce que ces préconisations soient transformées en pratiques comprises et intégrées par les enseignants de sorte que les effets observés dans les expérimentations puissent être reproduits sur le terrain scolaire à une échelle suffisamment large pour être perceptibles. La formation des enseignants devra s’emparer de ces connaissances, les transmettre et accompagner l’intégration de ces savoirs, de sorte à ce qu’ils participent à l’expertise des enseignants et puissent être traduits en savoir-faire efficaces. (p. 34)

TABLEAUX et FIGURES

REFERENCES

Adams, P. (2006). Exploring social constructivism: Theories and practicalities. *Education, 34*(3), 3-13.

Agroskin, D., & Jonas, E. (2010). Out of control: How and why does perceived lack of control lead to ethnocentrism? *Review of Psychology, 17*(2), 79-90.

Andersen, I. G., & Andersen, S. C. (2015). Student-centered instruction and academic achievement: linking mechanisms of educational inequality to schools' instructional strategy. *British Journal of Sociology of Education, 38(4),* 533-550. doi: 10.1080/01425692.2015.1093409

Archers, A. L., & Hughes, C. A. (2011). *Explicit instruction: Effective and efficient teaching.* New York: The Guilford Press.

Armand, A., & Gille B. (2006). *La contribution de l'éducation prioritaire à l'égalité des chances des élèves.* (Rapport de l'Inspection Générale No 2006-076). Paris: Ministère de l'Éducation Nationale de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. Retrieved from Ministère de l'Éducation Nationale et de la Jeunesse website: http://media.education.gouv.fr/file/35/7/3357.pdf

Aunio, P., & Niemivirta, M. (2010). Predicting children's mathematical performance in grade one by early numeracy. *Learning and Individual Differences, 20,* 427-435.

Aunola, K., Leskinen, E., Lerkkanen, M. K., & Nurmi, J. E. (2004). Developmental dynamics of math performance from preschool to grade 2. *Journal of Educational Psychology, 96*(4), 699-713.

Bächtold, M. (2012). Les fondements constructivistes de l'enseignement des sciences basé sur l'investigation. *Tréma.* Advanced online publication. doi: 10.4000/trema.2817

Bächtold, M. (2013). What do students "construct" according to constructivism in science education? *Research in Science Education, 43,* 2477-2496. doi: 10.1007/s11165-013-9369-7

Baker, S., Gersten, R., & Lee, D. S. (2002). A synthesis of empirical research on teaching mathematics to low-achieving students. *The Elementary School Journal*, *103*(1), 51-73. doi: 0013-5984/2003/10301-0003$05.00

Bandura, A. (1977). *Social learning theory*. New York: General Learning Press.

Bandura, A. (1997). *Self-efficacy:* The exercise of control. New York: W. H. Freeman.

Barbash, S. (2012). *Clear teaching: With direct instruction, Siegfried Engelmann discovered a better way of teaching*. Arlington,VA : Education Consumers Foundation.

Barrouillet, P., Camos, V., Morlaix, S., & Suchaut, B. (2008). Progressions scolaires, mémoire de travail et origine sociale: Quels liens à l'école élémentaire? *Revue Française de Pédagogie, 162,* 5-14.

Bartz, D.E, & Miller L. K. (1991). *12 teaching methods to enhance student learning. What research says to the teacher.* Washington DC: Institutional Education Association.

Bautier, E. (2006). Le rôle des pratiques des maitres dans les difficultés scolaires des élèves. *Recherche et Formation, 51*, 105-118. Retrieved [May 21, 2016] from: http://rechercheformation.revues.org/497

Bautier, E., & Goigoux, R, (2004). Difficultés d'apprentissage, processus de secondarisation et pratiques enseignantes: Une hypothèse relationnelle. *Revue Française de Pédagogie, 148*, 89-100. doi: 10.3406/rfp.2004.3252

Bautier, E., & Rayou, P. (2009). *Les inégalités d'apprentissages. Programmes, pratiques et malentendus scolaires.* Paris: Presses Universitaires de France.

Beare, H. (1997). Enterprise: The new metaphor for schooling in a post-industrial society. In T. Townsend (Ed.), *The primary school in changing times: The Australian experience* (pp. 3-20). Retrieved from: https://books.google.com/books?id=nJWFAgAAQBAJ&pg=PR8&lpg=PR7&ots=qD4Jvmu58w&focus=viewport&dq=Enterprise:+The+new+metaphor+for+schooling+in+ a+post-industrial+society&hl=fr#v=onepage&q=Enterprise%3A%20The%20new%20metapor%20for%20schooling%20in%20a%20post-industrial%20society&f=false

Becker, W. C. (2001). Teaching reading and language to the disadvantaged. What we have learned from research. *Journal of Direct Instruction, 1*(1), 31-52. Retrieved [February 28, 2019] from: https://www.nifdi.org/docman/journal-of-direct-instruction-jodi/volume-1-no-1-winter-2001/423-teaching-reading-and-language-to-the-disadvantaged-what-we-have-learned-from-research/file.html

Becker, W. C., & Gersten, R. (1982). A follow-up of Follow Through: The later effects of the direct instruction model on children in fifth and sixth Grades. *American Educational Research Journal, 19*(1), 57-71. doi:10.2307/1162369

Beckers, J. Crinon, J., & Simons, G. (2012). *Approche par compétences et réduction des inégalités d'apprentissage entre élèves. De l'analyse des situations scolaires à la formation des enseignants*. Bruxelles: De Boeck.

Bénabou, R., Kramarz, F., Prost, C., & Gurgand. (2004). Zones d'éducation prioritaire: Quels moyens pour quels résultats? Suivi d'un commentaire de Marc Gurgand. *Economie et Statistique, 380*, 3-34. Retrieved [March 03, 201] from: https://www.persee.fr/docAsPDF/estat_0336-1454_2004_num_380_1_7676.pdf

Berliner, D. C. (1980). Using research on teaching for the improvement of classroom practice. *Theory into Practice, 19*(4), 302-308. Retrieved [September 13, 2015] from: https://web-a-ebscohost-com.tlqprox.teluq.uquebec.ca/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=9&sid=f2388a4a-81d7-4fa4-b37e-340df62120b6%40sessionmgr4009

Bernstein, B. (1975). Classes et pédagogies: Visibles et invisibles. In J. Deauvieau & J.-P. Terrail (Eds.), *Les sociologues, l'école et la transmission des savoirs.* Paris: La Dispute.

Bianco, M. (2016). Pratiques pédagogiques et performance des élèves: langage et apprentissage de la langue écrite. Contribution préparatoire au rapport *Inégalités sociales et migratoires. Comment l'école amplifie-t-elle les inégalités?* Paris: MENESR. Retrieved [March 03, 201] from: http://www.cnesco.fr/wp-content/uploads/2016/09/bianco_solo1.pdf

Bianco, M. (2015). Du langage oral à la compréhension de l'écrit. Grenoble: PUG.

Bianco, M., & Bressoux, P. (2009). *L'efficacité dans l'enseignement*. Paris: De Boeck.

Bianco, M., Bressoux, P., Doyen, A. L., Lambert, E., Lima, L., Pellenq, C., & Zorman M. (2010). Early training in oral comprehension and phonological skills: results of a three-year longitudinal study. *Scientific Studies in Reading*, 14(3), 211-246. doi: 10.1080/10888430903117518

Bianco, M., Pellenq, C., Lambert, E., Bressoux, P., Lima, L., & Doyen, A.-L. (2012). Impact of early code-skill and oral-comprehension training on reading achievement in first grade. *Journal of Research in Reading, 35(4), 427-455.* doi: 10.1111/j.1467-9817.2010.01479.x

Bisault, J., & Berzin, C. (2009). Analyse didactique de l'activité effective des élèves en sciences à l'école primaire. *Éducation et Didactique, 3*(2), 77-99. Retrieved [Septembre 13, 2015] from: file:///C:/Users/gguil/Downloads/educationdidactique-510.pdf

Bissonnette, S., & Boyer, C. (2019). *Les enfants des milieux socioéconomiques défavorisés sont-ils massivement condamnés à l'échec scolaire?* Manuscript submitted for publication.

Bissonnette, S., Richard, M., & Gauthier, C. (2005). Interventions pédagogiques efficaces et réussite scolaire des élèves provenant de milieux défavorisés. *Revue Française de Pédagogie, 150*, 87-141. doi: 10.3406/rfp.2005.3229

Bissonnette, S., Richard, M., & Gauthier, C. (2006). *Comment enseigne-t-on dans les écoles efficaces? Efficacité des écoles et des réformes.* Laval: Les Presses de l'Université.

Bissonnette, S., Richard, M., Gauthier, C., & Bouchard, C. (2010). Quelles sont les stratégies d'enseignement efficace favorisant les apprentissages fondamentaux auprès des élèves en difficulté de niveau élémentaire? Résultats d'une méga-analyse. *Revue de Recherche Appliquée sur l'Apprentissage, 3*, 1-35. Retrieved [April 19, 2014] from: http://r-libre.teluq.ca/776/1/sbissonn-06-2010.pdf

Bissonnette, S., Gauthier, C., & Castonguay, M. (2016). *L'enseignement explicite des comportements.* Montréal: Chenelière Éducation.

Black P., & Wiliam D. (1998). *Inside the black box: Raising standards through classroom Assessment*. Retrieved [May 21, 2016] from: https://www.rdc.udel.edu/wp-content/uploads/2015/04/InsideBlackBox.pdf

Blumenfeld, P. C. (1992). Classroom learning and motivation: Clarifying and expanding goal theory. *Journal of Educational Psychology, 84*(3), 272–281.

Bocquillon, M., Bissonnette, S., & Gauthier, C. (in press). Faut-il utiliser l'enseignement explicite en tout temps? Non… mais oui! *Apprendre et enseigner aujourd'hui.*

Bongrand, P. (2011). L'introduction controversée de l'excellence dans la politique française d'éducation prioritaire (1999-2005). *Revue Française de Pédagogie*, *177*, 11-24. Retrieved [May 21, 2016] from: http://rfp.revues.org/3379

Bongrand. P., & Rochex., J. Y. (2016). La politique française d'éducation prioritaire (1981-2005): les ambivalences d'un consensus. Contribution préparatoire au rapport *Inégalités sociales et migratoires. Comment l'école amplifie-t-elle les inégalités ?* Paris: MENESR. Retrieved [March 03, 2019] from: http://www.cnesco.fr/wp-content/uploads/2016/09/bongrand1.pdf

Bonnéry, S. (2007). *Comprendre l'échec scolaire. Elèves en difficulté et dispositifs pédagogiques.* Paris: La Dispute, l'Enjeu Scolaire.

Bonnéry, S. (2009). Scénarisation des dispositifs pédagogiques et inégalités d'apprentissage. *Revue Française de Pédagogie, 167,* 13-23. Retrieved [September 11, 2014] from: http://rfp.revues.org.tlqprox.teluq.uquebec.ca/1246

Bouysse, V., Claus, P., & Szymankiewick, C. (2011). *L'école maternelle.* (Rapport de l'Inspection Générale No 2011-108). Paris: Ministère de l'Éducation Nationale, de la Jeunesse et de la Vie Assiciative. Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. Retrieved from Ministère de l'Éducation Nationale et de la Jeunesse website: http://media.education.gouv.fr/file/2011/54/5/2011-108-IGEN-IGAENR_215545.pdf

Brauer, M., & McClelland, G. (2005). L'utilisation des contrastes dans l'analyse des données: Comment tester les hypothèses spécifiques dans la recherche en psychologie. *L'Année Psychologique, 105*(2), 273-305. doi: 10.3406/psy.2005.29696

Bressoux, P. (1994). Les recherches sur les effets-écoles et les effets-maitres. Note de synthèse. *Revue Française de Pédagogie*, *108*, 91-137. Retrieved [March 13, 2015] from: http://www.persee.fr/doc/rfp_0556-7807_1994_num_108_1_1260

Bressoux, P. (1995). Les effets du contexte scolaire sur les acquisitions des élèves: Effet-école et effets-classes en lecture. *Revue Française de Sociologie, 36*(2), 273-294. doi:10.2307/3322249

Bressoux, P. (2011). Effet maitre et pratique de classe. In E. Bourgeois, & G. Chapelle (Eds.), *Apprendre et faire apprendre* (pp. 221-231). Paris: Presse Universitaire de France.

Bressoux, P. (2017). Practice-based research: Une aporie et des espoirs. *Éducation et Didactique, 11*(3), 123-134. Retrieved [September 10, 2018] from: file:///C:/Users/guilmois/Downloads/EDDI_113_0123.pdf

Bressoux, P., & Bianco, M. (2004). Long-term teacher effects on pupils' learning gains. *Oxford Review of Education, 30*(3), 327-345. doi: 10.1080/0305498042000260476.

Brooks-Gunn, J., Klebanov, P. K., & Duncan, G. J. (1996). Ethnic differences in children's intelligence. Test scores: Role of economic deprivation, home environments, and maternal characteristics. *Child Development*, *67*(2), 396-408. doi: 0009-3920/96/6702-0014$01.0

Brophy, J. (2004). *Motivating students to learn.* London: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

Brown, P. C., Roediger, H. L., & McDaniel, M. A. (2016). *"Mets-toi ça dans la tête!": Les stratégies d'apprentissage à la lumière des sciences cognitives.* Genève: Editions Markus Haller.

Bruner, J. (2008). *L'éducation: entrée dans la culture.* Paris: Retz.

Caille J. P. (2014). Les transformations des trajectoires au collège: des parcours plus homogènes, mais encore très liés au passé scolaire et à l'origine sociale. *Éducation et Formations*, *85*, p. 5-30. Retrieved [March 03, 2019] from: http://cache.media.education.gouv.fr/file/2014/39/7/DEPP_EF_85_2014_362397.pdf

Cardelle-Elawar, M. (1995). Effects of metacognitive instruction on low achievers in mathematics problems. *Teaching & Teacher Education, 11*(1), 81-95.

Carette, V. (2008). Les caractéristiques des enseignants efficaces en question. *Revue Française de Pédagogie, 162*, 81-93. Retrieved [January 29, 2014] from: http://rfp.revues.org/851

Carnine, D., Jones, E. D., & Dixon, R. (1994). Mathematics: Educational tools for diverse learners. *School Psychology Review, 23*(3), 406-427.

Caro, D. H., Lenkeit, J., & Kyriakides, L. (2016). Teaching strategies and differential effectiveness across learning contexts: Evidence from PISA 2012. *Studies in Educational Evaluation, 49*, 30-41. doi:10.1016/j.stueduc.2016.03.005

Caro, D. H., Lüdtke, O., & Sandoval-Hernadez, A. (2014). Cultural, social, and economic capital constructs in international assessments: An evaluation using exploratory structural equation modeling. *School Effectiveness and School Improvement, 25*(3), 433-450. doi: 10.1080/09243453.2013.812568

Carré, P. (2004). Bandura: une psychologie pour le XXIe siècle?. *Savoirs Hors-Série*, *5*, 9-50. doi: 10.3917/savo.hs01.0009

Castonguay, M., & Gauthier, C. (2012). *La formation à l'enseignement – Atout ou frein à la réussite scolaire ?* Laval: Les Presses de l'Université de Laval.

Cèbe, S., & Goigoux, R. (1999). L'influence des pratiques d'enseignement sur les apprentissages des élèves en difficulté. *Cahiers Alfred Binet*, *661*, 49-68. Retrieved[November 29, 2016] from: https://hal.archives-ouvertes.fr/halshs-00532613/document

Cèbe, S., & Picard, P. (2009). Réussir pour comprendre : le rôle des pratiques d'enseignement dans le développement des compétences requises à et par l'école. *Dialogue, 134*, 25-29.

Centre Alain Savary – Institut Français de l'Éducation. (2013). *Réaliser un enseignement explicite*. Retrieved [June 27, 2018] from: file:///Users/celineguilmois/Downloads/enseignement-explicite.pdf

Centre Alain Savary – Institut Français de l'Éducation. (2015). Enseigner plus explicitement, bibliographie/sitographie. Retrieved [October 16, 2018] from: http://centre-alain-savary.ens-lyon.fr/CAS/education-prioritaire/ressources/theme-1-perspectives-pedagogiques-et-educatives/realiser-un-enseignement-plus-explicite/enseigner-plus-explicitement-bibliographie-sitographie

Centre Alain Savary – Institut Français de l'Éducation. (2016). Enseigner plus explicitement, l'essentiel en quatre pages. Retrieved [October 16, 2018] from: http://centre-alain-savary.ens-lyon.fr/CAS/education-prioritaire/ressources/theme-1-perspectives-pedagogiques-et-educatives/realiser-un-enseignement-plus-explicite/enseigner-plus-explicitement-un-dossier-ressource

Centre Alain Savary – Institut Français de l'Éducation. (2016). Enseigner plus explicitement : pourquoi? Qui? Quoi? Où? Retrieved [October 16, 2018] from: http://centre-alain-savary.ens-lyon.fr/CAS/education-prioritaire/ressources/theme-1-perspectives-pedagogiques-et-educatives/realiser-un-enseignement-plus-explicite/enseigner-explicitement-pour-quoi-qui-quand-quoi-comment

Centre Alain Savary – Institut Français d'Éducation. (n.d.). Enseigner plus explicitement - un dossier ressource. Retrieved [October 26, 2018] from: http://centre-alain-savary.ens-lyon.fr/CAS/documents/publications/docs-enseignement-plus-explicite/dossier-ressource-explicite

Chambon, M. (1990a). La perception d'une discipline scolaire par les élèves. Représentation et effets identitaires. *European Journal of Psychology of Education*, *5*(6), 337-354. doi: 10.1007/BF03172691

Chambon, M. (1990b). La représentation des disciplines scolaires par les parents d'élèves: Enjeux de valeurs, enjeux sociaux. *Revue Française de Pédagogie, 92*, 31-40. doi: 10.3406/rfp.1990.1379

Charpak, G. (1996). La Main à la pâte: Les sciences à l'école primaire. Paris: Flammarion.

Charnay, R., Dussuc M.P., Combier, G., & Madir, D. (2010). *Cap Maths CM1*. Paris: Hatier.

Charnay, R., Dussuc M.P., Combier, G., & Madir, D. (2010). *Cap Maths CM2*. Paris: Hatier.

Chauveau, G. (2000). *Comment réussir en ZEP. Vers des zones d'excellence pédagogique.* Paris: Retz.

Cherkaoui, M. (1978). Sur l'égalité des chances scolaires: A propos du "rapport Coleman". *Revue Française de Sociologie, 19*(2)*, 237-260.* Retrieved [November 29, 2016] from: http://www.persee.fr/web/revues/home/prescrip/article/rfsoc_0035-2969_1978_num_19_2_6632

Chodura, S, Kuhn, J. T., & Holling, H. (2015). Interventions for children with mathematical difficulties: A meta-analysis. *Zeitschrift für Psychologie, 223*(2), 129–144. doi: 10.1027/2151-2604/a000211

Clanet, J. (2012). L'efficacité enseignante, quelle modélisation pour servir cette ambition? *Questions Vives*, *6*(18), 15-37. doi: 10.4000/questionsvives.1121

Clément, C. (2015). Efficacité de l'enseignement: L'exemple de l'enseignement explicite. InS. Zarrouk (Ed.), *Penser l'efficacité en sciences de l'éducation: un regard multidisciplinaire* (pp. 133-150). Paris: L'Harmattan.

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. New York: Routledge Academic.

Cothran, D. J., & Ennis, C. D. (1997). Students and teachers' perceptions of conflict and power. *Teaching and Teacher Education, 13*, 541-553.

Cour des comptes. (2018). *L'éducation prioritaire, rapport d'évaluation d'une politique publique.* Retrieved [October 26, 2018] from: https://www.ccomptes.fr/system/files/2018-10/20181017-rapport-education-prioritaire.pdf

Crahay, M. (2000). *L'école peut-elle être juste et efficace? De l'égalité des chances à l'égalité des acquis.* Bruxelles: De Boeck.

Creemers, B. P. M. (2006). The importance and perspectives of international studies in educational effectiveness. *Educational Research and Evaluation: An International Journal on Theory and Practice, 12*(6), 499-511. doi: 10.1080/13803610600873978

Creemers, B. P. M., & Kyriakides, L. (2006). Critical analysis of the current approaches to modeling educational effectiveness: The importance of establishing a dynamic model. *School Effectiveness and School Improvement, 17*(3), 347-366. doi: 10.1080/09243450600697242

Creemers, B. P. M., & Kyriakides, L. (2008). *The dynamics of educational effectiveness: A contribution to policy, practice and theory in contemporary schools*. London and New York: Routledge.

Creemers, B. P. M., & Kyriakides, L. (2010). Explaining stability and changes in school effectiveness by looking at changes in the functioning of school factors. *School Effectiveness and School Improvement: An International Journal of Research, Policy and Practice, 21*(4), 409-427. doi: 10.1080/09243453.2010.512795

Creemers, B. P. M., Kyriakides, L., & Antoniou, P. (2013). *Teacher professional development for improving quality in teaching*. Dordrecht, the Netherlands: Springer. Retrieved [November 29, 2016] from: https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=komYAvpuIJkC&oi=fnd&pg=PR5&dq=Teacher+professional+development+for+improving+quality+in+teaching+pdf&ots=xWUfJoUSPx&sig=dNoxHFtGJptKwv92VpKLZm6qaJU#v=onepage&q=Teacher%20professional%20development%20for%20improving%20quality%20in%20teaching%20pdf&f=false

Croizet, J. C., Goudeau, S., Marot, M., & Millet, M. (2017). How do educational contexts contribute to the social class achievement gap: documenting symbolic violence from a social psychological point of view. *Current opinion in Psychology, 18,* 105-110. doi: 10.1016/j.copsyc.2017.08.025

Cuculou, S. (2012). Les enseignants du premier degré face à la politique de la performance. *Notes du CREN, 12*, 1-6. Retrieved [February 25, 2019] from: http://cren.univ-nantes.fr/notes-cren/n12-enseignants-premier-degre-face-a-politique-de-performance/

Cusset, J. Y. (2011). Que dissent les recherches sur l'effet enseignant? (La note d'analyse No 232). Paris: Centre d'Analyse Stratégique. Retrieved from Archives Centre d'Analyse Strategique website: http://archives.strategie.gouv.fr/cas/content/que-disent-les-recherches-sur-leffet-enseignant-note-danalyse-232-juillet-2011.html

Darnon, C. Butera, F., & Martinot, D. (2013). Psychologie sociale et éducation. In L. Bègue, & O. Desrichard (Eds.), *Traité de psychologie sociale. (pp. 433-454)*. Bruxelles: De Boeck.

Darnon, C. Butera, F., & Mugny, G. (2008). *Des conflits pour apprendre*. Grenoble: Presses Universitaires de Grenoble.

Delahaye, J. P. (2015). *Grande pauvreté et réussite scolaire. Le choix de la solidarité pour la réussite de tous*. (Rapport de l'Inspection Générale). Paris: Ministère de l'Éducation Nationale de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. Retrieved from: Ministère de l'Éducation Nationale et de la Jeunesse website: http://www.education.gouv.fr/cid88768/grande-pauvrete-et-reussite-scolaire-le-choix-de-la-solidarite-pour-la-reussite-de-tous.html

DEPP – Direction de l'Évaluation de la Prospective et de la Performance (2013). *Le déroulement de la procédure d'orientation en fin de troisième reste marqué par de fortes disparités scolaires et sociales.* (Note d'information No 13.24). Paris: Direction de l'Évaluation de la Prospective et de la Performance. Retrieved from: Ministère de l'Éducation Nationale et de la Jeunesse website: http://cache.media.education.gouv.fr/file/2013/76/6/DEPP_NI_2013_24_deroulementprocedure_orientation_fin_troisieme_fortes_disparites_scolaires_sociales_280766.pdf

DEPP – Direction de l'Évaluation de la Prospective et de la Performance (2016). *TIMMS 2015 Mathématiques et Sciences. Évaluation internationale des élèves de CM1*. (Note d'information No 33). Paris: Direction de l'Évaluation de la Prospective et de la Performance. Retrieved from: Ministère de l'Éducation Nationale et de la Jeunesse website: http://cache.media.education.gouv.fr/file/2016/81/9/depp-ni-2016-33-TIMSS-2015-mathematiques-sciences-evaluation-internationale-eleves-CM1_672819.pdf

DEPP – Direction de l'Évaluation de la Prospective et de la Performance (2017a). *Cedre 2014 mathématiques en fin d'école*. (Les Dossiers de la DEPP No 208). Paris: Direction de l'Évaluation de la Prospective et de la Performance. Retrieved from: Ministère de l'Éducation Nationale et de la Jeunesse website: http://cache.media.education.gouv.fr/file/208/89/6/depp-dossier-2017-208-cedre-2014-mathematiques-fin-ecole_847896.pdf

DEPP – Direction de l'Évaluation de la Prospective et de la Performance (2017b). *PIRLS 2016: Evaluation internationale des élèves de CM1 en compréhension de l'écrit. Évolution des performances sur quinze ans*. (Note d'information No 17.24). Paris: Direction de l'Évaluation de la Prospective et de la Performance. Retrieved from: Ministère de l'Éducation Nationale et de la Jeunesse website: http://cache.media.education.gouv.fr/file/2017/73/7/depp-ni-2017-24-pirls-cm1-ecrit_860737.pdf

DEPP – Direction de l'Évaluation de la Prospective et de la Performance (2018). *Repères & références statistiques 2018.* Paris: Direction de l'Évaluation de la Prospective et de la Performance. Retrieved from: Ministère de l'Éducation Nationale et de la Jeunesse website: http://cache.media.education.gouv.fr/file/RERS_2018/83/2/depp-2018-RERS-web_986832.pdf

Desimone, L. M., Smith, T., Baker, D., & Ueno, K. (2005). Assessing barriers to the reform of U.S. mathematics instruction from an international perspective. *American Educational Research Journal*, *42*(3), 501–535.

DGESCO – Direction Générale de l'Ensiegnement Scolaire (n.d.). *Enseigner plus explicitement*. Retrived [October 16, 2018] from: https://www.reseaucanope.fr/education-prioritaire/fileadmin/user_upload/user_upload/actualites/enseigner_plus_explicitementcr.pdf

Djibo, F, & Gauthier, C. (2017). L'efficacité de la formation continue des enseignants du primaire: le cas du Burkina Faso. *Formation et profession*, *25*(2), 35-48. doi: 10318162/fp.2017.330

Doise, W., & Mugny, G. (1981). *Le développement social de l'intelligence*. Genève: InterEditions.

Doise, W., & Mugny, G. (1997). *Psychologie sociale et développement cognitif*. Paris: Armand Colin.

Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, *23*(7), 5-12.

Dubet, F. (2014). *La préférence pour l'inégalité. Comprendre la crise des solidarit*és. Paris: Le Seuil.

Dubet, F., & Martuccelli, D. (1996). *À l'école: Sociologie de l'expérience scolaire*. Paris: Le Seuil.

Duru-Bellat, M. (1988). *Le fonctionnement de l'orientation. Genèse des inégalités sociales à l'école*. Neuchâtel: Delachaux & Niestlé.

Duru-Bellat, M. (2001). Effets maitres, effets établissements: Quelle responsabilité pour l'école? *Scweizerische Zetschrift für Bilddgswissenschaffen*, *23*(2), 321-337. Retrieved [August 16, 2015] from: http://rsse.elearninglab.org/wp-content/uploads/2012/09/SZBW_1.2_Duru- Bellatpdf.pdf

Duru-Bellat, M. (2009). Inégalités sociales à l'école: Du constat aux politiques. In Toulemonde, B. (Ed), *Le système éducatif en France* (pp. 269-279). *Paris: La documentation française*. Retrieved [October 18, 2014] from: https://halshs.archives-ouvertes.fr/hal-00973013/document

Duru-Bellat, M., Jarousse J. P., & Mingat, A. (1993). Les scolarités de la maternelle au lycée. *Revue Française de Sociologie, 34(1)*, 43-60. Doi : 10.2307/3322050

Duru-Bellat, M., & Van Zanten, A. (2012). *Sociologie de l'école.* Paris: Armand Colin.

Dutrévis, M., & Toczeck, M. C. (2007). Perception des disciplines scolaires et sexe des élèves: Le cas des enseignants et des élèves de l'école primaire en France. *L'orientation scolaire et professionnelle*, *36*(3), 1-22. doi: 10.4000/osp.1469

Egert, F. (2015). *Meta-analysis on the impact of in-service professional development programs for preschool teachers on quality ratings and child outcomes (*Mémoire inaugural, Université de Bamberg, Allemagne*). Retrieved [february 02, 2019] from:* file:///C:/Users/gguil/Downloads/EGERTFranziskaDisssek_A3a.pdf

Ellis, A., & Fouts, J. (1993). *Research on educational innovations*. Princeton, NJ: Eye on Education.

Engelmann, S. (1992). *War against the schools' academic child abuse*. Portland, OR: Halcyon House.

Engelmann, S., Becker, W.C., Carnine, D., & Gersten, R. (1988). The direct instruction follow through model: Design and outcomes. *Education and treatment of children, 11*(4), 303-317.

Engelmann, S., & Colvin, G. (2006). *Rubric for identifying authentic direct instruction programs*. Eugene, OR: Engelmann Foundation.

Everston, C. M. (1989). *Classroom Organization and Management Program* (Rapport No 143). Tenesse: U.S. Department of Education. Retrieved [February 26, 2016] from: https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED403247.pdf

Ewing, B. (2011). Direct instruction in mathematics: Issues for school with high indigenous enrolments: A literature review. *Australian Journal of Teacher Education*, *36*(5), 64-91. Retrieved [February 25, 2019] from: https://eric.ed.gov/?id=EJ926806

Felouzis, G. (1997). *L'efficacité des enseignants.* Paris: Presses Universitaires de France.

Felouzis, G., Fouquet-Chauprade, B., Charmillot, S., & Impérial-Arefaïne, L. (2016). Inégalités scolaires et politiques d'éducation. Contribution préparatoire au rapport *Inégalités sociales et migratoires. Comment l'école amplifie- t-elle les inégalités?* Paris: MENESR. Retrieved [March 06, 2019] from : https://archive-ouverte.unige.ch/unige:88827

Flavier, E., & Clement, C. (2013). Connaissances et besoins de formation des enseignants du second degré concernant les troubles du spectre de l'autisme. *La nouvelle revue de l'adaptation et de la socialisation*, *65*, 1-18. Retrieved [February 28, 2019] from: https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01070564

Flores, M. M. (2010). Using the concrete–representational-abstract sequence to teach subtraction with regrouping to students at risk for failure. *Remedial and Special Education*, *31*(3), 195-207.

Forquin, J. C. (1982). Notes de synthèse. L'approche sociologique de la réussite et de l'échec scolaires: Inégalités de réussite scolaire et appartenance sociale. *Revue Française de Pédagogie*, *59*, 52-75.

Fortin, L., & Pétrin, E. (2011). *Recension des écrits sur l'identification des élèves à risque par leur enseignant ou les membres du personnel scolaire*. Retrieved [March 01, 2019] from: https://www.csrs.qc.ca/fileadmin/user_upload/Page_Accueil/Enseignants/Fenetre_pedagogique/PEPS/Identification-eleves-risque.pdf

Fosnot, C., & Perry, R. (2005). Constructivism: a psychological theory of learning. In C. Fosnot (Ed.), Constructivism: theory, perspectives, and practice (8-38). New York and London: Teachers College Press.

Fritsche, I., Jonas, E., Ablasser, C., Beyer, M., Kuban, J. Manger, A. M., & Schultz, M. (2013). The power of we: Evidence for group-based control. *Journal of Experimental Social Psychology*, *49*, 19-32.

Gallagher, J. J. (1994). Teaching and learning: New models. *Annual Review of Psychology*, *45*, 171-195. doi: 10.1146/annurev.ps.45.020194.00113

Gao, S. (2014). Relationship between science teaching practices and students' achievement in Singapore, Chinese Taipei, and the US: An analysis using TIMSS 2011 data. *Frontiers of Education in China*, *9*(4), 519-551. doi: 10.3868/s110-003-014-0043-x

Garouste, M., & Prost, C. (2015). *Inégalité sociales et migratoires. Comment l'école amplifie les inégalités?* (Rapport Scientifique). Paris: CNESCO – Conseil National d'Évaluation du Système Scolaire. Retrieved from Conseil National d'Évaluation du Système Scolaire website: http://www.cnesco.fr/fr/inegalites-sociales-et-migratoires-comment-lecole-les-amplifie/

Gauthier, C. Bissonnette, S., & Richard, M. (2006). *Comment enseigne-t-on dans les écoles efficaces?* Laval: Presses de l'Université de Laval.

Gauthier, C. Bissonnette, S., & Richard, M. (2013). *Enseignement explicite et réussite des élèves. La gestion des apprentissages.* Paris: De Boeck.

Gauthier, C., & Dembélé, M. (2004). *Qualité de l'enseignement et qualité de l'éducation: Revue des Résultats de recherche.* Retrieved [October 16, 2018] from: http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001466/146641f.pdf

Gauthier, C., Desbiens, J. F., Malo, A., Martineau, S., & Simard, D. (1997). *Pour une théorie de la pédagogie. Recherches contemporaines sur le savoir des enseignants*. Québec: Presses de l'Université de Laval.

Geary, D. C. (2007). *Educating the evolved mind: Conceptual foundations for an evolutionary educational psychology*. Charlotte, NC: Information Ange Publishing.

Gersten, R., Chard, D. J., Jayanthi, M., Baker, S. K. B., Morphy, P., & Flojo, J. (2009). Mathematics instruction for students with learning disabilities: A meta-analysis of instructional components. *Review of Educational Research*, *79*(3), 1202-1242. doi: 10.3102/0034654309334431

Gersten, R., Jordan, N. C., & Flojo J. R. (2005). Early identification and interventions for students with mathematics difficulties. *Journal of Learning Disabilities,* *38*(4), 293-304. doi: 10.1177/00222194050380000040301

Gersten, R., & Keating, T. (1987). Long-term benefits from direct instruction. *Education Leadership*, *44*(6), 28-31. Retrieved [February 26, 2019] from: https://web-b-ebscohost-com.tlqprox.teluq.uquebec.ca/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=7&sid=596aa0d1-4410-4910-8894-e4519c4222b3%40sessionmgr104

Glasersfeld, E. (1995). *Radical constructivism: A way of knowing and learning.* London, Washington, DC: The Falmer Press.

Goigoux, R. (2007). Un modèle d'analyse de l'activité des enseignants. *Éducation et Didactique*, *1*(3), 47-69. doi: 10.4000/educationdidactique.232

Goigoux, R. (2011). Une pédagogie éclectique au service des élèves qui ont le plus besoin de l'école. *La Nouvelle Revue de l'Adaptation et de la Scolarisation, 52,* .21-30. Retrieved [February 28, 2019] from: https://hal.archives-ouvertes.fr:hal-00595003

Goigoux, R. (2018). L'enseignement de la lecture et de l'écriture au cours préparatoire est-il vraiment de moindre qualité en éducation prioritaire? In B. Fouquet-Chauprade & A. Soussi (Eds.), *Pratiques Pédagogiques et Éducation Prioritaire*, (pp. 153-182). Berne: Peter Lang

Good, T. L., & Grouws, D. A. (1979). The Missouri mathematics effectiveness project. *Journal of Educational Psychology, 71*(3), 143-155. doi: 10.1037/0022-0663.71.3.355

Good, T.L., Grouws, D. A. & Ebmeier, H. (1983). *Active mathematics effectiveness project*. New York: Longman.

Goussé. M., & Le Donné, N. (2014). Why have Inequalities in 15-years-old Cognitive Skills Increased so much in France? Contribution préparatoire au rapport *Inégalités sociales et migratoires. Comment l'école amplifie-t-elle les inégalités ?* Paris: MENESR. Retrieved [March 03, 2019] from: https://poseidon01.ssrn.com/delivery.php?ID=626090113083011000118126083001006104014031023082031066109092078127120003106116074089099038000101119039109112030108097126027092015059068041031112010065099001104116030069092013072098097123025119002096024080072113118090124086092099067108111084069069104122&EXT=pdf

Gosselin, M. Viau-Guay, A., & Bourassa, B. (2014). Le développement professionnel dans une perspective constructiviste ou socioconstructiviste: une compréhension conceptuelle pour des implications pratiques. *Perspectives Interdisciplinaires sur le Travail et la Santé, 16*(3), 1-25. doi : 10.4000/pistes.4009

Goudeau, S, & Croizet, J.C. (2017). Hidden advantages and disadvantages of social class: How classrooms reproduce social inequality by stating unfair comparison. *Psychological Science, 28*(2), 162-170. doi: 10.1177/0956797616676600

Greenaway, K. H., Louis, W. R., Hornsey, M. J., & Jones, J. M. (2014). Perceived control qualifies the effects of threat on prejudice. *British Journal of Social Psychology*, *53*, 422-442. doi: 10.1111/bjso.12049

Grossman, P., & McDonald, M. (2008). Back to the future: directions for research in teaching and teacher education. *American Educational Research Journal, 45*(1), 184-205. doi: 10.3102/0002831207312906

Guinet, R. (1978). Histoire des techniques opératoires. *Grand N*, *14*, 53-64.

Guskey, T. R. (1986). Staff development and the process of teacher change. *Educational Researcher*, *15*(5), 5-12. doi: 10.2307/1174780

Guskey, T. R. (2005, April). *Formative Classroom Assessment and Benjamin S. Bloom: Theory, Research, and Implications.* Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, Montreal, Canada. Retrieved [August 18, 2016] from: file:///Usere:///Users/celineguilmois/Downloads/Formative_classroom_assessment_and_Benjamin_S_Bloo.pdfs/celineguilmois/Downloads/Formative_classroom_assessmnt_and_Benjamin_S_Bloo.pdf

Guskey, T. R., & Passaro, P. D. (1994). Teacher efficacy: A study of construct dimensions. *American Educational Research Journal, 31*(3), 627-643. doi: 10.3102/00028312031003627

Hagnerelle, L., & Pittoors, J. P. (2011). *La mise en œuvre du programme CLAIR.* (Rapport de l'Inspection Générale No 2011-069). Paris: Ministère de l'Éducation Nationale de la Jeunesse et de la Vie Associative. Minsitère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. Retrieved from Ministère de l'Éducation Nationale et de la Jeunesse website: http://media.education.gouv.fr/file/2011/58/0/Rapport-2011-069-IGAENR-IGEN_215580.pdf

Hall, T. & Vue, G. (2004). *Explicit Instruction*. Wakefield, MA: National Center on Accessing the General Curriculum. Retrieved [October 26, 2018] from: http://aem.cast.org/about/publications/2002/ncac-explicit-instruction.html

Hattie, J. (2009). *Visible learning. A synthesis of 800 meta-analyses relating to achievement*. New York: Routledge.

Hattie, J. (2012). *Visible learning for teachers. Maximizing impact on learning*. New York: Routledge.

Heurdier L. (2011). La politique ZEP, laboratoire de nouveaux outils de pilotage du système éducatif (1981-2001). *Revue Française de pédagogie, 177*, 25-36. doi : 10.4000/ rfp.3390

Hock, M. F. (2011). Effective literacy instruction for adults with specific learning disabilities: Implications for adult educators. *Journal of Learning Disabilities, 45*(1), 64-78. doi :10.1177/0022219411426859

Hollingworth, J., & Ybarra, S. (2012). *L'enseignement explicite. Une pratique efficace.* Montréal: Chenelière Éducation.

Huguet, P., & Monteil, J. M. (1992). Social comparison and cognitive performance: A descriptive approach in an academic context. *European Journal of Psychology of Education, 7*(2), 131-150. doi : 10.1007/BF03172890

Huguet, P., & Régner, I. (2007). Stereotype threat among schoolgirls in quasi-ordinary classroom circumstances. *Journal of Educational Psychology, 99*(3), 545-560. doi: 10.1037/0022-0663.99.3.545

Ichou, M. (2016). *Comment l'école amplifie les inégalités sociales et migratoires? Perfomances scolaires des enfants d'immigrés: Quelles évolutions?* Paris: CNESCO – Conseil National d'Évaluation du Système Scolaire. Retrieved from Conseil National d'Évaluation du Système Scolaire website: http://www.cnesco.fr/wp-content/uploads/2016/09/ichou_seul1.pdf

INSEE – Institut National de la Statistique et des Études Economiques (2015). *Enquête Emploi 2015*. Retrieved [December 04, 2018] from: https://www.insee.fr/fr/statistiques/2388681

Jackson, P.W. (1968). *Life in classrooms.* Retrieved [February 25, 2019] from: https://books.google.com/books?id=W46Gu6wwYsQC&printsec=frontcover&dq=JACKSON,+P.W.,+1968.+Life+in+classrooms.&hl=fr&sa=X&ved=0ahUKEwjgjra0itfgAhVH3RoKHTV9AZAQ6AEIKDAA#v=onepage&q&f=false

Jones, D., Wilson, R., & Bhojwani, S. (1997). Mathematics instruction for secondary students with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities, 30*(2), 151-163. doi: 10.1177/002221949703000203

Jonnaert, P. (1996). Apprentissages mathématiques en situation: Une perspective constructiviste. *Revue des Sciences de l'Éducation, 22*(2), 233-252. doi:10.7202/031879ar

Jost, J. T. (2015). Resistance to change: A social psychological perspective. *Social Research*, *82*(3), 607-636.

Jury, M. Smeding, A., & Darnon, C. (2015). First-generation students'underperformance at university: The impact of the function of selection. *Frontier in Psychology, 6*, 1-11. doi: 10.3389/fpsyg.2015.00710

Kame'nui, E. J., Carnine, D. W., Dixon, R.C., Simmons, D.C., & Coyne, M. D. (2002). *Effective Teaching Strategies that Accomodate Diverse Learners*. Upper Saddle River NJ: Merril-prentice Hall.

Kennedy, M. M. (2010). Attribution error and the quest for teacher quality. *Educational Researcher*, *39*(8), 591-598. doi: 10.3102/0013189X10390804

Kherroubi, M., & Rochex, J.Y. (2004). La recherche en éducation et les ZEP en France. Apprentissages et exercice professionnel en ZEP: Résultats, analyses, interprétations. *Revue Française de Pédagogie, 146*, 115-190. doi: 10.3406/rfp.2004.3101

Kilpatrick, J. (1987, July). *What constructivism might be in mathematics education*. Proceedings of the eleventh conference of the international group for the psychology of mathematics education, University of Montreal. Retrieved from: https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED383532.pdf

Kirschner, P., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist, 41(2)*, 75–86. doi: 10.1207/s15326985ep4102_1

Kosloff, M. LaNunziata, L., & Cowardin, J. (1999). *Direct instruction in Education.* Retrieved [October 23, 2017] from: http://www.beteronderwijsnederland.nl/files/active/0/Kozloff%20e.a.%20DI.pdf

Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. H (2002). Teaching multiplication to low performers: Guided versus structured instruction. *Instructional Science, 30*, 361-378.

Kroesbergen, E. H., Van Luit, J. E. H. (2003). Mathematics interventions for children with special educational needs a meta-analysis. *Remedial and Special Education, 24(2),* 97-114.

Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. H (2005). Constructivist mathematics education for students with mild mental retardation. *European Journal of Special Needs Education, 20*(1), 107-116. doi: 10.1080/0885625042000319115

Kroesbergen, E. H., Van Luit, J. E. H., & Maas C. J. M. (2004). Effectiveness of explicit and constructivist mathematics instruction for low-achieving students in the Netherland. *The Elementary School Journal, 104*(3), 233-251. doi: 0013-5984/2004/10403-0004$05.00

Kulik, C. L. C, Kulik, J. A., & Bangert-Drowns, R. L. (1990). Effectiveness of mastery learning programs: A meta-analysis. *Review of Educational Research, 60*(2), 265- 299. doi: 10.2307/1170612

Kulinna, P. H., & Cothran, D. (2003). Physical education teachers' self-reported use and perceptions of various teaching styles. *Learning and Instruction, 13*, 597–609. doi: 10.1016/s0959-4752(02)00044-0

Kyriakides, L. (2008). Testing the validity of the comprehensive model of educational effectiveness: A step towards the development of a dynamic model of effectiveness. *School Effectiveness and School Improvement: An International Journal of Research, Policy and Practice, 19*(4), 429-446. doi: 10.1080/09243450802535208

Kyriakides, L., Campbell, R. J., & Gagatsis, A. (2000). The significance of the classroom effect in primary schools: An application of Creemers' comprehensive model of educational effectiveness. *School Effectiveness and School Improvement, 11*(4), 501-529. doi: 10.1076/sesi.11.4.501.3560

Kyriakdes, L., Christoforou, C., & Charalambous, C. Y. (2013). What matters for student learning outcomes: A meta-analysis of studies exploring factors of effective teaching. *Teaching and Teacher Education, 36*, 143-152. doi: 10.1016/j.tate.2013.07.010

Lakens, D. (2013). Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: A pratical primer for *t*-tests and ANOVAs. *The Frontiers in Psychology, 4,* 1-12. doi: 10.3389/fpsyg.2013.00863

Laparra, M. (2011) Les ZEP, miroir grossissant des évolutions et contradictions du système éducatif français. *Revue Française de Pédagogie, 177*, 47-60. doi: 10.4000/rfp.3395

Le Moigne, J. L. (1995). *Le constructivisme. Tome 2: Des épistémologies*. Paris: ESF éditeurs.

Loyens, S., & Gijbels, D. (2008). Understanding the effects of constructivist learning environments: introducing a multi-directional approach. *Instructional Science*, *36*, 351-357. doi:10.1007/s11251-008-9059-4

Margolinas, C. & Wozniak, F. (2009). Usage des manuels dans le travail de l'enseignant: l'enseignement des mathématiques à l'école primaire. *Revue des sciences de l'éducation*, *35*(2), 59-82. doi: 10.7202/038729ar

Maroy, C. (2006). Les évolutions du travail enseignant en France et en Europe: facteurs de changement, incidences et résistances dans l'enseignement secondaire. *Revue Française de Pédagogie*, *155*, 111-142. doi: 10.4000/rfp.273.

Marzano, R. J., & Pickering, D. J. (2007). The case for against Homework. *Educational Leadership*, *64*(6), 74-79. Retrieved [October 23, 2017] from: https://web-a-ebscohost-com.tlqprox.teluq.uquebec.ca/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&sid=8d3b8a3a-4ef4-480f-9d6c-5659907cf50d%40sessionmgr4006

Maurice, J. J., & Murillo, A. (2008). La distance à la performance attendue: Un indicateur des choix de l'enseignant en fonction du potentiel de chaque élève. *Revue Française de Pédagogie*, *162*, 67-79. Retrieved [October 23, 2017] from: http://rfp.revues.org/827

McDonald Connor, C., Morrson, F. J., & Katch, L. E. (2004). Beyond the reading wars: Exploring the effect of child-instruction interactions on growth in early reading. *Scientific Studies of Reading*, *8*(4), 305–336. doi: 10.1207/s1532799xssr0804_1

MEN – Ministère de l'Éducation Nationale. (2002). *Enseigner les sciences à l'école: cycles des approfondissements (cycle 3). Documents d'application des programmes*. Paris: CNDP.

MEN – Ministère de l'Éducation Nationale. (2005). *Programmes des collèges: introduction commune à l'ensemble des disciplines scientifiques* (Bulletin Officiel Hors-Série No 5). Retrieved [October 23, 2017] from: http://www.education.gouv.fr/bo/2005/hs5/default.htm

MEN – Ministère de l'Éducation Nationale. (2008). *Horaires et programmes d'enseignement de l'école primaire.* (Bulletin Officiel Hors-Série No 3). Retrieved [October 26, 2018] from: http://www.education.gouv.fr/bo/2008/hs3/default.htm

MEN – Ministère de l'Éducation Nationale. (2014). *Un référentiel pour l'éducation prioritaire*. Retrieved [October 23, 2017] from: https://www.reseau-canope.fr/education-prioritaire/fileadmin/user_upload/user_upload/accueil/Referentiel_de_l_education_prioritaire.pdf

MEN – Ministère de l'Éducation Nationale. (2018a). *Les principes de la refondation de l'éducation prioritaires.* Retrieved [October 23, 2017] from: http://www.education.gouv.fr/cid187/l-education-prioritaire.html#Les_principes_de_la_refondation_de_l_education_prioritaire)

MEN – Ministère de l'Éducation Nationale. (2018b). *Bulletin Officiel spécial du 26 avril 2018.* Retrieved [October 26, 2018] from: http://www.education.gouv.fr/pid285/bulletin_officiel.html?pid_bo=37752

MENESR – Ministère de l'Éducation Nationale de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. (2015a). *Socle commun de connaissances, de compétences et de culture.* Retrieved [October 23, 2017] from: http://cache.media.education.gouv.fr/file/17/45/6/Socle_commun_de_connaissances,_de_competences_et_de_culture_415456.pdf

MENESR – Ministère de l'Éducation Nationale de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. (2015b). *Programmes pour les cycles 2, 3, 4*. Retrieved [October 23, 2017] from : http://cache.media.education.gouv.fr/file/MEN_SPE_11/67/3/2015_programmes_cycles234_4_12_ok_508673.pdf

MENESR – Ministère de l'Éducation Nationale de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. (2016a). *Le calcul aux cycles 2 et 3*. Retrieved [February 27, 2019] from: http://cache.media.eduscol.education.fr/file/Mathematiques/28/1/RA16_C2C3_MATH_math_calc_c2c3_N.D_609281.pdf

MENESR – Ministère de l'Éducation Nationale de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. (2016b). *Mathématiques. Grandeurs et mesures au cycle 3.* Retrieved [October 23, 2017] from: http://cache.media.eduscol.education.fr/file/Mathematiques/16/8/RA16_C3_MATH_grand_mesur_N.D_609168.pdf

Meuret, D. (1994). L'efficacité de la politique des zones d'éducation prioritaire dans les collèges. *Revue Française de Pédagogie*, *109*, 41-64. doi: https://doi.org/10.3406/rfp.1994.1245

Miller, S.P., Butler, M., & Kit-Lung, L. (1998). Validated practice for teaching mathematics to students with learning disabilities: A review of literature. *Focus on Exceptional Children*, *31*(1), 1-24. Retrieved [March 01, 2019] from: https://web-b-ebscohost-com.tlqprox.teluq.uquebec.ca/ehost/detail/detail?vid=3&sid=7e4f2044-aaf3-40d1-83d5-b7bcca7bb3e5%40pdc-v-sessmgr01&bdata=Jmxhbmc9ZnImc2l0ZT1laG9zdC1saXZlJnNjb3BlPXNpdGU%3d#AN=EJ585724&db=eric

Miller, S. P., & Hudson, P. J. (2007). Using evidence-based practices to build mathematics competence related to conceptual, procedural, and declarative knowledge. *Learning Disabilities Research & Practice*, *22*(1), 47–57. doi: 10.1111/j.1540-5826.2007.00230.x

Ministère de l'intérieur. (2018). *Code de l'éducation*. Retrieved from Legifrance – le service public de l'accès au droit website: https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?cidTexte=LEGITEXT000006071191&idArticle=LEGIARTI000027682584

Monfroy B. (2002). La définition des élèves en difficulté en ZEP: Le discours des enseignants de l'école primaire. *Revue Française de Pédagogie, 140*, 33-40. Retrieved [October 23, 2017] from: http://ife.enslyon.fr/publications/edition-electronique/revue-francaise-depedagogie/INRP_RF140_4.pdf

Mononen, R. Aunio, P., Koponen, T., & Aro, M. (2014). A review of early numeracy interventions for children at risk in mathematics. *International Journal of Early Childhood Special Education 6*(1), 25-54.

Monteil, J. M., & Huguet, P. (2001). *Réussir ou échouer à l'école: une question de contexte ?* Grenoble: Presses Universitaires de Grenoble.

Mugny, G., & Carugati, F. (1985). *L'intelligence au pluriel*. Cousset: DelVal.

Muijs, D., & Reynolds, D. (2000). School effectiveness and teacher effectiveness in mathematics: Some preliminary findings from the evaluation of the mathematics enhancement programme (Primary). *School Effectiveness and School, 11*(3), 323-337.

Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., & Drucker, K. T. (2012). *PIRLS 2011 international results in reading*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PILRS International Study Centre. Lynch School of Education, Boston College. Retrieved [October 23, 2017] from: https://timssandpirls.bc.edu/pirls2011/downloads/P11_IR_FullBook.pdf

Murillo, A. (2010). Le niveau de difficulté des tâches scolaires: Des marges de manœuvre limitées pour les enseignants. *Carrefours de l'Éducation, 29*, 79-93. doi: 10.3917/cdle.029.0077

National Research Council. (1996). *National science education standards: An overview*. Retrieved [October 23, 2017] from: https://www.csun.edu/science/ref/curriculum/reforms/nses/nses-complete.pdf

Observatoires des inégalités. (2015). *Pourquoi les enfants d'ouvriers réussissent moins bien à l'école que ceux des cadres*. Retrieved [October 23, 2017] from: https://www.inegalites.fr/Pourquoi-les-enfants-d-ouvriers-reussissent-moins-bien-a-l-ecole-que-ceux-des?id_theme=17

O'Dwyer, L. M., Wang, Y., & Shields, K. A. (2015). Teaching for conceptual understanding: A cross-national comparison of the relationship between teachers' instructional practices and student achievement in mathematics. *Large-scale Assessments in Education, 3*(1), 1-30. doi: 10.1186/s40536-014-0011-6

OECD – Organization for Economic Cooperation and Development (2014a). *PISA 2012 results in focus. What 15-year-olds know and what they can do with what they know*. Retrieved [June27, 2018] from: http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results-overview.pdf

OECD – Organization for Economic Cooperation and Development (2014b). *PISA 2012 technical report*. Retrieved [October 23, 2017] from: http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results.htm

OECD – Organization for Economic Cooperation and Development (2016). *PISA 2015 résultats à la loupe.* Retrieved [June 27, 2018] from: https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus-FR.pdf

Opdenakker, M. C., & Van Damme, J. (2006). Teacher characteristics and teaching styles as effectiveness enhancing factors of classroom practice. *Teaching and Teacher Education, 22,* 1-21. doi: 10.1016/j.tate.2005.07.008

Palacio-Quintin, E. (1995). Les différences de développement cognitif entre enfants de milieux socio-économiques différents et les facteurs associés à ce phénomène. In J. Lautrey (Ed.), *Universel et Différentiel en Psychologie* (pp. 307-325). Paris: Presses Universitaires de France.

Palacio-Quintin, E., & Jourdan-Ionescu, C. (1991). La mesure du HOME et du QI en fonction du niveau socio-économique et culturel. *Enfance*, 44(1-2), 99-110. doi: 10.3406/enfan.1991.1968

Palincsar, A., & Brown, A. (1984). Reciprocal teaching of comprehension-fostering and comprehension-monitoring activities. *Cognition and Instruction, 1*(2), 117-175. doi: 10.1207/s1532690xci0102_1

Pavlov, I. (1963) Réflexes conditionnels et inhibition. Paris: Gonthier.

Perret-Clermont, A. N. (1996). *La construction de l'intelligence dans l'interaction sociale.* Paris: Peter Lang.

Piaget, J. (1975). *L'équilibration des structures cognitives. Problème central du développement. Études d'épistémologie génétique*. Paris: Presses Universitaires de France.

Pintrich, P. R., & De Groot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology, 82*(1), 33-40. doi: 10.1037/0022-0663.82.1.33

Piquée C. (2010). Pratiques enseignantes envers les élèves en difficulté dans des classes à efficacité contrastée. *Revue Française de Pédagogie*, *170*, 43-60. Retrevied [June 27, 2018] from: http://www.cairn.info.bu-services.martinique.univ-ag.fr:5000/revue-francaise-de-pedagogie-2010-1-page-43.htm

Power, S. Rhys, M., Taylor, C. & Waldron, S. (2018). How child-centred education favours some learners more than others. *Review of Education.* doi:10.1002/rev3.3137

Prawat, R. S. (1989). Promoting access to knowledge, strategy and disposition in students: A research synthesis. *Review of Educational Research, 59*(1), 1-41. doi:10.3102/00346543059001001

Réseau Canopé. (2018). Données clés. Retrieved [Avril 15, 2019] from: https://www.reseau-canope.fr/education-prioritaire/comprendre/donnees-cles.html

Reynolds, D., Sammons, P., De Fraine, B., Van Damme. J., Townsend, T., Teddlie C., & Stringfield, S. (2014). Educational effectiveness research (EER): a state-of-the-art review. *School Effectiveness and School Improvement: An International Journal of Research, Policy and Practice, 25*(2), 197-230. doi: 10.1080/09243453.2014.885450

Richard, M., Carignan, I., Gauthier, C., & Bissonnette, S. (2017). *Quels sont les modèles de formation les plus efficaces pour l'enseignement de la lecture et de l'écriture chez les élèves du préscolaire, du primaire et du secondaire ? Une synthèse de connaissance*. (Rapport de recherche Programme Actions Concertées). Québec: Université Téluq. Retrieved [Mars 30, 2019] from : http://www.frqsc.gouv.qc.ca/partenariat/nos-resultats-de-recherche/histoire/quels-sont-les-modeles-de-formation-continue-les-plus-efficaces-pour-l-enseignement-de-la-lecture-et-de-l-ecriture-chez-les-eleves-du-prescolaire-du-primaire-et-du-secondaire-une-synthese-des-connaissances-72tezqvu1506625562765

Rochex, J. Y. (2014, 18/09). *Extrait vidéo de Jean-Yves Rochex sur l'enseignement expicite*. [vidéo on ligne]. Retrieved [June 27, 2018] from: http://centre-alain-savary.enslyon.fr/CAS/education-prioritaire/ressources/theme-1-perspectives-pedagogiques-et-educatives/realiser-un-enseignement-plus-explicite/extrait-video-de-jean-yves-rochex-sur-lenseignement-explicite

Rochex, J. R., (2018). Faut-il crier haro sur l'éducation prioritaire? Analyses et controverses sur une politique incertaine. *Revue Française de Pédagogie*, 194, 91-108. doi: 10.4000/rfp.4981

Rochex, J. Y., & Crinon, J. (2011). *La construction des inégalités scolaires. Au cœur des pratiques et des dispositifs d'enseignement.* Rennes: Presse Universitaires de Rennes.

Rosenshine, B. V. (1986). Synthesis of research on explicit teaching. *Educational Leadership, 43,* 60-69. Retrieved [June 27, 2018] from: http://www.ascd.org/ASCD/pdf/journals/ed_lead/el_198604_rosenshine.pdf

Rosenshine, B. V. (2002). *What characterizes an effective teacher?* Retrieved [June 27, 2018] from: http://www.formapex.com/barak-rosenshine/615-what-characterizes-an-effective-teacher-an-exclusive-interview-with-barak-rosenshine?616d13afc6835dd26137b409becc9f87=339a5ec40f56987efa4d7f134adb6e31

Rosenshine, B. V. (2008). *Five Meanings of Direct Instruction*. Retrieved [March 01, 2019] from: http://www.centerii.org/search/resources/fivedirectinstruct.pdf

Rosenshine, B. (2010). *Principes d'enseignement*. Retrieved [March 01, 2019] from: http://www.3evoie.org/telechargementpublic/primaire/TradPrinciplesofInstruction.pdf

Rosenshine, B. V. (2012). Principales of instruction. Research-based strategies that all teachers should know. *Amercian Educators*, *399*, 12-19. Retrieved [June 27, 2018] from: https://www.aft.org/sites/default/files/periodicals/Rosenshine.pdf

Rosenshine, B. V. & Stevens, R. (1986). Teaching functions. In M.C. Wittrock (Ed.), *Handsbook of research on Teaching* (pp. 376-391) New York: Macmillan Reference Books. Retrieved from: http://www.formapex.com/telechargementpublic/rosenshine1986a.pdf

Roy, D. (1991). Étude de l'importance des connaissances de l'enseignant et de l'influence des actes professionnels d'enseignement sur les apprentissages au collégial. Retrieved [June27, 2018] from: https://eduq.info/xmlui/bitstream/handle/11515/1225/703199-roy-connaissances-enseignant-rimouski-PAREA-1991.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ruelland-Roger, D., & Clot, Y. (2013). L'activité réelle de l'élève: pour développer l'activité enseignante. *Revue internationale du CRIRES: Innover dans la tradition de Vygotsky*, *1*(1), 20-25. Retrieved [June 20, 2016] from: https://ojs.crires.ulaval.ca/index.php/ric/article/view/8

Ryder, R. J., Burton, J. L., & Silberg, A. (2006). Longitudinal study of direct instruction effects from first through third grades. *The Journal of Educational Research*, *99*(3), 179-191. Retrieved [March 01, 2019] from: http://www.jstor.org/stable/27548127

Sammons, P. (2009). The dynamics of educational effectiveness: a contribution to policy, practice and theory in contemporary schools. *School Effectiveness and School Improvement: An International Journal of Research, Policy and Practice*, *20*(1), 123-129. doi: 10.1080/09243450802664321

Scheerens, J. (2013). The use of theory in school effectiveness revisited. *School Effectiveness and School Improvement*, *24*(1), 1-38. doi: 10.1080/09243453.2012.691100

Shepard L. A. (2000) The role of assessment in a learning culture. *Educational Researcher*, *29*(7), 4-14. doi: 10.3102/0013189x029007004

Simon, J., & Moisan, C. (1997). *Les déterminants de la réussite scolaire en zone d'éducation prioritaire.* (Rapport de l'Inspection Générale). Paris: Ministère de l'Éducation Nationale de la Recherche et de la Technologie. Retrieved from la Documentation Française website: https://www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapports-publics/984001171.pdf

Skarr, A., Zielinski, K., Ruwe, K., Sharp, H., Williams, R. L., & McLaughlin T. F. (2014). The effects of direct instruction flashcard and math racetrack procedures on mastery of basic multiplication facts by three elementary school students. *Education and Treatment of Children*, *37*(1), 77-93. doi: 10.7439/ijasr

Skinner, B. F. (1971). *L'analyse expérimentale du comportement*. Bruxelles: Dessart.

Star, J. R. (2005). Reconceptualizing procedural knowledge. *Journal for Research in Mathematics Education*, *36*(5), 404–411. Retrieved [March 01, 2019] from: http://www.indiana.edu/~pcl/rgoldsto/courses/cogscilearning/starprocedural.pdf

Stockard, J. Ph. D., & Engelmann, K. Ph. D. (2010). The development of early academic success: The impact of direct instruction's reading mastery. *Journal of Behavior Assessment and Intervention in Children*, *1*(1), 2-24. Retrieved [June 27, 2018] from: http://psycnet.apa.org/journals/aic/1/1/2.pdf&productCode=pa

Swanson, H. L. (1999). Reading research for students with LD: A meta-analysis of intervention outcomes. *Journal of Learning Disabilities, 32*(6), 504-532. doi: 10.1177/002221949903200605

Swanson, H. L., & Hoskyn, M. (1998). Experimental intervention research on students with learning disabilities: A meta-analysis of treatment outcomes. *Review of Educational Research,68*(3), 277-321. doi: 10.3102/00346543068003277

Sweller, J. (2016). Working memory, long-term memory, and instructional design. *Journal of Applied* Research in Memory and Cognition, 5(4), 360-367. doi: 10.1016/j.jarmac.2015.12.002

Talbot, L. (2012). Les recherches sur les pratiques enseignantes efficaces. Questions Vives, 6(18), 1-12. doi: 10.4000/questionsvives.1234

Terhart, E. (2003). Constructivism and teaching: a new paradigm in general didactics? *Journal of Curriculum Studies, 35*(1), 25-44. doi: 10.1080/00220270210163653

Testas, A. (2017). *Le niveau d'études selon le milieu social*. (L'Etat de l'Enseignement supérieur et de la Recherche en France No 10). Paris: Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation. Direction Générale de l'Enseignement Supérieur et de l'Insertion Professionnelle. Direction Générale de la Recherche et de l'Innovation. Retrieved L'Etat de l'Enseignement supérieur et de la Recherche en France website from: https://publication.enseignementsup-recherche.gouv.fr/eesr/10/EESR10_ES_21-le_niveau_d_etudes_selon_le_milieu_social.php

Timperley, H. (2011). Le développement professionnel des enseignants et ses effets sur les apprentissages des élèves. *Revue Française de Pédagogie, 174,* 31-40. doi: 10.4000/rpf.2910

Timperley, H., Wilson, A., Barrar, H., & Fung, I. (2007). *Teacher Professional Learning and Development. Best Evidence Synthesis Iteration*. Retrieved [January 30, 2019] from: http://www.oecd.org/education/school/48727127.pdf

TIMSS, (2015). *Trends in International Mathematics and Science Study*. TIMSS & PIRLS International Study Center. Retrieved [June 27, 2018] from:http://timss2015.org/#/?playlistId=0&videoId=0

Toulemonde, B. (2004). La discrimination positive dans l'éducation : des ZEP à sciences Po. *Le Seuil, 111*, 87-99. doi: 10.3917/pouv.111.0087

Tricot, A. (2017). *L'innovation pédagogique*. Paris, Retz.

Troadec, B. (1998). *Psychologie du développement cognitif.* Paris: Armand Colin.

U.S. Department of Education (2008). *The Final Report of the National Mathematics Advisory Panel*. Retrieved from: https://www2.ed.gov/about/bdscomm/list/mathpanel/report/final-report.pdf

Van de Grift, W. J. C. M. (2014). Measuring teaching quality in several European countries. School Effectiveness and School Improvement: An International Journal of Research, Policy and Practice, *25*(3), 295-311. doi: 10.1080/09243453.2013.794845

Van Luit, J. E. H., & Neglieri, J. A. (1999). Effectiveness of the MASTER program for teaching special children multiplication and division. *Journal of Learning Disabilities*, *32*(2), 98-107. doi: 10.1177/002221949903200201

Vellas, E. (2016). Expliciter le silence qui sépare les chercheurs constructivistes. *Dialaogue, 160*, 9-16.

Villani, C., & Torossian, C. (2018). *21 mesures pour l'enseignement des mathématiques*. (Rapport de l'Inspection Générale). Paris: Ministère de l'Éducation Nationale de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. Retrieved from Ministère de l'Éducation Nationale et de la Jeunesse website: http://www.education.gouv.fr/cid126423/21-mesures-pour-l-enseignement-des-mathematiques.html

Vygotski, L. S. (1985). *Pensée et langage*. Paris: Editions Sociales.

Wang, C., Haertel, G. D., & Walberg, H. (1993). Synthesis of research / What Helps Students Learn? *Educational Leadership*, *51*(4), 74-79.

Winnykamen, F. (1990). *Apprendre en imitant?* Paris: Presse Universitaire de France.

Woodward, J., & Baxter, J. (1997). The effects of an innovative approach to mathematics on academically low achieving students in mainstreamed settings. *Exceptional Children*, *63*(3), 373-388. Retrieved [March 01, 2019] from: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.532.5752&rep=rep1&type=pdf

Zajonc, R. B. (1968). Attitudinal effects of mere exposure. *Journal of Personality and Social Psychology Monograph Supplement*, *9*, 1-27.

UNIVERSITE DES ANTILLES (UA)

ÉCOLE DOCTORALE (ED 588)
« MILIEU INSULAIRE TROPICAL : DYNAMIQUES DE DEVELOPPEMENT,
SOCIETES, PATRIMOINE ET CULTURE DANS L'ESPACE CARAÏBES-AMERIQUES »

CRREF (EA 4538)
CENTRE DE RECHERCHES ET DE RESSOURCES EN ÉDUCATION ET FORMATION

ÉCOLE SUPERIEURE DU PROFESSORAT ET DE L'ÉDUCATION
DE L'ACADEMIE DE MARTINIQUE (ESPE 972)

Efficacité de l'enseignement socioconstructiviste et de l'enseignement explicite en éducation prioritaire : Quelle alternative pour apprendre les mathématiques ?

Thèse présentée par Céline GUILMOIS

En vue de l'obtention du doctorat en sciences de l'éducation

Réalisée sous la direction de
Bertrand TROADEC
Professeur des Universités, Université des Antilles

Et la co-direction de

Steve BISSONNETTE
Professeur des Universités, Université TELUQ
&
Maria POPA-ROCH
Maitre de conférences, Université de Strasbourg

Année universitaire 2018-2019

Annexes

Efficacité de l'enseignement socioconstructiviste et de l'enseignement explicite en éducation prioritaire :
Quelle alternative pour apprendre les mathématiques ?

Table des matières

SEQUENCE DE MATHEMATIQUES en ENSEIGNEMENT EXPLICITE APPRENTISSAGE DE LA TECHNIQUE OPERATOIRE DE LA SOUSTRACTION EN CE1

Durée : 5 semaines

3 semaines de préparation au calcul mental soustractif : 15 min par jour	2 semaines massées : séquence

La séance de mathématiques sur la technique opératoire de la soustraction : entrée par les problèmes

Activités de calcul mental préalables : en rituel, 15 minutes, tous les jours pendant 3 semaines :

- Manipulation sur des petites quantités ;
- Calcul de complétion ;
- Utilisation du matériel de numération ;
- Codage et décodage de la numération ;
- Résolution de petits problèmes arithmétiques.

L'enseignant veillera particulièrement aux points suivants :

- Toutes les étapes de la démarche doivent être verbalisées ;
- Le vocabulaire employé doit être fonction du matériel de numération utilisé dans la classe. Exemple : si ce sont des plaques de 100, des barrettes de 10 et des carrés pour les unités, faire le lien entre une centaine et une plaque, une dizaine et une barrette, une unité et un carré. On dira également j'échange une barrette contre 10 carrés (soit une dizaine égale 10 unités).
  Si le matériel est constitué de buchettes, dire un paquet pour une dizaine et une buchette pour une unité. On dira, j'ouvre ou je casse mon paquet (1 dizaine) pour récupérer 10 buchettes (10 unités) ;
- Tous les élèves doivent savoir (avoir une affiche sous les yeux au besoin) qu'une barrette représente une dizaine et un carré, une unité (équivalence entre le matériel de numération et le vocabulaire des mathématiques) ;
- Tous les élèves doivent avoir du matériel de numération en quantité suffisante. Cf. exemple sous forme papier en annexe p. 25 (photocopiable) ;
- Cette séquence se fait au cours de la période 1 ce qui explique le choix des nombres inférieurs à 100. Par ailleurs, les procédures de pivotement et de décomposition (selon François Boule) n'étant pas acquises en début de CE1, les opérations ne peuvent pas être traitées majoritairement par le calcul mental ; les élèves utiliseront donc la technique opératoire. De fait, pour une séquence similaire effectuée plus tard dans l'année, penser à changer le champ numérique afin de rendre indispensable l'utilisation de la technique opératoire pour le calcul.

ALERTE : cette séance concerne l'apprentissage de la technique opératoire de la soustraction par l'enseignement explicite. Le choix d'un certain type de problèmes a donc été effectué pour aborder la technique par la manipulation. Elle ne se substitue pas aux séquences de résolution de problèmes nécessaires pour apprendre le sens des opérations.

45 minutes pour le corps de la séance	Séance 1
Objectif	Etre capable de résoudre un problème de transformation avec recherche de l'état final, avec ou sans retenue, à partir du matériel de numération.

OUVERTURE DE LA SEANCE

- Explicitation de l'objectif de la séance

On va apprendre à résoudre des problèmes soustractifs comme celui qui est écrit au tableau (les nombres représentent des quantités) avec le matériel de numération.
« Tom avait 54 cartes. Pendant la récréation il en a perdu 36. Combien lui reste-t-il de cartes maintenant ? »

- Présentation de l'objectif d'apprentissage

A la fin de la séance vous devrez être capables de résoudre un problème du même type, tout seul, avec le même matériel de numération.

- Réactiver les connaissances préalables

Qu'avons-nous appris en calcul mental sur les compléments à 10 et à 20 ?

CORPS DE LA SEANCE

<table>
<tr><td rowspan="2">Modelage
« je fais »
(l'enseignant)

10'</td><td>Pourquoi ?
Vous pourrez utiliser la même méthode pour savoir combien le commerçant doit vous rendre de monnaie lorsque vous allez acheter le pain à la boutique par exemple.</td></tr>
<tr><td>Haut-parleur sur la pensée de l'enseignant
Je vais vous montrer comment je fais pour résoudre ce problème.
⇨ Utiliser le matériel de numération en verbalisant.
1/ Tom avait 54 cartes. Je fabrique 54 avec le matériel : 54 c'est 5 dizaines et 4 unités. Je prends donc 5 barrettes et 4 carrés.
2/ Il en a perdu 36 à la récréation. Je dois enlever 36 c'est à dire 3 dizaines et 6 unités cad 3 barrettes et 6 carrés.
⇨ Faire le lien entre les deux verbes : perdre (il en a perdu) et enlever ; il s'agit de fabriquer le nombre 36 avec le matériel qui a servi à fabriquer le nombre 54.
Je commence par les unités. Je ne peux pas enlever 6 carrés (6 unités) car je n'en ai que 4. Je vais donc échanger une barrette (1 dizaine) contre 10 carrés. Maintenant, j'ai 4 barrettes (4 dizaines) et 14 carrés (14 unités) sur ma table.
3/ Maintenant je peux enlever 6 carrés (6 unités). Puis, j'enlève 3 barrettes (3 dizaines).</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td>Il me reste sur la table, 1 barrette (une dizaine) et 8 carrés (8 unités), cela fait 18.
Tom avait 54 cartes. Il en a perdu 36. Il lui en reste 18.</td></tr>
<tr><td>Pratique guidée « nous faisons »

25’</td><td>Note : Au préalable l’enseignant prendra des photos des nombres fabriqués avec le matériel de numération à chaque étape. Elles serviront pendant le moment d’institutionnalisation. (Cf. exemple en annexe p. 24)

<u>Consigne</u>
Par deux, vous allez, avec votre matériel de numération, essayer de résoudre le problème suivant : « Maria avait 67 élastiques dans sa boîte. 29 sont tombés par terre. Combien reste-t-il d’élastiques dans la boîte de Maria ? » Je vous laisse 10 minutes. Ensuite je vous laisserai deux minutes pour préparer ce que vous allez nous dire si vous allez au tableau montrer votre travail.

⇨ Repérer deux binômes qui ont des procédures justes et les envoyer au tableau pour les présenter.
⇨ Faire verbaliser les étapes qui ont permis aux élèves de trouver la bonne réponse. Echanger avec la classe.

<u>Institutionnalisation</u>
Illustrer les différentes étapes de la résolution du problème par les photos effectuées et réaliser une affiche du même type que celle proposé en page 24.
Insister sur la manière la plus opérante de visualiser un nombre avec le matériel de numération (les barrettes d’un côté, les carrés de l’autre).
Cela constituera la trace écrite.</td></tr>
</table>

Différenciation

Pour les élèves qui ne réussissent pas la pratique guidée

<table>
<tr><td>Pratique dirigée

10’</td><td>En petit groupe, reprendre un problème du même type en sollicitant les élèves de manière intensive sur leurs procédures.
Activité possible :
• « Caroline ramasse 57 coquillages mais 21 sont cassés. Combien a-t-elle de coquillages entiers ? »
• « Vivien a 42 gommettes et il en a collé 25 sur sa couronne. Combien lui en reste-t-il pour décorer sa couronne ? »</td></tr>
</table>

Pour les élèves qui réussissent la pratique guidée

Pratique autonome « vous faites » **10'**	Consigne Seul, vous allez, avec votre matériel de numération, résoudre le problème suivant : « Justin avait 35 feuilles dans sa pochette. 17 sont tombées par terre. Combien reste-t-il de feuilles dans la pochette de Justin maintenant ? » Vérification du travail individuel par l'enseignant : pas de correction collective !

CLOTURE DE LA SEANCE

- Qu'avons-nous appris à faire pendant cette séance ?
- A quoi cela sert-il d'apprendre à faire des problèmes soustractifs ?
- A quoi sert le matériel de numération ?

45 minutes pour le corps de la séance	Séance 2
Objectif	Etre capable de résoudre deux problèmes (ordinal et cardinal) de transformation avec recherche de l'état final à partir du matériel de numération, l'un mettant en jeu une retenue et l'autre non.

OUVERTURE DE LA SEANCE

- Explicitation de l'objectif de la séance :

On va refaire un problème comme dans la séance précédente et on va apprendre à résoudre un problème comme celui qui est écrit au tableau, toujours avec le matériel de numération.

« Magali était sur la 62ème marche d'un escalier. Elle est descendue de 27 marches. Sur quelle marche se trouve-t-elle maintenant ? »

- Présentation de l'objectif d'apprentissage

A la fin de la séance vous devrez être capables de résoudre deux problèmes tout seul, avec le même matériel de numération. Dans un des problèmes, les nombres représenteront des quantités, dans l'autre ils représenteront des numéros.

- Réactiver les connaissances préalables

Qu'avons-nous appris dans la séance 1 ?

⇨ Repartir de la trace écrite et résumer ce qui a été fait.

CORPS DE LA SEANCE

Modelage « je fais » (l'enseignant) **10'**	Pourquoi ? Vous pourrez utiliser la même méthode pour jouer au jeu de l'oie par exemple. Vous pourrez connaître à l'avance la case sur laquelle vous devrez reculer.
	Haut parleur sur la pensée de l'enseignant Je vais vous montrer comment je fais pour résoudre ce problème. ⇨ Utiliser le matériel de numération en verbalisant. 1/ Magali était sur la 62ème marche. Je fabrique 62 avec le matériel de numération. 62 c'est 6 dizaines et 2 unités, je prends donc 6 barrettes et 2 carrés. 2/ Elle est descendue de 27 marches. Je vais enlever 27 c'est-à-dire 2 dizaines (prendre 2 barrettes) et 7 unités (prendre 7 carrés). ⇨ Faire le lien entre les deux verbes : descendre (elle est descendue) et enlever. Je commence par les unités. Je ne peux pas prendre 7 unités car je n'en ai que 2. Je vais donc échanger une dizaine contre 10 unités (1 barrette

	contre 10 carrés). Maintenant j'ai 5 dizaines (5 barrettes) et 12 unités (12 carrés). 3/ A présent je peux faire 12 unités - 7 unités (j'enlève 7 carrés) et 5 dizaines – 2 dizaines (j'enlève 2 barrettes). Sur la table, il me reste 3 dizaines et 5 unités soit 3 barrettes et 5 carrés. Cela fait 35. Magali était sur la 62ème marche. Elle est descendue de 27 marches. Elle est maintenant sur la 35ème marche.
Pratique guidée « nous faisons » **25'**	**Note : Au préalable l'enseignant prendra des photos des nombres réalisés avec le matériel de numération à chaque étape. Elles serviront pendant la phase d'institutionnalisation.** <u>Consigne</u> Par deux, avec votre matériel de numération, vous allez essayer de résoudre les deux problèmes suivants : • « René joue sur une piste. Son pion était sur la case numéro 48. Il a reculé de 25 cases. Sur quelle case se trouve le pion de René maintenant ? » • « Line avait 40 euros dans son porte-monnaie. Elle en a donné 13 à la coiffeuse. Combien lui reste-t-il maintenant ? » Je vous laisse 15 minutes. Ensuite je vous laisserai deux minutes pour préparer ce que vous allez nous dire si vous allez au tableau montrer votre travail. ⇨ Repérer deux binômes qui ont des procédures justes. Les envoyer au tableau présenter leur démarche. ⇨ Faire verbaliser les étapes qui ont permis aux élèves de trouver la bonne réponse. Echanger avec la classe. <u>Institutionnalisation</u> Reprendre le problème ordinal (le 1er), traduire les différentes étapes en collant les photos du matériel de numération sur une affiche comme en séance 1. Cela constituera la 2ème trace écrite de la séquence (La première étant celle d'un problème dans le domaine cardinal).

Différenciation

Pour les élèves qui ne réussissent pas la pratique guidée

Pratique dirigée 10'	En petit groupe, reprendre un problème du même type en sollicitant les élèves de manière intensive sur leurs procédures. Exemple : « Maé a son pion sur la case 33 puis recule de 17 cases. Sur quelle case est-il maintenant ? »

Pour les élèves qui réussissent la pratique guidée

Pratique autonome « vous faites » **10'**	<u>Consigne</u> Seul, vous allez, avec votre matériel de numération, résoudre les deux problèmes suivants : • « Béa était au 27ème étage, elle est descendue de 15 étages, à quel étage est-elle à présent ? » • « Yann avait 33 billes. Il en a donné 16 à son petit frère. Combien lui en reste-t-il ? » Vérification du travail individuel par l'enseignant : pas de correction collective !

CLOTURE DE LA SEANCE

- Qu'avons-nous appris à faire pendant cette séance ?
- A quoi cela sert-il d'apprendre à faire des problèmes soustractifs où les nombres sont des quantités ou bien des numéros ?
- Comment fabrique-t-on le nombre 27 avec le matériel de numération ?
    - ⇨ Insister sur l'équivalence dizaine/barrette et unité/carré.

45 minutes pour le corps de la séance	Séance 3
Objectif	Etre capable de résoudre deux problèmes (ordinal et cardinal) de transformation avec recherche de l'état final l'un mettant en jeu une retenue et l'autre non. Support : les photos du matériel de numération (pas de possibilité de manipuler).

OUVERTURE DE LA SEANCE

- <u>Explicitation de l'objectif de la séance</u>

On va apprendre à résoudre des problèmes comme dans les deux séances précédentes mais cette fois-ci, vous ne pourrez plus utiliser le matériel de numération. Je le laisse près de vous sur une table. Vous pouvez le voir mais pas l'utiliser.
Voici le problème que je vous propose : « Lucas avait 42 feutres. Il en a 26 qui ne fonctionnent plus. Il les jette à la poubelle. Avec combien de feutres Lucas peut-il dessiner ? »

- <u>Présentation de l'objectif d'apprentissage</u>

A la fin de la séance vous devrez être capables de résoudre deux problèmes tout seul, sans avoir besoin de manipuler les barrettes et les carrés.

- <u>Réactiver les connaissances préalables</u> :

Qu'avons-nous appris lors des séances 1 et 2 ?

⇨ Utiliser la trace écrite élaborée en séance 1 et 2 puis résumer ce qui a été fait.

CORPS DE LA SEANCE

<table>
<tr><td rowspan="2">Modelage
« je fais »
(l'enseignant)

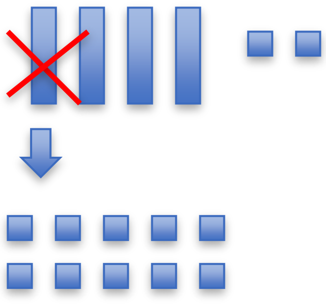
10'</td><td><u>Pourquoi ?</u>
Résoudre des problèmes soustractifs sans matériel, cela va vous aidez à aller de plus en plus vite sans vous tromper.</td></tr>
<tr><td><u>Haut-parleur sur la pensée de l'enseignant</u>
Je vais vous montrer comment je fais pour résoudre ce problème sans matériel de numération.

1/ Lucas avait 42 feutres. Je vais dessiner 42 avec des barrettes et des carrés.
</td></tr>
</table>

2/ Il y en a 26 qui ne fonctionnent pas. Je vais barrer 26 c'est à dire 2 barrettes et 6 carrés (2 dizaines et 6 unités).

⇨ Faire le lien entre les deux verbes : fonctionner (il y en a qui ne fonctionnent pas) et barrer.

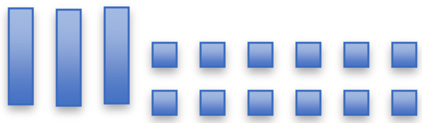
Je commence par les unités. Je ne peux pas barrer 6 carrés parce qu'il n'y en a que 2 de dessiner. Je vais donc échanger une barrette contre 10 carrés c'est-à-dire 1 dizaine contre 10 unités.



42

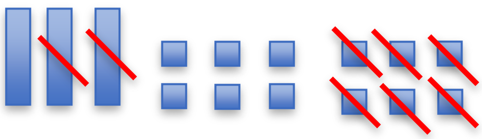
Je les dessine.

Maintenant j'ai donc :



30 et 12 unités.

3/ A présent, je peux enlever 6 unités et 2 dizaines : je barre 2 barrettes et 6 carrés.



Je barre 26, il reste 16.

Il reste 1 barrette et 6 carrés soit 1 dizaine et 6 unités. Cela fait 16.

Lucas avait 42 feutres. Il en a 26 qui ne fonctionnent plus. Il les a jeté à la poubelle. Il peut donc dessiner avec 16 feutres.

<u>Consigne</u>

Par deux, vous allez résoudre les deux problèmes suivants :

- « La maîtresse avait 63 gommettes dans sa boîte. Elle en a distribué 31. Combien reste-t-il de gommettes dans la boîte de la maîtresse ? »

Pratique guidée « nous faisons » **25’**	• « Mina était sur la 54ème marche d'un escalier. Elle est redescendue de 28 marches. Sur quelle marche est-elle maintenant ? » Je vous laisse 15 minutes. Ensuite je vous laisserai deux minutes pour préparer ce que vous allez nous dire si vous allez au tableau montrer votre travail. ⇨ Repérer deux binômes qui ont des procédures justes et les envoyer au tableau pour les présenter. ⇨ Faire verbaliser les étapes qui ont permis aux élèves de trouver la bonne réponse. Echanger avec la classe. <u>Institutionnalisation</u> Exploiter les dessins traduisant les différentes étapes de la résolution du problème et réaliser une affiche explicative de chaque étape. ⇨ Insister sur la manière la plus opérante de visualiser un nombre lorsqu'on le dessine. (les barrettes d'un côté, les carrés de l'autre). Ecrire les nombres en chiffres à côté des dessins. **Cela constituera la trace écrite**.

Différenciation

Pour les élèves qui ne réussissent pas la pratique guidée

Pratique dirigée **10’**	En petit groupe, reprendre un problème du même type en sollicitant les élèves de manière intensive sur leurs procédures. • « Joanne joue au jeu du mémory. Il y a 44 cartes en tout. Elle en trouve 26. Combien de cartes n'a-t-elle pas trouvées ? » • « Alexandra part du mur et avance de 50 mètres puis elle recule de 26 mètres. A combien de mètres est-elle du mur ? »

Pour les élèves qui réussissent la pratique guidée

Pratique autonome « vous faites » **10’**	<u>Consigne</u> Seul, vous allez résoudre le problème suivant sans matériel : « une piscine contient 75 litres d'eau. Eva ôte 47 litres d'eau. Combien de litres d'eau reste-t-il dans la piscine ? » Vérification du travail individuel.

CLOTURE DE LA SEANCE

- Qu'avons-nous appris à faire pendant cette séance ?
- A quoi cela sert-il de faire des dessins ?

45 minutes pour le corps de la séance	Séance 4
Objectif	Etre capable, à partir des photos du matériel de numération représentant les étapes d'un problème déjà étudié dans les séances 1, 2 ou 3, de poser la soustraction en colonne en utilisant la méthode de « casser la dizaine ».

OUVERTURE DE LA SEANCE

- Explicitation de l'objectif de la séance

On va apprendre à poser une soustraction. Pour cela on va reprendre le problème que nous avions vu en séance 1. Reprendre l'affiche avec les photos (cf. annexe p. 24). Rappelez-vous : « Tom avait 54 cartes. Pendant la récréation il en a perdu 36. Combien lui reste-t-il de cartes maintenant ? »

- Présentation de l'objectif d'apprentissage

A la fin de la séance vous devrez être capables de poser une soustraction en colonne en vous aidant des traces écrites des problèmes déjà étudiés ensemble.

- Réactiver les connaissances préalables

Comment a-t-on procédé pour résoudre les problèmes lorsqu'on n'a pas de matériel de numération ?

⇨ Repartir de la trace écrite et résumer ce qui a été fait.

CORPS DE LA SEANCE

Modelage « je fais » (l'enseignant) **10'**	Pourquoi ? Lorsque vous ne saurez pas résoudre une soustraction mentalement, vous pourrez rapidement la poser pour trouver le résultat. Par exemple, dans la vie de tous les jours, cela vous servira si vous devez payer quelque chose avec un billet et que vous désirez savoir combien on doit vous rendre.
	Haut-parleur sur la pensée de l'enseignant Je vais faire le lien avec les photos. ⇨ Reprendre l'affiche avec les photos et écrire à côté de chacune d'elles, le nombre en chiffres correspondant au nombre construit avec le matériel de numération. L'opération que l'on doit faire pour résoudre ce problème est : **54 cartes – 36 cartes =** (dans le domaine des grandeurs) En mathématiques on va écrire : **54-36 =** (dans le domaine des nombres)

Je pose cette soustraction en colonne :
- Pour cela j'écris 54 (en premier) ;
- Ensuite, en dessous, j'écris 36.

Les chiffres des unités doit être les uns en dessous des autres, les dizaines en dessous des dizaines.
Puis je mets le signe « - » sur le côté et sur la même ligne que 36, c'est-à-dire à côté du deuxième nombre.

Enfin je tire un trait horizontal sous les nombres.

$$\begin{array}{rrr} & 5 & 4 \\ - & 3 & 6 \\ \hline \end{array}$$

Voilà ce que je me dis :

Je ne peux pas enlever 6 unités car il n'y en a que 4.

$$\begin{array}{rrr} & 5 & 4 \\ - & 3 & 6 \\ \hline \end{array}$$

Je vais donc casser 1 dizaine. $\longrightarrow$

$$\begin{array}{rrr} & 5 & 4 \\ - & 3 & 6 \\ \hline \end{array}$$

Il reste 4 dizaines et 14 unités.

$$\begin{array}{rrr} & 4 & \\ & \cancel{5} & 14 \\ - & 3 & 6 \\ \hline \end{array}$$

Je peux enlever 6 unités à 14 unités, il en reste 8.

$$\begin{array}{rrr} & 4 & \\ & \cancel{5} & 14 \\ - & 3 & 6 \\ \hline & & 8 \end{array}$$

	Je peux enlever 3 dizaines à 4 dizaines. Il en reste 1. $\begin{array}{rr} & 4 \\ & \cancel{5}\ 14 \\ - & 3\ \ 6 \\ \hline & 1\ \ 8 \end{array}$
Pratique guidée « nous faisons » **25’**	<u>Consigne</u> Seul, vous allez poser sur votre ardoise, l’opération qui correspond au problème que l’on a vu dans la séance 2. Je vous l’écris au tableau et je vous laisse les photos représentant les différentes étapes du problème : « Magali était sur la 62ème marche d’un escalier. Elle est descendue de 27 marches. Sur quelle marche se trouve-t-elle maintenant ? » Je vous laisse 5 minutes. Ensuite je vous laisserai deux minutes pour préparer ce que vous allez nous dire si vous allez au tableau montrer votre travail. ⇨ Repérer deux binômes qui ont des procédures qui sont justes et les envoyer au tableau présenter leur démarche. ⇨ Faire verbaliser les étapes qui ont permis aux élèves de trouver la bonne réponse. Echanger avec la classe. <u>Institutionnalisation</u> Partir du problème de Magali qui est dans le domaine ordinal et faire une affiche récapitulative avec la soustraction posée en colonne. Chaque étape donne lieu à une phrase explicative reliée à l’opération posée en colonne comme dans l’exemple ci-dessus. (cf. modelage) **Cela constituera la trace écrite.**

Différenciation
Pour les élèves qui ne réussissent pas la pratique guidée

Pratique dirigée **10’**	Reprendre le modelage avec d’autres situations déjà vues précédemment. Exemples : • « Lucas avait 42 feutres. Il en a 26 qui ne fonctionnent plus. Il les jette à la poubelle. Avec combien de feutre Lucas peut-il dessiner ? » • « Maria avait 35 élastiques dans sa boîte. 17 sont tombés par terre. Combien reste-t-il d’élastiques dans la boîte de Maria ? »

Pour les élèves qui réussissent la pratique guidée

Pratique autonome « vous faites » 10'	Faire les photos correspondantes au problème suivant ou proposer une affiche avec les nombres dessinés sous forme de barrettes et carrés : « Une piscine contient 75 litres d'eau. Eva ôte 47 litres d'eau. Combien de litres d'eau reste-t-il dans la piscine ? » <u>Consigne</u> Pose l'opération qui correspond au problème et calcule-la. » Vérification du travail individuel.

CLOTURE DE LA SEANCE

- Qu'avons-nous appris à faire pendant cette séance ?
- A quoi cela sert-il d'apprendre à faire des soustractions en colonne ?
- Quand doit-on poser une soustraction en colonne ? (Lorsqu'on ne peut pas passer par le calcul mental)
- A quoi ça sert de casser une dizaine ?
- Demain on s'entraînera à faire la même chose.

45 minutes pour le corps de la séance	Séance 5
Objectif	Etre capable de poser et résoudre, seul, la soustraction en colonne relative à un problème connu transcrit, en groupe classe, dans le domaine des grandeurs et dans le domaine des nombres, sans avoir recours aux photos.

OUVERTURE DE LA SEANCE

- Explicitation de l'objectif d'apprentissage

On va apprendre à poser une soustraction à partir d'un problème que l'on a déjà résolu comme dans la séance précédente. Mais cette fois-ci vous n'aurez plus les photos du matériel de numération à chaque étape du problème.

- Présentation de l'objectif d'apprentissage

A la fin de la séance vous devrez être capables de poser une soustraction en colonne à partir d'un problème que vous connaissez déjà mais sans avoir les photos du matériel de numération.

- Réactiver les connaissances préalables

Qu'avons-nous appris pendant la séance 4 ?
Qui peut rappeler pourquoi on écrit une opération en ligne dans le domaine des grandeurs puis dans celui des nombres ?
Qui peut rappeler les grandes étapes pour poser une soustraction en colonne ?

CORPS DE LA SEANCE

Modelage « je fais » (l'enseignant) **10'**	Pourquoi ? C'est la même chose que dans la séance précédente. Plus vous arrivez à vous détacher des dessins, plus vous allez calculer vite et bien.
	Haut-parleur sur la pensée de l'enseignant Je reprends le problème suivant « Lucas avait 42 feutres. Il en a 26 qui ne fonctionnent plus. Il les jette à la poubelle. Avec combien de feutres Lucas peut-il dessiner ? » Je relis le problème. Je me raconte le film, l'histoire du problème : c'est un garçon qui s'appelle Lucas. Il a des feutres, il en a 42 en tout. Mais certains ne fonctionnent plus. Il y en a 26 qui ne fonctionnent plus. Il les jette à la poubelle. Je cherche à savoir combien il lui en reste. J'écris donc 42 feutres (au départ) – 26 (jetés à la poubelle) = ?

	J'écris ensuite 42-26 = et je pose l'opération en colonne : $\begin{array}{rr} 3 & \\ \cancel{4} & 12 \\ -\ 2 & 6 \\ \hline 1 & 6 \end{array}$ Cf. procédure séance 4 Je dis : je ne peux pas enlever 6 unités car je n'en ai que 2. Je vais donc casser une dizaine (il m'en restera 3). J'enlève 6 unités de 12 unités il m'en reste 6. Puis j'enlève 2 dizaines de 3 dizaines. Il m'en reste 1. Je réponds à la question du problème : Lucas a 16 feutres.
Pratique guidée « nous faisons » **25'**	<u>Consigne</u> Par deux, vous allez poser l'opération qui va avec chacun des problèmes suivants (problèmes de la séance 3) • « La maîtresse avait 63 gommettes dans sa boîte. Elle en a distribué 31. Combien reste-t-il de gommettes dans la boîte de la maîtresse ? » • « Mina était sur la 54ème marche d'un escalier. Elle est redescendue de 28 marches. Sur quelle marche est-elle maintenant ? » Je vous laisse 5 minutes. Ensuite je vous laisserai deux minutes pour préparer ce que vous allez nous dire si vous allez au tableau montrer votre travail. Correction : Deux élèves qui ont des procédures justes vont au tableau et verbalisent les différentes étapes.

Différenciation

Pour les élèves qui ne réussissent pas la pratique guidée

Pratique dirigée 10'	En petit groupe, reprendre un problème déjà vu dans les séances précédentes. Exemple : « Maé a son pion sur la case 33 puis recule de 17 cases. Sur quelle case est-il maintenant ? » Faire verbaliser les élèves comme pendant la phase de modelage en les accompagnant sur chacune des étapes qui mènent à la soustraction. Puis faire expliciter les procédures de « casser la dizaine » et surtout sur le « pourquoi » on casse la dizaine.

Pour les élèves qui réussissent la pratique guidée

Pratique autonome « vous faites » **10'**	<u>Consigne</u> Seul, vous allez poser sur ardoise, l'opération qui correspond au problème suivant (vu en séance 2) : « Yann avait 33 billes. Il en a donné 16 à son petit frère. Combien en a-t-il maintenant ? » Correction individuelle.

CLOTURE DE LA SEANCE

- Qu'avons-nous appris à faire pendant cette séance ?
- Pourquoi écrit-on la soustraction dans le domaine des grandeurs, puis dans celui des nombres ?
- Comment fait-on pour passer d'une écriture en ligne à une écriture en colonne ?

45 minutes pour le corps de la séance	Séance 6
Objectif du maître	Etre capable de poser une soustraction en colonne à partir d'une soustraction en ligne (avec et sans retenue) et de verbaliser toutes les étapes de la technique « casser la dizaine ».

OUVERTURE DE LA SEANCE

- Explicitation de l'objectif d'apprentissage

On va apprendre à poser une soustraction en colonne à partir d'une soustraction en ligne. Puis on va la calculer.

- Présentation de l'objectif d'apprentissage

A la fin de la séance vous devrez être capables de résoudre une soustraction en colonne à partir d'une soustraction posée en ligne.

- Réactiver les connaissances préalables

Qu'avons-nous appris lors de la séance 5 ?

⇨ Utiliser la trace écrite de la séance 4.

CORPS DE LA SEANCE

Modelage « je fais » (l'enseignant) **10'**	Pourquoi ? Cela va vous permettre de résoudre des soustractions dans le domaine des nombres. Cela vous aidera pour les autres opérations que vous apprendrez plus tard (multiplication, division).
	Haut-parleur sur la pensée de l'enseignant Voici deux soustractions en ligne : 72-41 et 72-37 Je pose la première en colonne : - Pour cela j'écris 72 (en premier) ; - Ensuite, en dessous, j'écris 41. Les unités doivent être les unes en dessous des autres, les dizaines en dessous des dizaines. J'écris le signe «-» à côté du 2ème nombre (41) et je tire un trait en dessous des deux nombres. Je me dis : Je commence par les unités. J'enlève 1 à 2 unités. (Je fais 2 moins 1). Il en reste 1. $\begin{array}{r} 7\ 2 \\ -\ 4\ 1 \\ \hline 3\ 1 \end{array}$ Cf. procédure séance 4

<table>
<tr>
<td></td>
<td>
J’enlève 4 dizaines à 7 dizaines. il en reste 3.

Je pose la deuxième en colonne :
- Pour cela j’écris 72 (en premier) ;
- Ensuite, en dessous, j’écris 37. Les unités en dessous des unités, les dizaines en dessous des dizaines. J’écris le signe «-» à côté du 2ème nombre (37) et je tire un trait en dessous des deux nombres.

Je me dis :

Je ne peux pas enlever 7 unités car j’en ai que 2.
Je vais donc casser une dizaine.
J’ai donc maintenant 6 dizaines et 12 unités.

J’enlève 7 unités de 12 unités. Il en reste 5.
J’enlève 3 dizaines de 6 dizaines. Il en reste 3.
Le résultat est 35.

$$\begin{array}{rcc} & \overset{6}{\cancel{7}} & 12 \\ - & 3 & 7 \\ \hline & 3 & 5 \end{array}$$
Cf. procédure séance 4

Vous allez maintenant essayer de faire des soustractions sur votre cahier de brouillon. Je vais passer vérifier qu’elles sont bien posées.
</td>
</tr>
<tr>
<td>Pratique guidée « nous faisons »

25’</td>
<td>
<u>Consigne</u> 1
Par deux, vous allez verbaliser toutes les étapes pour poser une soustraction à votre camarade. Vous faites une opération chacun votre tour. Si vous n’êtes pas d’accord, vous levez la main, je passerai auprès de vous. Je vous laisse 8 minutes.

Au tableau : écrire 2 soustractions sans retenue.
Exemple : 54-23 et 85-65.
Vérification du travail des élèves : correction individuelle de la première opération.

<u>Correction des soustractions</u>
Envoyer au tableau un élève qui a juste et qui oralise toutes les étapes.

<u>Consigne</u> 2
Comme tout à l’heure, par deux, vous allez verbaliser toutes les étapes pour poser une soustraction à votre camarade. Vous faites une opération chacun votre tour. Si vous n’êtes pas d’accord, vous levez la main, je passerai auprès de vous. Je vous laisse 8 minutes.

Au tableau : écrire 2 soustractions avec retenue.
</td>
</tr>
</table>

	Exemple : 54-39 et 80-28. Vérification du travail des élèves et correction individuelle. <u>Correction des soustractions</u> Envoyer au tableau un élève qui a juste et qui oralise toutes les étapes.

Différenciation

Pour les élèves qui ne réussissent pas la pratique guidée

Pratique dirigée 10'	En petit groupe, poser l'opération : 55-34 et 55-36. Faire verbaliser les élèves comme pendant la phase de modelage en les accompagnant sur chacune des étapes de la soustraction. Faire expliciter les procédures de « casser ».

Pour les élèves qui réussissent la pratique guidée

Pratique autonome « vous faites » 10'	<u>Consigne</u> Seul, vous allez poser sur votre ardoise, l'opération suivante : 60 – 16. Correction individuelle.

CLOTURE DE LA SEANCE

- Qu'avons-nous appris à faire pendant cette séance ?
- A quoi faut-il faire attention lorsqu'on pose une soustraction en colonne ?

30 minutes pour le corps de la séance	Séance 7
Objectif	Etre capable de calculer le plus de soustractions possible avec et sans retenue en 30 minutes.

OUVERTURE DE LA SEANCE

- Explicitation de l'objectif de la séance

Vous allez vous entraîner à calculer des soustractions en colonne bien et vite.

- Présentation de l'objectif d'apprentissage

A la fin de la séance vous devrez être capables de calculer au moins 3 soustractions sans erreur tout seul.

- Réactiver les connaissances préalables

Au tableau mettre deux exemples de soustraction (une avec retenue et l'autre sans) ; faire verbaliser un bon élève sur les procédures utilisées pour poser et calculer l'opération.

CORPS DE LA SEANCE

Pratique guidée « nous faisons » **10'**	Consigne Par deux, vous allez verbaliser toutes les étapes pour poser et calculer une soustraction à votre camarade. Vous faites une opération chacun votre tour. Si vous n'êtes pas d'accord, vous levez la main, je passerai auprès de vous. Je vous laisse 10 minutes. Au tableau : écrire 2 soustractions (une avec retenue et l'autre sans). Exemple : 45-32 et 58-69. Vérification du travail des élèves : correction individuelle des binômes.

Pratique autonome « vous faites » **20'**	Consigne Seul, posez et calculez le plus de soustractions possibles. Dès que vous en avez fini une, vérifiez avec les cartons autocorrectifs que vous avez trouvé le bon résultat. Si ce n'est pas le cas, recommencez. Si vous n'y arrivez pas, levez la main pour une aide. Ex : 78-39 ; 42-16 ; 67- 40 ; 95-41 ; 70-13 ; 44-28 ; 83-19 ; 55-25 ; 77-49 ; 62-14.

CLOTURE DE LA SEANCE

- Combien d'opérations justes (sans erreur) avez-vous effectuées ?
- Demain, ceux qui ont encore besoin de temps, pourront continuer en APC.

30 minutes pour le corps de la séance	Séance 8 (si nécessaire)
Objectif	Remédiation pour les élèves qui en ont besoin. Par ailleurs, possibilité de proposer un temps individualisé en APC.

45 minutes pour le corps de la séance	Séance 9
Objectif	Etre capable de résoudre 3 problèmes soustractifs nécessitant un calcul posé (et non pas une résolution par le calcul mental).

OUVERTURE DE LA SEANCE

- Explicitation de l'objectif de la séance

On va refaire des problèmes soustractifs. Ils sont nouveaux. Vous allez les résoudre sans matériel de numération et sans faire de dessin mais en posant les opérations.

- Présentation de l'objectif d'apprentissage

A la fin de la séance vous devrez être capables de résoudre trois problèmes tout seul, en posant les bonnes opérations.

- Réactiver les connaissances préalables

Qu'avons-nous appris depuis le début de cette séquence ?
Que sait-on déjà faire ?

CORPS DE LA SEANCE

Pratique guidée « nous faisons » **25'**	Consigne Aujourd'hui nous allons faire des problèmes du même type que ceux que l'on a déjà appris. Le premier vous allez le résoudre à deux, sans matériel. Les deux autres vous les ferez seul. Je vous laisse 10 minutes pour le premier et 2 minutes ensuite pour réfléchir à ce que vous allez dire si vous passez au tableau. Voici le problème : « Zoé a 35 t-shirts dans son armoire. 17 sont trop petits. Elle les donne à sa petite sœur. Combien lui reste-t-il de t-shirts ? »

	⇨ Repérer deux binômes qui ont des procédures justes et les envoyer au tableau les présenter. ⇨ Faire verbaliser les étapes qui ont permis aux élèves de trouver la bonne réponse, c'est-à-dire raconter le film du problème et le lier aux étapes mathématiques. Echanger avec la classe.

Pratique autonome « vous faites » 20'	<u>Consigne</u> Résoudre les deux problèmes suivants, seul en 20 minutes. » • « Didier gonfle 56 ballons pour son anniversaire, 19 éclatent. Combien de ballons reste-t-il ? » • « Sur un jeu de piste, le pion rouge était sur la case 66. Puis il a reculé de 39 cases. Sur quelle case se trouve-t-il maintenant ? » Correction individuelle.

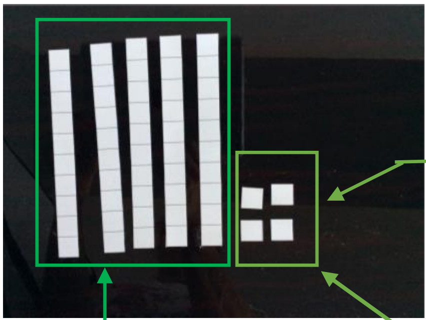
CLOTURE DE LA SEANCE

- Qu'a-t-on appris durant toutes ces séances ?
- Dans quelques jours, nous ferons une évaluation, vous aurez des soustractions à poser et à calculer et deux problèmes à résoudre.

30 à 45 minutes	Séance 10
Objectif	Evaluer les acquis.

Trace écrite séance 1

« Tom avait 54 carte. Pendant la récréation il en a perdu 36. Combien lui reste-t-il de cartes maintenant ? »

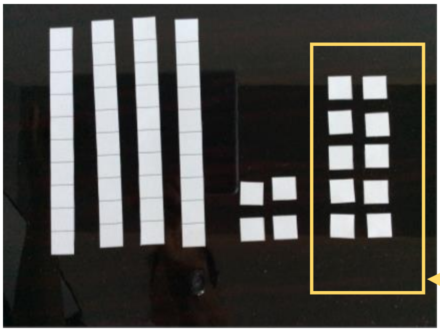


Tom avait 54 cartes.

Je fabrique 54 avec le matériel de numération.

54 c'est 5 dizaines et 4 unités.

Je pose 5 barrettes (5 dizaines) et 4 carrés (4 unités).

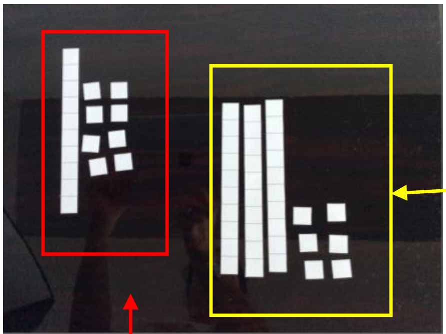


Pendant la récréation il en a perdu 36.

Je veux enlever 36.
36 c'est 3 dizaines et 6 unités.
Je commence par les unités.

Je ne peux pas enlever 6 unités car je n'en ai que 4.

J'échange 1 dizaine (1 barrette) contre 10 unités (10 carrés)



Combien lui reste-t-il de carte maintenant ?

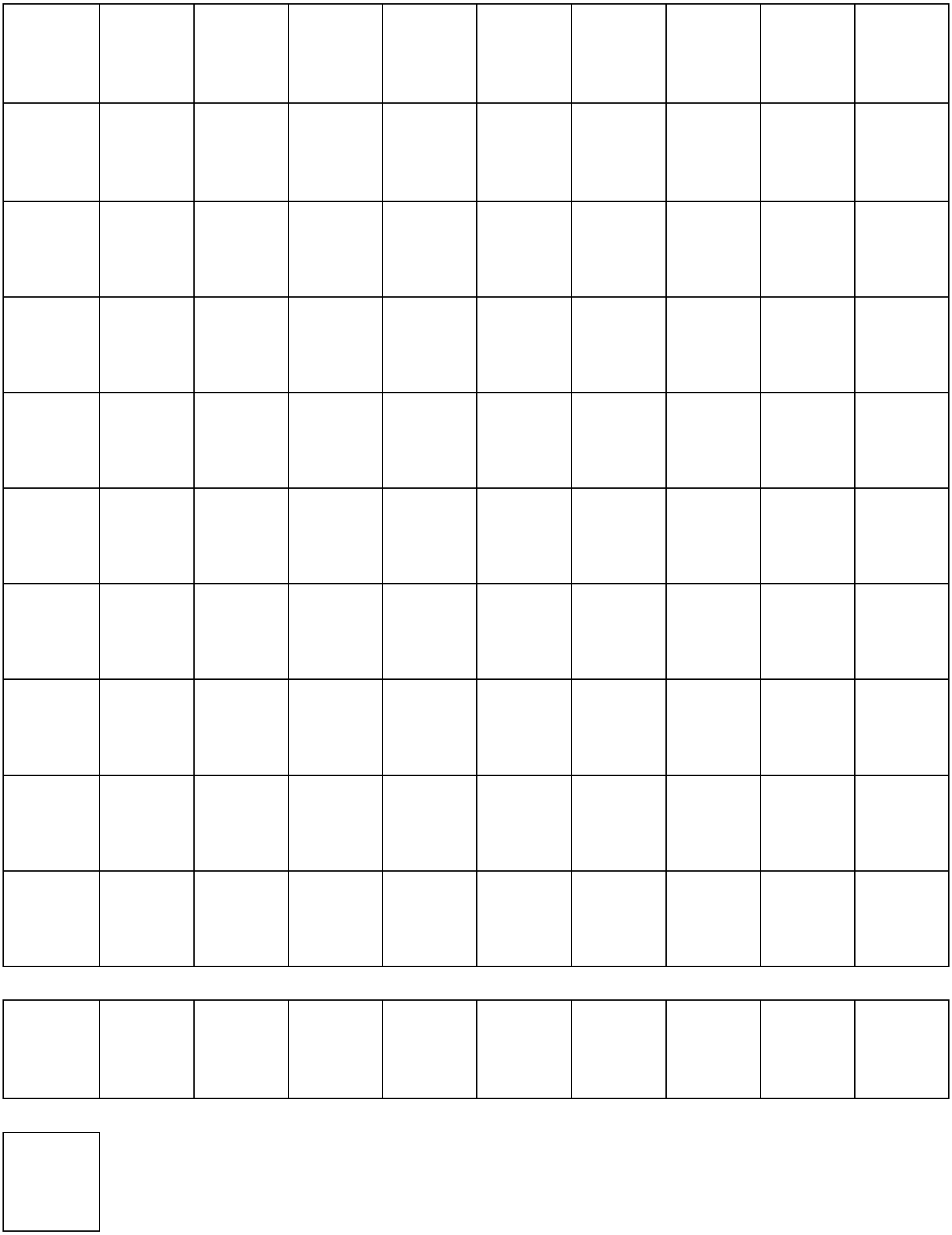
J'enlève 36 c'est-à-dire 3 barrettes (3 dizaines) et 6 carrés (6 unités).

Il reste 1 barrette et 8 carrés c'est-à-dire 1 dizaine et 8 unités.

Cela fait 18.

Il reste 18 cartes à Lucas.

Matériel de numération : centaine, dizaine, unité



SEQUENCE DE MATHEMATIQUES en ENSEIGNEMENT SOCIOCONSTRUCTIVISTE APPRENTISSAGE DE LA TECHNIQUE OPERATOIRE DE LA SOUSTRACTION EN CE1

Durée : 5 semaines

3 semaines de préparation au calcul mental soustractif : 15 min par jour	2 semaines massées : séquence

La séance de mathématiques sur la technique opératoire de la soustraction : entrée par les problèmes

Activités de calcul mental préalables : en rituel, 15 minutes, tous les jours pendant 3 semaines :

- Manipulation sur des petites quantités ;
- Calcul de complétion ;
- Utilisation du matériel de numération ;
- Codage et décodage de la numération ;
- Résolution de petits problèmes arithmétiques.

L'enseignant veillera particulièrement aux points suivants :

- Le vocabulaire employé doit être fonction du matériel de numération utilisé dans la classe. Exemple : si ce sont des plaques de 100, des barrettes de 10 et des carrés pour les unités, faire le lien entre une centaine et une plaque, une dizaine et une barrette, une unité et un carré. On dira également j'échange une barrette contre 10 carrés (soit une dizaine égale 10 unités).
  Si le matériel est composé de buchettes, dire un paquet pour une dizaine et une buchette pour une unité. On dira, j'ouvre ou je casse mon paquet (1 dizaine) pour récupérer 10 buchettes (10 unités) ;
- Tous les élèves doivent savoir (avoir une affiche sous les yeux au besoin) qu'une barrette représente une dizaine et un carré, une unité (équivalence entre le matériel de numération et le vocabulaire des mathématiques) ;
- Tous les élèves doivent avoir du matériel de numération en quantité suffisante. Cf. exemple sous forme papier en annexe p. 22 (photocopiable) ;
- Cette séquence se fait au cours de la période 1 ce qui explique le choix des nombres inférieurs à 100. Par ailleurs, les procédures de pivotement et de décomposition (selon François Boule) n'étant pas acquises en début de CE1, les opérations ne peuvent pas être traitées majoritairement par le calcul mental ; les élèves utiliseront donc la technique opératoire. De fait, pour une séquence similaire effectuée plus tard dans l'année, penser à changer le champ numérique afin de rendre indispensable l'utilisation de la technique opératoire pour le calcul.

ALERTE : cette séance concerne l'apprentissage de la technique opératoire de la soustraction par l'enseignement de « casser la dizaine ». Le choix d'un certain type de problèmes a donc été effectué pour aborder la technique par la manipulation. Elle ne se substitue pas aux séquences de résolution de problèmes nécessaires pour apprendre le sens des opérations.

45 minutes	Séance 1
Objectif	Etre capable de faire des retraits successifs de 1 ou de 10 grâce à un compteur et une calculatrice.

OUVERTURE DE LA SEANCE

- Indication

« Nous allons travailler avec le matériel de numération : les cubes et les barrettes. Je vais avoir besoin d'un élève au tableau qui sera chargé d'écrire le nombre de cubes ».

- Objectif

« Nous allons apprendre à faire des retraits à partir d'une quantité de cubes donnée ».
Expliquer le mot retrait

CORPS DE LA SEANCE

- **Situation N°1** : 45 cubes au départ et retrait de 1 en 1

Présenter la situation

Il y a 45 cubes dans la boîte (à préparer au préalable). Montrer les 4 barrettes et les 5 cubes isolés.
« Je vais enlever des cubes de cette boîte d'abord un par un et je vais dire ce que j'enlève à chaque fois. Vous devez afficher sur votre compteur ou sur votre calculette le nombres de cubes qui restent dans la boîte. Quel nombre doit-on afficher sur sa calculette ou sur son compteur au départ ? (réponse : 45) »
Pour l'élève au tableau : « A chaque fois que je retire un cube, tu devras écrire le nombre de cubes qu'il reste dans la boîte (autant de fois, que de retrait)

Retirer, lentement, 5 cubes un à un de la boîte pour ne laisser que 40 cubes.

- S'arrêter et questionner les élèves : « que faut-il faire chaque fois que je retire un cube de la boîte pour que la calculatrice ou le compteur affichent le nombre de cubes qui sont dans la boîte ?
- Recenser toutes les propositions et mettre en évidence qu'il faut taper (-1) en ce qui concerne la calculatrice et reculer la roue de droite du compteur. Faire remarquer que l'élève au tableau a lui écrit la suite des nombres en reculant.
- Sur la calculatrice, on est arrivé à 40 et 040 sur le compteur. Dans la boîte, il y a 4 barrettes de 10 cubes.

Poursuivre en indiquant

« Je veux retirer un nouveau cube. Que faut-il faire en même temps sur la calculatrice et sur le compteur ? Qu'y aura-t-il dans la boîte ? Comment avoir le bon affichage sur le compteur ?

- Mettre en évidence qu'il faut aussi tourner « en arrière » la roue des unités qui passe à 9 mais aussi la roue des dizaines qui passe donc à 3. La calculette affiche 39 alors que le compteur indique 039.

« Comment faire avec les cubes dans la boîte pour enlever un cube alors qu'il n'y a plus de cubes isolés ? »

Poursuivre de la même manière en s'arrêtant au passage de 20 à 19 puis de 10 à 9 qui nécessitent avec les cubes le même type d'échange.

⇨ **Institutionnalisation**

On peut échanger 1 dizaine contre 10 unités. Rappeler la signification de ces deux mots.

- **<u>Situation N°2</u>** : 73 cubes au départ et retrait d'unités ou de dizaines

Poursuivre l'activité en faisant échanger les instruments utilisés (calculette et compteur).
Cette fois-ci la quantité de départ est de 73 cubes (7 barrettes et 3 cubes isolés) et on retire dans la boite soit une barrette, soit un cube en le précisant aux élèves.

Faire un bilan après chaque retrait de 1 ou de 10 cubes (à propos des affichages obtenus et de la manière de les obtenir). C'est seulement après ce bilan que l'élève qui est au tableau écrit le nombre de cubes contenus dans la boîte.

Valeurs des retraits successifs :

- 1 barrette
- 2 cubes (simultanément)
- 1 barrette (3 fois de suite)
- 1 cube (5 fois de suite)
- 2 barrettes (simultanément)

Demander à chaque bilan : « Comment traduire un retrait de 1 cube ou 1 barrette c'est à dire un retrait de 1 ou de 10 ? »

Recueillir les propositions des élèves et retenir les procédures qui sont justes et/ou efficaces. Invalider les autres en expliquant pourquoi elles ne sont pas retenues.

⇨ **Institutionnalisation**

Un retrait de 10 cubes ou 1 barrette peut se traduire avec le compteur :

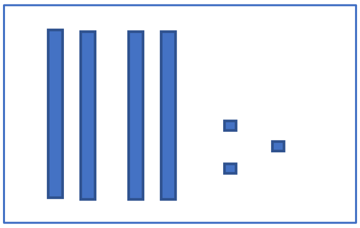
- Soit en reculant 10 fois ma roue des unités
- Soit en reculant directement de 1 la roue des dizaines

Un retrait de 10 cubes ou 1 barrette peut se traduire avec la calculette soit en tapant 10 fois (-1) ou directement (-10)

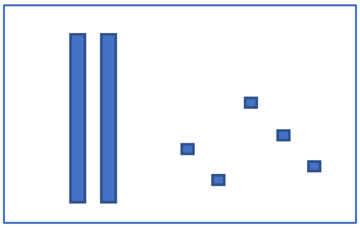
Retire un seul cube peut aussi provoquer le changement du chiffre des dizaines si celui des unités passe de 0 à 9.

- **<u>Situation N°3</u>**

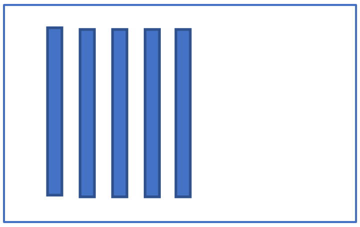
Les élèves font en autonomie l'exercice suivant :
Consigne : « complète ».



Jules prend 2 cubes dans sa boite. Il restera …….. barrettes et …….. cubes.



Elise prend 1 cube et 2 barrettes dans sa boite. Il restera …….. barrettes et …….. cubes.



Kati prend 8 cubes dans sa boite. Il restera …….. barrettes et …….. cubes.

CLOTURE DE LA SEANCE

Que faut-il retenir de la leçon d'aujourd'hui ?

Qu'avons-nous appris ?

45 minutes	Séance 2
Objectif	Etre capable de résoudre un problème soustractif cardinal et ordinal avec et sans retenue grâce à l'utilisation de la calculette et/ou du compteur.

OUVERTURE DE LA SEANCE

- Indication

« Nous allons travailler avec le matériel de numération : les cubes, les barrettes, la calculette et le compteur comme dans la séance précédente. »

- Objectif

« Nous allons apprendre à résoudre des problèmes à l'aide du matériel ».

CORPS DE LA SEANCE

- **Rappel**

« Qu'avions-nous appris à faire lors de la dernière séance ? »

- **Situation N°1** : problème cardinal avec retenue

Ecrire le problème au tableau et le lire.

« Yann avait 33 billes. Il en a donné 16 à son petit frère. Combien lui en reste-t-il ? »

Par binôme, mettre à disposition des élèves une calculatrice et un compteur (l'un prend le compteur, l'autre la calculatrice)

Questionner les élèves pour faire émerger le « film du problème » c'est à dire ce qu'il raconte et ce qu'on cherche.

Faire le parallèle avec la situation de la séance 1 : nombre dans la boîte et ce qu'on doit retirer. Montrer le matériel de numération que l'on doit enlever.

Par binôme demander aux élèves de résoudre ce problème grâce à son compteur et/ou sa calculatrice.

Faire une mise en commun.

- Recenser les réponses

- Demander de reconnaître celles qui peuvent être rapidement reconnues comme « impossibles).
- Faire expliciter et discuter les procédures caractéristiques (erronées ou correcte)

⇨ **Institutionnalisation**

Reprendre chaque étape du problème et mettre en relation avec ce qui se voit sur le compteur et sur la calculatrice.

- **Situation N°2** : problème ordinal sans retenue

Reprendre exactement le même déroulé que précédemment mais avec le problème ordinal suivant : « Béa était au 27ème étage, elle est descendue de 15 étages, à quel étage est-elle à présent ? »
Au sein du binôme, changer le matériel : celui qui avait la calculette prend maintenant le compteur et inversement.

- **Situation N°3** : problème ordinal et cardinal à faire en autonomie

Résoudre les problèmes suivants individuellement grâce à la calculette et au compteur.
« Lucas avait 42 feutres. Il en a 26 qui ne fonctionnent plus. Il les jette à la poubelle. Avec combien de feutres Lucas peut-il dessiner ? »
« Mina était sur la 54ème marche d'un escalier. Elle est redescendue de 28 marches. Sur quelle marche est-elle maintenant ? »

CLOTURE DE LA SEANCE

Que faut-il retenir de la leçon d'aujourd'hui ?
Qu'avons-nous appris ?

45 minutes	Séance 3
Objectif	Etre capable de faire des retraits successifs de 1 ou de 10 sans avoir recours au compteur ni à la calculatrice.

OUVERTURE DE LA SEANCE

- Indication

« Nous allons travailler avec le matériel de numération : les cubes et les barrettes. Je vais avoir besoin d'un élève au tableau qui sera chargé d'écrire le nombre de cubes comme dans la séance précédente ».

- Objectif

« Nous allons apprendre à faire des retraits à partir d'une quantité de cubes donnée mais cette fois- ci sans l'aide de la calculatrice ni du compteur ».

CORPS DE LA SEANCE

- **Rappel**

« Qu'avions-nous appris à faire lors de la dernière séance ? »

- **Situation N° 1** : retrait des cubes par cube ou par barrette avec compteur et/ou calculatrice

Reprendre l'activité N°2 de la séance précédente en indiquant le nombre de départ et les retraits successifs.

- Situation de départ : 87 ; Retrait successifs : 9 cubes, 3 barrettes, 2 cubes, 1 barrette. (La moitié des élèves ont des compteurs, l'autre la calculatrice)
- Situation de départ : 72 ; retrait successif : 2 cubes, 2 barrettes, 6 cubes. (La moitié des élèves ont des compteurs, l'autre la calculatrice : on inverse les rôles par rapport à la situation précédente.)

Rappel de la correspondance : cube/unité et barrette /dizaine et faire émerger la relation 1 dizaine = 10 unités.

- Situation de départ : 55 ; retrait successifs : 8 unités, 1 dizaine (3 fois de suite), 2 unités (2 fois de suite)

⇨ Institutionnalisation

Retirer 1 barrette c'est retirer 10 cubes. On pourrait dire aussi : retirer 1 dizaine c'est retirer 10 unités.
Car 1 dizaine = 10 unités.

- **<u>Situation N°2</u>** : retrait des cubes par unité ou par dizaine sans compteur, sans calculatrice

Reprendre la situation de la séance 1

- « Nous allons faire exactement la même chose mais cette fois-ci, vous n'avez plus le droit d'utiliser la calculette, ni le compteur ».
- Reprendre la boîte de la séance 1 et mettre le nombre 38 fabriqué grâce à 3 barrettes et 8 cubes.

« Combien y a-t-il de cubes dans la boîte ? (réponse : 38) Avec quoi est fabriqué ce nombre ? (réponse : 3 dizaines et 8 unités.) »

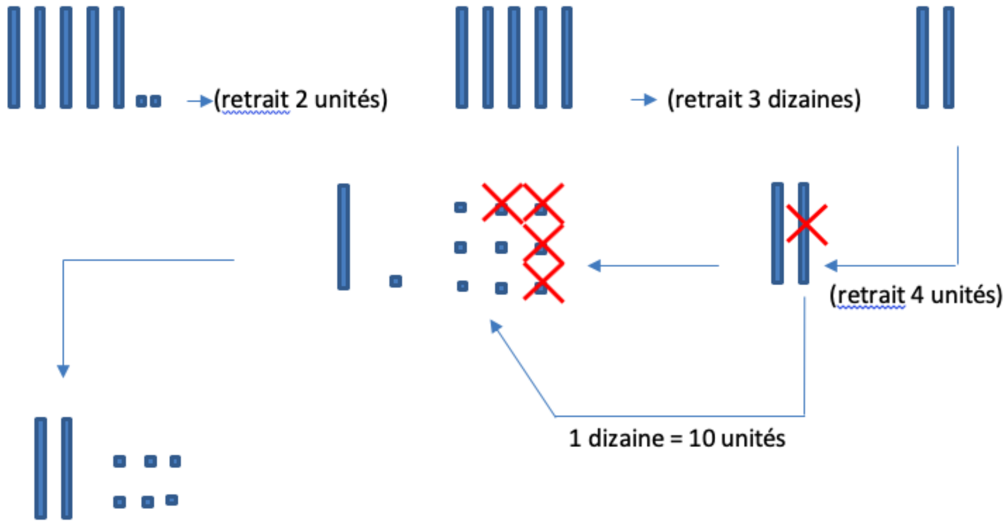
- Demander au élèves d'écrire le nombre de cubes qu'il reste dans la boîte à chaque retrait. Retraits successifs : 1 unité (4 fois de suite), 2 dizaines, 6 unités. Au besoin montrer montrer une étiquette à chaque retrait.

1 unité	1 unité	1 unité	1 unité	2 dizaines	6 unités

- Recommencer la situation avec les nombres 51, 62, 70, 89 et différents retraits d'unités et de dizaines. Au moins un retrait d'unité doit donner lieu à un échange 1 dizaine=10 unités.

Illustrer chacune des situations par le dessin (des barrettes et des cubes) puisque les élèves n'ont plus droit au compteur ni à la calculette.

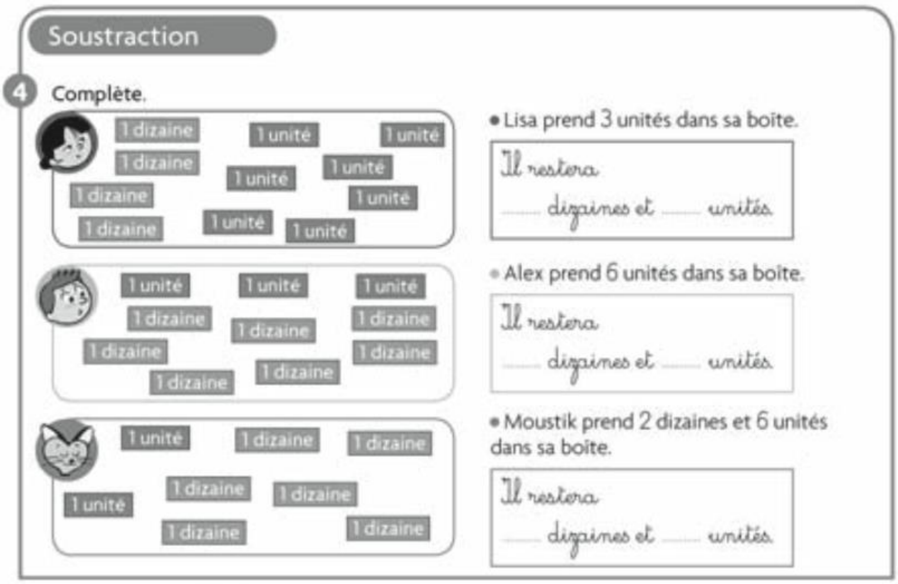
Exemple : 52 ; retraits successifs : 2 unités, 3 dizaines, 4 unités.



⇨ **Institutionnalisation**

Reprendre les dessins d'une situation précédente et mettre en correspondance les dessins des barrettes et des cubes avec les dizaines et les unités ainsi qu'avec les nombres en chiffres (52 c'est 5 dizaines, 2 unités / quand je n'ai pas suffisamment d'unités je dois échanger une dizaine contre 10 unités)

- <u>Situation N°3</u> : Exercice Cap Math, Hatier 2010



CLOTURE DE LA SEANCE

Que faut-il retenir de la leçon d'aujourd'hui ?

Qu'avons-nous appris ?

45 minutes	Séance 4
Objectif	Etre capable de résoudre un problème cardinal et ordinal de transformation avec recherche de l'état final l'un mettant en jeu un échange 1 dizaine/10 unités

OUVERTURE DE LA SEANCE

- Objectif

« Nous allons apprendre à résoudre des problèmes en utilisant les étiquettes dizaines et unités ».

CORPS DE LA SEANCE

- **Rappel**

« Qu'avions-nous appris à faire lors de la dernière séance ? »

Insister sur le groupement échange : 1 dizaine/10 unités

- **Situation N°1** : problème cardinal avec retenue

Ecrire le problème au tableau et le lire.

« Tom avait 54 cartes. Pendant la récréation il en a perdu 36. Combien lui reste-t-il de cartes maintenant ? »

Mettre à disposition de chaque élève des étiquettes dizaines et unités en nombre suffisant et/ou les étiquettes du matériel de numération. (cf. p. 45 à 52)

1 dizaine	3 dizaine	5 unités	1 unité

Questionner les élèves pour faire émerger le « film du problème » c'est à dire ce qu'il raconte et ce qu'on cherche.

Par groupe demander aux élèves de résoudre ce problème grâce à son matériel étiquette.

Faire une mise en commun.

- Recenser les réponses
- Demander de reconnaître celles qui peuvent être rapidement reconnues comme « impossibles).
- Faire expliciter et discuter les procédures caractéristiques (erronées ou correcte)

⇨ **Institutionnalisation**

Reprendre chaque étape du problème et mettre en relation la fabrication des nombres avec les étiquettes et faire le lien entre les étiquettes du matériel et les étiquettes dizaines/unités.

- **Situation N°2** : problème ordinal sans retenue.

Proposer aux élèves de choisir le type d'étiquettes qui leur convient.

Reprendre exactement le même déroulé que précédemment mais avec le problème ordinal suivant : « Magali était sur la 62ème marche d'un escalier. Elle est descendue de 27 marches. Sur quelle marche se trouve-t-elle maintenant ? »

- **Situation N°3** : problème ordinal et cardinal à faire en autonomie

Résoudre les problèmes suivants individuellement grâce au matériel « étiquettes » (celle qui leur convient)

« René joue sur une piste. Son pion était sur la case numéro 45. Il a reculé de 28 cases. Sur quelle case se trouve le pion de René maintenant ? »

« Line avait 45 euros dans son porte-monnaie. Elle en a donné 13 à la coiffeuse. Combien lui reste-t-il maintenant ? »

CLOTURE DE LA SEANCE

Que faut-il retenir de la leçon d'aujourd'hui ? Qu'avons-nous appris ?

45 minutes	Séance 5
Objectif	Etre capable d'effectuer le calcul posé d'une soustraction en utilisant les caractéristiques du système de numération décimal

OUVERTURE DE LA SEANCE

- Objectif

« Nous allons apprendre à calculer des soustractions posées ».

CORPS DE LA SEANCE

- **Rappel**

« Qu'avons-nous appris depuis le début de la séquence ? »

- **Situation N°1 : soustraction sans retenue**

Demander à un élève de placer 54 cubes dans la boîte d'Alex (celle de la séance 1).

Demander de faire la même chose avec les étiquettes dizaines et unités ou le matériel de numération. (On attend comme réponse 5 dizaines et 4 unités)

- Poser le problème suivant : Lisa demande 23 cubes à Alex. Que va-t-il lui donner ? Que restera –t-il dans sa boîte ?
- Les élèves répondent individuellement sur leur ardoise.

Recenser au tableau les réponses des élèves.

Faire identifier les réponses correctes (3 cartes de 1 dizaine et 1 unité, 3 cartes de 10 cubes et 1 cube, 1 carte 3 dizaines et 1 unité, 31 cubes) **et celles qui sont fausses en analysant les erreurs**.

Demander aux élèves comment ils ont procédé pour trouver la réponse : retenir la méthode qui consiste à enlever 3 dizaines et 1 unité.

Indiquer aux élèves

« On va apprendre à poser les soustractions comme les grands comme vous savez déjà le faire pour l'addition. »

On écrit la soustraction ainsi :

$$\begin{array}{r} 54 \\ -23 \\ \hline \end{array}$$

Puis on s'occupe des unités : 4 unités – 3 unités, ça fait 1 unité. (illustrer avec le matériel)

$$\begin{array}{r} 54 \\ -23 \\ \hline 1 \end{array}$$

Et ensuite des dizaines : 5 dizaines – 2 dizaines, ça fait 3 dizaines. (illustrer avec le matériel)

$$\begin{array}{r} 5\ 4 \\ -2\ 3 \\ \hline 3\ 1 \end{array}$$

Institutionnalisation

Conserver ce calcul sur une affiche en dessous du problème écrit. Préciser que dans ce cas là, il est aussi facile d'obtenir le résultat sans faire le calcul.

- **Situation N°2 : soustraction avec retenue**

Demander maintenant à un élève de placer 53 cubes dans la boîte d'Alex. (On attend la forme 5 dizaines et 3 unités)

Poser le problème : Lisa demande 26 cubes à Alex. Que va-t-il lui donner ? Que restera-t-il dans la boîte ? Les élèves répondent sur l'ardoise.

Recenser les réponses des élèves.

Faire identifier et analyser les réponses fausses (notamment la réponse 33 qui correspond au calcul 6-3 sur les unités : on n'a pas enlevé 6 unités !) **et celle qui sont correctes** (2 cartes de 10 cubes et 7 cubes, 2 dizaines et 7 unités, 27 unités)

Demander aux élèves comment ils ont procédé pour trouver la réponse. Le travail fait dans les séances précédentes devrait amener certains élèves à proposer d'échanger 1 carte dizaine contre 10 cartes unités. Si ce n'est pas le cas, revenir au matériel et demander comment on peut donner 6 cubes à Lisa et réaliser l'échange effectif d'une dizaine contre 10 unités. (Il y a alors dans la boîte d'Alex 4 dizaines et 13 unités).

Indiquer aux élèves

« On va écrire ce que vous avez fait sur la soustraction posée. »

On écrit la soustraction ainsi :

$$\begin{array}{r} 53 \\ -\ 26 \\ \hline \end{array}$$

Puis on s’occupe des unités :
3 unités – 6 unités, ce n’est possible.
Donc on prend 1 dizaine de 53 que l’on échange contre 10 unités. On dit qu’on casse 1 dizaine.
On a alors 4 dizaines et 10 unités + 3 unités, ce qui fait au total 13 unités. (illustrer avec le matériel)

$$\begin{array}{rr} \overset{4}{\cancel{5}} & 13 \\ -\ 2 & 6 \\ \hline \end{array}$$

On peut maintenant soustraire les 6 unités.
13 unités – 6 unités, ça fait 7 unités. (illustrer avec le matériel)

$$\begin{array}{rr} \overset{4}{\cancel{5}} & 13 \\ -\ 2 & 6 \\ \hline & 7 \end{array}$$

Et ensuite pour les dizaines :
4 dizaines – 2 dizaines, ça fait 2 dizaines. (illustrer avec le matériel).

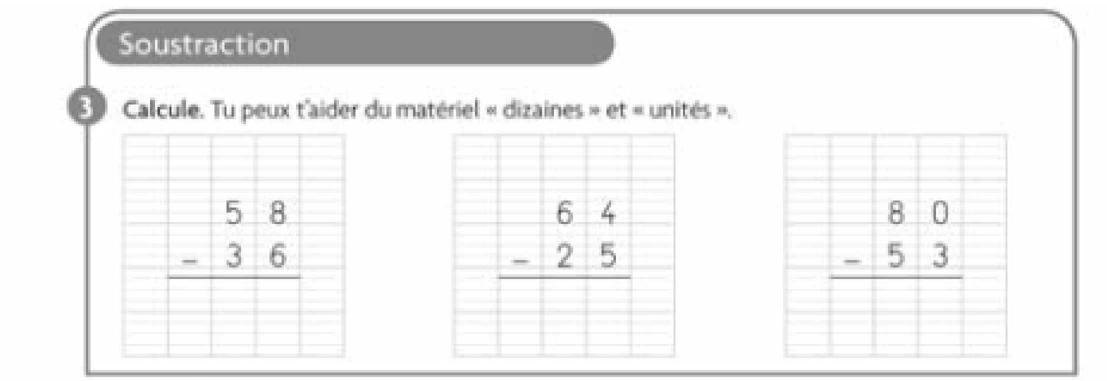
$$\begin{array}{rr} \overset{4}{\cancel{5}} & 13 \\ -\ 2 & 6 \\ \hline 2 & 7 \end{array}$$

⇨ **Institutionnalisation**

Conserver le calcul au tableau en dessous du problème préalablement écrit. Insister sur le fait qu’il faut commencer par les unités. Ecrire sur une affiche toutes les étapes verbalisées.

- **<u>Situation N°3</u> : résoudre des soustractions posées.**

Demander aux élèves de réaliser l’exercice ci-dessous


Soustraction

3 **Calcule.** Tu peux t'aider du matériel « dizaines » et « unités ».

$$\begin{array}{rr} 5 & 8 \\ -\ 3 & 6 \\ \hline \end{array} \qquad \begin{array}{rr} 6 & 4 \\ -\ 2 & 5 \\ \hline \end{array} \qquad \begin{array}{rr} 8 & 0 \\ -\ 5 & 3 \\ \hline \end{array}$$

Pour certains élèves, le matériel « cubes » peut-être mis à disposition et un accompagnement de l'enseignant peut être nécessaire pour mettre en relation les actions avec le matériel et les traces écrites.

CLOTURE DE LA SEANCE

Que faut-il retenir de la leçon d'aujourd'hui ?

Qu'avons-nous appris ?

45 minutes	Séance 6
Objectif	Etre capable de poser et résoudre, seul, la soustraction en colonne relative à un problème connu transcrit, en groupe classe, en utilisant la technique opératoire de la soustraction

OUVERTURE DE LA SEANCE

- Objectif

« Nous allons apprendre à calculer des soustractions posées à partir de problème que nous avons déjà vu ensemble en classe ».

CORPS DE LA SEANCE

- **Rappel**

- « Qu'avons nous appris dans la séance précédente ? »
- « Qui peut venir verbaliser les étapes de la soustraction posée : 56 – 42 (la poser en colonne au tableau) ? »
- « Qui peut venir faire la même chose avec la soustraction 50 – 42 (la poser en colonne au tableau ? »

- **Situation N°1 :** problème cardinal avec retenue

Lecture du problème suivant déjà étudié en début de séquence.

« Yann avait 33 billes. Il en a donné 16 à son petit frère. Combien lui en reste-t-il ? »

Demander de raconter le film du problème.

Demander aux élèves de résoudre ce problème sans matériel (au brouillon)

Ecrire au tableau certains calculs d'élèves, les faire expliquer et débattre collectivement pour conclure que :

- L'opération doit être posée (unités sous unités, dizaines sous dizaines…)
- Les calculs doivent être effectués en commençant par les unités.
- Il faut regarder si la soustraction est possible immédiatement ou s'il faut casser une dizaine c'est à dire échanger une dizaine contre 10 unités.

- **Situation N°2 :** problème ordinal avec retenue

Procéder de la même manière avec le problème cardinal suivant :

« Mina était sur la 54ème marche d'un escalier. Elle est redescendue de 28 marches. Sur quelle marche est-elle maintenant ? »

- **<u>Situation N°3</u> :** problème cardinal sans retenue

Procéder de la même manière avec le problème cardinal suivant :
« Line avait 45 euros dans son porte-monnaie. Elle en a donné 13 à la coiffeuse. Combien lui reste-t-il maintenant ? »

- **<u>Situation N°4</u> :** problème ordinal sans retenue

Procéder de la même manière avec le problème cardinal suivant :
« Béa était au 27ème étage, elle est descendue de 15 étages, à quel étage est-elle à présent ? »

- **<u>Situation N°5</u> :** s'entrainer à calculer des soustractions

Demander aux élèves de réaliser l'exercice ci-dessous

- **CLOTURE DE LA SEANCE**

Que faut-il retenir de la leçon d'aujourd'hui ?
Qu'avons-nous appris ?

30 minutes	Séance 7
Objectif	Etre capable de calculer le plus de soustractions possible avec et sans retenue en 30 minutes.

OUVERTURE DE LA SEANCE

- Objectif

A la fin de la séance vous devrez être capables de calculer au moins 3 soustractions sans erreur tout seul.

CORPS DE LA SEANCE

- **Rappel**

« Qu'avons-nous appris dans la séance précédente ? »

- **Situation N° 1 :** calculer par deux une soustraction avec ou sans retenue

Par binôme demander à chaque élève de poser et calculer les deux soustractions 45 – 32 et 53 – 49. Lorsqu'ils ont tous les deux terminés ils comparent leur résultat et s'explique l'un l'autre comment ils ont procédé.

Corriger collectivement en faisant émerger les différentes étapes de la technique opératoire de la soustraction.

- **Situation N°2 :** poser et calculer le plus d'opération possibles

Travail individuel

« Seul, posez et calculez le plus de soustractions possibles. Dès que vous en avez fini une, vérifiez avec les cartons autocorrectifs que vous avez trouvé le bon résultat. Si ce n'est pas le cas, recommencez. Si vous n'y arrivez pas, levez la main pour une aide. »
Ex : 78-39 ; 42-16 ; 67- 40 ; 95-41 ; 70-13 ; 44-28 ; 83-19 ; 55-25 ; 77-49 ; 62-14.

CLOTURE DE LA SEANCE

- Combien d'opérations justes (sans erreur) avez-vous effectuées ?
- Demain, ceux qui ont encore besoin de temps, pourront continuer en APC.

30 minutes	Séance 8 (si nécessaire)
Objectif	Remédiation pour les élèves qui en ont besoin. Par ailleurs, possibilité de proposer un temps individualisé en APC.

45 minutes	Séance 9
Objectif	Etre capable de résoudre 3 problèmes soustractifs nécessitant un calcul posé (et non pas une résolution par le calcul mental).

OUVERTURE DE LA SEANCE

- Objectif

On va refaire des problèmes soustractifs. Ils sont nouveaux. Vous allez les résoudre sans matériel de numération et sans faire de dessin mais en posant les opérations.

CORPS DE LA SEANCE

- **Rappel**

Qu'avons-nous appris depuis le début de cette séquence ?
Que sait-on déjà faire ?

- **Situation N°1 :** résoudre un problème sans matériel sans dessin

Ecrire le problème suivant au tableau **et demander à chaque élève de le résoudre seul sur son ardoise sans matériel sans faire de dessin**.

« Zoé a 35 t-shirts dans son armoire. 17 sont trop petits. Elle les donne à sa petite sœur. Combien lui reste-t-il de t-shirts ? »

Mise en commun des procédures.

Repérer les erreurs de procédure et les corriger : faire expliciter pourquoi ces procédures sont fausses.

Insister sur les étapes qui permettent d'arriver à la solution juste :

- Lire le problème
- Se faire le film du problème
- Se demander ce qu'on doit cherche : ce qu'on nous demande.
- Poser l'opération

- Regarder si on doit procéder à l'échange d'une dizaine ou pas
- Calculer
- Répondre à la question

- **Situation N°2 :** entrainement

Faire la même chose avec les problèmes suivants seul sur le cahier.

« Didier gonfle 56 ballons pour son anniversaire, 19 éclatent. Combien de ballons reste-t-il ? »

« Sur un jeu de piste, le pion rouge était sur la case 66. Puis il a reculé de 39 cases. Sur quelle case se trouve-t-il maintenant ? »

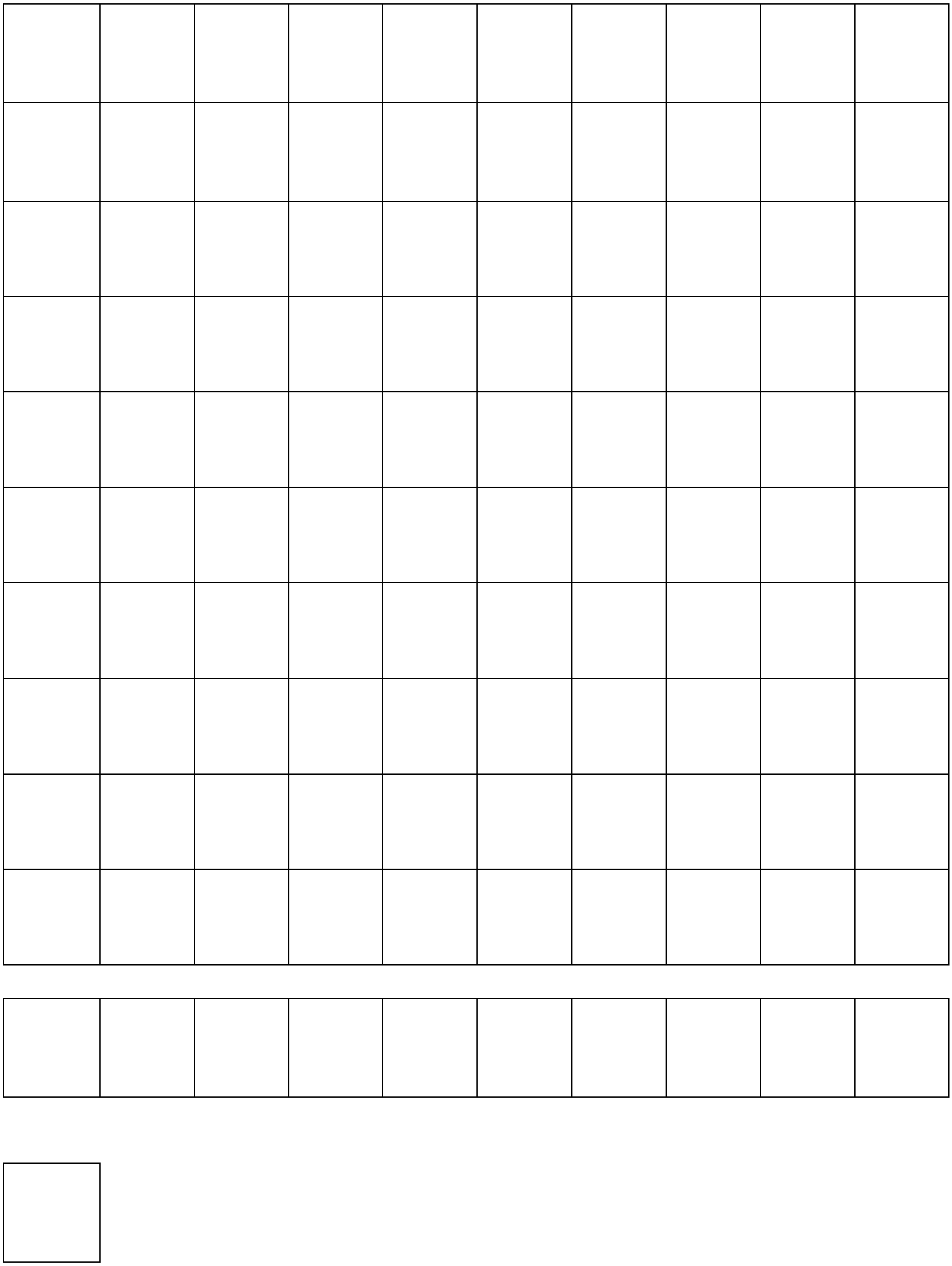
Correction individuelle ou collective.

CLOTURE DE LA SEANCE

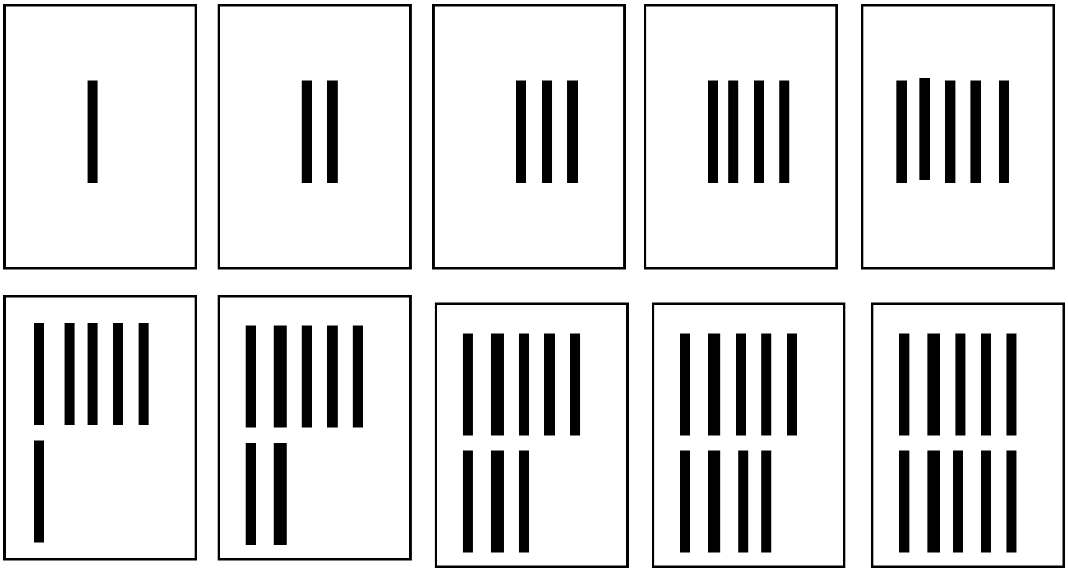
- Avez-vous rencontré des difficultés ? Lesquelles ?
- Bientôt on fera une évaluation où on devra résoudre des problèmes comme ceux qu'on a appris à résoudre et où il faudra poser et résoudre des soustractions posées en colonne

30 à 45 minutes	**Séance 10**
Objectif	Evaluer les acquis.

Matériel de numération : centaine, dizaine, unité



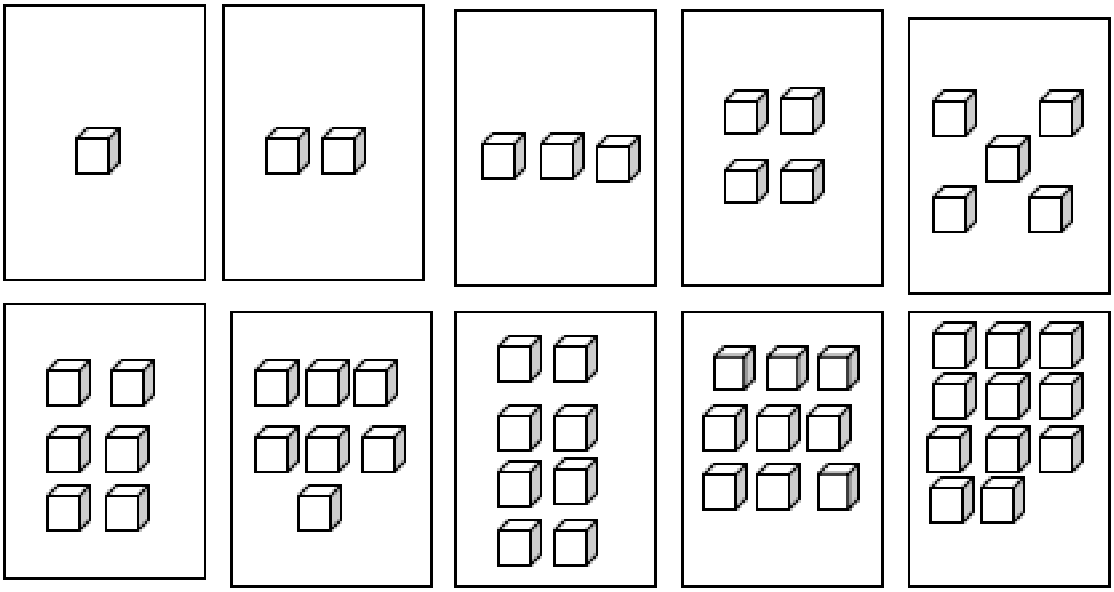
Matériel : Cartes dizaines/barrettes



1 dizaine	2 dizaines	3 dizaines	4 dizaines	5 dizaines
5 dizaines	7 dizaines	8 dizaines	9 dizaines	10 dizaines
1 dizaine	1 dizaine	1 dizaine	1 dizaine	1 dizaine

Matériel : cartes unités/cubes

1 unité	2 unités	3 unités	4 unités	5 unités
6 unités	7 unités	8 unités	9 unités	10 unités



1 unité	1 unité	1 unité	1 unité	1 unité

PRETEST & POST-TEST - TECNHIQUE OPERATOIRE DE LA SOUSTRACTION en CE1

NOM : ………………………………………………………… Prénom : ……………………………………

Temps d'évaluation de l'élève (en minutes) : ……….………………………………………

	10

EXERCICE 1 ………/5

Consigne : pose et calcule les opérations suivantes.

82-34	77-14	51-28	96-55
….. /1	….. /1	….. /1,5	….. /1

EXERCICE 2 ………/5

Consigne : lis chaque problème, pose l'opération qui convient et réponds à la question.

Problème n°1
Sur la table du salon il y a un bouquet de 35 fleurs. Papa enlève 19 fleurs fanées.
Combien reste-t-il de fleurs dans le vase ?

…/1,5 …/1

Problème n°2
Le pompier était sur le 57ème barreau de l'échelle, il descend de 26 barreaux, sur quel barreau est-il à présent ?

…/1,5 …/1

SEQUENCE DE MATHEMATIQUES en ENSEIGNEMENT EXPLICITE APPRENTISSAGE DE LA TECHNIQUE OPERATOIRE DE LA DIVISION EN CM1

Durée : 5 semaines

2 semaines de préparation en calcul mental : 15 min par jour	3 semaines massées : séquence

La séance de mathématiques sur la technique opératoire de la division : entrée par les problèmes

Activités de calcul mental préalables : en rituel, 15 minutes, tous les jours pendant 2 semaines :
- Manipulation sur des petites quantités ;
- Jeux divers, défis minutés ;
- Résolution de petits problèmes arithmétiques.

L'enseignant veillera particulièrement aux points suivants :
- Toutes les étapes de la démarche doivent être verbalisées ;
- On utilisera dans cette séquence du matériel de la monnaie (billet de 100€ ; de 10€ et pièce de 1€) et du matériel de numération de type « paquet de 1000 » ; paquet de 100 ; paquet de 10 et unité.
- Tous les élèves doivent avoir du matériel de numération en quantité suffisante. Cf. exemple sous forme papier en fin de séquence (p.95-97) ;
- Cette séquence se fait au cours de la période 3 et 4 en CM1 ce qui explique le choix d'une séquence sur la division euclidienne et non pas décimale.
- Les tables de multiplication sont fournies individuellement aux élèves ou doivent être disponibles sous forme d'affichage visible et clair pour tous dans la classe.

ALERTE : cette séance concerne l'apprentissage de la technique opératoire de la division par l'enseignement explicite. Le choix d'un certain type de problèmes a donc été effectué pour aborder la technique par la manipulation. Elle ne se substitue pas aux séquences de résolution de problèmes nécessaires pour apprendre le sens des opérations et qui peuvent faire intervenir d'autres types de problèmes.

60 minutes	Séance 1
Objectif	Etre capable de résoudre un problème de partage équitable (valeur d'une part) avec des nombres inférieurs à 1000, le diviseur étant un nombre à 1 chiffre. ⇨ Utilisation du matériel de la monnaie

OUVERTURE DE LA SEANCE

- Explicitation de l'objectif de la séance

On va apprendre à résoudre des problèmes de partage comme celui qui est écrit au tableau avec le matériel de la monnaie. Vous n'aurez droit de prendre que des billets de 100€, des billets de 10 € et des pièces de 1€.
« Jasmine veut acheter un ordinateur qui coûte 845 €. Le vendeur lui propose de payer en plusieurs fois. Elle va donc payer en 5 fois. Combien va-t-elle payer à chaque fois ? »

- Présentation de l'objectif d'apprentissage

A la fin de la séance vous devrez être capables de résoudre un problème du même type, tout seul, avec le même matériel de la monnaie.

CORPS DE LA SEANCE

	Pourquoi ? Si un jour vous désirez payer un objet en plusieurs fois dans un magasin, vous pourrez aussi calculer combien vous allez payer à chaque fois. Ça vous permet de savoir si vous avez assez d'argent.
Modelage « je fais » (l'enseignant) **15'**	Haut-parleur sur la pensée de l'enseignant Je vais vous montrer comment je fais pour résoudre ce problème. ⇨ Utiliser le matériel de la monnaie en verbalisant. 1/ *Jasmine veut acheter un ordinateur qui coûte 845 €.* 845 € c'est 8 billets de 100 €, 4 billets de 10 euros et 5 pièces de 1 €. 2/ *Le vendeur lui propose de payer en plusieurs fois. Elle va donc payer en 5 fois.* Je vais donc partager mon argent en 5 paquets et je vais mettre la même chose dans tous les paquets. Je commence par les billets de 100€. J'ai 8 billets de 100 €. Je peux mettre 1 billet dans chaque paquet. Il me reste 3 billets de 100 €. Je ne peux pas les partager en 5. Je vais donc les échanger contre des billets de 10 €. 1 billet de 100 € c'est 10 billets de 10 € donc 3 billets de 100 € c'est 3 fois 10 billets de 10€. Au départ j'avais déjà 4 billets de 10. J'ai donc 34 billets de 10€ en tout. ⇨ Procéder à l'échange devant les élèves. J'ai donc maintenant 34 billets de 10 €. Je partage mes 34 billets de 10 € en 5. ⇨ Prendre les 34 billets et mettre 1 billet dans chaque paquet. Je peux mettre 6 billets dans chaque paquet. Il reste 4 billets. Je ne peux pas les partager en 5. Je vais donc les échanger contre des pièces de 1€. 1

	billet de 10€ c'est 10 pièces de 1€ donc 4 billets de 10€ c'est 40 pièces de 1€. Il y avait 5 pièces au départ. J'ai donc 45 pièces de 1€ en tout. Maintenant il me reste 45 pièces de 1 euro. J'en mets 1 dans chaque paquet jusqu'à épuisement. J'ai mis 9 pièces dans chaque paquet. Je vérifie que tous les paquets ont bien la même chose. 3/ *Combien va-t-elle payer à chaque fois ?* Je vais maintenant compter combien il y a dans un paquet. Il y a : 1 billet de 100 € ; 6 billets de 10 € (c'est 6x10, donc 60 €) et 9 pièces de 1 €. Cela fait en tout 100 €+ 60€ +9€ = 161 €. Jasmine va payer 169 € à chaque fois. 2ème exemple : refaire la même chose avec le problème ci-dessous en faisant participer les élèves (on dit le début de la phrase, ils complètent. S'ils se trompent, on donne directement la bonne réponse.) Christelle partage équitablement ses 1500 € avec ses 3 frères. Combien ont-ils chacun ? Reste-t-il de l'argent après le partage ?
Pratique guidée « nous faisons » **35'**	Consigne Par deux, vous allez, avec le matériel de la monnaie, essayer de résoudre le problème suivant : « Martin souhaite acheter un canapé qui coûte 952€. Il paye en 8 fois. Combien va-t-il donner au vendeur à chaque fois ? » Je vous laisse 10 minutes. Ensuite je vous laisserai deux minutes pour préparer ce que vous allez nous dire si vous allez au tableau montrer votre travail. ⇨ Repérer un binôme qui a des procédures justes et les envoyer au tableau pour les présenter. ⇨ Faire verbaliser les étapes qui ont permis aux élèves de trouver la bonne réponse. Echanger avec la classe. **Note : Au préalable l'enseignant prendra des photos des nombres fabriqués avec le matériel de la monnaie à chaque étape. Elles serviront pendant le moment d'institutionnalisation.** Institutionnalisation Illustrer les différentes étapes de la résolution de ce problème par les photos effectuées et réaliser une affiche du même type que celle présentée en p.91. **Cela constituera la trace écrite**.

Différenciation

Pour les élèves qui ne réussissent pas la pratique guidée

Pratique dirigée **10'**	En petit groupe, reprendre un problème du même type en sollicitant les élèves de manière intensive sur leurs procédures. Problème possible : • « Caroline achète 4 voitures de course identiques pour 272 € Combien coûte une seule voiture ? »

	• « Vivien paye son téléphone 504 € en 4 fois. Combien paye-t-il à chaque fois ? »

Pour les élèves qui réussissent la pratique guidée

Pratique autonome « vous faites » 10'	Consigne Seul, vous allez, avec votre matériel de la monnaie, résoudre le problème suivant : « Justine vend sa collection de 9 bracelets pour 963 €. Combien coûte 1 bracelet ? » Vérification du travail individuel par l'enseignant : pas de correction collective !

CLOTURE DE LA SEANCE

- Qu'avons-nous appris à faire pendant cette séance ?
- A quoi cela sert-il d'apprendre à faire des problèmes de partage ?

60 minutes	Séance 2
Objectif	Etre capable de résoudre un problème de partage équitable (valeur d'une part) avec des nombres supérieurs à 1000, le diviseur étant un nombre à 1 chiffre. ⇨ Utilisation du matériel de numération.

OUVERTURE DE LA SEANCE

- Explicitation de l'objectif de la séance :

Comme dans la séance précédente, on va apprendre à faire des problèmes de partage mais avec des plus grands nombres. On utilisera le matériel de numération.
Voici le problème que je vous propose : « 3 pirates trouvent un trésor composé de 4296 pierres précieuses. Ils se le partage équitablement. Combien de pierres précieuses a chaque pirate ? »
⇨ Expliquer le mot « équitablement ».

- Présentation de l'objectif d'apprentissage

A la fin de la séance vous devrez être capables de résoudre un problème de partage tout seul, avec le même matériel de numération dans lequel il y a des grands nombres.

- Réactiver les connaissances préalables

Qu'avons-nous appris dans la séance 1 ?
⇨ Repartir de la trace écrite et résumer ce qui a été fait.

CORPS DE LA SEANCE

Modelage « je fais » (l'enseignant) **15'**	Pourquoi ? Si vous avez besoin de partager une grande quantité d'objets entre plusieurs personnes par exemple, vous saurez comment vous y prendre.
	Haut-parleur sur la pensée de l'enseignant Je vais vous montrer comment je fais pour résoudre ce problème. ⇨ Utiliser le matériel de numération en verbalisant. 1/ *3 pirates trouvent un trésor composé de 4284 pierres précieuses*. Je fabrique 4284 avec le matériel de numération. 4284 c'est 4 paquets de 1000, 2 paquets de 100, 8 paquets de 10 et 4 unités. 2/ *Ils se le partage équitablement*. Il y a 3 pirates. Je vais donc partager ce que j'ai en 3. Je commence par les paquets de 1000. J'en ai 4. Je peux donc donner 1 paquet de 1000 à chaque pirate. (Je peux dire aussi, chaque pirate reçoit 1 paquet de 1000). ⇨ Distribuer 1 paquet de 1000 à chaque pirate devant les élèves. Au besoin, demandez à 3 élèves de jouer les pirates.

	Il me reste 1 seul paquet de 1000. Je ne peux pas le partager en 3. Je vais donc l'échanger contre des paquets de 100. 1 paquet de 1000 c'est 10 paquets de 100. Maintenant j'ai donc 10 paquets de 100 et encore 2 (que j'avais au départ). Cela fait 12 paquets de 100. ⇨ Faire l'échange devant les élèves. Je partage mes 12 paquets de 100 en 3. ⇨ Prendre les 12 paquets de 100 et distribuer les paquets 1 à 1 jusqu'à épuisement. Chaque pirate reçoit 4 paquets de 100. Ensuite je partage les paquets de 10. J'en ai 8. Je peux donner 2 paquets de 10 à chaque pirate. ⇨ Prendre les 8 paquets de 10 et les distribuer 1 à 1. Il reste 2 paquets de 10. Je ne peux pas les partager en 3. Je vais donc les échanger en unités. 1 paquet de 10 c'est 10 unités. Donc 2 paquets de 10 c'est 2x10 unités c'est-à-dire 20 unités. ⇨ Faire l'échange devant les élèves. Maintenant j'ai donc 20 unités et encore 4 que j'avais au début. Cela fait 24 unités. Je partage mes 24 unités en 3. ⇨ Prendre les 24 unités et les distribuer 1 par 1 jusqu'à épuisement. Chaque pirate reçoit 8 unités. Je vérifie que tous les paquets ont bien la même chose. 3/ *Combien de pierres précieuses a chaque pirate ?* Je vais maintenant compter combien il y a dans un paquet. Il y a : 1 paquet de 1000 € ; 4 paquets de 100 (soit 4x100 donc 400), 2 paquets de 10 (soit 2x10 cad 20) et 8 unités. Cela fait en tout 1000+400+20+8 = 1428. Chaque pirate reçoit 1428 pierres précieuses. 2ème exemple : refaire la même chose avec le problème ci-dessous en faisant participer les élèves (on dit le début de la phrase, ils complètent. S'ils se trompent, on donne directement la bonne réponse.) Christophe possède 356 billes. Il les range dans des 4 boites et il en met le même nombre dans chaque boite. Combien y a t-il de billes dans chacune des boites. Est-ce qu'il en reste ?

Pratique guidée « nous faisons » **35'**	<u>Consigne</u> Par deux, avec votre matériel de numération, vous allez essayer de résoudre le problème suivant : « Karim déménage. Il doit transporter les 2051 livres de sa bibliothèque. Il fait 7 voyages. Combien de livres transporte-t-il à chaque voyage ? » Je vous laisse 15 minutes. Ensuite je vous laisserai deux minutes pour préparer ce que vous allez nous dire si vous allez au tableau montrer votre travail.

	⇨ Repérer un binôme qui a des procédures justes. Les envoyer au tableau présenter leur démarche. ⇨ Faire verbaliser les étapes qui ont permis aux élèves de trouver la bonne réponse. Echanger avec la classe. **Note : Au préalable l'enseignant prendra des photos des nombres réalisés avec le matériel de numération à chaque étape. Elles serviront pendant la phase d'institutionnalisation.** Institutionnalisation Reprendre le problème, traduire les différentes étapes en collant les photos du matériel de numération sur une affiche comme en séance 1. Cela constituera la 2ème trace écrite de la séquence. ⇨ Insister sur le fait qu'on cherche la valeur d'une part.

Différenciation

Pour les élèves qui ne réussissent pas la pratique guidée

Pratique dirigée 10'	En petit groupe, reprendre un problème du même type en sollicitant les élèves de manière intensive sur leurs procédures. Exemple : « Maé a une collection de 3025 billes. Ils décident de les partager entre ces 5 meilleurs copains. Combien de billes aura chacun de ses amis ? »

Pour les élèves qui réussissent la pratique guidée

Pratique autonome « vous faites » 10'	Consigne Seul, vous allez, avec votre matériel de numération, résoudre le problème suivant : « 6 personnes ont vendu 6720 billets de tombola. Combien de billets ont été vendus par une seule personne sachant qu'elles en ont toute vendu le même nombre ? Vérification du travail individuel par l'enseignant : pas de correction collective !

CLOTURE DE LA SEANCE

- Qu'avons-nous appris à faire pendant cette séance ?
- Comment fabrique-t-on le nombre 7251 avec le matériel de numération ?
- Par quoi faut-il commencer quand on partage une quantité comme celle-ci ?

60 minutes	Séance 3
Objectif	Etre capable de résoudre des problèmes de partage équitable (valeur d'une part) sans le matériel.

OUVERTURE DE LA SEANCE

- Explicitation de l'objectif de la séance

On va apprendre à résoudre des problèmes comme nous l'avons fait dans les séances 1 et 2 mais sans utiliser le matériel de numération ni celui de la monnaie. Vous pourrez le voir mais vous ne pourrez pas le manipuler.
Voici le problème que je vous propose :
« 4782 personnes se rendent à une manifestation. Ils se répartissent équitablement dans 6 trains.
Combien de personnes y a-t-il dans chaque train ? »

⇨ Expliquer le mot manifestation.

- Présentation de l'objectif d'apprentissage

A la fin de la séance vous devrez être capables de résoudre 1 problème du même type sans manipuler le matériel.

- Réactiver les connaissances préalables

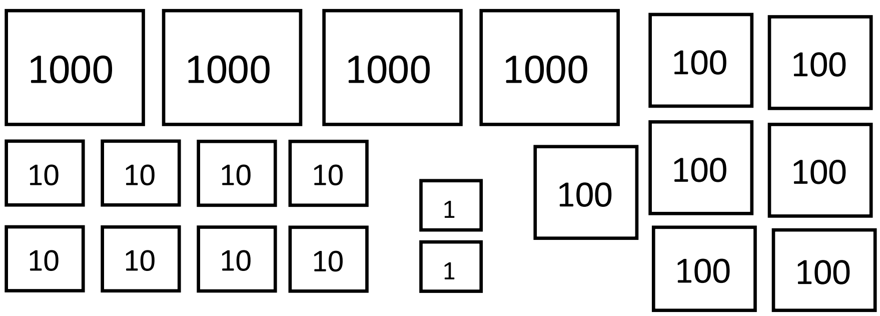
⇨ Qu'avons-nous appris à faire dans les séances précédentes ?
⇨ Reprendre les traces écrites réalisées dans les séances précédentes.

CORPS DE LA SEANCE

<table>
<tr>
<td>Modelage
« je fais »
(l'enseignant)

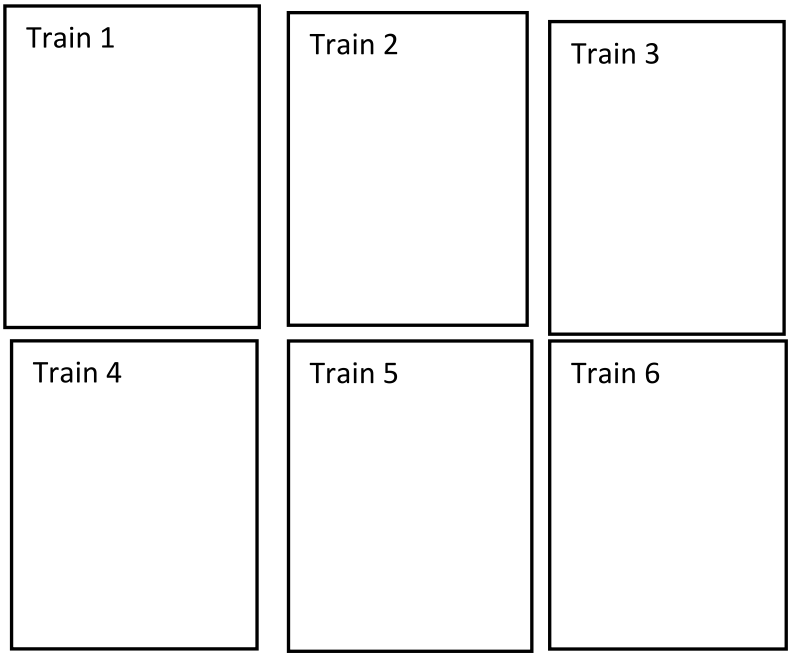
15'</td>
<td>
Pourquoi ?
Plus vous allez réussir à résoudre des problèmes sans manipuler, plus vous allez être rapide.

Haut-parleur sur la pensée de l'enseignant
Je vais vous montrer comment je fais pour résoudre ces problèmes sans matériel de numération.

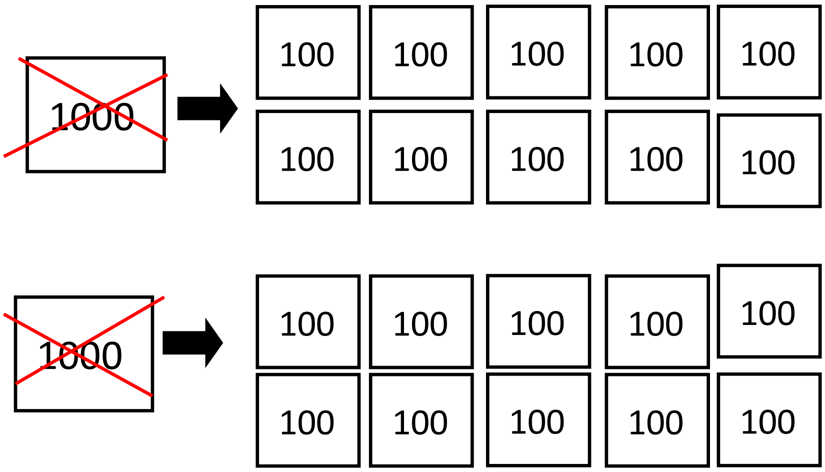
1/ 4782 personnes se rendent à une manifestation.
Je vais « dessiner » le nombre 4782.
4782 c'est 4 paquets de 1000, 7 paquets de 100, 8 paquets de 10 et 2 unités.
Je peux dessiner 4782 comme ceci :


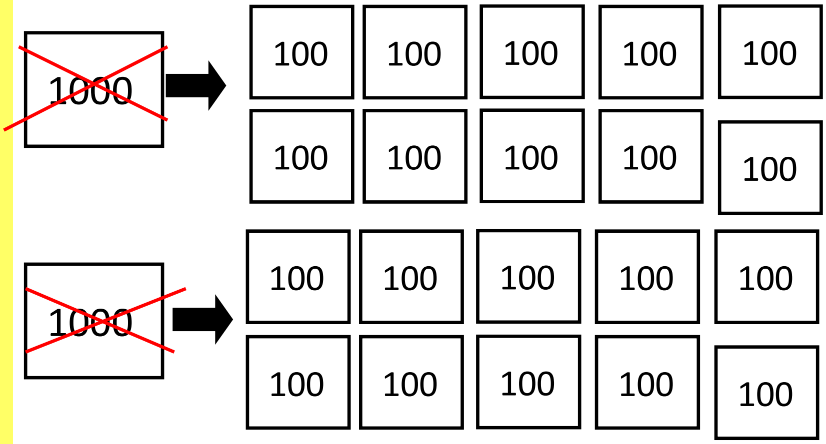
</td>
</tr>
</table>

2/ Ils se répartissent équitablement dans 6 trains.
Répartir cela veut dire la même chose que partager. C'est un synonyme.
Equitablement cela veut dire qu'il y a le même nombre de personnes dans chaque train.
Je veux donc partager 4782 en 6 paquets exactement pareils.
Je dessine mes trains. Pour que ce soit plus simple je vais faire des grands rectangles.

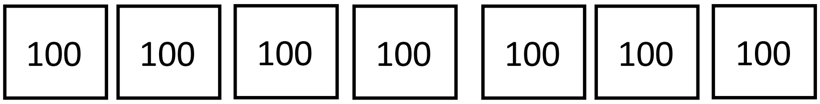


Ensuite je partage mes paquets de 1000. Je n'en ai que 4. Je vais donc les échanger contre des paquets de 100. 1 paquet de 1000 c'est 10 paquets de 100. Donc 4 paquets de 1000 c'est 40 paquets de 100.

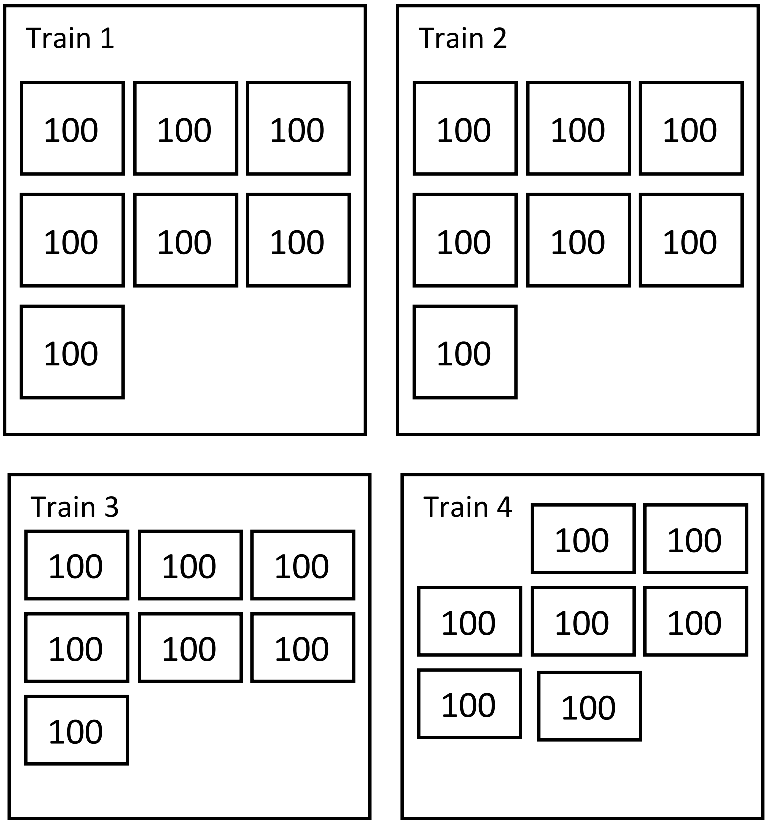




J’en avais déjà 7 au départ.



J’ai donc 47 paquets de 100 que je vais partager équitablement en 6.



Train 5

100 100 100
100 100 100
100

Train 6

100 100 100
100 100 100
100

Il me reste 5 paquets de 100.
Je ne peux pas les partager en 6 alors je vais les échanger contre des paquets de 10.
1 paquet de 100 c'est 10 paquets de 10.
5 paquets de 100 c'est donc 50 paquets de 10.

~~100~~ ➡ 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10

~~100~~ ➡ 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10

~~100~~ ➡ 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10

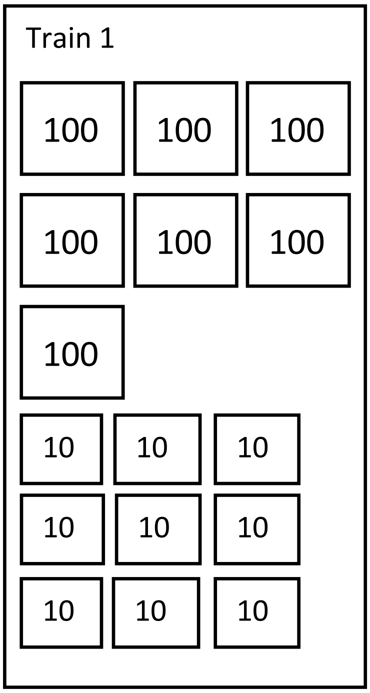
~~100~~ ➡ 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10

~~100~~ ➡ 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10

Il y avait 8 paquets de 10 au départ.

10 10 10 10 10 10 10 10

Je vais donc partager 58 paquets de 10 dans les 6 trains.

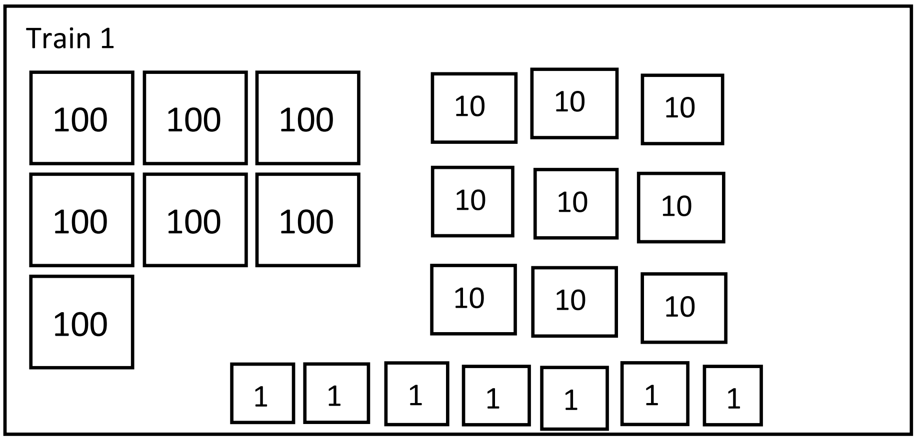


⇨ Dessiner les 6 trains.

Il reste 4 paquets de 10.
Je ne peux pas les partager en 6.
Je vais donc les échanger contre des unités.
1 paquet de 10 c'est 10 unités.
Donc 4 paquets de 10 c'est 4 fois 10 unités c'est-à-dire 40 unités.

⇨ Dessiner les paquets de 10 qu'on échange contre 10 unités comme précédemment.

J'avais déjà 2 unités au départ. J'ai donc en tout 42 unités.
Je vais les partager entre les 6 trains.



<table>
<tr><td></td><td>

⇨ Dessiner les autres trains.

Je vérifie que j'ai bien le même nombre de personnes dans chaque train.

3/ *Combien de personnes y a-t-il dans chaque train ?*
Je compte le nombre de personne dans un train. Dire à l'oral : il y a 7 fois 100 + 9 fois 10 + 8 personnes dans le train ce qui fait 700+90+7= 797 (personnes dans chaque train).

2ème exemple : refaire la même chose avec le problème ci-dessous en faisant participer les élèves (on dit le début de la phrase, ils complètent. S'ils se trompent, on donne directement la bonne réponse.)

M. Timon, directeur de l'école, commande 4 bus pour faire voyager ses 224 élèves. Combien d'élèves y a-t-il dans chaque bus ?

</td></tr>
<tr><td>

Pratique guidée « nous faisons »

35'

</td><td>

<u>Consigne</u>
Par deux, vous allez résoudre les 2 problèmes suivants :
« Mina possède 4932 €. Elle partage son argent entre ses 3 petits enfants. Combien a-t-elle donné d'euros à chacun de ses petits enfants. »

Je vous laisse 15 minutes. Ensuite je vous laisserai deux minutes pour préparer ce que vous allez nous dire si vous allez au tableau montrer votre travail.

⇨ Repérer un binôme qui a des procédures justes et les envoyer au tableau pour les présenter.
⇨ Faire verbaliser les étapes qui ont permis aux élèves de trouver la bonne réponse. Echanger avec la classe.

<u>Institutionnalisation</u>
Exploiter les dessins traduisant les différentes étapes de la résolution du problème et réaliser une affiche explicative de chaque étape. Cf. modelage
Cela constituera la trace écrite.

</td></tr>
</table>

Différenciation

Pour les élèves qui ne réussissent pas la pratique guidée

Pratique dirigée **10'**	En petit groupe, reprendre un problème du même type en sollicitant les élèves de manière intensive sur leurs procédures. Exemple de problème : « Erwan possède une collection de 492 timbres qu'il veut coller sur 5 pages. Combien de timbres peut-il coller sur chaque page. Lui en reste-t-il ? »

Pour les élèves qui réussissent la pratique guidée

Pratique autonome « vous faites » 10'	<u>Consigne</u> Seul, vous allez résoudre le problème suivant sans matériel : « Justin range des perles dans 7 pots différents. Il en met exactement le même nombre dans chaque pot. Il possède 385 perles. Combien de perles peut contenir chaque pot ? » Vérification du travail individuel.

CLOTURE DE LA SEANCE

- Qu'avons-nous appris à faire pendant cette séance ?
- A quoi cela sert-il de faire des dessins ?

60 minutes	Séance 4
Objectif	Etre capable de résoudre un problème de recherche du nombre de parts dans un partage équitable et utiliser la division pour résoudre ce type de problèmes. (nombres simples) ⇨ en utilisant du matériel.

OUVERTURE DE LA SEANCE

- Explicitation de l'objectif de la séance

On va apprendre à résoudre des problèmes de partage de rubans avec du matériel comme celui qui est écrit au tableau :

Calculo, Numérix et Mesurine doivent découper des rubans jaunes dans de grandes bandes de tissu. Chaque ruban jaune doit mesurer exactement 6 cm et ils doivent en découper le plus possible.
Calculo reçoit une bande de 75 cm,
Numérix une bande de 123 cm,
Mesurine une bande de 150 cm.
a. Combien chacun peut-il découper de rubans dans sa bande ?
b. Quelle longueur de tissu lui restera-t-il à la fin du découpage ?

Cap-Math Hatier 2010.

- Présentation de l'objectif d'apprentissage

A la fin de la séance vous devrez être capables de résoudre un problème du même type sans matériel.

- Réactiver les connaissances préalables :

Qu'avons-nous appris jusqu'à maintenant ?

CORPS DE LA SEANCE

Modelage « je fais » (l'enseignant) 15'	Pourquoi ? Ce type de problème va vous aidez à comprendre et retenir la technique pour poser et calculer des divisions.
	Haut-parleur sur la pensée de l'enseignant Je vais vous montrer comment je fais pour résoudre ce problème avec du matériel. ⇨ Prévoir des ficelles de la longueur énoncée dans le problème (75cm, 123 cm, 150 cm). Je dois découper des rubans de 6 cm. En fait, je n'ai pas de ruban, j'ai de la ficelle. On va donc faire le même exercice mais en disant « ficelle ».

<table>
<tr><td></td><td>Je vous rappelle ce qu'on cherche : dans chaque ficelle, on cherche combien on peut découper de morceaux de 6 cm.
Je vais donc prendre le bout de ma ficelle et le poser sur le 0 de ma règle, puis je découpe à l'endroit où la ficelle arrive sur 6.

Ensuite je pose à nouveau le bout de ma ficelle sur le 0 de la règle puis je découpe à l'endroit où la ficelle arrive sur 6. Et ainsi de suite jusqu'à ce que je ne puisse plus découper.

Je fais la même chose avec mes 3 morceaux de ficelle.
Pour chacune des ficelles, je compte le nombre de morceaux de 6 cm que j'ai découpés et je mesure le morceau qu'il me reste.

Pour la ficelle de 75cm, j'ai découpé 12 morceaux et il me reste un bout de 3 cm.
Pour la ficelle de 123 cm, j'ai découpé 20 morceaux et il me reste un bout de 3 cm.
Pour la ficelle de 150 cm, j'ai découpé 25 morceaux et il ne me reste rien.</td></tr>
<tr><td>Pratique guidée
« nous faisons »

30'</td><td><u>Consigne</u>
« Par deux, vous allez faire le même exercice mais vous allez découper des morceaux de 10 cm. Vous aurez : 1 ficelle de 84 cm, 1 ficelle de 120 cm.

<u>Institutionnalisation</u>
Le problème posé revient à chercher « combien il y a de fois 10 dans chaque nombre », ce qui revient aussi à compléter 10 × … pour s'approcher le plus possible de 84, de 120.
Chercher combien il y a de fois 10 dans 84, dans 120, c'est aussi « diviser chacun de ces nombres par 10 »
On obtient deux résultats :
– le nombre de rubans (c'est le quotient) ;
– les centimètres restants qui ne peuvent faire un ruban (c'est le reste) : celui-ci est forcément plus petit que 10, sinon on pourrait encore partager ; mais le reste peut aussi être nul (il convient d'insister sur ce point), par exemple pour 150 le reste est égal à 0.</td></tr>
</table>

Différenciation

Pour les élèves qui ne réussissent pas la pratique guidée

Pratique dirigée 15'	En petit groupe, reprendre un problème du type en verbalisant toutes les étapes. « Combien de bandelettes de papier de 8 cm puis je faire dans une bande de 95 cm ? »

Pour les élèves qui réussissent la pratique guidée

Pratique autonome « vous faites » 15'	<u>Consigne</u> Seul, vous allez résoudre chercher la solution des énigmes suivantes : « combien de bandelettes de papier de 6 cm puis-je faire dans une bande de 63 cm ? »

CLOTURE DE LA SEANCE

- Qu'avons-nous appris à faire pendant cette séance ?

<table>
<tr><td>60 minutes</td><td>Séance 5</td></tr>
<tr><td>Objectif</td><td>Etre capable de résoudre un problème de partage de rubans (quotition) et utiliser la division pour résoudre ce type de problèmes. (nombres simples)
⇨ sans matériel.</td></tr>
</table>

OUVERTURE DE LA SEANCE

- Explicitation de l'objectif de la séance

On va apprendre à résoudre des problèmes de partage de rubans comme celui qui est écrit au tableau sans matériel.

Calculo, Numérix et Mesurine doivent découper des rubans jaunes dans de grandes bandes de tissu. Chaque ruban jaune doit mesurer exactement 6 cm et ils doivent en découper le plus possible.

Calculo reçoit une bande de 75 cm,
Numérix une bande de 123 cm,
Mesurine une bande de 150 cm.

a. Combien chacun peut-il découper de rubans dans sa bande ?

b. Quelle longueur de tissu lui restera-t-il à la fin du découpage ?

*Cap-Math Hatier 2010***.**

- Présentation de l'objectif d'apprentissage

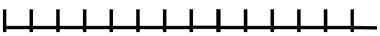
A la fin de la séance vous devrez être capables de résoudre un problème du même type sans matériel.

- Réactiver les connaissances préalables :
  ⇨ Qu'avons-nous appris hier ?

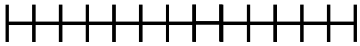
<table>
<tr><td>Modelage
« je fais »
(l'enseignant)

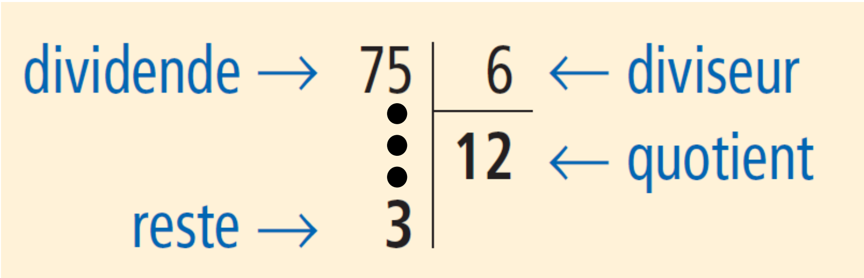
15'</td><td><u>Haut-parleur sur la pensée de l'enseignant</u>
Je vais vous montrer maintenant comment faire le même exercice mais sans matériel.
Il y a plusieurs possibilités :

1/ Je dessine mes 3 bandes (exemple avec la bande 75 cm, faire les 3 exemples avec les élèves) et j'ajoute au fur et à mesure mes morceaux de 6 m jusqu'à ce que j'atteigne 75.


6+6+6+6+6+6+6+6+6+6+6+6

Je me dis 6+6=12, + encore 6 =18, + encore 6 = 24 …. + encore 6 = 72, + encore 6 =78. 78 c'est trop grand donc je m'arrête à 72. Puis je compte le nombre de fois où j'ai compté 6. (12 fois)</td></tr>
</table>

	Je compte maintenant la longueur du morceau qui me reste. 75-72=3. 2/Autre possibilité, je pars de la longueur totale et je retire 6 jusqu'à ce que je ne puisse plus.  75-6 = 69 69-6 =63 63-6=77 … 9-6=3 Je ne peux pas faire 3-6 ! Je compte le nombre de fois où j'ai enlevé 6. (12 fois) Il me reste 3 à la fin. 3/ J'essaye de trouver tout de suite le nombre de fois 6 qu'il y a dans 75. Je fais 10x6 = 60 ; 11x6 = 66 ; 12x6=72 ; 13x6 = 78 13x6 est trop grand. Je garde donc 12x6. 12x6=72. Il me reste donc 3 cm car 75-72 = 3. 2ème exemple : refaire la même chose avec le problème ci-dessous en faisant participer les élèves (on dit le début de la phrase, ils complètent. S'ils se trompent, on donne directement la bonne réponse.) 321 billes sont rangées dans des boites de 50 ? Combien de boites pleines peut-on faire ?
Pratique guidée « nous faisons » 35'	<u>Consigne</u> « Par deux, vous allez faire le même exercice mais avec les ficelle de 84 cm, 1 ficelle de 120 cm qu'il faut découper en morceaux de 10 cm. Vous faites l'exercice avec les 3 méthodes. » <u>Institutionnalisation</u> Le problème posé revient à chercher « combien il y a de fois 6 dans chaque nombre », ce qui revient aussi à compléter 6 × … pour s'approcher le plus possible de 75, de 123 ou de 150. Chercher combien il y a de fois 6 dans 75, dans 123 ou dans 150 », c'est aussi « diviser chacun de ces nombres par 6 » On obtient deux résultats : – le nombre de rubans (c'est le quotient) ; – les centimètres restants qui ne peuvent faire un ruban (c'est le reste) : celui-ci est forcément plus petit que 6, sinon on pourrait encore partager ; mais le reste peut aussi être nul (il convient d'insister sur ce point), par exemple pour 150 le reste est égal à 0.

	Les écritures **75 = 6 × 12 + 3 ou 150 = 6 × 25** rendent compte du résultat (on y retrouve le quotient et le reste) et permettent de vérifier ce qu'on a trouvé ; ⇨ Insister sur **l'écriture en ligne** ! Une autre manière de présenter le résultat est d'utiliser la potence : 

Différenciation

Pour les élèves qui ne réussissent pas la pratique guidée

Pratique dirigée 10'	En petit groupe, reprendre un problème du type « combien de fois 5 dans 75 ? » en sollicitant les élèves de manière intensive sur leurs procédures. Faire la même chose avec « combien de fois 6 dans 63 ? », « combien de fois 4 dans 51 ? », « combien de fois 20 dans 25 ? », « combien de fois 10 dans 50 ? »

Pour les élèves qui réussissent la pratique guidée

Pratique autonome « vous faites » 10'	<u>Consigne</u> Seul, vous allez résoudre chercher la solution des énigmes suivantes : « combien de fois 6 dans 63 ? », « combien de fois 4 dans 51 ? », « combien de fois 20 dans 25 ? », « combien de fois 10 dans 50 ? » Quand vous avez trouvé la réponse, vous l'écrivez sous forme de division « en potence » puis sous en ligne.

CLOTURE DE LA SEANCE

- Qu'avons-nous appris à faire pendant cette séance ?

60 minutes	Séance 6
Objectif	Etre capable de résoudre un problème partage de monnaie (quotition) et utiliser la division pour résoudre ce type de problèmes. (nombres simples) ⇨ sans matériel

OUVERTURE DE LA SEANCE

- Explicitation de l'objectif de la séance

On va apprendre à résoudre des problèmes de partage du même type que celui que je vous ai écrit au tableau : « des cahiers sont vendus à 7 € le lot. Combien de lots puis-je acheter avec 45 € ? »

⇨ Les nombres sont volontairement petits pour faciliter la manipulation sinon c'est une opération qui peut se faire mentalement)

- Présentation de l'objectif d'apprentissage

A la fin de la séance vous devrez être capables de résoudre un problème du même type sans matériel.

- Réactiver les connaissances préalables :

Qu'avons-nous appris lors des séances 3 et 5 ?

⇨ Utiliser les traces écrites élaborées en séance 3 et 5 puis résumer ce qui a été fait.

CORPS DE LA SEANCE

Modelage « je fais » (l'enseignant) **10'**	Pourquoi ? Cela vous permettra de savoir si vous avez assez d'argent pour acheter ce que vous souhaitez.
	Haut-parleur sur la pensée de l'enseignant Je vais vous montrer comment je fais pour résoudre ce problème avec le matériel de la monnaie. 1/ *Des cahiers sont vendus à 7 € le lot.* 1 lot de cahiers coûte 7 €. 2/ *Combien de lots puis-je acheter avec 45 € ?* 45 € c'est 4 billets de 10 € et 5 pièces de 1 €. Je ne peux pas faire des paquets de 7€. Je vais donc échanger 4 billets de 10 € contre des pièces de 1 €. 1 billet de 10 c'est 10 pièces de 1€. Donc 4 billets de 10 € c'est 40 pièces de 1 €. J'en avais déjà 5 au départ, j'en ai donc 45 en tout. Maintenant je vais chercher combien de fois je peux faire 7 € avec mes pièces. ⇨ Faire des paquets de 7 pièces de 1 € et bien les séparer pour qu'on voit le nombre de paquets réalisés. J'ai pu faire 6 paquets de 7 pièces et il en reste 3 toutes seules. Je peux donc acheter 6 lots de cahiers. Il me reste 3 €.

	$2^{ème}$ exemple : refaire la même chose avec le problème ci-dessous en faisant participer les élèves (on dit le début de la phrase, ils complètent. S'ils se trompent, on donne directement la bonne réponse.) Christelle partage équitablement ses 1500 € avec ses 3 frères. Combien ont-ils chacun ? Reste-t-il de l'argent après le partage ? $2^{ème}$ exemple : refaire la même chose avec le problème ci-dessous en faisant participer les élèves (on dit le début de la phrase, ils complètent. S'ils se trompent, on donne directement la bonne réponse.) Christelle veut cacher ses billets pour faire une chasse au trésor ? Elle a 725 euros. Et elle veut mettre 125 € dans chacune de ses cachettes. Combien lui faut-il de cachettes ?
Pratique guidée « nous faisons » **15'**	<u>Consigne</u> Par deux, vous allez résoudre le problème suivant : « Il y a 154 élèves au collège. La principale veut faire des classes de 22 élèves. Combien devra t-elle faire de classes ?» Je vous laisse 10 minutes. Ensuite je vous laisserai deux minutes pour préparer ce que vous allez nous dire si vous allez au tableau montrer votre travail. ⇨ Repérer un binôme qui a des procédures justes et les envoyer au tableau pour les présenter. ⇨ Faire verbaliser les étapes qui ont permis aux élèves de trouver la bonne réponse. Echanger avec la classe.
Modelage « je fais » (l'enseignant) **10'**	<u>Haut-parleur sur la pensée de l'enseignant</u> Voici un autre problème : « Pour son anniversaire la maman de Lucas a acheté 85 bonbons. Lucas souhaite donner 7 bonbons à chaque invité. Combien y a-t-il d'invités ? Combien de bonbons lui restera-t-il ? » « Je vais vous montrer comment je fais pour résoudre un problème du même type mais sans le matériel. Avec ce que nous avons déjà appris. » « *Pour son anniversaire la maman de Lucas a acheté 85 bonbons. Lucas souhaite donner 7 bonbons à chaque invité. Combien y a-t-il d'invités ? Combien de bonbons lui restera-t-il ?* » Dans la séance 5, j'ai vu qu'on pouvait dire : « chercher combien il y a d'invités c'est chercher combien de fois il y a 7 dans 85. C'est aussi dire 85 divisé par 7 ». Je vais donc chercher combien de fois 7 dans 85. Je sais que 7x10 = 70. J'essaye 7x 11=77 J'essaye 7x12 = 84 J'essaye 7x13 = 91

Il y a donc 12 fois 7 dans 84.
85-84 = 1 Il reste 1.

Je peux écrire : **87 divisé par 7** ou sous forme de potence

$$\begin{array}{r|l} 84 & \underline{\ 7\ } \\ & 12 \\ 1 & \end{array}$$

Je réponds aux questions du problème : *Combien y a-t-il d'invités ? Combien de bonbons lui restera-t-il ?*
J'écris *: **84 = 7 x 12 + 1***
Il y a 12 invités. Il reste 1 bonbon pour Lucas.

- ⇨ **Insister sur cette écriture qui résume le sens de la technique opératoire de la division.**
- ⇨ **Il faudra que les élèves écrire le résultat sous cette forme à chaque fois.**

2ème exemple : refaire la même chose avec le problème ci-dessous en faisant participer les élèves (on dit le début de la phrase, ils complètent. S'ils se trompent, on donne directement la bonne réponse.)

Charles range 130 bouteilles dans des cartons de 8 ?
Combien fera-t-il de cartons pleins ?

Pratique guidée « nous faisons » 20'

Consigne
« Par deux, vous allez faire résoudre le problème suivant : « Jéranne range des bouteilles dans des cartons. Chaque carton peut contenir 8 bouteilles. Elle doit ranger 98 bouteilles. Combien va-t-elle remplir de cartons entiers ? »

Institutionnalisation
Le problème posé revient à chercher « combien il y a de fois 8 dans 98 », ce qui revient aussi à compléter 8 × … pour s'approcher le plus possible de 98.
Chercher combien il y a de fois 8 dans 98, c'est aussi « diviser 98 par 8 »
On obtient deux résultats :

– le nombre de cartons
– les bouteilles qui restent.

8x10 =80
8x11=88
8x12=96
8x13 = 104
On peut écrire cela comme ceci :
98 divisé par 8 ou sous forme de potence :

	98 | 8 | 12 2 La réponse est : 98 = 8x12 +2 Jéranne va remplir 12 cartons et il lui restera 2 bouteilles.

Différenciation

Pour les élèves qui ne réussissent pas la pratique guidée

Pratique dirigée 10'	En petit groupe, reprendre un problème du même type en sollicitant les élèves de manière intensive sur leurs procédures. « Des chercheurs d'or ont trouvé 56 pépites. Chacun en reçoit 4. Combien de chercheurs y-a-t-il ? »

Pour les élèves qui réussissent la pratique guidée

Pratique autonome « vous faites » 10'	<u>Consigne</u> Seul, vous allez résoudre le problème suivant : « Des pirates ont trouvé des pierres précieuses dans une grotte sous-marine. Ils remontent 41 gros rubis. Après partage, chacun possède 6 rubis. Combien y-a-t-il de pirates ? » Vérification du travail individuel.

CLOTURE DE LA SEANCE

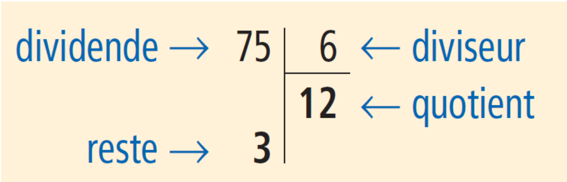
- Qu'avons-nous appris à faire pendant cette séance ?

60 minutes	Séance 7
Objectif	Etre capable de verbaliser les étapes d'une division en potence déjà posée.

OUVERTURE DE LA SEANCE

- <u>Explicitation de l'objectif de la séance</u>

On va apprendre à dire toutes les étapes d'une division qui est déjà posée.
On va par exemple reprendre la division d'hier mais en écrivant toutes les étapes.



- <u>Présentation de l'objectif d'apprentissage</u>

A la fin de la séance vous devrez être capables de verbaliser les étapes d'une division déjà posée.

- <u>Réactiver les connaissances préalables</u> :

Qu'avons-nous appris à la séance d'hier ?

⇨ Utiliser les traces écrites élaborées en séance 6

CORPS DE LA SEANCE

<table>
<tr><td rowspan="2">Modelage
« je fais »
(l'enseignant)

15'</td><td><u>Pourquoi ?</u>
Lorsque vous aurez compris toutes les étapes de la division, vous pourrez apprendre à les poser tout seul comme les adultes.</td></tr>
<tr><td><u>Haut parleur sur la pensée de l'enseignant</u>
Je vais vous montrer comment je fais pour verbaliser une division déjà posée.

75 | 6
-6 | 12
15
-12
3

Le nombre qui divise c'est 6.
Je regarde le 1er chiffre du dividende. C'est 7.
Je dis : combien y a-t-il de fois 6 dans 7. Il y a 1 fois 6 dans 7 (car 1x6=6).
J'écris 1 au quotient (sous la barre, en dessous du diviseur : donc sous 6)
Je pose la soustraction 7-6, c'est égal à 1. Il me reste donc 1 dizaine.
1 dizaine c'est 10 unités. Comme j'en avais 5 au départ, ça fait 15 unités.
Je dis : combien y a-t-il de fois 6 dans 15 ? Il y a 2 fois 6 dans 15 (car 2x6=12)
Je pose la soustraction 15-12, c'est égal à 3.
Je peux dire : 75 divisé par 6 est égal à 12 et il reste 3.
J'écris : 75 = 6 x 12 + 3</td></tr>
</table>

	On va faire un exemple tous ensemble. Je dis et vous répéter après moi tous ensemble. 86 | 3 -6 | 28 26 -24 2 Le nombre qui divise c’est 3. Je regarde le 1er chiffre du dividende. C’est 8. Je dis : combien y a-t-il de fois 3 dans 8. Il y a 2 fois 3 dans 8 (car 2x3=6). J’écris 2 au quotient (sous la barre, en dessous du diviseur : donc sous 3) Je pose la soustraction 8-6, c’est égal à 2. Il me reste donc 2 dizaines. 2 dizaines c’est 20 unités. Comme j’en avais 6 au départ, ça fait 26 unités. Je dis : combien y a-t-il de fois 3 dans 26 ? Il y a 8 fois 3 dans 26 (car 3x8=24) Je pose la soustraction 26-24, c’est égal à 2. Je peux dire : 86 divisé par 3 est égal à 28 et il reste 2. **J’écris : 86 = 3 x 28 + 2**
Pratique guidée « nous faisons » **35’**	<u>Consigne</u> Par deux, vous allez verbaliser toutes les étapes des divisions posées suivantes : 86 | 4 -8 | 21 06 -4 2 Faire la même chose avec les divisions suivantes : 72 divisé par 9 ; 809 divisé par 4 (attention celle-ci pose le problème du 0) ; Corriger collectivement en utilisant des élèves qui réussissent et qui verbalisent toutes les étapes justes. Reprendre en chœur éventuellement chacune des étapes.

Différenciation

Pour les élèves qui ne réussissent pas la pratique guidée

Pratique dirigée **10’**	En petit groupe, reprendre une situation du même type en sollicitant les élèves de manière intensive sur leurs procédures. Exemple de divisions à poser en potence et à présenter avec toutes les étapes comme dans le modelage : 55 divisé par 4 ; 96 divisé par 3

Pour les élèves qui réussissent la pratique guidée

Pratique autonome « vous faites » 10’	<u>Consigne</u> Seul, tu vas écrire toutes les étapes de la division suivante : $\begin{array}{r\|l} 62 & 4 \\ \cline{2-2} -4 & 15 \\ \cline{1-1} 22 & \\ -20 & \\ \cline{1-1} 2 & \end{array}$

CLOTURE DE LA SEANCE

- Qu’avons-nous appris à faire pendant cette séance ?

60 minutes	Séance 8
Objectif	Etre capable, à partir des photos du matériel de numération représentant les étapes d'un problème déjà étudié dans les séances 1 ou 2 de poser la division en potence.

OUVERTURE DE LA SEANCE

- Explicitation de l'objectif de la séance

On va apprendre à poser une division. Pour cela on va reprendre le problème que nous avions vu en séance 1. Reprendre l'affiche avec les photos. Rappelez-vous : « Jasmine veut acheter un ordinateur qui coûte 845 €. Le vendeur lui propose de payer en plusieurs fois. Elle va donc payer en 5 fois. Combien va-t-elle payer à chaque fois ? »

- Présentation de l'objectif d'apprentissage

  A la fin de la séance vous devrez être capables de poser une division en potence en vous aidant des traces écrites des problèmes déjà étudiés ensemble.

- Réactiver les connaissances préalables

Comment a-t-on procédé pour résoudre les problèmes lorsqu'on n'a pas de matériel de numération ?

⇨ Repartir de la trace écrite et résumer ce qui a été fait.

CORPS DE LA SEANCE

	Pourquoi ? Lorsque vous ne saurez pas résoudre une division mentalement, vous pourrez rapidement la poser pour trouver le résultat. Par exemple, dans la vie de tous les jours, cela vous servira si vous voulez partager des objets entre plusieurs personnes ou trouver le nombre de cartons qu'il vous faut pour ranger des boîtes de conserve, des livres… résoudre des problèmes de partage.
Modelage « je fais » (l'enseignant) **15'**	Haut-parleur sur la pensée de l'enseignant Je vais faire le lien avec les photos. ⇨ Reprendre l'affiche avec les photos et écrire à côté de chacune d'elles, le nombre en chiffres correspondant au nombre construit avec le matériel de numération. L'opération que l'on doit faire pour résoudre ce problème est : **845 (euros) divisé par 5 (nombre de paiements) =** (dans le domaine des grandeurs) En mathématiques on va écrire : **845 divisé par 5 =** (dans le domaine des nombres) Je pose l'opération avec la potence.

845	5

A gauche, j'écris la quantité à partager (ici le nombre de pierres précieuses)

A droite, j'écris en combien de fois je dois partager (ici le nombre de pirates)

Dans l'ordre j'écris 845, je trace la potence puis j'écris 5.

Et je dis :
Combien de fois 5 y a-t-il dans 8 ?
Il y a 1 fois 5 dans 8 (je donne 100 € à chaque paiement).
J'écris 1 en dessous du 5.
J'écris – 5 (car j'ai donné 1 billet de 100€ à chaque fois, donc 5 paquets en tout)

845	5
- 5	1
3	

Je pose la soustraction 8-5. Il reste 3.

3 centaines c'est 30 dizaines et il y en avait 4 au départ. J'écris le 4 des dizaines à coté du 3.

845	5
-5	1
34	

Donc j'ai 34 dizaines à partager en 5.
Je peux dire combien de fois 5 y a-t-il dans 34.
Il y a 6 fois 5 dans 34.
J'écris 6 à côté du 1. Cela veut dire que je donne 6 billets de 10 à chaque paiement.
J'écris - 30 (car j'ai donné 5x6 billets de 10 en tout soit 30 billets) sous 34 et je fais la soustraction.

845	5
-5	16
34	
-30	
04	

Il reste 4 dizaines. 4 dizaines c'est 40 unités.
Il y avait 5 unités au départ, il y a donc 45 unités.
J'écris 5 à côté du 4.

845	5
-3	16
54	
-30	
045	

On cherche à partager 45 € en 5. Je peux dire combien de fois 5 y a-t-il dans 45 ?
Il y a 9 fois 5 dans 45.
J'écris 9 à côté du 16 (car j'ai donné 9 euros à chaque paiement)
J'écris donc – 45 car j'ai payé en tout 5 fois 9 €.

845	5
-5	169
34	
-30	
045	
- 45	
0	

Il ne reste rien.
J'écris 845 = 5 x 169

Pratique guidée « nous faisons »

35'

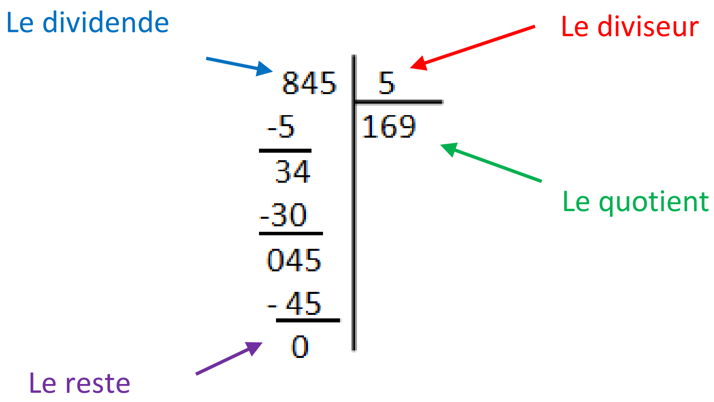
<u>Consigne</u>
Par 2, vous allez poser sur votre ardoise, l'opération qui correspond au problème que l'on a vu dans la séance 1. Je vous l'écris au tableau et je vous laisse les photos représentant les différentes étapes du problème : « Martin souhaite acheter un canapé qui coûte 952€. Il paye en 8 fois. Combien va-t-il donné au vendeur à chaque fois ? »

Je vous laisse 10 minutes. Ensuite je vous laisserai deux minutes pour préparer ce que vous allez nous dire si vous allez au tableau montrer votre travail.

- ⇨ Repérer un binôme qui a des procédures qui sont justes et les envoyer au tableau présenter leur démarche.
- ⇨ Faire verbaliser les étapes qui ont permis aux élèves de trouver la bonne réponse. Echanger avec la classe.

<u>Institutionnalisation</u>
Partir du problème de Martin faire une affiche récapitulative avec la division posée sous forme de potence.
Chaque étape donne lieu à une phrase explicative reliée à l'opération posée comme dans l'exemple ci-dessus. (cf. modelage)

Redire le vocabulaire mathématique de la division :

	 **J'écris 845 = 5 x 169** **C'est : Dividende = diviseur x quotient +reste** Cela constituera la trace écrite.

Différenciation

Pour les élèves qui ne réussissent pas la pratique guidée

Pratique dirigée 10'	Reprendre le modelage avec d'autres situations déjà vues précédemment. Exemples : « Vivien paye son téléphone 504 € en 4 fois. Combien paye-t-il à chaque fois ? »

Pour les élèves qui réussissent la pratique guidée

Pratique autonome « vous faites » 10'	Faire les photos correspondantes au problème suivant ou proposer une affiche avec les nombres dessinés comme en séance 4. « 3562 personnes vont à Paris voir un spectacle. Elle monte toutes dans des voitures de 4 places. Combien de voitures pleines y aura-t-il ? » <u>Consigne</u> « Pose l'opération qui correspond au problème et calcule-la. » Vérification du travail individuel.

CLOTURE DE LA SEANCE

- Qu'avons-nous appris à faire pendant cette séance ?
- A quoi cela sert-il d'apprendre à poser des divisions ?
- Demain on s'entraînera à faire la même chose.

60 minutes	Séance 9
Objectif	Etre capable de poser et calculer des divisions à 1 chiffre au diviseur à partir d'une division en ligne et de verbaliser toutes les étapes.

OUVERTURE DE LA SEANCE

- <u>Explicitation de l'objectif d'apprentissage</u>

On va apprendre à poser une division en potence à partir d'une division en ligne. Puis on va la calculer.

- <u>Présentation de l'objectif d'apprentissage</u>

A la fin de la séance vous devrez être capables de résoudre 1division posée en potence à partir d'une division posée en ligne.

- <u>Réactiver les connaissances préalables</u>
  - ⇨ Qu'avons-nous appris lors de la séance 6 ?
  - ⇨ Utiliser la trace écrite de la dernière séance.

CORPS DE LA SEANCE

<table>
<tr>
<td rowspan="2">Modelage
« je fais »
(l'enseignant)

15'</td>
<td><u>Pourquoi ?</u>
Cela va vous permettre de résoudre des divisions dans le domaine des nombres. Cela vous aidera à résoudre beaucoup de problèmes que nous verrons plus tard cette année et également en CM2.</td>
</tr>
<tr>
<td><u>Haut-parleur sur la pensée de l'enseignant</u>
Voici deux divisions en ligne : 712 divisé par 4 et 712 divisé par 5

Je pose la première en potence.
Pour cela j'écris 712 (le dividende à gauche) je trace ma potence et j'écris en haut à droite le diviseur (cad 4)

$\begin{array}{r|l} 712 & 4 \\ \cline{2-2} & \end{array}$

Puis je me dis, combien de fois 4 y a-t-il dans 7? Il y a 1 fois 4 dans 7.
J'écris 1 au quotient et - 4 en dessous de 7. (car 1x4=4)
7-4=3 il me reste 3. (3 centaines)

$\begin{array}{l|l} 712 & 4 \\ \cline{2-2} \underline{-4} & 1 \\ 3 & \end{array}$

3 centaines c'est 30 dizaines. J'en avais déjà 1 au départ. J'en ai donc 31</td>
</tr>
</table>

```
 712 | 4
 -4  |----
 --- | 1
 31  |
```

Je me dis combien y a-t-il de fois 4 dans 31 ?
Il y a 7 fois 4 dans 31.
J'écris 7 au quotient à côté du 1 et -28 en dessous de 31 (car 7x4=28)
Puis je calcule la soustraction : 31-28 = 3

```
  712 | 4
  -4  |----
  --- | 17
   31 |
  -28 |
 ---- |
  03  |
```

3 dizaines c'est 30 unités. J'en avais 2 au départ. Cela me fait 32 unités.

```
  712 | 4
  -4  |----
  --- | 17
   31 |
  -28 |
 ---- |
   032|
```

Je me dis combien de fois 4 dans 32 ?
Il y a 8 fois 4 dans 32.
J'écris 8 au quotient à côté de 17 et -32 en dessus de 32 (car 4x8=32).
Puis je fais la soustraction : 32-32 =0
Il ne reste rien.

```
  712 | 4
   -4 |----
  --- | 178
   32 |
  -28 |
 ---- |
  032 |
   -32|
  --- |
     0|
```

J'écris : 712 = 4 x 178

- ⇨ Rappeler ce qu'est le diviseur, le dividende, le quotient, le reste.
- ⇨ Moyen mnémotechnique pour retenir le diviseur et le dividende : le rameur c'est celui qui rame, le jongleur c'est celui qui jongle, le coureur c'est celui qui court, le diviseur c'est celui qui divise.

	$2^{ème}$ exemple : refaire la même chose en faisant participer les élèves (on dit le début de la phrase, ils complètent. S'ils se trompent, on donne directement la bonne réponse) pour la division 712 divisé par 5
Pratique guidée « nous faisons » **30'**	Consigne « Par deux, vous allez poser une division et allez verbaliser toutes les étapes à votre camarade. Vous faites une opération chacun votre tour. Si vous n'êtes pas d'accord, vous levez la main, je passerai auprès de vous. Je vous laisse 10 minutes. » Au tableau : écrire 2 divisons une avec et une sans reste. Exemple : 750 divisé par 3 et 635 divisé par 5 Vérification du travail des élèves : correction individuelle de la première opération. Correction des divisions Envoyer au tableau un élève qui a juste et qui oralise toutes les étapes.

Différenciation

Pour les élèves qui ne réussissent pas la pratique guidée

Pratique dirigée **15'**	Poser l'opération : 620 divisé par 4 et 347 divisé par 2 Faire verbaliser les élèves comme pendant la phase de modelage en les accompagnant sur chacune des étapes de la division. Faire expliciter les procédures.

Pour les élèves qui réussissent la pratique guidée

Pratique autonome « vous faites » **15'**	Consigne « Seul, vous allez poser sur votre ardoise, l'opération suivante 906 divisé par 8.» Correction individuelle.

CLOTURE DE LA SEANCE

- Qu'avons-nous appris à faire pendant cette séance ?
- A quoi faut-il faire attention lorsqu'on pose une division en potence ?

45 minutes	Séance 10
Objectif	Etre capable de poser et calculer des divisions à 1 chiffre au diviseur à partir d'une division en ligne et de verbaliser toutes les étapes mais avec le 1er chiffre du dividende < au diviseur.

OUVERTURE DE LA SEANCE

- <u>Explicitation de l'objectif d'apprentissage</u>

On va apprendre à poser une division en potence lorsque le 1er chiffre du dividende est < au diviseur.
C'est à dire des divisions comme celle écrite au tableau :
521 : 8

- <u>Présentation de l'objectif d'apprentissage</u>

A la fin de la séance vous devrez être capables de résoudre 1 division posée en potence à partir d'une division écrite en ligne.

- <u>Réactiver les connaissances préalables</u>
    - ⇨ Qu'avons-nous appris lors de la séance 7 ?
    - ⇨ Utiliser la trace écrite de la séance 6.

CORPS DE LA SEANCE

<table>
<tr>
<td>Modelage
« je fais »
(l'enseignant)

10'</td>
<td><u>Haut-parleur sur la pensée de l'enseignant</u>
Voici une division posée en ligne : 521 divisé par 8

Je pose la première en potence.
Pour cela j'écris 521 (le dividende à gauche) je trace ma potence et j'écris en haut à droite le diviseur (cad 8)

521 | 8

Puis je me dis, combien de fois 8 y a-t-il dans 5 ? C'est impossible car 5<8.
Je vais donc dire. Combien de fois 8 dans 52. (5 centaines c'est 50 dizaines et comme j'en ai 2 au départ, j'en ai 52)
Il y a 6 fois 8 dans 52. J'écris donc 6 au quotient et j'écris – 48 en dessous de 52 (car 8x6 = 48)
52-48 =4
Il me reste 4 (dizaines)</td>
</tr>
</table>

<table>
<tr>
<td></td>
<td>
521 | 8
-48 | 6
04

4 dizaines c’est 40 unités. J’en ai 1 au départ j’ai donc 41 unités en tout.

521 | 8
-48 | 6
041

Je me dis : combien de fois 8 y a-t-il dans 41 ?
Il y a 5 fois 8 dans 41.
J’écris donc 5 au quotient à côté du 6.
Puis j’écris -40 en dessous de 41 (car 8x5=40)

521 | 8
-48 | 65
041
-40
01

J’écris : 521 = 8 x 65 + 1

⇨ Rappeler ce qu’est le diviseur, le dividende, le quotient, le reste.
⇨ Dire il y a donc 65 fois 8 dans 521 et il reste 1.

2ème exemple : refaire la même chose en faisant participer les élèves (on dit le début de la phrase, ils complètent. S’ils se trompent, on donne directement la bonne réponse.) pour les divisions 670 divisé par 9
</td>
</tr>
<tr>
<td>Pratique guidée « nous faisons »

10’</td>
<td>
<u>Consigne</u>
« Par deux, vous allez poser une division et allez verbaliser toutes les étapes à votre camarade. Vous faites une opération chacun votre tour. Si vous n’êtes pas d’accord, vous levez la main, je passerai auprès de vous. Je vous laisse 10 minutes.

Au tableau : écrire 2 divisons une avec et une sans reste.
Exemple : 750 divisé par 9 et 235 divisé par 5
Vérification du travail des élèves : correction individuelle de la première opération.

<u>Correction des soustractions</u>
Envoyer au tableau un élève qui a juste et qui oralise toutes les étapes.
</td>
</tr>
</table>

Différenciation

Pour les élèves qui ne réussissent pas la pratique guidée

Pratique dirigée 10'	Poser l'opération : 326 divisé par 4 et 347 divisé par 7 ⇨ Faire verbaliser les élèves comme pendant la phase de modelage en les accompagnant sur chacune des étapes de la division. ⇨ Faire expliciter les procédures.

Pour les élèves qui réussissent la pratique guidée

Pratique autonome « vous faites » 10'	<u>Consigne</u> « Seul, vous allez poser sur votre ardoise, l'opération suivante : 506 divisé par 8. » Correction individuelle.

CLOTURE DE LA SEANCE

- Qu'avons-nous appris à faire pendant cette séance ?
- A quoi faut-il faire attention lorsqu'on pose une division en potence ?

45 minutes	Séance 11
Objectif	Etre capable de poser et calculer des divisions à 1 chiffre au diviseur à partir d'une division en ligne et de verbaliser toutes les étapes avec le problème du 0

OUVERTURE DE LA SEANCE

- Explicitation de l'objectif d'apprentissage

On va apprendre à poser une division en potence dans un cas très particulier. Celui de la division suivante : 520 divisé par 4

- Présentation de l'objectif d'apprentissage

A la fin de la séance vous devrez être capables de résoudre 1division du même type.

- Réactiver les connaissances préalables
    - ⇨ Comment fait-on pour poser une division en potence ?

CORPS DE LA SEANCE

<table>
<tr>
<td>Modelage
« je fais »
(l'enseignant)

10'</td>
<td>Haut parleur sur la pensée de l'enseignant
Voici une division posée en ligne : 520 divisé par 4

Je vais vous montre comment je fais.
Je pose la division en potence.
Pour cela j'écris 520 (le dividende à gauche) je trace ma potence et j'écris en haut à droite le diviseur (cad 4)

520 | 4

Puis je me dis, combien de fois 4 y a-t-il dans 5 ? Il y a 1 fois 4 dans 5 J'écris donc 1 au quotient et j'écris – 4 en dessous de 5 (car 1x4 = 4).
52-48 =4
Il me reste 4 (dizaines)

520 | 4
-4 | 1
1</td>
</tr>
</table>

1 dizaine c'est 10 unités. J'en ai 2 au départ j'ai donc 12 unités en tout.

$$\begin{array}{r|l} 520 & 4 \\ -4 & 1 \\ \hline 12 & \end{array}$$

Je me dis : combien de fois 4 y a-t-il dans 12 ?
Il y a 3 fois 4 dans 12.
J'écris donc 4 au quotient à côté du 1.
Puis j'écris -12 en dessous de 12 (car 4x3=12)

$$\begin{array}{r|l} 520 & 4 \\ -4 & 13 \\ \hline 12 & \\ -12 & \\ \hline 00 & \end{array}$$

J'ai zéro dizaine et il y avait 0 unité au départ (le chiffre des unités dans 520 est 0).
Il y a donc 00 unités.

$$\begin{array}{r|l} 520 & 4 \\ -4 & 13 \\ \hline 12 & \\ -12 & \\ \hline 000 & \end{array}$$

Je dis : dans 0 combien de fois 4. Il y a 0 fois dans 0.
J'écris 0 au quotient à coté du 13.

$$\begin{array}{r|l} 520 & 4 \\ -4 & 130 \\ \hline 12 & \\ -12 & \\ \hline 000 & \end{array}$$

J'écris 520 = 4 x 130

⇨ Dire : il y a 130 fois 4 dans 520.

2ème exemple : refaire la même chose en faisant participer les élèves (on dit le début de la phrase, ils complètent. S'ils se trompent, on donne directement la bonne réponse.) pour la division 780 divisé par 6.

Pratique guidée « nous faisons » **10'**	<u>Consigne</u> « Par deux, vous allez poser une division et allez verbaliser toutes les étapes à votre camarade. Vous faites une opération chacun votre tour. Si vous n'êtes pas d'accord, vous levez la main, je passerai auprès de vous. Je vous laisse 10 minutes. Au tableau : écrire 2 divisons Exemple : 750 divisé par 3 et 840 divisé par 4 Vérification du travail des élèves : correction individuelle de la première opération. <u>Correction des soustractions</u> Envoyer au tableau un élève qui a juste et qui oralise toutes les étapes.

Différenciation

Pour les élèves qui ne réussissent pas la pratique guidée

Pratique dirigée **10'**	Poser l'opération : 450 divisé par 9 et 660 divisé par 6 ⇨ Faire verbaliser les élèves comme pendant la phase de modelage en les accompagnant sur chacune des étapes de la division. ⇨ Faire expliciter les procédures.

Pour les élèves qui réussissent la pratique guidée

Pratique autonome « vous faites » **10'**	<u>Consigne</u> « Seul, vous allez poser sur votre ardoise, l'opération suivante : 450 divisé par 9. » Correction individuelle.

CLOTURE DE LA SEANCE

- Qu'avons-nous appris à faire pendant cette séance ?
- A quoi faut-il faire attention ?

45 minutes	Séance 12
Objectif	Etre capable de résoudre le plus de divisions possibles.

OUVERTURE DE LA SEANCE

- Explicitation de l'objectif de la séance

Vous allez vous entraîner à calculer des divisons en potence bien et vite.

- Présentation de l'objectif d'apprentissage

A la fin de la séance vous devrez être capables de calculer au moins 3 soustractions sans erreur tout seul.

- Réactiver les connaissances préalables

Au tableau mettre deux exemples de divisons (une impossible avec le 1er chiffre du dividende et l'autre possible) ; faire verbaliser un bon élève sur les procédures utilisées pour poser et calculer l'opération.

⇨ Que sait-on déjà faire ?

CORPS DE LA SEANCE

Pratique guidée « nous faisons » **25'**	Consigne Par deux, vous allez verbaliser toutes les étapes pour poser et calculer une division à votre camarade. Vous faites une opération chacun votre tour. Si vous n'êtes pas d'accord, vous levez la main, je passerai auprès de vous. Je vous laisse 10 minutes. Au tableau : écrire 2 divisions). Exemple : 431 divisé par 5 et 982 divisé par 3. Vérification du travail des élèves : correction individuelle des binômes.

Pratique autonome « vous faites » 20'	Consigne Seul, posez et calculez le plus de divisions possibles. Dès que vous en avez fini une, vérifiez avec les cartons autocorrectifs que vous avez trouvé le bon résultat. Si ce n'est pas le cas, recommencez. Si vous n'y arrivez pas, levez la main pour une aide. 718 divisé par 9 ; 4102 divisé par 4 ; 627 divisé par 4 ; 915 divisé par 4 ; 700 divisé par 5 ; 444 divisé par 8 ; 803 divisé par 9 ; 155 divisé par 2 ; 377 divisé par 6 ; 623 divisé par 8.

CLOTURE DE LA SEANCE

- Qu'a-t-on appris durant toutes ces séances ?
- Dans quelques jours, nous ferons une évaluation, vous aurez des divisions à poser et à calculer et deux problèmes à résoudre.

45 minutes	Séance 13
Objectif	Evaluer les acquis.

Trace écrite séance 1

« Martin souhaite acheter un canapé qui coûte 952€. Il paye en 8 fois. Combien va-t-il donner au vendeur à chaque fois ? »

1/ *Martin souhaite acheter un canapé qui coûte 952€.*
952 € c'est

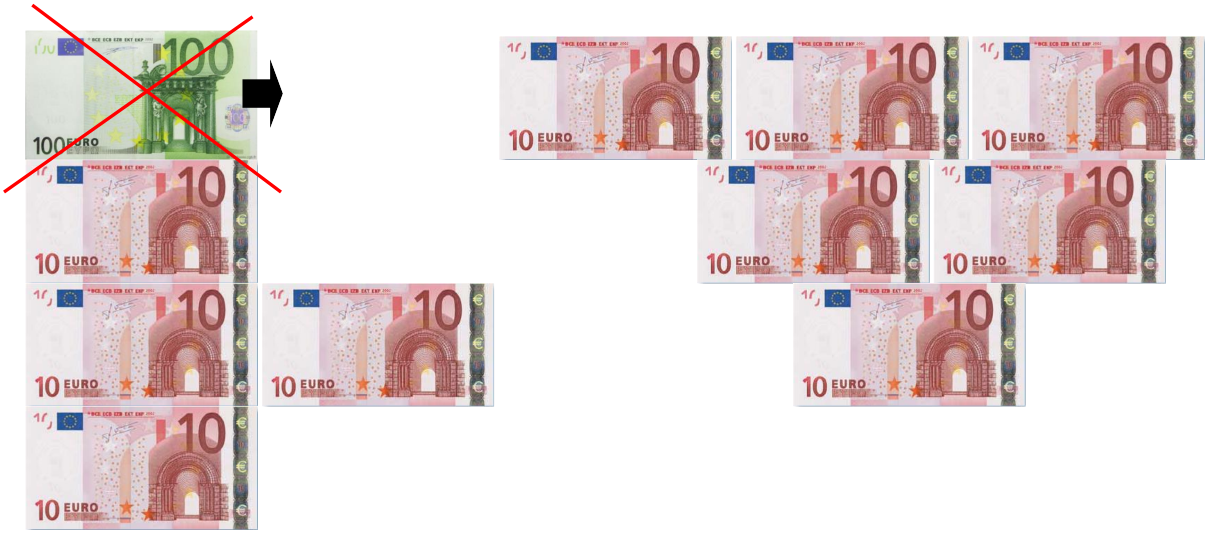
9 billets de 100 €

5 billets de 10 €

2 pièces de 1 €.

2/ Il paye en 8 fois.
Je vais donc partager mon argent en 8 paquets et je vais mettre la même chose dans tous les paquets.
Je commence par les billets de 100 €. J'ai 9 billets de 100 €.

Il me reste 1 billet de 100 € que je ne peux pas partager en 8. Je vais l'échanger contre 10 billets de 10 € car 100€ = 10 x 10€.



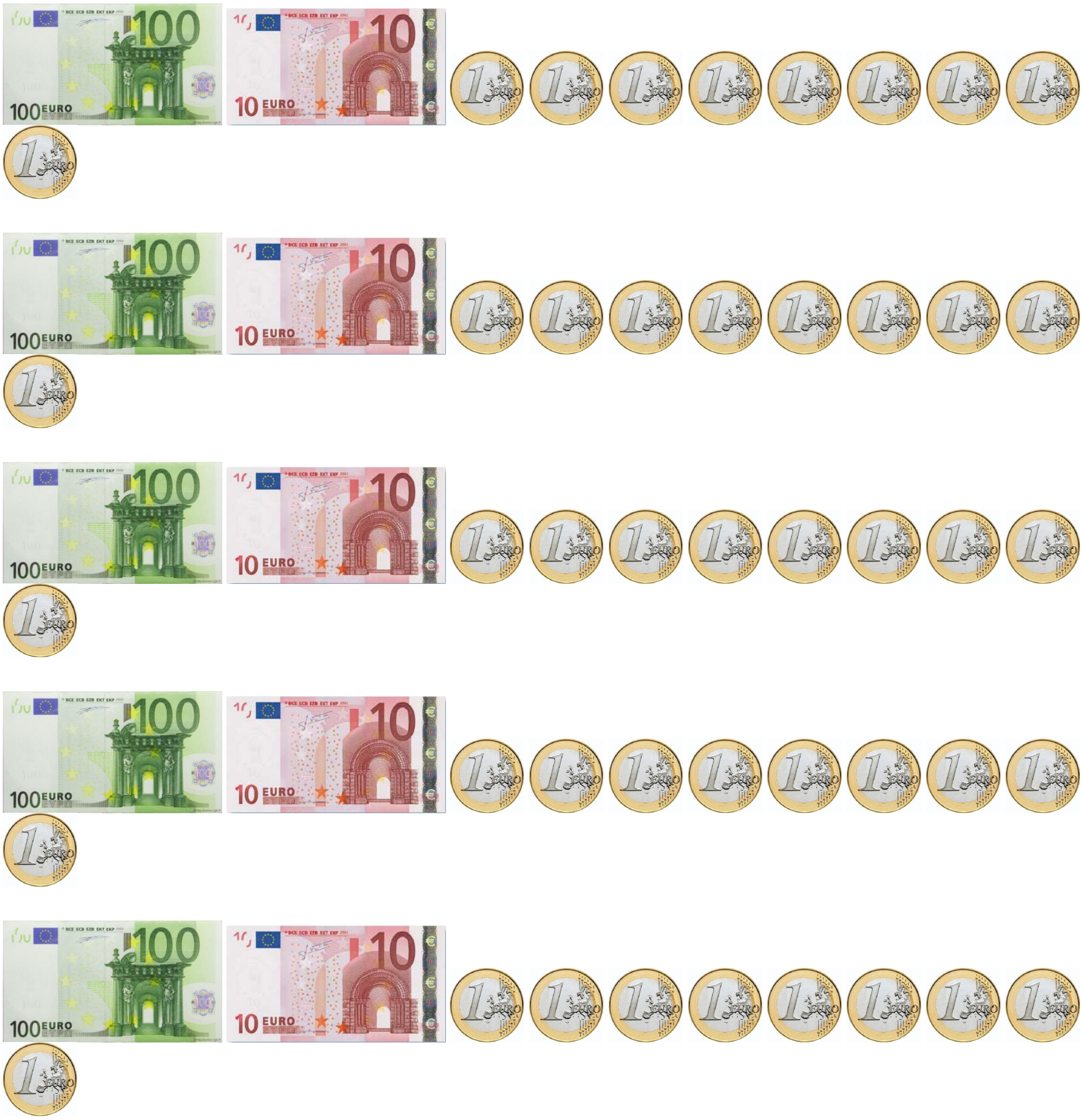
J'avais déjà 5 billets de 10 € au départ.
Maintenant j'en ai donc 15.
Je les partage en 8.

Il me reste 7 billets de 10.
Je ne peux pas les partager en 8.
Je vais les échanger contre des pièces de 1€

1 billet de 10€ c'est 10 pièces de 1€

7 billets de 10 € c'est 70 pièces de 1 €.
J'en avais 2 au départ. J'ai donc 72 pièces de 1€.
Je les partage en 8.

J'obtiens :



3/ Combien va-t-il donner au vendeur à chaque fois ?
Je vais maintenant compter combien il y a dans un paquet.
Il y a : 1 billet de 100 € ; 1 billet de 10 € et 1 pièces de 9 €. Cela fait en tout 100 €+ 10€ +9€ = 119 €.

Martin va payer 119 € à chaque fois.

On peut écrire aussi : 952 : 8 = 119

Matériel de la monnaie


10 EURO
1 EURO

1000	1000	1000	1000
1000	1000	1000	1000
100	100	100	100
100	100	100	100

10	10	10	10	10	10	10	10	10
10	10	10	10	10	10	10	10	10
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1

SEQUENCE DE MATHEMATIQUES en ENSEIGNEMENT SOCIOCONSTRUCTIVISTE APPRENTISSAGE DE LA TECHNIQUE OPERATOIRE DE LA DIVISION EN CM1

Durée : 5 semaines

2 semaines de préparation au calcul mental : 15 min par jour	3 semaines massées : séquence

La séance de mathématiques sur la technique opératoire de la division : entrée par les problèmes

Activités de calcul mental préalables : en rituel, 15 minutes, tous les jours pendant 2 semaines :

- Manipulation sur des petites quantités ;
- Jeux divers, défis minutés ;
- Résolution de petits problèmes arithmétiques.

L'enseignant veillera particulièrement aux points suivants :

- Toutes les étapes de la démarche doivent être verbalisées ;
- On utilisera dans cette séquence du matériel de la monnaie (billet de 100€ ; de 10€ et pièce de 1€) et du matériel de numération de type « paquet de 1000 » ; paquet de 100 ; paquet de 10 et unité.
- Tous les élèves doivent avoir du matériel de numération en quantité suffisante. Cf. exemple sous forme papier en annexe 2 et 3 en fin de séquence (photocopiable) ;
- Cette séquence se fait au cours de la période 3 en CM1 ce qui explique le choix d'une séquence sur la division euclidienne et non pas décimale.
- Les tables de multiplication sont fournies individuellement aux élèves ou être disponibles sous forme d'affichage visible et clair pour tous dans la classe.

ALERTE : cette séance concerne l'apprentissage de la technique opératoire de la division. Le choix d'un certain type de problèmes a donc été effectué pour aborder la technique par la manipulation. Elle ne se substitue pas aux séquences de résolution de problèmes nécessaires pour apprendre le sens des opérations et qui peuvent faire intervenir d'autres types de problèmes.

60 minutes	Séance 1
Objectif	Etre capable de résoudre un problème de recherche du nombre de parts dans un partage équitable et utiliser la division pour résoudre ce type de problèmes. (nombres simples)

OUVERTURE DE LA SEANCE

- Indication

« Aujourd'hui nous allons essayer de résoudre le problème qui est au tableau. »

⇨ Ecrire le problème suivant au tableau et afficher un exemplaire de chaque bande (celle de Calculo, de Numérix et de Mesurine) et un exemplaire du ruban jaune de 6 cm.


Calculo, Numérix et Mesurine doivent découper des rubans jaunes dans de grandes bandes de tissu. Chaque ruban jaune doit mesurer exactement 6 cm et ils doivent en découper le plus possible.

Calculo reçoit une bande de 75 cm,
Numérix une bande de 123 cm,
Mesurine une bande de 150 cm.

a. Combien chacun peut-il découper de rubans dans sa bande ?

b. Quelle longueur de tissu lui restera-t-il à la fin du découpage ?

Cap Math, 2010, Hatier

- Objectif

« Nous allons apprendre à résoudre ce problème. »

CORPS DE LA SEANCE

Situation N°1 : Des rubans de 6 cm

- **Présentation de la situation**
  - Lire le problème avec les élèves puis par binôme.
  - Le reformuler : dans chaque bande, on cherche combien on peut découper de rubans de 6 cm.
  - Donner à 1 binôme un exemplaire de chacune des bandes et du ruban jaune.
    (Pour cette question d'entrée de situation, le découpage effectif peut être proposé à des élèves pour lesquels on pense qu'ils auront plus de mal à rentrer dans l'activité.)
  - Demander aux élèves de le résoudre comme ils veulent sauf pour le binôme qui a du matériel et qui devra trouver la réponse avec le matériel.

⇨ Pendant la recherche, l'enseignant n'intervient pas auprès des équipes sauf pour suggérer éventuellement à ceux qui ont du mal à démarrer de faire un schéma.

- **Mise en commun et synthèse (en 5 temps)**
  - Inventaire de toutes les réponses trouvées : certaines équipes peuvent déjà mentionner la valeur du reste, d'autres ne pas le faire ;
  - Recherche, par équipes, des réponses erronées et justification : cela devrait amener à recourir à la multiplication du nombre trouvé par 6 ou à l'addition itérée de 6 un certain nombre de fois ;
  - Vérification à l'aide du résultat obtenu par l'équipe qui disposait du matériel ;
  - Explicitation des procédures de résolution utilisées (appui sur un schéma, addition ou soustraction répétée de 6 ou d'un multiple simple de 6, essais de produits et ajustements, combinaison de telles procédures…) : les nombres ont été choisis pour favoriser le recours au calcul mental.

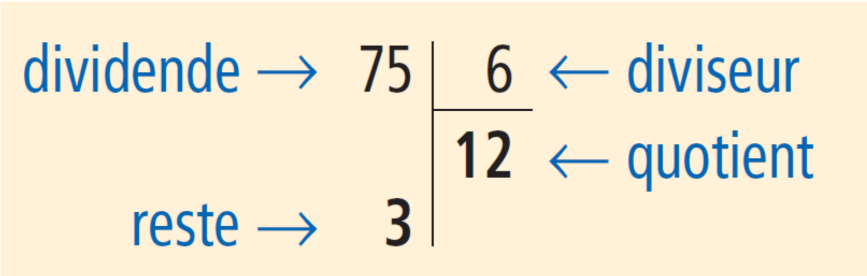
.

- **Institutionnalisation**

  Mettre en évidence les points suivants :
  - Les procédures possibles sont très variées.
  - Le problème posé revient à chercher « combien il y a de fois 6 dans chaque nombre », ce qui revient aussi à compléter 6 × … pour s'approcher le plus possible de 75, de 123 ou de 150.
  - Chercher combien il y a de fois 6 dans 75, dans 123 ou dans 150 », c'est aussi « diviser chacun de ces nombres par 6 » (ce qui peut être un rappel du CE2 ou une nouveauté pour les élèves) ; certains élèves ont d'ailleurs pu utiliser ou essayer d'utiliser la division pour répondre aux questions posées.
  - On obtient deux résultats :

    – le nombre de rubans (c'est le quotient) ;

    – les centimètres restants qui ne peuvent faire un ruban (c'est le reste) : celui-ci est forcément plus petit que 6, sinon on pourrait encore partager ; mais le reste peut aussi être nul (il convient d'insister sur ce point), par exemple pour 150 le reste est égal à 0.
  - Les écritures **75 = 6 × 12 + 3 ou 150 = 6 × 25** rendent compte du résultat (on y retrouve le quotient et le reste) et permettent de vérifier ce qu'on a trouvé ; une autre manière de présenter le résultat est d'utiliser la potence :



    Un peu plus tard, on apprendra à calculer le quotient et le reste en utilisant cette potence.

Si des élèves ont utilisé une technique en posant la division, ils sont invités à expliquer leur calcul, mais il est précisé que celui-ci sera travaillé un peu plus tard.

<u>Situation N°2</u> => ne pas mettre les parenthèses dans le résultat en ligne

2 Dans chaque cas, trouve le quotient et le reste.
Vérifie ta réponse en effectuant le calcul avec parenthèses.

exemple Combien de fois 5 dans 17 ? Réponse : $\begin{cases}\text{quotient : 3}\\ \text{reste : 2}\end{cases}$ Calcul : $17 = (5 \times 3) + 2$

a. Combien de fois 5 dans 53 ?
b. Combien de fois 5 dans 48 ?
c. Combien de fois 10 dans 75 ?
d. Combien de fois 10 dans 170 ?
e. Combien de fois 25 dans 20 ?
f. Combien de fois 25 dans 102 ?

Cap Math, 2010, Hatier

- Les questions de cet exercice portent directement sur des nombres. Les questions sont formulées sous la forme « Combien de fois *a* dans *b* ? » pour rester proches de la situation travaillée. Les réponses sont données sous la forme quotient et reste. Elles peuvent toutes être trouvées mentalement.
- Des cartons portant les nombres 5, 10 et 25 peuvent être mis à disposition de certains élèves en même temps que l'enseignant les aides à comprendre les questions posées.

<u>Situation N°3</u>

- Proposer les exercices suivants :

a. Combien de rubans de 50 cm peut-on découper dans une bande de 270 cm ?
b. Quelle longueur de tissu reste-t-il ?

Géomette avance son pion sur une ligne graduée de 1 en 1.
Elle part de 0 et avance de 8 en 8. Elle vient de faire 25 sauts.
Sur quel nombre se trouve son pion ?

Il s'agit de résoudre deux problèmes situés dans un nouveau contexte, l'exercice ci-dessus n'étant pas un problème de division.

Géomette rejoue sur la même ligne graduée.
À nouveau, elle part de 0 et avance son pion de 8 en 8.
Elle décide de s'arrêter avant 150, mais le plus près possible de 150.
a. Combien doit-elle faire de sauts avec son pion ?
b. Sur quel nombre sera alors son pion ?

On pourra mettre en évidence que la résolution de ci-dessus revient à chercher combien de fois 8 est contenu dans 150 (éventuellement, en schématisant la situation à l'aide d'une bande à partager).

CLOTURE DE LA SEANCE

Que faut-il retenir de la leçon d'aujourd'hui ?
Qu'avons-nous appris ?

60 minutes	Séance 2
Objectif	Etre capable de résoudre un problème de recherche du nombre de parts dans un partage équitable et utiliser la division pour résoudre ce type de problèmes. (nombres plus « compliqués »)

OUVERTURE DE LA SEANCE

- <u>Indication</u>

« Aujourd'hui nous allons essayer de résoudre le problème qui est au tableau. »

⇨ Ecrire le problème suivant au tableau.

La calculatrice est autorisée, mais tu peux effectuer les calculs sans l'utiliser.

1 Calculo a une bande de 200 cm.

a. Combien peut-il découper de rubans dans sa bande ?

b. Reste-t-il du tissu ?
Si oui, quelle longueur reste-t-il ?

2 Numérix a une bande de 290 cm.

a. Combien peut-il découper de rubans dans sa bande ?

b. Reste-t-il du tissu ?
Si oui, quelle longueur reste-t-il ?

Cap Math, 2010, Hatier

- <u>Objectif</u>

« Nous allons apprendre à résoudre le même type de problème que dans la séance dernière mais avec des nombres plus compliqués. »

CORPS DE LA SEANCE

<u>Rappel</u>

« Qu'avions-nous appris à faire lors de la dernière séance ? »

<u>Situation N°1</u>

- **Présentation de l'ensemble des activités de la séance**
  - Vous devez résoudre de nouveaux problèmes de type « recherche du nombre de rubans », mais avec des nombres un peu plus compliqués. La calculatrice est disponible, mais son usage n'est pas obligatoire. Chaque binôme peut choisir sa méthode de résolution et son moyen de calcul.

- Par deux, vous cherchez à répondre à la question 1. Vous devez formuler une réponse, indiquer s'il reste ou non une longueur de tissu et garder la trace de tout ce que vous avez fait pour trouver. Si vous utilisez la calculatrice, notez bien tout ce que vous avez tapé et ce qui a été affiché comme résultat.

(Certains élèves peuvent avoir besoin de matériel ou d'assistance dans le début de réalisation d'un schéma à main levée.)

- **Mise en commun et synthèse**
  - Inventaire des réponses accompagnées simplement du ou des moyens de calcul utilisés (mental, posé, calculatrice).
  - Contrôle des réponses : un temps est laissé aux équipes pour chercher les réponses erronées et pourquoi elles le sont (des calculs sont permis, avec la calculatrice pour ceux qui le jugent utile). Ces vérifications pour déterminer si un résultat convient ou non devraient favoriser les calculs du type : (26 × q) + r *ou* 26 + 26 + 26 … + r *(26 répété q fois)*.
  - Explicitation des procédures qui ont conduit à des résultats erronés : collectivement, les élèves cherchent pourquoi elles n'ont pas abouti.
  - Explicitation des procédures pertinentes mises en œuvre soit en posant les calculs, soit en utilisant la calculatrice :

    – addition itérée de 26 ou d'un multiple simple de 26 ;

    – soustraction itérée de 26 à partir de 200 ou d'un multiple simple de 26 ;

    – essais de produits de 26 par des nombres et ajustements : 26 × 4 *(trop petit)*, 26 × 10 *(trop grand)…*, le choix de 26 (proche de 25) et de 200 pouvant favoriser les estimations ;

    – calcul de 200 : 26, à l'aide de la calculatrice ou en posant l'opération.

- **Institutionnalisation**
  - Mise en évidence du calcul qui permet une vérification et fait apparaître le quotient (7) et le reste (18) : 26 × 7 + 18 = 200. On peut également rendre compte du résultat en utilisant la disposition en potence. Si nécessaire, vérifier la réponse en reportant une feuille de papier de 26 cm sur un segment de 200 cm tracé au tableau.
  - Souligner deux points importants pour les élèves qui ont procédé par essais de produits de 26 par des nombres :

    – il est utile de procéder à une estimation mentale (ordre de grandeur), par exemple en remplaçant 26 par 25 ;

    – il faut calculer le reste par soustraction, à la fin.
  - À propos de l'utilisation de la division à l'aide de la calculatrice :

    – le quotient, c'est le nombre qui se trouve à gauche du point (ce point représente en fait une virgule). Pour le moment il faut négliger ce qui est affiché à droite du point ; cela sera expliqué plus tard (il faut souligner, à partir des remarques des élèves, que cela ne correspond pas au reste) ;

– pour calculer le reste, à l'aide de la calculatrice, il faut d'abord calculer 26 × 7, puis 200 – 182. S'il en existe dans la classe, l'enseignant présente des calculatrices qui affichent à la fois le quotient et le reste.

- **<u>Situation N°2</u>**

  Demander aux élèves de résoudre l'exercice ci-dessous seuls.

  ⇨ Au cours de l'exploitation, les élèves exposeront leurs méthodes de vérification, par exemple en utilisant le calcul de la forme a = b × q + r. Mais ce calcul ne suffi t pas toujours, comme dans les problèmes 1 et 4, où l'égalité est vérifiée, mais le reste est trop grand (on peut obtenir un ruban supplémentaire).

Calculo a résolu ces problèmes.
Pour chaque problème, vérifie si les réponses de Calculo sont justes.
Si elles sont fausses, explique pourquoi et corrige.

3 On découpe des rubans de 16 cm dans une bande de 145 cm. Combien de rubans peut-on découper ?

Réponse : *8 rubans, il reste 17 cm de tissu.*

4 On découpe des rubans de 10 cm dans une bande de 136 cm. Combien de rubans peut-on découper ?

Réponse : *14 rubans, il reste 4 cm de tissu.*

5 On découpe des rubans de 17 cm dans une bande de 200 cm. Combien de rubans peut-on découper ?

Réponse : *13 rubans, il reste 11 cm de tissu.*

6 On découpe des rubans de 23 cm dans une bande de 253 cm. Combien de rubans peut-on découper ?

Réponse : *10 rubans, il reste 23 cm de tissu.*

7 On découpe des rubans de 12 cm dans une bande de 102 cm. Combien de rubans peut-on découper ?

Réponse : *8 rubans, il reste 5 cm de tissu.*

8 On découpe des rubans de 15 cm dans une bande de 160 cm. Combien de rubans peut-on découper ?

Réponse : *10 rubans, il reste 10 cm de tissu.*

Cap Math, 2010, Hatier

Réponse : Pour les exercices 3 à 7, les réponses sont erronées pour des raisons différentes *(les réponses exactes sont entre parenthèses)* : **3** et **6**. Reste trop grand, cela devrait être mis en évidence par les élèves *(**3** : 9 rubans, reste : 1 cm et **6** : 11 rubans, reste : 0 cm)*. **4.** Résultat obtenu à partir de (10 × 14) – 4 *(13 rubans, reste : 6 cm)*. **5.** Inversion du quotient et du reste dans l'interprétation *(11 rubans, reste : 13 cm)*. **7.** Mauvaise interprétation du chiffre obtenu après la virgule en tapant 102 : 12 sur la calculatrice *(8 rubans, reste : 6 cm)*. **8.** La réponse est correcte.

CLOTURE DE LA SEANCE

Que faut-il retenir de la leçon d'aujourd'hui ?
Qu'avons-nous appris ?

60 minutes	Séance 3
Objectif	Etre capable de résoudre un problème de recherche du nombre de parts dans un partage équitable et utiliser la division pour résoudre ce type de problèmes. (nombres plus grands)

OUVERTURE DE LA SEANCE

- <u>Indication</u>

« Aujourd'hui nous allons essayer de résoudre le problème qui est au tableau. »

⇨ Ecrire le problème suivant au tableau.

La calculatrice est autorisée, mais tu peux effectuer les calculs sans l'utiliser.

1 Mesurine a une bande de 650 cm.

a. Combien peut-elle découper de rubans dans sa bande ?

b. Reste-t-il du tissu ?
Si oui, quelle longueur reste-t-il ?

Cap Math, 2010, Hatier

- <u>Objectif</u>

« Nous allons apprendre à résoudre le même type de problème que dans la séance dernière mais avec des nombres plus grands. »

CORPS DE LA SEANCE

<u>Rappel</u>

« Qu'avions-nous appris à faire lors de la dernière séance ? »

<u>Situation N° 1</u>

- **Reprendre la même activité qu'en séance 2, avec une nouvelle longueur de bande. (650 cm)**

- **Mise en commun et synthèse**
  - Faire expliciter toutes les procédures et mettre en évidence la lourdeur des procédures par cumul de 26 (addition ou soustraction itérée).
  - Insister à nouveau sur les points suivants :

    – Estimer le quotient fait gagner du temps : par exemple, le quotient est plus grand que 20 car 26 × 20 = 520.

    – L'usage de la touche : de la calculatrice est possible à condition de bien interpréter ce qui est affiché pour obtenir le quotient.

– Les écritures du type 650 = 26 × 25 ou 650 = 26 × 25 + 0 (reste égal à 0) permettent de vérifier les résultats obtenus.
– Le reste peut être égal à 0 (c'est le cas ici).

- ⇨ La formulation à l'aide de la potence peut à nouveau être utilisée en écrivant alors le reste égal à 0.
- ⇨ Le choix de 650 (nombre nettement plus grand que les longueurs des bandes précédentes et sans relation apparente avec 26) devrait favoriser le recours à des essais de multiplication par 26 avec évaluation de l'ordre de grandeur ou à la division (calcul posé ou utilisation de la calculatrice).
- ⇨

Situation N°2

- ⇨ Demander aux élèves de résoudre l'exercice suivant :

Trouve les réponses justes et corrige les fausses

Combien de fois :

a. 5 dans 36 ? Réponse => quotient : 7 et reste : 1
b. 5 dans 47 ? Réponse => quotient : 8 et reste : 7
c. 7 dans 49 ? Réponse => quotient : 8 et reste : 7
d. 7 dans 24 ? Réponse => quotient : 4 et reste : 4
e. 10 dans 83 ? Réponse => quotient : 3 et reste : 8
f. 10 dans 75 ? Réponse => quotient : 7 et reste : 5

- ⇨ Les questions sont posées sous la forme « combien de fois 5 dans 36 » et peuvent être traitées par la simple connaissance de la table de multiplication ou de la multiplication par 10 et 100 (ce qui sera mis en évidence au moment de la correction).

Situation N°3

⇨ Demander aux élèves de résoudre les exercices suivants :

3 Un jardinier a reçu 144 pieds de salade qu'il veut planter en faisant des rangées de 24 salades.

a. Combien de rangées peut-il faire ?

b. Combien de rangées pourrait-il faire s'il mettait seulement 12 salades par rangée ?

4 Une course cycliste se déroule sur un circuit de 6 km.
Le coureur qui est en tête a déjà parcouru 78 km.

Combien de tours a-t-il déjà faits ?

*__5__ **Combien faut-il prévoir de minibus pour transporter 270 personnes ?**

*__6__ Calculo a plus de 50 images de footballeurs, mais moins de 100.
S'il les range par paquets de 5, il ne lui en reste aucune. S'il les range par paquets de 6, il lui en reste 2.

Combien a-t-il d'images ?

Cap Math, 2010, Hatier

⇨ Exercice 3 et 4. Il s'agit de résoudre des problèmes situés dans de nouveaux contextes. On pourra mettre en évidence que la résolution des deux problèmes revient à chercher combien de fois un nombre est contenu dans un autre (éventuellement, en schématisant chaque situation à l'aide d'une bande à partager). On peut noter que, dans **l'exercice 3**, avec 12 salades par rangée au lieu de 24, il y aura 2 fois plus de rangées. On peut aussi noter que dans les deux exercices, le reste est égal à 0.

⇨ Dans l'exercice 5, les calculs sont simples, mais le contexte amène à répondre à l'aide du quotient augmenté de 1.

⇨ Exercice 6. On peut écrire tous les nombres qui se divisent exactement par 5 au-delà de 50 et avant 100. Puis chercher ceux qui donnent 2 pour reste dans la division par 6. Seul 80 répond aux deux contraintes (50 peut aussi être accepté).

CLOTURE DE LA SEANCE

Que faut-il retenir de la leçon d'aujourd'hui ?

Qu'avons-nous appris ?

60 minutes	Séance 4
Objectif	Etre capable de résoudre un problème de recherche de la valeur d'une part dans un partage équitable et utiliser la division pour résoudre ce type de problèmes.

OUVERTURE DE LA SEANCE

- <u>Indication</u>

« Aujourd'hui nous allons essayer de résoudre le problème qui est au tableau. »

⇨ Ecrire le problème suivant au tableau.

La calculatrice n'est pas autorisée.

Douze chercheurs d'or rassemblent toutes les pépites qu'ils ont trouvées : il y en a 185.
Elles pèsent toutes le même poids et ils veulent se les partager équitablement.
Il doit rester le moins possible de pépites après le partage.

Voici les boîtes de chaque chercheur d'or et le sac pour mettre les pépites qui restent après le partage.

1. Dessine rapidement les 12 boîtes et le sac.
   a. Écris, sur chaque boîte, le nombre de pépites que reçoit chaque chercheur d'or.
   b. Écris, sur le sac, le nombre de pépites qui n'ont pas pu être partagées.
2. 25 chercheurs d'or se partagent équitablement 618 pépites.
   a. Combien chacun en reçoit-il ?
   b. Combien en reste-t-il ?

Cap Math, 2010, Hatier

- <u>Objectif</u>

« Nous allons apprendre à résoudre des problèmes du même type que celui qui est au tableau. »

CORPS DE LA SEANCE

<u>Rappel</u>

« Qu'avions-nous appris à faire lors de la dernière séance ? »

<u>Situation N°1</u> : 185 pépites entre 12 personnes

- **Présentation de la situation**
  - « Par deux vous allez résoudre ce problème. Attention, il faudra faire attention à insister sur les deux contraintes : chaque chercheur d'or doit avoir le même nombre de pépites et il doit rester le moins possible de pépites. D'autre part, il faudra expliquer aux autres comment vous avez trouvé la réponse. »

- **Mise en commun et synthèse**
    - Recenser les différentes réponses.
    - Faire rechercher, toujours par équipes de deux, des réponses erronées et mettre en discussion des arguments qui permettent d'être sûr que certaines réponses sont erronées.
    - Faire expliciter les procédures utilisées pour trouver les réponses, en particulier :
    -

    – **Procédure 1** : simulation du partage par le dessin des pépites dans les boîtes et dans le sac.

    – **Procédure 2** : ajouts successifs de 12 ou de multiples de 12 pour s'approcher le plus près de 185. Par exemple : 24 + 24 + 24 + 24 + 24 + … en comptant ensuite 2 pépites pour « chaque 24 ».

    $\boxed{96}$ $\boxed{120}$

    Cette procédure revient à simuler « numériquement » une distribution, par exemple en donnant 2 pépites à chacun à chaque tour et à déterminer le nombre de pépites données au terme de chaque tour.

    – **Procédure 3** : retraits successifs de 12 ou multiples de 12 à partir de 185.
    185 − 12 = 173 ; 173 − 12 = 161… en comptant ensuite 1 pépite pour « chaque 12 ».
    Cette procédure revient également à simuler « numériquement » une distribution, par exemple en donnant 1 pépite à chacun à chaque tour et à déterminer le nombre de pépites restantes au terme de chaque tour.

    – **Procédure 4** : essais de produits par 12 et ajustement.
    12 × 10 = 120 trop petit
    12 × 20 = 240 trop grand
    12 × 15 = 180
    réponse : 15 pépites avec reste = 5.
    Cette procédure revient à tester des hypothèses sur le résultat de la répartition et à les ajuster pour s'approcher du nombre de pépites total.

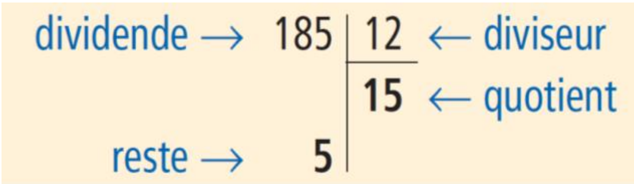
    – **Procédure 5** : tentative aboutie ou non de diviser 185 par 12. Si des élèves ont utilisé une technique en posant la division, ils sont invités à expliquer leur calcul, mais il est précisé que celui-ci sera travaillé un peu plus tard.

- **Institutionnalisation**
  Mettre en évidence les points suivants :
    - Le problème peut être résolu par différentes procédures :
        – compléter 12 × … de façon à s'approcher le plus possible de 185 ;

– l’addition répétée de 12 ou d’un multiple de 12 (procédure 2) revient à chercher « combien de fois il y a 12 dans 185 » ;

– diviser 185 par 12.

- ⇨ Mettre en parallèle ces procédures avec celles utilisées dans le cas du partage des rubans en unité 3.
  - Il existe deux résultats : le nombre de pépites par personne (c’est le quotient) et le reste ; celui-ci est forcément plus petit que 12, sinon on pourrait poursuivre la distribution ; mais il peut aussi être nul.
  - L’écriture 185 = (12 × 15) + 5 rend compte du résultat : on y retrouve le quotient et le reste et elle permet de vérifier ce qu’on a trouvé.
  - Une autre manière de présenter le résultat est d’utiliser la potence :



- ⇨ Les élèves ont déjà résolu des problèmes de partage équitable : il s’agissait de chercher le nombre de parts (problème des rubans). Ici, la question porte sur la valeur de chaque part. Les procédures de vérification des résultats obtenus conduisent à écrire soit une addition du type : 15 + 15 + 15 + … + 5 (avec 12 termes égaux à 15), soit une égalité comme : 185 = (12 × 15) + 5 dans laquelle figure à la fois la valeur de chaque part et le reste.
- ⇨ Avant la séance, certains élèves peuvent avoir été invités à résoudre ce même problème, par exemple avec 52 pépites et 4 ou 5 pirates. Éventuellement, ils ont eu la possibilité de réaliser une distribution effective ou de la schématiser.
- ⇨ Le dessin de 12 boîtes suggéré par l’énoncé permet aux élèves de mieux gérer la contrainte « nombre de personnes » et également d’avoir un meilleur contrôle sur leur résultat. Il peut donc être utilisé comme support de résolution, en écrivant dans les boîtes ce qui est distribué à chaque tour.

<u>Situation N°2</u>

- ⇨ Demander aux élèves de résoudre les exercices suivants
- ⇨ A la fin de l’exercice, demander une **écriture en ligne du type D = d x q + r**

Combien y a-t-il de pépites pour chaque chercheur d’or ?
Combien en reste-t-il ?

3 8 chercheurs d’or et 803 pépites.
5 7 chercheurs d’or et 1 420 pépites.
4 50 chercheurs d’or et 600 pépites.
*6 12 chercheurs d’or et 2 520 pépites.

Cap Math, 2010, Hatier

CLOTURE DE LA SEANCE

Que faut-il retenir de la leçon d’aujourd’hui ? Qu’avons-nous appris ?

60 minutes	Séance 5
Objectif	Etre capable de résoudre un problème de recherche de la valeur d'une part dans un partage équitable et utiliser la division pour résoudre ce type de problèmes (nombres plus compliqués).

OUVERTURE DE LA SEANCE

- Indication

« Aujourd'hui nous allons essayer de résoudre le problème qui est au tableau. »

⇨ Ecrire le problème suivant au tableau.

La calculatrice n'est pas autorisée.

Douze chercheurs d'or rassemblent toutes les pépites qu'ils ont trouvées : il y en a 185.
Elles pèsent toutes le même poids et ils veulent se les partager équitablement.
Il doit rester le moins possible de pépites après le partage.

Voici les boîtes de chaque chercheur d'or et le sac pour mettre les pépites qui restent après le partage.

1. Dessine rapidement les 12 boîtes et le sac.
   a. Écris, sur chaque boîte, le nombre de pépites que reçoit chaque chercheur d'or.
   b. Écris, sur le sac, le nombre de pépites qui n'ont pas pu être partagées.
2. 25 chercheurs d'or se partagent équitablement 618 pépites.
   a. Combien chacun en reçoit-il ?
   b. Combien en reste-t-il ?

Cap Math, 2010, Hatier

- Objectif

« Nous allons apprendre à résoudre des problèmes du même type que celui de la séance précédente mais avec des nombres plus compliqués. »

CORPS DE LA SEANCE

Rappel

« Qu'avons-nous appris depuis le début de la séquence ? »

Situation N°1 : 652 pépites entre 37 chercheurs d'or

- **Précision de la tâche**

  « Vous devez résoudre un nouveau problème de type « partage de pépites », mais avec des nombres un peu plus compliqués. La calculatrice est disponible, mais son usage n'est pas obligatoire. Si vous utilisez la calculatrice, notez bien tout ce que vous avez tapé et ce qui a été affiché comme résultat. C'est à chacun de choisir sa méthode de résolution et son moyen de calcul. »

- **Confrontation en binôme**
  - ⇨ Au terme de la résolution individuelle, demander aux élèves de confronter par deux leurs réponses et leurs méthodes et, en cas de désaccord sur la réponse, de trouver un moyen de vérifier celles qu'ils ont obtenues.

- **Mise en commun et synthèse**
  - Inventaire des réponses accompagnées simplement du ou des moyens de calcul utilisés (mental, posé, calculatrice) ;
  - Contrôle des réponses : laisser un temps aux équipes pour chercher les réponses erronées et pourquoi elles le sont (des calculs sont permis, avec la calculatrice pour ceux qui le jugent utile). Ce contrôle pour déterminer si un résultat convient ou non devrait favoriser les calculs du type : (37 × q) + r *ou* 17 + 17 + 17 … + r (17 répété 37 fois).
  - Explicitation des procédures utilisées
    - ⇨ Commencer par quelques procédures qui ont conduit à des résultats erronés. Collectivement, demander aux élèves de chercher pourquoi elles n'ont pas abouti.
    - ⇨ Faire expliciter les principales procédures pertinentes utilisées et les regrouper en catégories :
      – addition itérée de 37 ou d'un multiple simple de 37 (par exemple 370), en considérant qu'à chaque tour on distribue 1 (ou 10) pépite(s) ;
      – soustraction itérée de 37 ou d'un multiple simple de 37 (par exemple 370), en travaillant sur ce qui reste à répartir ;
      – essai de produits de 37 par des nombres, et ajustements (37 × 10 trop petit, 37 × 20 trop grand…) ;
      – essai de calcul d'une multiplication lacunaire : 37 × … avec un résultat proche de 652 ;
      – division de 652 par 37 à l'aide de la calculatrice ou en posant l'opération (si cela a été travaillé au CE2).

- **Institutionnalisation**
  Trois points sont à étudier particulièrement :
  - Pour les élèves qui ont procédé par essais de produits de 37 par des nombres : il est important de procéder à une estimation mentale (ordre de grandeur) des nombres à essayer (ici, par exemple, le résultat est plus proche de 20 fois 37 que de 10 fois 37) ; il faut calculer le reste par soustraction, à la fin. Cela revient à chercher combien de fois 37 est contenu dans 652.
  - À propos de l'utilisation de la division à l'aide de la calculatrice, des précisions sont nécessaires : on peut se servir de la touche : pour obtenir le quotient, en négligeant ce qui se trouve affiché après le point. Comme pour le problème des rubans en unité 3, souligner que ce qui se trouve après le point n'est pas le reste et que sa signification sera expliquée plus tard (au CM2). Pour calculer le reste, à l'aide de la calculatrice il faut d'abord calculer 37 × 17, puis 652 − 629. Si la classe possède des calculatrices qui affichent à la fois le quotient et le reste, elles font l'objet d'une rapide présentation.
  - Diviser 652 par 37 :

– c’est soit partager 652 en 37 parts égales,
– soit chercher combien de fois 37 est contenu dans 652.

La synthèse fait également ressortir la diversité des procédures possibles :

- L’écriture 652 = (37 × 17) + 23 rend compte du résultat. On y retrouve le quotient et le reste, et elle permet de vérifier ce qu’on a trouvé. Une autre manière de présenter le résultat est d’utiliser la potence.

⇨ Les nombres choisis rendent plus difficile l’utilisation des procédures par additions ou soustractions itérées. Ils favorisent plutôt :
– soit des procédures utilisant la multiplication : addition ou soustraction de multiples de 37 (par exemple de 370), essais de produits par 37 avec ajustements ;
– soit l’utilisation de la touche : de la calculatrice ; il faudra alors en préciser l’usage, notamment pour l’interprétation de ce qui est affiché (écriture avec un point, fait que le reste n’est en général pas affiché).

Ces procédures peuvent favoriser la reconnaissance du problème posé comme problème relevant de la division.

Situation N°2

⇨ Demander aux élèves de résoudre les exercices suivants
⇨ Pour chaque exercice, demander aux élèves d’écrire le résultat sous la forme D= d x q + r

2 Calculo a pris 52 photos pendant ses vacances. Il les colle dans un album en mettant 5 photos par page.
a. **Combien de pages va-t-il remplir ?**
b. **Combien y aura-t-il de photos sur la page incomplète ?**

3 Numérix a aussi pris 52 photos. Il les colle dans un album en mettant 6 photos par page.
a. **Combien de pages va-t-il remplir ?**
b. **Combien y aura-t-il de photos sur la page incomplète ?**

4 Mesurine a reçu 154 perles. Elle crée des colliers avec 10 perles par collier.
a. **Combien de colliers complets peut-elle réaliser ?**
b. **Combien lui restera-t-il de perles ?**

5 Les 132 chanteurs d’une chorale se répartissent sur 6 rangées. Il doit y avoir le même nombre de chanteurs par rangée.
Combien y a-t-il de chanteurs par rangée ?

Cap Math, 2010, Hatier

CLOTURE DE LA SEANCE

Que faut-il retenir de la leçon d’aujourd’hui ?
Qu’avons-nous appris ?

60 minutes	Séance 6
Objectif	Etre capable de résoudre un problème de recherche de la valeur d'une part dans un partage équitable et utiliser la division pour résoudre ce type de problèmes (nombres plus grands).

OUVERTURE DE LA SEANCE

- Indication

« Aujourd'hui nous allons essayer de résoudre le problème qui est au tableau. »

⇨ Ecrire le problème suivant au tableau.

15 chercheurs d'or se partagent équitablement 2 435 pépites.

a. Combien chacun en reçoit-il ?

b. Combien en reste-t-il ?

Cap Math, 2010, Hatier

- Objectif

« Nous allons apprendre à résoudre le même type de problème que dans la séance dernière mais avec des nombres plus grands. »

CORPS DE LA SEANCE

Rappel

« Qu'avions-nous appris à faire lors de la dernière séance ? »

Situation N° 1 : 2 435 pépites entre 15 chercheurs d'or

- **Reprendre le même déroulement qu'en séance 5, avec 2435 pépites**

- **Mise en commun et synthèse**
  - Mettre en évidence la lourdeur des procédures appuyées sur le cumul de 15 (addition ou soustraction itérée) et insister à nouveau sur l'économie apportée par

les estimations du quotient, éventuellement par approximations : 15 × 100 trop petit, 15 × 200 trop grand.
- L'usage de la touche : de la calculatrice est possible, à condition de bien interpréter ce qui est affiché pour obtenir le quotient.
- Les écritures du type 2 435 = (15 × 162) + 5 permettent notamment de vérifier les résultats obtenus.
- Le problème posé revient à partager 2 435 en 15 parts égales.

La résolution par division revient à se demander combien de fois 15est contenu dans 2 435 : la part de chaque chercheur d'or revient à calculer le nombre de tours de distribution avec 1 pépite donnée à chacun à chaque tour.

⇨ Les nombres de la recherche ont été choisis pour favoriser davantage les procédures utilisant la multiplication ou la division. Mais toutes les procédures correctes sont acceptées.

Situation N°2

⇨ Demander aux élèves de résoudre les exercices suivants :

2 **Trouve le quotient et le reste.**

a. 60 divisé par 2
b. 60 divisé par 3
c. 60 divisé par 15
d. 60 divisé par 24
e. 48 divisé par 2
f. 48 divisé par 5
g. 48 divisé par 12
h. 48 divisé par 15

3 Calculo a reçu 5 paquets contenant 24 images chacun. Il range ses images dans 8 petites boîtes en en mettant autant dans chaque boîte.
Combien peut-il mettre d'images dans chaque boîte ?

** **4** Quatorze personnes ont participé à un repas.
Le prix total à payer est 252 euros.
Ce total doit être partagé équitablement entre les convives.
Combien chaque personne doit-elle payer ?

* **5** Un jardinier a planté 420 salades sur 28 rangées identiques.
Combien a-t-il planté de salades dans chaque rangée ?

* **6** **Comment partager équitablement 852 timbres entre 35 personnes ?**

Cap Math, 2010, Hatier

CLOTURE DE LA SEANCE

Que faut-il retenir de la leçon d'aujourd'hui ?
Qu'avons-nous appris ?

60 minutes	Séance 7
Objectif	Etre capable de calculer un quotient et du reste d'une division dont le dividende est donné sous forme de centaines, dizaines et unités.

OUVERTURE DE LA SEANCE

- Objectif

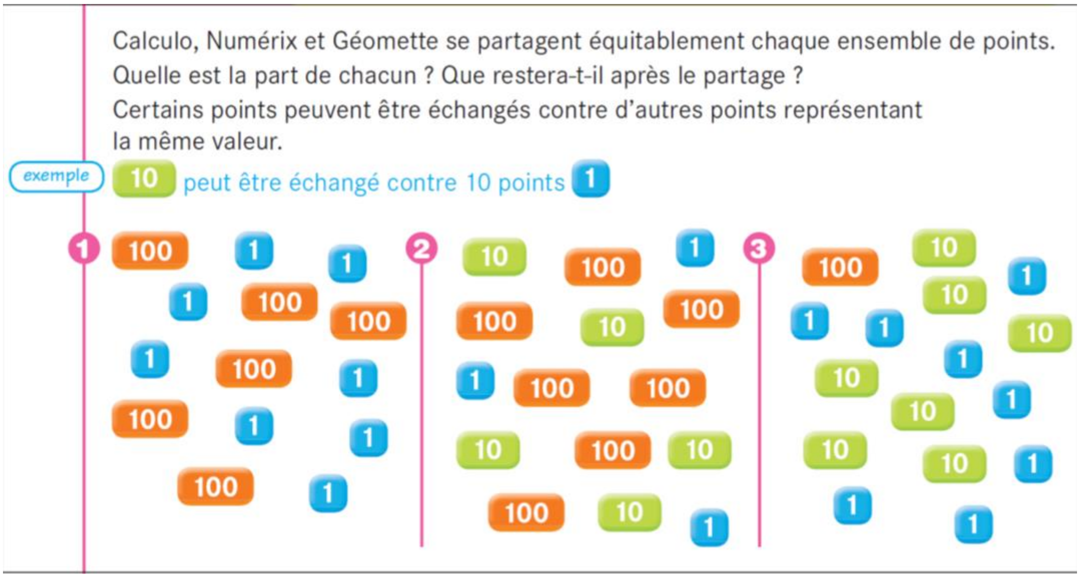
« Nous allons apprendre à calculer des quotients et des restes. »

CORPS DE LA SEANCE

Rappel

« Qu'avons-nous appris dans la séance précédente ? »

Situation N° 1 : 608 points partagés entre 3 joueurs



Cap Math, 2010, Hatier

- **Présentation de la situation**

« Trois joueurs ont participé à un jeu et ont gagné les jetons représentés dans le manuel : 6 jetons de 100 et 8 jetons de 1. Combien cela représente-t-il de points ?

⇨ Noter la réponse au tableau : 608 points.

Les joueurs veulent se partager exactement les points qui ont été gagnés. Vous devez trouver ce qu'aura chaque joueur à la fin du partage (les points et les jetons qu'il aura). Il se peut qu'à la fin il reste quelques points qui ne peuvent pas être partagés.

- **Mise en commun et synthèse.**
  - Mettre en évidence les procédures utilisées :

    – procédure 1 : partage successif des différentes sortes de jetons (jetons de 100, puis jetons de 1) ;

    – procédure 2 : division du nombre « global » par 3, par exemple en décomposant 608 en 600 + 8, et en divisant successivement 600 et 8 par 3 ;

    – procédure 3 : essais de nombres multipliés par 3 ou ajoutés 3 fois.
  - Valider le résultat par le partage effectif des jetons : elle illustre particulièrement la procédure 1. Les réponses (202 points par joueur ou 2 jetons de 100 et 2 jetons de 1 ou encore 2 centaines et 2 unités) sont reconnues équivalentes.
  - Mettre en évidence le fait que résoudre le problème revient à diviser 608 par 3 et à trouver le quotient et le reste. La vérification du résultat peut être obtenue par l'égalité habituelle :
    $608 = 3 \times 202 + 2$.

  ⇨ Les problèmes proposés ont pour but de préparer la mise en place d'une technique de la division basée sur le partage successif des chiffres du dividende (en unité 10), en procédant par un calcul raisonné. Sont donc d'abord choisies des divisions par des nombres à un chiffre, ce qui favorise ce type de démarche. Il ne s'agit pas ici d'installer une technique mais, parmi diverses manières de procéder qui toutes sont valides et acceptées, d'identifier l'une d'elles qui sera systématisée ensuite. Le 1er problème posé, qui ne met en œuvre aucun échange entre ordres d'unités, vise à une entrée facile dans ce type de situations. Pour les trois problèmes posés, il importe, au moment de la mise en commun, d'accompagner l'explicitation de la procédure de partage de chaque type de jetons (procédure 1) d'une manipulation effective (partage, échange) qui pourra être évoquée ensuite mentalement par les élèves. L'erreur la plus fréquente, pour la procédure 1, peut provenir du fait que les élèves partagent les jetons sans commencer par ceux de plus grande valeur, ce qui rend plus difficiles les échanges dans les problèmes suivants.

  ⇨ Pour la procédure de résolution 1, certains élèves peuvent avoir besoin des jetons, d'autres éprouver la nécessité de les dessiner, mais la plupart devraient pouvoir raisonner directement

- **Autre situation :** 753 points partagés entre 3 joueurs

  ⇨ La situation est reprise avec le même déroulement que dans la situation N°1. Au moment de la mise en commun, la procédure 1 est reconnue plus difficile à mettre en œuvre car elle nécessite des échanges :

    – on peut donner 2 centaines (2 jetons 100) à chaque joueur, mais il reste 1 centaine non partagée qu'il faut échanger contre 10 dizaines… ;

    – on a alors 15 dizaines qui peuvent être partagées en donnant 5 dizaines à chacun, et on peut enfin distribuer exactement les 3 unités ;

  ⇨ La procédure 2 peut s'appuyer sur d'autres décompositions de 753 que 700 + 50 + 3, par exemple : 600 + 150 + 3 ou 300 + 300 + 60 + 60 + 33…

- ⇨ Chacun reçoit 2 centaines, 5 dizaines et 1 unité, soit 251 points. Le reste est égal à 0.

- **Autre situation :** 178 points partagés entre 3 joueurs
  - ⇨ Le problème, voisin du précédent, présente le même déroulement. Toutefois le partage des centaines n'est ici pas possible et il faut échanger 1 centaine contre 10 dizaines, c'est-à-dire considérer que 178 est composé de 17 dizaines et 8 unités.
  - ⇨ Chacun reçoit 59 points et il reste 1 point, ce qui se traduit par l'égalité : 178 = (59 × 3) + 1.

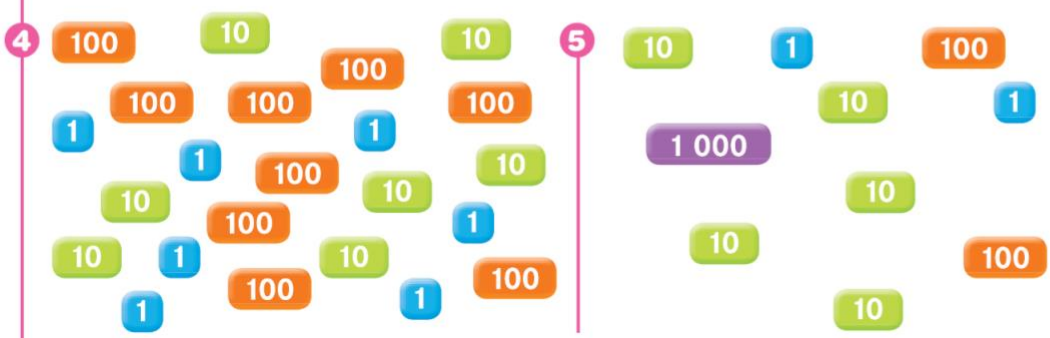
- **Institutionnalisation**

  Les deux grands types de procédures : travailler successivement sur les chiffres ou sur le nombre « global ».
  - L'importance de procéder en commençant par la gauche du nombre (notamment pour la procédure 1).
  - L'éventualité d'avoir recours à des échanges (procédure 1).
  - La résolution de ces problèmes revient à diviser chaque nombre par 3 et à déterminer le quotient et le reste.

Situation N° 2

- Demander aux élèves de résoudre les exercices suivants

Pour les exercices **4** et **5**, mêmes questions mais, cette fois, Mesurine participe au partage.



6 **Trouve le quotient et le reste.** Vérifie à l'aide d'un autre calcul.

a. 732 divisé par 5   b. 1 263 divisé par 6   c. 1 056 divisé par 8

Cap Math, 2010, Hatier

CLOTURE DE LA SEANCE

- Qu'avons-nous appris aujourd'hui ?

60 minutes	Séance 8
Objectif	Etre capable d'utiliser le calcul d'une division en partageant les milliers, centaines, dizaines et unités du dividende et préparer la mise en forme de ce calcul à l'aide d'une potence. (avec matériel)

OUVERTURE DE LA SEANCE

- <u>Objectif</u>

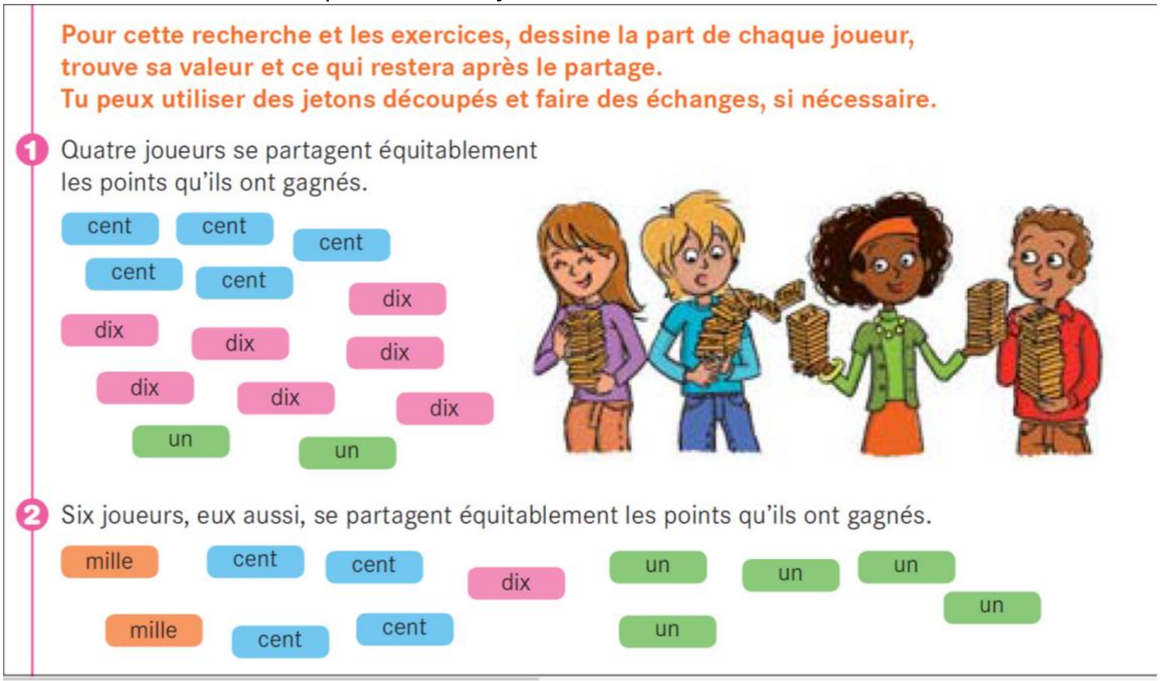
« Nous allons apprendre à faire des partages de grands nombres avec matériel. »

CORPS DE LA SEANCE

Rappel

« Qu'avons nous appris dans la séance précédente ? »

Situation N° 1 : 572 points entre 4 joueurs


Pour cette recherche et les exercices, dessine la part de chaque joueur, trouve sa valeur et ce qui restera après le partage.
Tu peux utiliser des jetons découpés et faire des échanges, si nécessaire.

1 Quatre joueurs se partagent équitablement les points qu'ils ont gagnés.

2 Six joueurs, eux aussi, se partagent équitablement les points qu'ils ont gagnés.

Cap Math, 2010, Hatier

- **Présentation de la situation**
  - Préciser les deux contraintes de la situation :
    – le partage doit être équitable : chaque joueur doit avoir le même nombre de points à l'issue du partage.
    – Il faut partager le plus de points, possible.

« Vous devez dessiner les jetons qu'aura chaque joueur à la fin du partage. Vous pouvez me demander des jetons comme ceux-ci pour chercher la réponse, mais ce n'est pas obligatoire. »

- Remettre une vingtaine de jetons de chaque sorte aux élèves qui le demandent ou à ceux qui sont repérés en difficulté.

• **Mise en commun et synthèse**

- Recenser les réponses aux questions : Combien de jetons de chaque sorte a reçu chaque joueur ? Quelle est la valeur en points de cet avoir ?
- Repérer les réponses qui sont nécessairement erronées (valeurs nettement trop petites ou trop grandes, par exemple).
- Faire exposer les méthodes de partage utilisées, en particulier :

  – partage de chaque type de jetons en commençant par ceux de plus grande valeur ou par ceux de plus petite valeur ou en désordre (avec les jetons, avec des dessins des jetons, directement sur les nombres) ;

  – calcul du nombre total de points (572), puis division explicite par 4 ou essais de multiplication de nombres par 4.

- Demander une vérification du résultat (143 points pour chacun). Après un temps de recherche par deux, mettre en évidence : Le calcul 143 × 4 = 572 permet de vérifier la réponse trouvée :

  – 143 points est la part de chacun ;

  – tous les points sont partagés.

On a ainsi trouvé le quotient (part de chacun) et le reste (nul) de la division de 572 par 4.

• **Institutionnalisation**

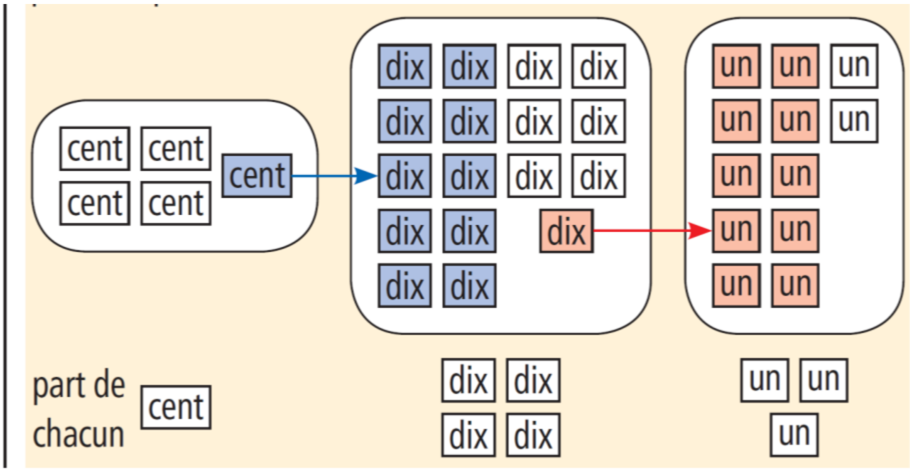
- Parmi les différentes méthodes exposées, mettre en évidence l'intérêt de celle qui consiste à effectuer le partage en partant des jetons de plus grande valeur :

  – 5 centaines sont d'abord partagées, ce qui permet de donner 1 centaine à chaque joueur (on a distribué 4 centaines) et il reste 1 centaine.

  – Échange de la centaine contre dix dizaines, ce qui fait qu'on a maintenant 17 dizaines à partager, ce qui permet de donner 4 dizaines à chacun (on a distribué 16 dizaines) et il reste 1 dizaine.

  – Échange de la dizaine contre dix unités, ce qui fait qu'on a maintenant 12 unités à partager (3 unités à chaque joueur).

- Une trace écrite de cette méthode est laissée au tableau, par exemple sous la forme :

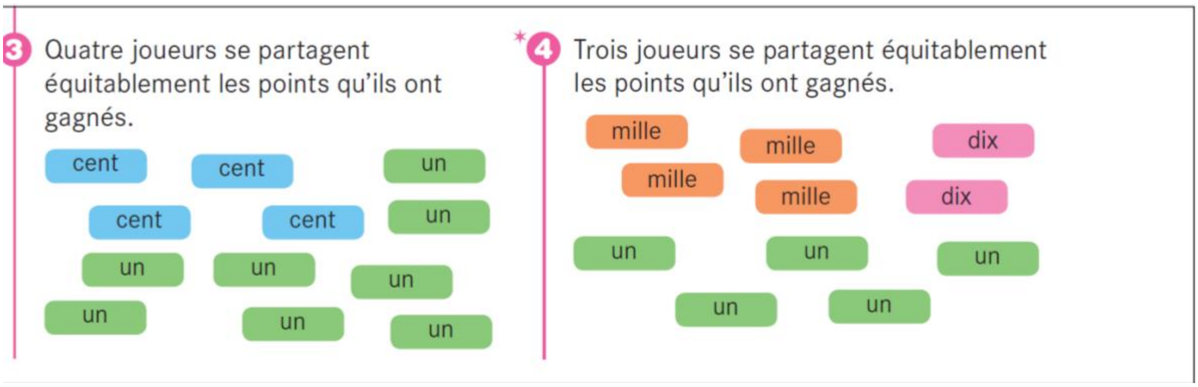


Cap Math, 2010, Hatier

- **Autre situation** : Partager 2 415 points entre 6 joueurs
  Le déroulement est le même que pour la question.
  - Inciter les élèves à utiliser le procédé mis en évidence sur l'exemple précédent, en commençant le partage par les unités de plus grande valeur.
  - Lors de la **mise en commun**, mettre en évidence, à la différence de l'exemple précédent, que :
    – au rang de la plus grande unité (les milliers), aucun partage ne peut être effectué et un échange est nécessaire dès le départ ;
    – la dizaine ne peut pas être partagée directement et un 0 apparaît donc au quotient.
    – Le calcul 402 × 6 + 3 = 2 415 permet de vérifier la réponse trouvée.

Situation N° 2

⇨ Demander aux élèves de résoudre les exercices suivants



Cap Math, 2010, Hatier

CLOTURE DE LA SEANCE

- Qu'avons-nous appris aujourd'hui ?

60 minutes	Séance 9
Objectif	Etre capable d'utiliser le calcul d'une division en partageant les milliers, centaines, dizaines et unités du dividende et préparer la mise en forme de ce calcul à l'aide d'une potence. (sans matériel)

OUVERTURE DE LA SEANCE

- <u>Objectif</u>

« Nous allons apprendre à faire des partages de grands nombres sans matériel. »

CORPS DE LA SEANCE

Rappel

« Qu'avons nous appris dans la séance précédente ? »

Situation N° 1 : Partage de 857 points entre 6 joueurs

1. Six joueurs se partagent équitablement les points qu'ils ont gagnés.

   8 centaines 5 dizaines 7 unités

   Écris le nombre de centaines, dizaines et unités que chacun recevra, la valeur de sa part et ce qui restera après le partage.

2. Cinq joueurs se partagent équitablement les points qu'ils ont gagnés.

   2 milliers 3 centaines 7 dizaines 8 unités

   Écris le nombre de milliers, centaines, dizaines et unités que chacun recevra, la valeur de sa part et ce qui restera après le partage.

3. Douze joueurs se partagent équitablement 3 245 points.
   Quelle sera la part de chacun ? Écris ce qui restera après le partage.

Cap Math, 2010, Hatier

- **Présentation de la tâche**

« C'est le même problème que celui de la séance précédente, mais cette fois-ci vous n'avez plus le matériel de numération. Il faut essayer de trouver par binôme la réponse, mais sans dessiner les jetons.
N'oubliez pas d'indiquer ce qui restera après le partage et ce que les joueurs ne pourront pas se partager. »

⇨ Lorsque tous les élèves ont élaboré une réponse, la mise en commun est axée sur :
  – le recensement des réponses : quelle est la part de chaque joueur ? Quelle est la valeur de cette part ?
  – le repérage des réponses qui sont nécessairement erronées (valeurs nettement trop petites ou trop grandes, par exemple) ;
  – les erreurs dans la mise en œuvre d'une méthode (cf. commentaire ci-dessous) ;
  – les méthodes de partage utilisées pour rendre compte du partage.

⇨ Demander une vérification du résultat par équipes de 2 : l'utilisation du calcul 142 × 6 + 5 = 857 permet de vérifier la solution trouvée.
On a ainsi obtenu le quotient et le reste de la division de 857 par 6.

- **Mise en commune et synthèse**

Mettre à nouveau en évidence l'intérêt de la méthode qui consiste à effectuer le partage en partant des chiffres de plus grande valeur. Avec éventuellement un recours au matériel de numération pour illustrer la démarche.

- **Institutionnalisation**

Formaliser un raisonnement du type :
  - Partage des centaines
    8 C à partager en 6 → 1 C pour chacun, donc 6 C utilisées reste 2 C, soit 20 D
  - Partage des dizaines
    5 D + 20 D = 25 D → 4 D pour chacun, donc 24 D utilisées à partager reste 1 D, soit 10 U
  - Partage des unités
    7 U + 10 U = 17 U → 2 U pour chacun, donc 12 U utilisées à partager reste 5 U

Bilan : 142 points pour chacun et 5 points non partagés

- **Autre situation :** Partage de 2 378 points entre 5 joueurs

Reprendre exactement le même déroulé que précédemment.

Situation N°2

⇨ Demander aux élèves de résoudre les exercices 4 et 6b, 6c.

4 **Huit joueurs se partagent équitablement 425 points.**
Quelle sera la part de chacun ?
Écris ce qui restera après le partage.

5 **Quinze écureuils se partagent équitablement 3 184 noisettes.**
Quelle sera la part de chacun ?
Écris ce qui restera après le partage.

*** 6** a. Un maraîcher a planté 4 864 salades en 16 rangées. Il a planté le même nombre de salades dans chaque rangée.
Combien a-t-il planté de salades dans chaque rangée ?
b. Même question avec 8 rangées de salades.
c. Même question avec 4 rangées.

Cap Math, 2010, Hatier

CLOTURE DE LA SEANCE

- Avez-vous rencontré des difficultés ? Lesquelles ?
- Bientôt on fera une évaluation où on devra résoudre des problèmes comme ceux qu'on a appris à résoudre et où il faudra poser et résoudre des soustractions posées en colonne

45 minutes	Séance 10
Objectif	Etre capable de poser une division en potence

OUVERTURE DE LA SEANCE

- <u>Objectif</u>

« Nous allons apprendre à poser des divisions »

CORPS DE LA SEANCE

Rappel

« Qu'avons-nous appris jusqu'à maintenant ? »

Situation N° 1 : Comprendre la méthode de Numérix

1 Numérix vient d'apprendre à calculer 986 divisé par 4 en posant une opération.
Observe sa méthode.
C'est une manière de mettre en forme les partages que tu as faits dans les séances précédentes. On l'appelle la méthode de la potence.

Je peux diviser 9 centaines par 4.
Le quotient aura donc des centaines, des dizaines et des unités : il sera écrit avec 3 chiffres.
9 centaines divisées par 4, cela fait 2 centaines au quotient car 2 x 4 = 8.
Par soustraction, il reste 1 centaine qui représente 10 dizaines.
Avec les 8 dizaines de 986, cela fait 18 dizaines à diviser par 4. Etc.

c d u	
9 8 6	4
− 8	2 4 6
1 8	c d u
− 1 6	
2 6	
− 2 4	
2	

Essaie d'écrire la suite de l'explication.
Quel est le quotient et quel est le reste de la division de 986 par 4 ?

2 Utilise cette méthode pour trouver le quotient et le reste de :
a. 814 divisé par 6 b. 1 257 divisé par 5

Cap Math, 2010, Hatier

- **Présentation de la tâche**

« Vous allez apprendre à calculer une division comme les adultes, en posant la division. Ce que nous avons fait dans les deux séances précédentes doit vous aider à comprendre cette technique. Il faut bien suivre les étapes du calcul de Numérix. Il a terminé ses calculs, mais pas son explication. À vous de trouver la suite de l'explication ainsi que le quotient et le reste de la division. »

⇨ **Mise en commun et synthèse**

- Décrire les éléments de l'opération : potence, place des nombres donnés, place des deux résultats (quotient et reste), indication des types d'unités (C, D, U).
- Explicitation de la suite des calculs en se référant à ce que Numérix a écrit en marge de la division. L'explication peut être reprise plusieurs fois.
  On cherche d'abord à diviser les 9 centaines par 4. Cela revient soit à partager 9 en 4, soit à chercher combien de fois 4 est contenu dans 9 (2 fois). On a donc 2 centaines au quotient (ce qui signifie qu'il comportera 3 chiffres) et il reste 1 centaine qui, réunie aux 8 dizaines de 486, donne 18 dizaines à diviser par 4. Etc.
- Vérification du résultat par le calcul usuel : 246 × 4 + 2 = 986.

- **Autre situation :** exercice 2
  « Vous devez poser les divisions comme Numérix. Vous n'êtes pas obligés d'écrire les explications, mais il faudra pouvoir les donner au moment de la mise en commun. »

⇨ La mise en commun se déroule en trois temps :
  – travail sur quelques productions erronées, reproduites au tableau : recherche des erreurs par les élèves, formulation et explication des erreurs ;
  – travail sur une production correcte et élaboration collective de l'explication des étapes, à partir des explications données par les élèves ;
  – reprise de l'explication par un élève, avec l'aide de l'enseignant qui souligne les différentes étapes.

Situation N°2

⇨ Demander aux élèves de résoudre les exercices 3 et 4

3 **Utilise la méthode de la potence** pour calculer le quotient et le reste de 685 divisé par 5.

4 **Utilise la méthode de la potence** pour calculer le quotient et le reste de :
a. 2 035 divisé par 8
b. 3 056 divisé par 6
c. 2 138 divisé par 7

*5 **Calcule** le quotient et le reste de 2 569 divisé par 12.

Cap Math, 2010, Hatier

CLOTURE DE LA SEANCE

- Qu'avons-nous appris aujourd'hui ?
- Avez-vous rencontré des difficultés ? Lesquelles ?

45 minutes	Séance 11
Objectif	Etre capable de poser et calculer des divisions à 1 chiffre au diviseur à partir d'une division en ligne et de verbaliser toutes les étapes avec le problème du 0

OUVERTURE DE LA SEANCE

- <u>Objectif</u>

« Nous allons poser des divisions qui pose un problème particulier ».

CORPS DE LA SEANCE

- <u>Rappel</u>

« Qu'avons nous appris à faire dans les dernières séances ? »

Situation 1

- **Présentation de la tâche**

« Sur votre cahier de brouillon vous allez poser et calculer la division suivante : 520 divisé par 4

- **Mise en commun**
  - ⇨ Demander à plusieurs élèves de faire le calcul posé au tableau.
  - ⇨ Analyser les erreurs s'il y en a.
  - ⇨ Mettre en avant la procédure juste.

- **Institutionnalisation**

Je pose la division en potence.
Pour cela j'écris 520 (le dividende à gauche) je trace ma potence et j'écris en haut à droite le diviseur (cad 4)

$$\begin{array}{r|l} 520 & 4 \\ \cline{2-2} & \end{array}$$

Puis je me dis, combien de fois 4 y a-t-il dans 5 ? Il y a 1 fois 4 dans 5 J'écris donc 1 au quotient et j'écris – 4 en dessous de 5 (car 1x4 = 4).
52-48 =4
Il me reste 4 (dizaines)

$$\begin{array}{r|l} 520 & 4 \\ \cline{2-2} -4 & 1 \\ \cline{1-1} 1 & \end{array}$$

1 dizaine c'est 10 unités. J'en ai 2 au départ j'ai donc 12 unités en tout.

520	4
-4	1
12	

Je me dis : combien de fois 4 y a-t-il dans 12 ?
Il y a 3 fois 4 dans 12.
J'écris donc 4 au quotient à côté du 1.
Puis j'écris -12 en dessous de 12 (car 4x3=12)

520	4
-4	13
12	
-12	
00	

J'ai zéro dizaine et il y avait 0 unité au départ (le chiffre des unit »s dans 520 est 0).
Il y a donc 00 unités.

520	4
-4	13
12	
-12	
000	

Je dis : dans 0 combien de fois 4. Il y a 0 fois dans 0.
J'écris 0 au quotient à coté du 13.

520	4
-4	130
12	
-12	
000	

J'écris 520 = 4 x 130
Dire : il y a 130 fois 4 dans 520.

Situation N°2

- ⇨ Résoudre les divisions : 750 divisé par 3 et 840 divisé par 4 ;
- ⇨ Résoudre les divisions : 450 divisé par 9 et 660 divisé par 6

CLOTURE DE LA SEANCE

- Qu'avons-nous appris à faire pendant cette séance ?
- A quoi faut-il faire attention

45 minutes	Séance 12
Objectif	Etre capable de poser et calculer le plus de divisons possibles

OUVERTURE DE LA SEANCE

- Indication

« Aujourd'hui nous allons nous entraîner à calculer des division comme Numérix. »

- Objectif

« Nous allons apprendre à résoudre ce problème. »

CORPS DE LA SEANCE

Rappel : « qui peur rappeler ce que faisait Numérix ? »

⇨ Ecrire au préalable la division de la veille en potence

Situation 1

⇨ Résoudre collectivement les divisions suivantes :
4315-5 et 982 : 3.

Situation 2

⇨ Résoudre individuellement le plus de divisions possibles

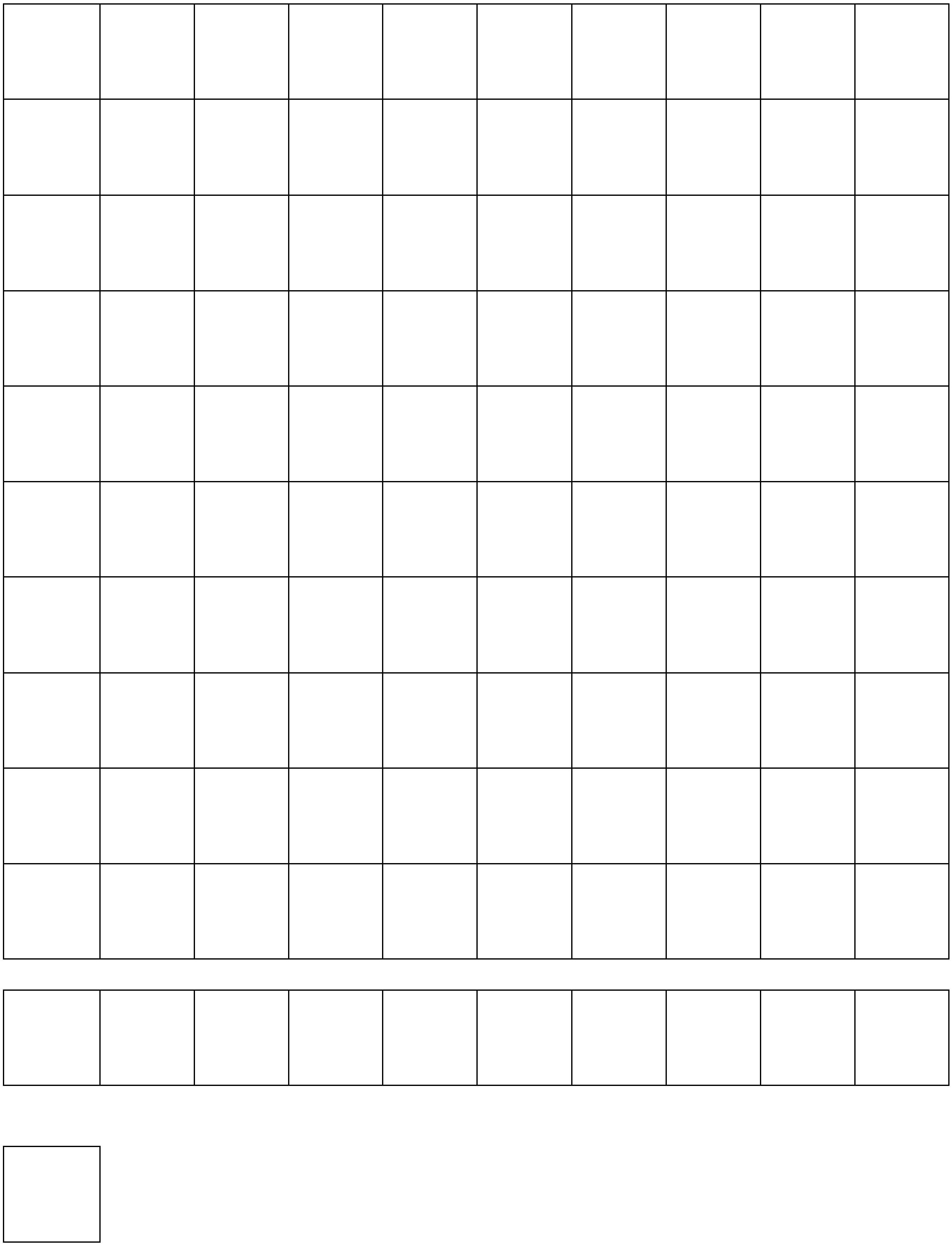
718 divisé par 9 ; 412 divisé par 4 ; 627 divisé par 4 ; 915 divisé par 4 ; 700 divisé par 5 ; 444 divisé par 8 ; 803 divisé par 9 ; 155 divisé par 2 ; 377 divisé par 6 ; 623 divisé par 8.

CLOTURE DE LA SEANCE

- Qu'a-t-on appris durant toutes ces séances ?
- Dans quelques jours, nous ferons une évaluation, vous aurez des soustractions à poser et à calculer et deux problèmes à résoudre.

45 minutes	Séance 13
Objectif	Evaluation

Matériel de numération : centaine, dizaine, unité



PRETEST & POST-TEST - TECNHIQUE OPERATOIRE DE LA DIVISION en CM1

NOM : ………………………………………………………… Prénom : …………………………………………………..

Temps d'évaluation de l'élève (en minutes) : ……….………………………………………………………..

	20

EXERCICE 1

Consigne : pose et calcule les opérations suivantes **puis donne ta réponse en ligne**.

980 divisé par 4	872 divisé par 7	546 divisé par 6	950 divisé par 5	335 divisé par 4

EXERCICE 2

Consigne : lis chaque problème, pose l'opération qui convient et réponds à la question.

Problème n°1 : Combien de rubans de 6 cm peut-on faire dans une bande de tissu de 428 cm ?	***Problème n°2*** : 3 pirates découvrent 285 pièces d'or et décident de se les partager équitablement.

SEQUENCE DE MATHEMATIQUES en ENSEIGNEMENT EXPLICITE APPRENTISSAGE DE LA NOTION D'AIRE EN CM2

Durée : 1 semaine

Pour chaque séance qui va suivre, élaborer une affiche qui servira de trace écrite et de fiche mémoire de la classe à partir des situations vues pendant le modelage. Tous les affichages collectifs doivent être réutilisés au moment de la phase de réactivations des connaissances.

Prérequis : connaitre ce qu'est le périmètre d'une figure, savoir multiplier par 100, 10 000, 1 000 000, différencier surface et contour d'une figure.

1 Heure	Séance 1
Objectif	Être capable de comparer, ranger et construire des surfaces selon leur aire sans recours à la mesure (avec un gabarit).

OUVERTURE DE LA SÉANCE

- <u>Présentation de l'objectif d'apprentissage</u>

Aujourd'hui nous allons apprendre à comparer des surfaces pour pouvoir les ranger (par exemple de la plus petite à la plus grande, ou inversement).

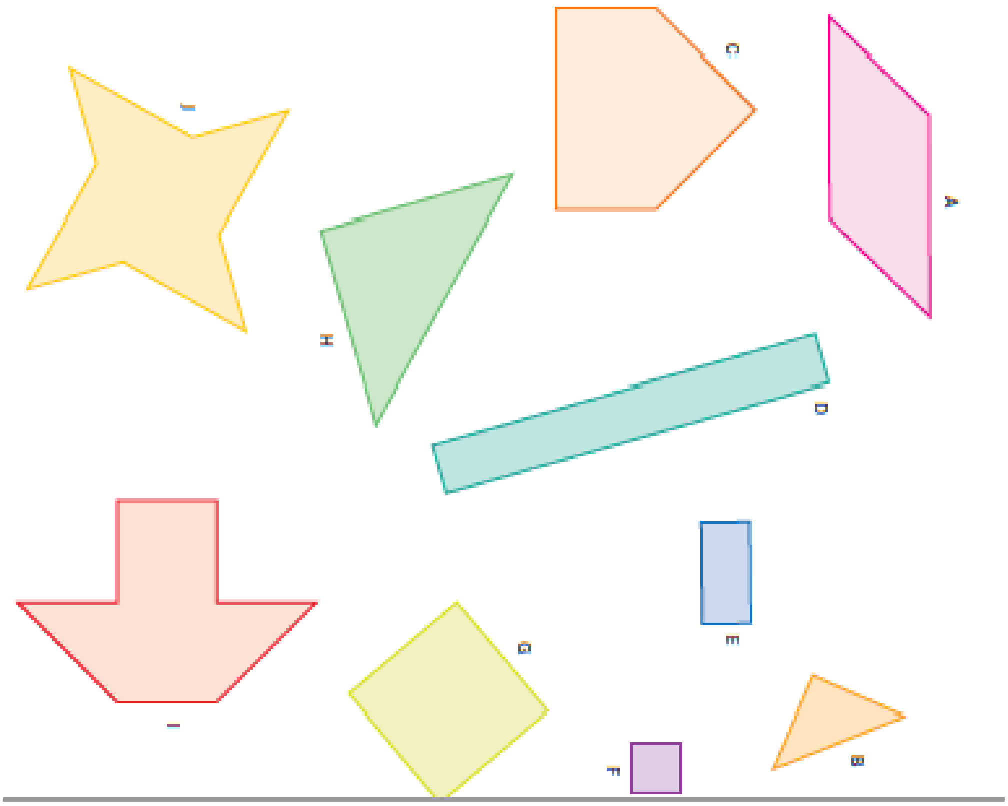
- <u>Explicitation de l'objectif de la séance</u>

À la fin de la séance, vous serez capable de savoir si une figure a une aire plus grande qu'une autre à partir de découpage, de superposition, de gabarit.

- <u>Réactiver les connaissances préalables</u>

Une surface, c'est l'intérieur d'une figure. L'aire d'une figure c'est lorsqu'on mesure cette surface.

Voici des formes



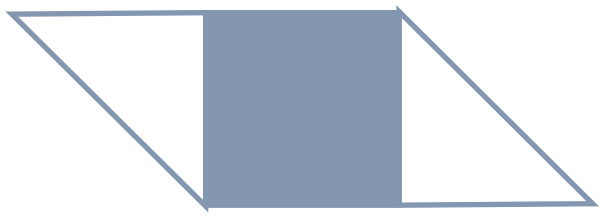
Cap Math CM2, 2010, Hatier

Je vais vous distribuer un gabarit en plusieurs exemplaires (cf. carré bleu p.162).

À partir de ce gabarit, vous allez comparer les surfaces des différentes formes qui vous sont présentées ci-dessus. Je vais vous montrer comment procéder.

<table>
<tr>
<td rowspan="2">Modelage
« je fais »
(l'enseignant)</td>
<td><u>Pourquoi ?</u>
Savoir comparer l'aire d'une surface ça sert, par exemple, lorsqu'on veut savoir si une pièce est plus grande qu'une autre. Les couturiers ont besoin de tissu pour confectionner (fabriquer) des vêtements. Ils peuvent avoir besoin de calculer l'aire d'une pièce de tissu pour savoir combien de t-shirts ils peuvent faire…</td>
</tr>
<tr>
<td><u>Haut-parleur sur la pensée de l'enseignant</u>

Je veux comparer la surface de la figure A avec mon gabarit (carré bleu). Cela veut dire que je veux savoir quelle est la forme qui a la plus grande surface. Aussi, je vais essayer de placer mon gabarit sur la surface A (montrer comment placer le gabarit à l'intérieur du parallélogramme).



On voit qu'il reste une partie de la surface qui n'est pas recouverte.
L'aire de la figure A est donc plus grande que l'aire du gabarit.
Si je découpe mon carré en deux selon une diagonale (faire le découpage devant les élèves), je peux placer les deux morceaux restant sur la partie de la figure A.
Il m'a donc fallu deux gabarits pour recouvrir entièrement la figure A.
L'aire de la figure A est donc 2 fois plus grande que celle du gabarit, on peut dire aussi que le gabarit est deux fois plus petit que la figure A.

Si je veux comparer maintenant l'aire de la figure B (triangle orange) avec celle de mon gabarit.
Je procède de la même manière.
Je vois que la figure B « entre » entièrement dans celle du gabarit. Si j'avais deux figures B, je pourrais recouvrir exactement mon gabarit.

L'aire de la figure B est donc plus petite que celle du carré. Elle est même 2 fois plus petite, car le carré bleu représente deux triangles orange. On peut dire aussi que le gabarit est deux fois plus grand que la figure B.
Dans le cas de la figure A, la surface est plus grande que le gabarit (2 fois plus grande).
Dans le cas de la figure B, la surface est plus petite que le gabarit (2 fois plus petite).
Donc l'aire de la figure A est plus grande que l'aire de la figure B.</td>
</tr>
</table>

<table>
<tr>
<td>Pratique guidée « nous faisons »</td>
<td>
<u>Consigne</u>
« Par deux, vous allez comparer l'aire des figures C, D, E et H en vous aidant du gabarit (carré bleu). Vous avez le droit de découper des gabarits pour les superposer sur les figures.
Comparez d'abord chacune des figures par rapport au gabarit, puis ensuite vous les classez de la plus petite à la plus grande. »

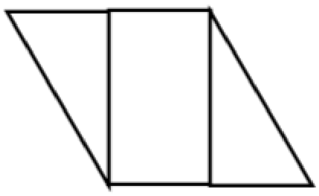
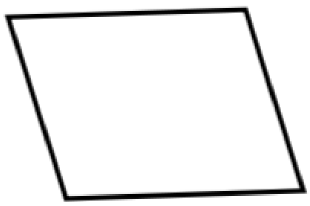
Si les élèves dessinent les gabarits plutôt que les découper, montrer cette solution au moment de l'institutionnalisation.

<u>Institutionnalisation</u>
La surface c'est l'intérieur d'une figure. L'aire c'est la mesure de cette surface.
Pour comparer l'aire de plusieurs figures, on peut passer par un gabarit et voir combien de fois on arrive à positionner ce gabarit sur la figure.
</td>
</tr>
<tr>
<td>Modelage « je fais » (l'enseignant)</td>
<td>
<u>Maintenant on va apprendre à faire des figures qui sont le double ou le quart ou la moitié… d'une autre.</u>
Prendre une feuille A4.
Voici une feuille blanche. Je veux construire une surface qui mesure exactement la moitié de celle de la feuille. Comment je peux faire ?
⇨ Je vais couper la feuille en 2 : comment ?

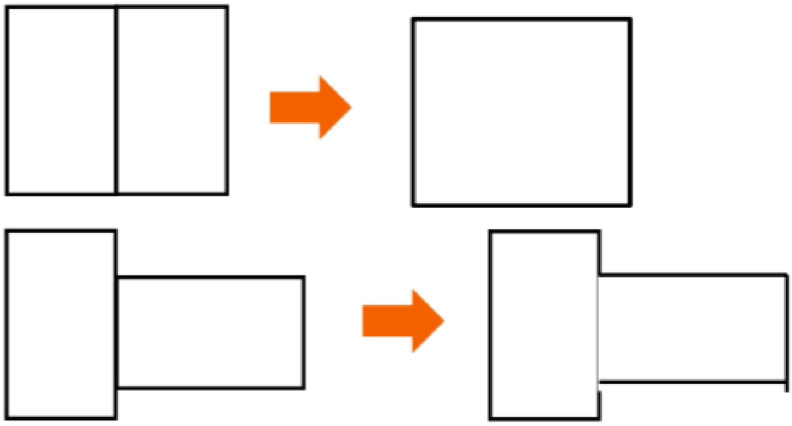
Montrer qu'on peut plier la feuille dans le sens de la longueur, de la largeur, selon les diagonales... et découper devant les élèves.

À partir des gabarits, dessiner les figures au tableau.
L'aire de la figure A, c'est la moitié de l'aire de la figure B.

Si je veux dessiner une surface dont l'aire est le double de la feuille blanche maintenant. Il suffit que j'assemble deux feuilles blanches.
⇨ Montrer comment on peut assembler les feuilles et pour chaque proposition, dessiner au tableau la feuille obtenue. Cf. exemples ci-dessous (non exhaustif).



</td>
</tr>
</table>

<table>
<tr>
<td></td>
<td>



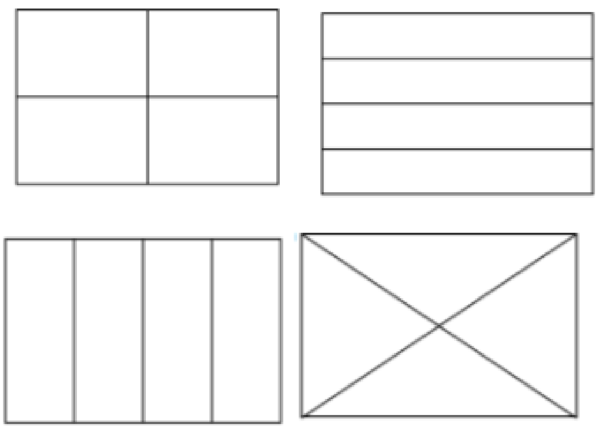
Cela peut être deux feuilles blanches côte à côte, ça peut être aussi, une feuille blanche et deux moitiés.

</td>
</tr>
</table>

<table>
<tr>
<td>Pratique guidée « nous faisons »</td>
<td>

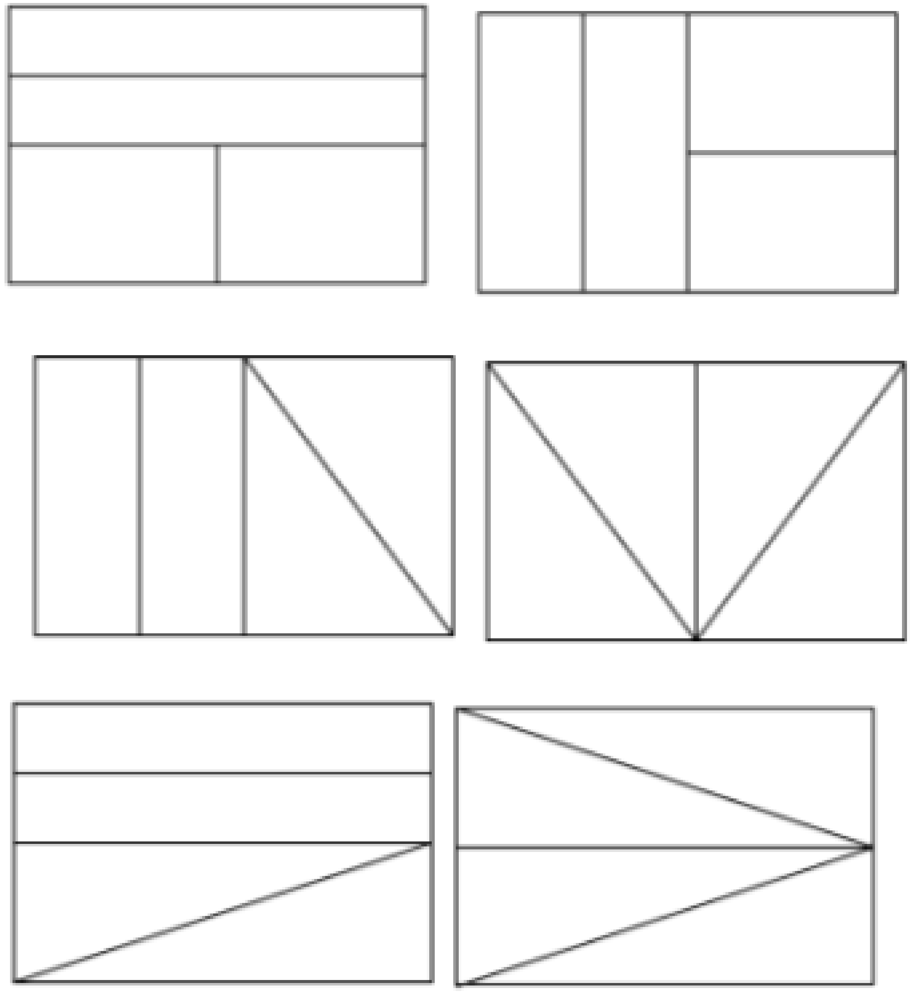
<u>Consigne</u>
« Par deux, vous allez plier vos feuilles pour avoir 4 parties de même aire. Vous allez les découper pour faire des surfaces dont l’aire est quatre fois plus petite que la feuille blanche. On peut aussi dire un quart. Vous pouvez aussi tracer des traits. »

Passer individuellement pour.
Correction collective : plier la feuille pour avoir les résultats suivants puis colorier une partie dont l’aire fait un quart de la surface :

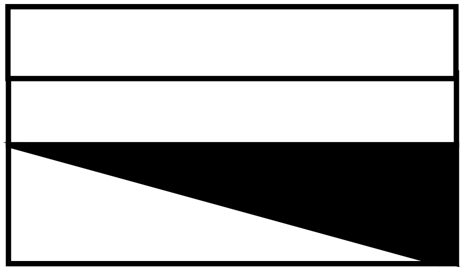
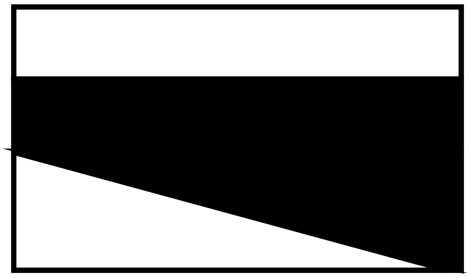


Puis tracer des traits sur la feuille blanche pour obtenir :

</td>
</tr>
</table>



Montrer qu’en coloriant une seule partie dans ces figures, on obtient une surface d’aire = à 1 quart de la feuille blanche.
Montrer en coloriant comment on obtient une surface d’aire égale à la moitié de celle de la feuille blanche.

	Exemple :  L’aire de la surface noire est quatre fois plus petite que celle de la feuille A4. Son aire mesure un quart de la feuille A4.  L’aire de la surface noire est deux fois plus petite que celle de la feuille A4. Son aire mesure la moitié de celle d’une feuille A 4.

Pour les élèves qui réussissent la pratique guidée

Pratique autonome « vous faites »	<u>Consigne</u> : « Voici un gabarit.  À l’aide de ce gabarit, trouve les figures qui ont une aire deux fois plus grande que celle du gabarit. Tu peux plier le gabarit si tu as besoin ou les figures. » 

CLÔTURE DE LA SÉANCE

- Qu’avons-nous appris à faire pendant cette séance ?
- Qu’est-ce que l’aire d’une figure ?
- Comment peut-on comparer des aires d’une surface quand on a un gabarit ?
- Demain on apprendra à construire des figures qui ont des d’aires doubles ou triples d’une surface donnée.

1 Heure	Séance 2
Objectif	Être capable de comparer et construire des surfaces sur papier quadrillé à partir d'une unité u et donner leur aire.

OUVERTURE DE LA SÉANCE

- <u>Présentation de l'objectif d'apprentissage</u>

Aujourd'hui nous allons apprendre à comparer et construire des surfaces à partir d'une unité.

- <u>Explicitation de l'objectif de la séance</u>

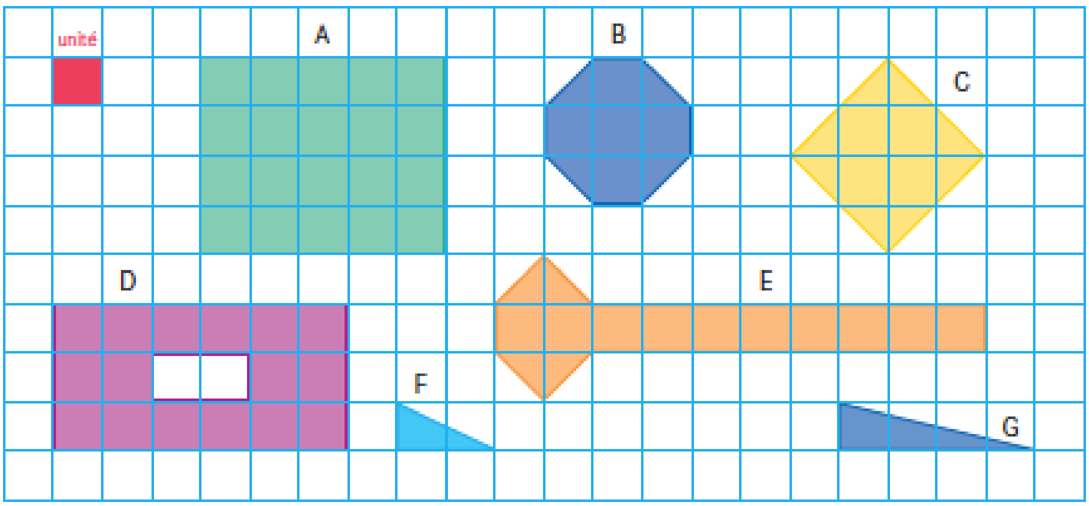
À la fin de la séance, vous serez capable de déterminer l'aire d'une surface et de construire une surface d'aire donnée sur papier quadrillé.

- <u>Réactiver les connaissances préalables</u>

Qu'avons-bous appris hier ?
Ce qu'est une surface (l'intérieure d'une figure) et son aire c'est-à-dire la mesure de cette surface.
On a appris à comparer des surfaces par rapport à un gabarit.

Présenter l'exercice suivant aux élèves

Exprime l'aire de chaque surface, avec l'unité choisie.



Cap Math CM2, Hatier 2010

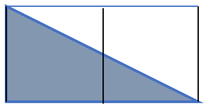
Modelage « je fais » (l'enseignant)	<u>Pourquoi ?</u> Calculer des aires à partir de l'unité « petit carré » ici on l'appelle « u » va nous aider par la suite pour la comparaison des aires et des périmètres.
	<u>Haut-parleur sur la pensée de l'enseignant</u> La surface des figures A, B, C, D, E, F, G c'est tout ce qui est en couleur. Elles sont constituées de plusieurs petits carreaux. Le petit carreau, c'est comme un gabarit (cf. séance d'hier.) Pour calculer l'aire de chaque figure, je vais compter le nombre de petits carreaux par figures.

Exemple de la figure A :
Je compte tous les petits carreaux verts. L'aire de la figure verte mesure 20 carreaux.

Exemple de la figure B :
Je compte 5 carreaux entiers et 4 « petits triangles », un triangle étant un carré coupé en deux. L'aire de la figure B c'est donc 5 carreaux + 4 x la moitié d'un carreau (soit 2 carreaux).

La figure B mesure donc 7 carreaux (5 + 2). Elle a donc une aire plus petite que celle de la figure A qui mesure 20 carreaux.

Exemple de la figure F :
Ici il n'y a pas de carreau entier.
Il n'y a pas non plus de moitié de carreau.
Pour connaitre l'aire de la figure F, on ne peut pas compter les carreaux facilement.
Dans ce cas-là, il est préférable de faire rentre la figure dans un rectangle.



Ici on voit que le rectangle de la figure F, entre dans 2 petits carreaux qui forment un rectangle. Le triangle partage le rectangle en deux parties égales. L'aire du triangle c'est donc la moitié de l'aire du rectangle qui mesure deux fois u (u = aire d'un petit carreau). La moitié de 2u, c'est 1u.

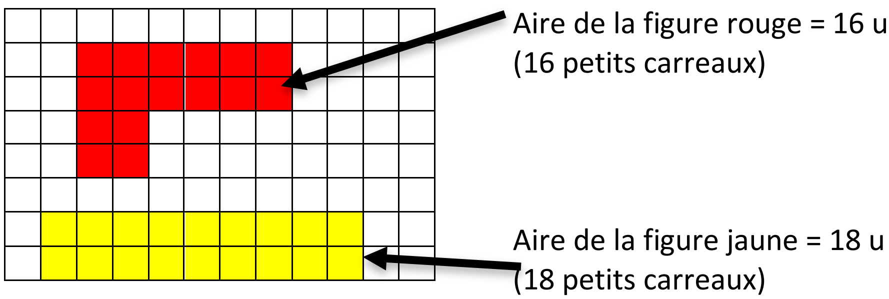
L'aire du triangle mesure donc 1u.

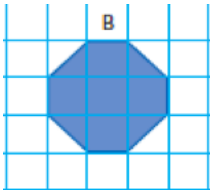
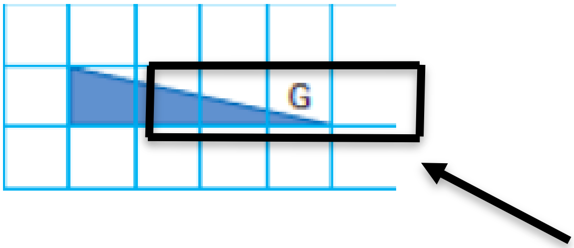
Pratique guidée « nous faisons »

<u>Consigne</u>
« Par deux, vous allez calculer l'aire des figures C, D, E et G en utilisant l'unité u (u = un petit carreau), puis ensuite vous les rangerez de celle qui a la plus petite aire à celle qui a la plus grande, c'est-à-dire dans l'ordre croissant. »

<u>Institutionnalisation</u>
La surface c'est l'intérieur d'une figure. Lorsque les figures sont dessinées sur du papier quadrillé, on peut calculer leur aire en utilisant une unité (par exemple, un petit carreau). Il faut alors compter le nombre de petits carreaux que représente la surface de la figure.

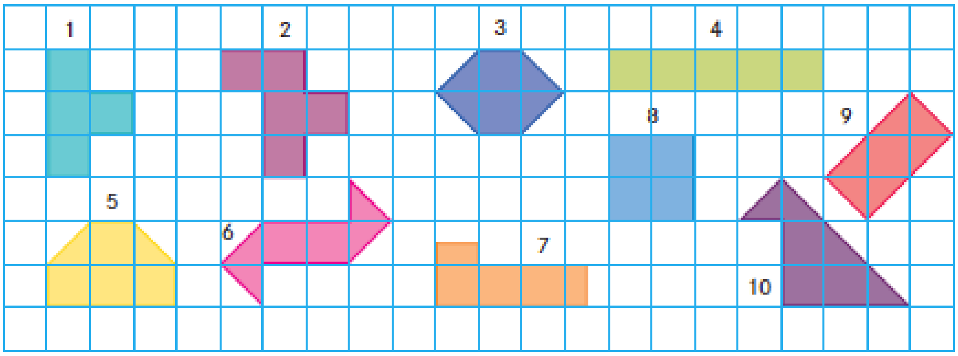
1er cas : la surface est composée que de petits carreaux entiers



	La figure jaune a une plus grande surface que figure rouge, son aire est supérieure à celle de la figure rouge. 2ème cas : la surface est composée de petits carreaux dont certains ne sont pas entiers  Je compte déjà tous les carreaux entiers : 5. J'identifie les carreaux qui ne sont pas entiers et les rapporte à l'unité : ici il s'agit de triangles qui font la moitié d'un carreau. 2 triangles = un petit carreau, soit 1u. Je compte ensuite tous les triangles : il y a en 4 ce qui représente 2u. Puis je fais la somme de tous les petits carreaux : 5 + 2. L'aire de la figure mesure 7u. 3ème cas de figure : la surface de la figure n'est pas immédiatement identifiable en nombre de petits carreaux.  Je trace un rectangle de manière à ce que la figure représente la moitié de ce rectangle. L'aire du rectangle noire est facile à identifier : elle mesure 4u (4 petits carreaux). Le triangle représente la moitié du rectangle, son aire aussi. L'aire du triangle mesure 2u (la moitié de 4u). D'autres unités peuvent être utilisées. Le petit carreau n'est qu'un exemple.

Pour les élèves qui réussissent la pratique guidée

<table>
<tr>
<td>Pratique autonome « vous faites »</td>
<td><u>Consigne</u> : « seul, calculer les aires des figures suivantes, puis répondez à la question posée. Les aires seront exprimées en unité u, ce qui est équivalent à un petit carreau » (exercice extrait du CAP Math, CM2, Hatier)

Quelles surfaces ont la même aire ?

</td>
</tr>
</table>

CLÔTURE DE LA SÉANCE

- Qu'avons-nous appris à faire pendant cette séance ?
- Comment peut-on calculer l'aire d'une figure dessinée sur du papier quadrillé ?
- Demain on apprendra à distinguer aire et périmètre

1 Heure	Séance 3
Objectif	Être capable de construire des figures de même aire, mais de formes différentes (différencier aire et périmètre)

OUVERTURE DE LA SÉANCE

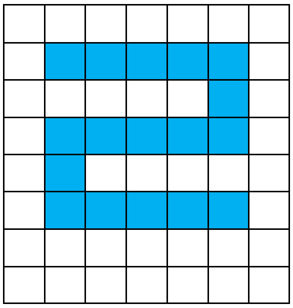
- <u>Présentation de l'objectif d'apprentissage</u>

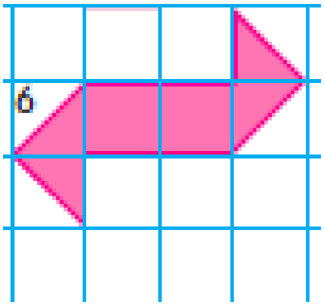
Aujourd'hui nous allons apprendre à construire des figures qui ont la même aire, mais pas les mêmes formes. On va également apprendre à distinguer l'aire, du périmètre d'une figure.

- <u>Explicitation de l'objectif de la séance</u> :

À la fin de la séance vous serez capables de :
- réaliser des figures de même aire, mais de formes différentes sur un papier quadrillé ;
- faire la différence entre les aires et le périmètre.

- <u>Réactiver les connaissances préalables</u>
    - ⇨ Qu'avons-nous appris dans la séance 2 ?
    - ⇨ Quelle est l'aire de la figure bleue ? Et la rose?
    - ⇨ Quel est le périmètre de la figure bleue ? Qui se rappelle ce qu'est lé périmètre d'une figure ?





Voici un exercice qui est proposé dans un manuel de CM2.

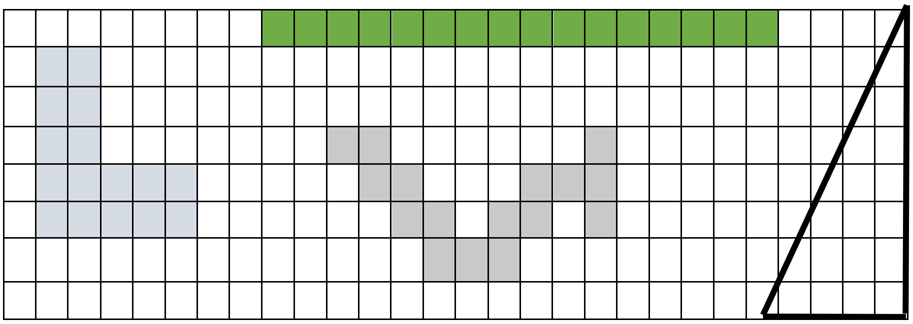
Comment réussir la consigne.

Dessine une surface qui a la même aire que la surface 3, mais qui n'a pas la même forme.

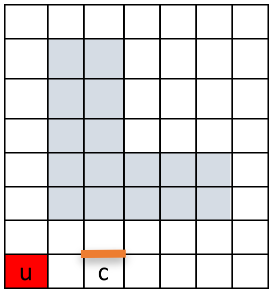
Cap Math CM2, Hatier, 2010

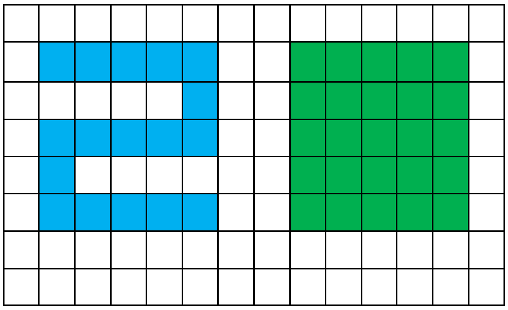
CORPS DE LA SÉANCE

<table>
<tr><td rowspan="2">Modelage
« je fais »
(l'enseignant)</td><td><u>Pourquoi ?</u>
Savoir faire des formes différentes d'une même aire sert par exemple à réaliser des pavages.</td></tr>
<tr><td><u>Haut-parleur sur la pensée de l'enseignant</u>
Pour commencer, je vais calculer l'aire de la figure en prenant comme unité, le petit carreau.
La figure est composée que de petits carreaux entiers, il suffit donc que je les compte.
C'est un carré de côté 4 petits carreaux. Son aire mesure 16u (4 x 4 petits carreaux).

Il faut que je réalise une figure qui a la même aire donc qui mesure 16u (16 petits carreaux).
Je vais donc colorier sur mon quadrillage 16 petits carreaux (qui se touchent)

Faire plusieurs exemples avec des carreaux entiers, mais aussi avec des demi-carreaux en rappelant le travail de la veille.</td></tr>
</table>

Pratique guidée « nous faisons »	<u>Consigne</u> « Par deux, vous allez inventer 4 figures de la même aire également dont au moins une qui comprend ne comprend pas que des petits carreaux entiers. Faire une correction individuelle.

Modelage « je fais » (l'enseignant)	<u>Haut-parleur sur la pensée de l'enseignant</u> On va apprendre à distinguer le périmètre et l'aire d'une figure. Rappelez-vous, le périmètre c'est le contour de la figure. La surface c'est l'intérieur de la figure. L'aire de la figure bleue est 16u. Quel est son périmètre ? Pour calculer le périmètre, je dois mesurer le contour de la figure. ⇨ Faire le tour de la figure avec les doigts en s'arrêtant à chaque carreau, puis compter à haute voix le nombre de carreaux qu'il faut pour faire le tour de la figure. (Périmètre = 20c, c'est l'unité d'un côté du carreau.  Faire la même chose avec la figure verte. (périmètre = 34c). Les figures ont des aires identiques, mais des périmètres différents.

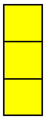
Pratique guidée « nous faisons »	<u>Consigne</u>  « Par deux, calculer l'aire et le périmètre de la figure bleue et de la figure verte. Comparez d'abord les aires de ces deux figures puis les périmètres. » Chacun fait le travail individuellement. Puis chacun explique à l'autre comment il a fait pour trouver son résultat. Passer auprès de tous les binômes pour vérifier les résultats. Faire une correction individualisée.

Institutionnalisation

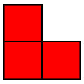
La surface c'est l'intérieur d'une figure. L'aire c'est la mesure de cette surface.
Le périmètre c'est le contour de la figure.
Soit u, l'unité d'aire (un petit carreau) et c, l'unité de longueur d'un petit carreau.

- Des figures peuvent avoir la même aire et le même périmètre

Exemple :



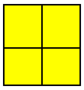
Aire = 3u
Périmètre = 8c



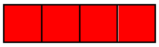
Aire = 3u
Périmètre = 8c

- Des figures peuvent avoir la même aire, mais des périmètres différents

Exemple :



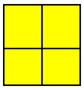
Aire = 4u
Périmètre = 8c



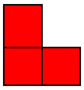
Aire = 4u
Périmètre = 10c

- Des figures peuvent avoir des aires différentes, mais des périmètres identiques

Exemple :

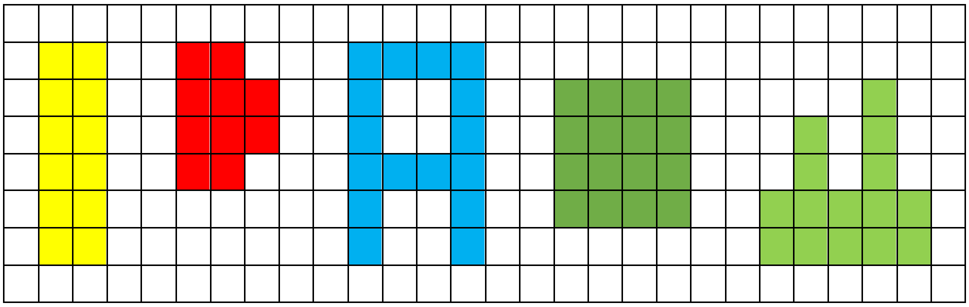


Aire = 4u
Périmètre = 8c



Aire = 3u
Périmètre = 8c

Pour les élèves qui réussissent la pratique guidée

Pratique autonome « vous faites »	<u>Consigne</u> « Seul, calcule le périmètre et l'aire de chacune de ces figures. »  Ranger ces figures de la plus petite à la plus grande selon leur périmètre. Ranger ces figures de la plus petite à la plus grande selon leur aire.

CLÔTURE DE LA SÉANCE

- Qu'avons-nous appris à faire pendant cette séance ?
- Qu'est-ce que l'aire d'une figure ? Et le périmètre ?
- Le périmètre et l'aire d'une figure sont-ils toujours égaux ?

1 Heure	Séance 4
Objectif	Être capable d'utiliser des unités d'aire usuelles : construire des rectangles et des carrés de … cm^2

OUVERTURE DE LA SÉANCE

- Présentation de l'objectif d'apprentissage

  On va apprendre à utiliser les unités d'aires pour mesurer des surfaces sans avoir recours au papier quadrillé. On va apprendre à construire des figures d'une surface donnée.

- Explicitation de l'objectif de la séance

  À la fin de la séance vous serez capables de :
  - construire des rectangles et des carrés de … cm^2
  - connaitre et utiliser la formule des aires du rectangle et du carré.

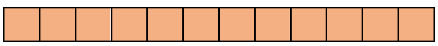
- Réactiver les connaissances préalables :

  Qu'avons-nous appris lors des séances 1 et 2 ?
  - ⇨ L'aire c'est la mesure d'une surface. Quand on a un papier quadrillé, on peut facilement mesurer la surface en comptant les petits carreaux.
  - ⇨ Il ne faut pas confondre l'aire d'une figure et le périmètre qui est la mesure de son contour.

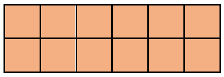
Aujourd'hui on va apprendre à construire des rectangles et des carrés de différentes aires à partir d'un papier quadrillé puis sur une feuille blanche. Exemple : je veux construire un rectangle d'aire 12u, u étant l'unité « petit carreau ».
(Au préalable, préparer 12 cartons de même couleur, suffisamment gros pour les coller au tableau, de forme carré)

<table>
<tr><td rowspan="2">Modelage
« je fais »
(l'enseignant)</td><td><u>Pourquoi ?</u>
Savoir construire des rectangles et des carrés cela va vous servir pour les séances suivantes lorsqu'on va apprendre les unités usuelles d'aire</td></tr>
<tr><td><u>Haut-parleur sur la pensée de l'enseignant</u>
Attention : dans cette présentation, tous les rectangles sont dessinés à l'horizontale ! Pour chaque exemple, faire le même discours avec le rectangle présenté à la verticale. La multiplication sera alors différente et la phrase orale aussi.

Je veux construire un rectangle d'aire 12u.
Cela veut dire que mon rectangle a une surface composée de 12 petits carreaux.
J'ai plusieurs possibilités

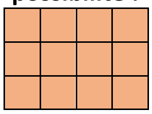
1^{ère} possibilité

Je pose tous mes petits carreaux l'un à côté de l'autre pour faire un rectangle composé d'une seule rangée.
L'aire de mon rectangle est 12u. C'est 1 fois 12 petits carreaux. 12=1x12
(Exemple : rectangle vertical, dire C'est 12 fois 1 petit carreau. 12= 12x1).</td></tr>
</table>

2ème possibilité



Je pose deux rangées de petits carreaux identiques.
J’ai un nouveau rectangle toujours d’aire 12u. Cette fois-ci, 12u c’est 2 fois 6 petits carreaux.
12 = 2x6

3ème possibilité :



Je pose trois rangées de petits carreaux. Mon rectangle a toujours une aire de 12u, mais cette fois, c’est 3 fois 4 c’est-à-dire 3 fois une rangé de 4 petits carreaux d’aire u.
Ici, 12 = 3x4

Pratique guidée « nous faisons »

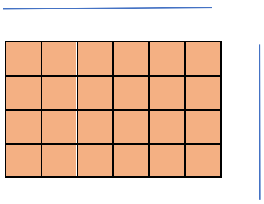
Consigne : « Par deux, vous allez tracer tous les rectangles possibles dont l’aire mesure 24u et 16u. Je vous donne deux feuilles de papier quadrillé différentes pour le faire. Une pour les rectangles d’aire 24u et l’autre pour les rectangles d’aire 16u.

Faire une correction individuelle en passant auprès de chaque binôme.

(Réponse pour les rectangles de 24u : 1x24 ; 2x12 ; 3x8 ; 4x6)
(réponse pour les rectangles de 16u : 1x16 ; 2x8 et 4x4, le carré)

Institutionnalisation :
L’aire d’un rectangle c’est le nombre de petits carreaux d’unité u de ce rectangle.
On peut trouver ce nombre de petits carreaux en multipliant le nombre de petits carreaux de la largeur par le nombre de petits carreaux de la longueur :

L = 8

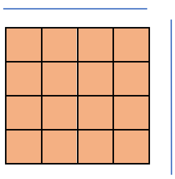


l = 4

L’aire de ce rectangle mesure 24 (4 x 8= 24)
L’aire d’un rectangle c’est donc le nombre de carreaux de la longueur x le nombre de carreaux de la largeur.

De la même manière, pour le carré :

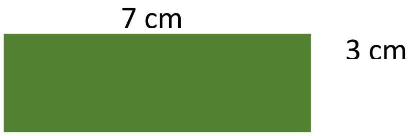
Côté = 4



L’aire de ce carré mesure 16 u (4 x 4 = 16)
L’aire d’un carré c’est le nombre de petits carreaux de son côté x le nombre de petits carreaux de son côté.

<table>
<tr>
<td>Modelage
« je fais »
(l’enseignant)</td>
<td>
<u>Haut-parleur sur la pensée de l’enseignant</u>
On va maintenant apprendre à construire des rectangles et des carrés d’aire donnée lorsque je connais sa longueur ou sa largeur.

Voici un rectangle dont je connais la mesure de ses côtés :



Comment calculer son aire ?
L’aire du rectangle c’est le nombre de cm de sa longueur multipliée par le nombre de cm de sa largeur.
$\text{Aire}_{\text{rectangle-orange}}$ = 7 cm x 3 cm
On écrit : $\text{Aire}_{\text{rectangle-orange}}$ = 21 cm^2 : en mathématiques, on dit l’aire du rectangle orange mesure 21 centimètres carrés.

Si j’ai un carré, c’est la même chose :

Si veux calculer l’aire de ce carré dont je connais le nombre de cm de son côté, je dis :
$\text{Aire}_{\text{carré}}$ = nombre de cm du côté x nombre de cm du côté = 6 cm x 6 cm = 36 cm^2
$\text{Aire}_{\text{carré}}$ = 36 cm^2
On dit : l’aire du carré mesure 36 centimètres carrés.
</td>
</tr>
</table>

Pratique guidée « nous faisons »

Consigne : « Par deux, vous allez calculer l'aire des rectangles et des carrés suivants. »

Le carré a un côté qui mesure 12 cm

	Longueur	largeur
Rectangle orange	9 cm	2 cm
Rectangle jaune	3 cm	6 cm

Modelage « je fais » (l'enseignant)

Haut-parleur sur la pensée de l'enseignant

Maintenant on va faire l'inverse : nous allons construire des rectangles et des carrés d'aire donnée.

1er cas : le carré

Je veux construire un carré d'aire : 25 cm^2

Le nombre de cm du côté du carré x le nombre de cm du côté du carré = 25 cm^2.

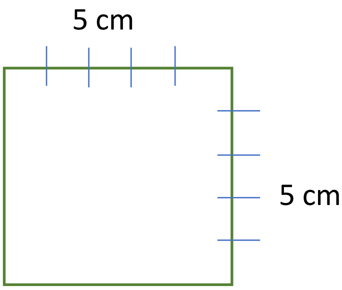
Quel est le nombre qui est multiplié par lui-même et qui fait 25 ?

C'est 5, car 5 x 5 = 25.

L'aire est exprimée en cm^2 donc le côté du carré est en centimètre.

Je dois construire un carré de 5 cm de côté. Je peux dessiner mon carré

L'unité de longueur est le cm

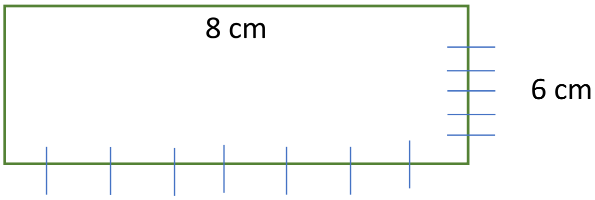


2ème cas : le rectangle

Je veux construire un rectangle d'aire : 48 cm^2

- Soit je connais sa longueur ou sa largeur

Exemple : le rectangle mesure 6 cm de largeur.
L'aire du rectangle mesure 48 cm^2, sa largeur mesure 6 cm.
Je cherche la réponse dans la table du 6. 48 = 6 x 8. La longueur de mon rectangle mesure 8 cm.
Je peux construire mon rectangle : **faire un dessin à l'échelle**



- Soit je ne connais pas sa longueur ni sa largeur

Alors je peux inventer le rectangle que je veux.
Je cherche dans quelle table, il y a le résultat 48.
48 c'est 2 x 24 c'est aussi 3 x 16 ou 4 x 12 ou 8 x 6
Je peux construire un rectangle dont la longueur mesure 12 centimètres et la largeur 4 centimètres.

⇨ Dessiner le rectangle au tableau.

Pratique guidée « nous faisons »

Consigne : « Par deux, complète le tableau suivant e. »

	Longueur	Largeur
$Aire_{rectangle\text{-}jaune}$ = 18 cm^2		3 cm
$Aire_{rectangle\text{-}vert}$ = 54 cm^2	9 cm	
$Aire_{rectangle\text{-}rouge}$ = 40 cm^2		

$Aire_{carré}$ = 81 cm^2	

Correction individuelle.

Pour les élèves qui réussissent la pratique guidée

Pratique autonome « vous faites » 10'

Consigne
« Seul, donne l'aire d'un carré de 8 cm de côté. Construis un rectangle qui a pour aire 32 cm^2 et dont la largeur mesure 4 cm. »

CLÔTURE DE LA SÉANCE

- Qu'avons-nous appris à faire pendant cette séance ?
- La prochaine séance on apprendra les unités d'aire usuelles.

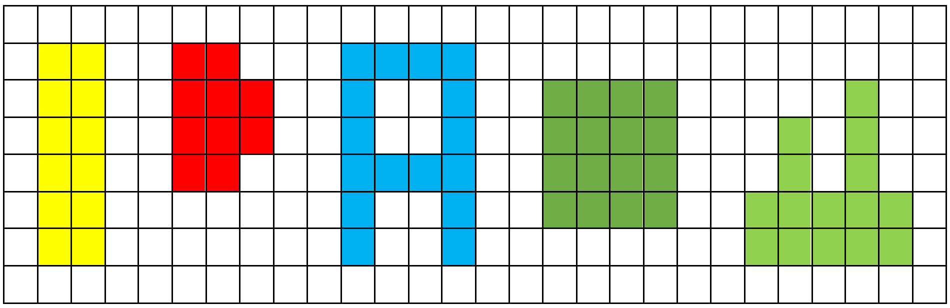
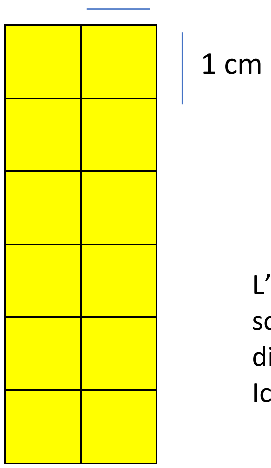
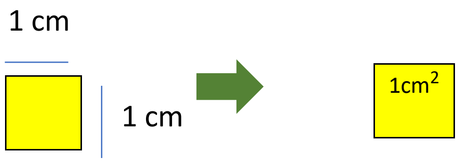
1 Heure	Séance 5
Objectif	Être capable d'utiliser des unités d'aires usuelles et effectuer des conversions.

OUVERTURE DE LA SÉANCE

- Présentation de l'objectif d'apprentissage
  À la fin de la séance, vous serez capables de convertir des aires, c'est-à-dire de changer l'unité de mesure d'une surface en une autre plus petite ou plus grande, pour pouvoir comparer des mesures et effectuer des calculs d'aire.

- Réactiver les connaissances préalables :
  Qu'avons-nous appris lors des séances 3 et 4 ?
  Revoir rapidement comment calculer l'aire d'un rectangle et d'un carré.

CORPS DE LA SÉANCE

Modelage « je fais » (l'enseignant)	Haut-parleur sur la pensée de l'enseignant  Si on reprend les figures étudiées en séance 3, nous avons vu que la figure jaune a une aire de 12u. Aire du rectangle mesure 12u c'est-à-dire 2 petits carreaux x 6 petits carreaux. Imaginons que chaque petit carreau mesure 1 cm de côté :   L'aire du carrée jaune est le nombre de cm de son côté x le nombre de cm de son côté c'est-à-dire : 1 cm x 1 cm = 1 cm^2 Ici $Aire_{rectangle\text{-}jaune}$ = 12 cm^2

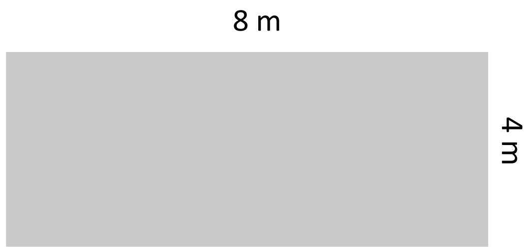
	Ici, l'aire du rectangle est égale au nombre de cm de sa largeur multiplié par le nombre de cm de sa longueur soit 2 cm x 6 cm c'est-à-dire 12 cm^2. Si le côté du carreau était de 1 mètre, l'aire de la figure jaune serait de 12 m^2.

Pratique guidée « nous faisons »	<u>Consigne</u> Très rapidement, par deux, vous allez reprendre les autres figures (rouge, verte et bleue) et vous allez donner les aires des figures dans les cas suivants : - Un carreau mesure 1 cm de côté ; - Un carreau mesure 1 m de côté ; - Un carreau mesure 1 mm de côté.

Modelage « je fais » (l'enseignant)

Je vais vous montrer une surface de 1 mm^2, 1 cm^2, 1 dm^2, 1 m^2. (préparer au préalable ces différents carrés pour bien montrer l'échelle que cela représente).

Voici un rectangle dont l'aire est de 32 m^2



Je veux exprimer cette aire en cm^2

<u>Haut-parleur sur la pensée de l'enseignant</u>

Dans 1 m, il y a 100 cm (1 m = 100 cm).
1 m^2 c'est un carré d'1 m sur 1 m (dessiner le carré pour que les élèves visualisent bien).
1 m^2 = 1 m x 1 m = 100 cm x 100 cm = 10 000 cm^2
Donc : 1 m^2 = 10 000 cm^2
32 m^2 c'est 32 x 1 m^2
Donc : 32 m^2 = 32 x 10 000 cm^2 = 32 000 cm^2

L'aire du rectangle vert mesure 32 m^2 ce qui est équivalent à 32 000 cm^2.

⇨ Faire le même exemple en convertissant l'aire du même rectangle en mm^2.

	<u>Consigne</u> « Par deux, vous allez convertir les aires suivantes : - 23 dm^2 en cm^2 puis en mm^2 - 45 m^2 en dm^2 Faire une correction individuelle.

Pratique guidée « nous faisons »

Institutionnalisation

Vous connaissez déjà les unités de longueur :

km	hm	dam	m	dm	cm	mm
kilomètre	hectomètre	décamètre	mètre	décimètre	centimètre	Millimètre
1000 fois plus grand que le mètre	**100 fois plus grand** que le mètre	**10 fois plus grand** que le mètre		**10 fois plus petit** que le mètre	**100 fois plus petit** que le mètre	**1000 fois plus petit** que le mètre

1 cm est 100 fois plus petit qu'un mètre.

1 cm^2 = 1 cm x 1 cm, donc 1 cm^2 c'est 100 x 100 fois plus petit qu'un m^2. On peut dire aussi que :

1 m^2 = 10 000 cm^2

km^2	h m^2	da m^2	m^2	dm^2	cm^2	mm^2
Kilomètre-carré	Hectomètre-carré	Décamètre-carré	Mètre-carré	Décimètre-carré	Centimètre-carré	Millimètre-carré
1 km x 1 km	1 hm x 1 hm	1 dam x 1 dam	1m x 1m	1 dm x 1 dm	1 cm x 1 cm	1 mm x 1 mm
1000 m x 1000 m	100 m x 100 m	10 m x 10 m		1/10 m x 1/10 m	1/100 m x 1/100 m	1/1000 m x 1/1000 m
1 000 000 fois plus grand que le mètre-carré	**10 000 fois plus grand** que le mètre-carré	**100 fois plus grand** que le mètre-carré		**100 fois plus petit** que le mètre-carré	**10 000 fois plus petit** que le mètre-carré	**1 000 000 fois plus petit** que le mètre-carré

On peut dire :

1 km est 1000 fois plus grand que le mètre.

1 km = 1000 m

1 km^2 c'est un carré d'1 km sur 1 km. 1 km^2 = 1 km x 1 km = 1 000 m x 1 000 m

1 km^2 = 1 000 000 m^2.

1 km^2 c'est 1 000 000 de fois plus grand que le m^2.

32 km^2 = 32 x 1 000 000 m^2 = 32 000 000 m^2

Modelage « je fais » (l'enseignant)

Attention, lorsque je veux exprimer l'aire d'une surface, il faut que toutes les aires soient exprimées avec la même unité :

Voici un composé de 2 rectangles. L'aire du rectangle orange est de 12 m2 et celle du jaune de 1453 dm2

Combien mesure l'aire de la surface totale :

	Les aires ne sont pas exprimées dans la même unité. Je vais donner l'aire en dm^2, car c'est l'unité d'aire la plus petite. Il faut donc que je transforme l'aire du rectangle rouge en dm^2. 1 m = 10 dm $1m^2 = 1m \times 1m = 10\ dm \times 10\ dm = 100\ dm^2$ $12\ m^2 = 12 \times 100\ dm^2 = 1200\ dm^2$ L'aire de la surface totale c'est donc l'aire du rectangle rouge + l'aire du rectangle jaune : 1453 + 1200 = 2653 L'aire de la surface mesure 2653 dm^2. Pour calculer des aires, les longueurs des figures doivent être dans la même unité.

Pratique guidée « nous faisons »	<u>Consigne</u> « Par deux, vous allez calculer l'aire du drapeau suivant :  Sachant que les rectangles blancs et rouges mesurent chacun 14 dm^2 et le bleu, 1300 cm^2. » Ensuite vous calculerez l'aire du rectangle ci-dessous sachant que sa longueur fait 1 hectomètre et sa largeur 50 m. 

Pour les élèves qui réussissent la pratique guidée

Pratique autonome « vous faites »	<u>Consigne</u> « Seul, convertis dans l'unité demandée : 5 dm^2 et 4 cm^2 = ... cm^2 9 hm^2 et 5 cm^2 = ... dm^2. » Calcule en m^2, l'aire d'un carré de 12 dam de côté.

CLÔTURE DE LA SÉANCE

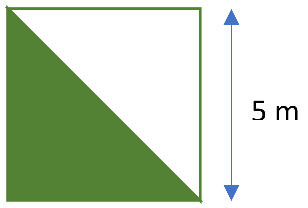
- Qu'avons-nous appris à faire pendant cette séance ?
- Comment transforme-t-on 34 km^2 en m^2 et 16 m^2 en dm^2 ? (expliciter avec l'aide du tableau)

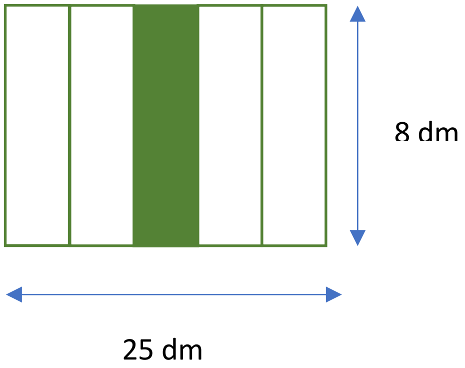
45 min	Séance 6
Objectif	Evaluation

Pour compléter cette séquence, il faudra aborder les aires à travers des problèmes

Voici des exemples.

Exemple 1 : Calcule l'aire de la partie colorée



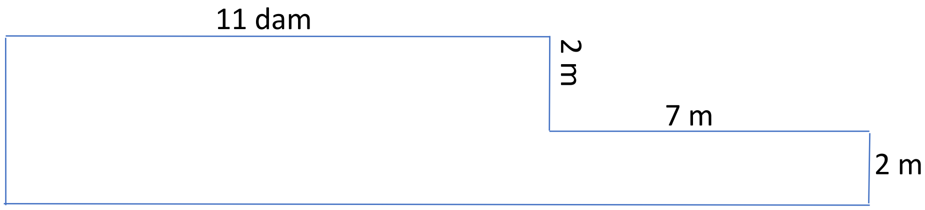


Exemple 2 : Les élèves d'une classe de CM2 découpent des petits carrés de couleur pour faire une mosaïque.
Ils en ont déjà 180. Chaque petit carré a une aire de 2 cm^2.
Calcule l'aire totale de la mosaïque qu'ils peuvent faire avec tous les petits carrés en m^2.

Exemple 3 : Calcule l'aire d'un carré qui a un périmètre de 60 cm.

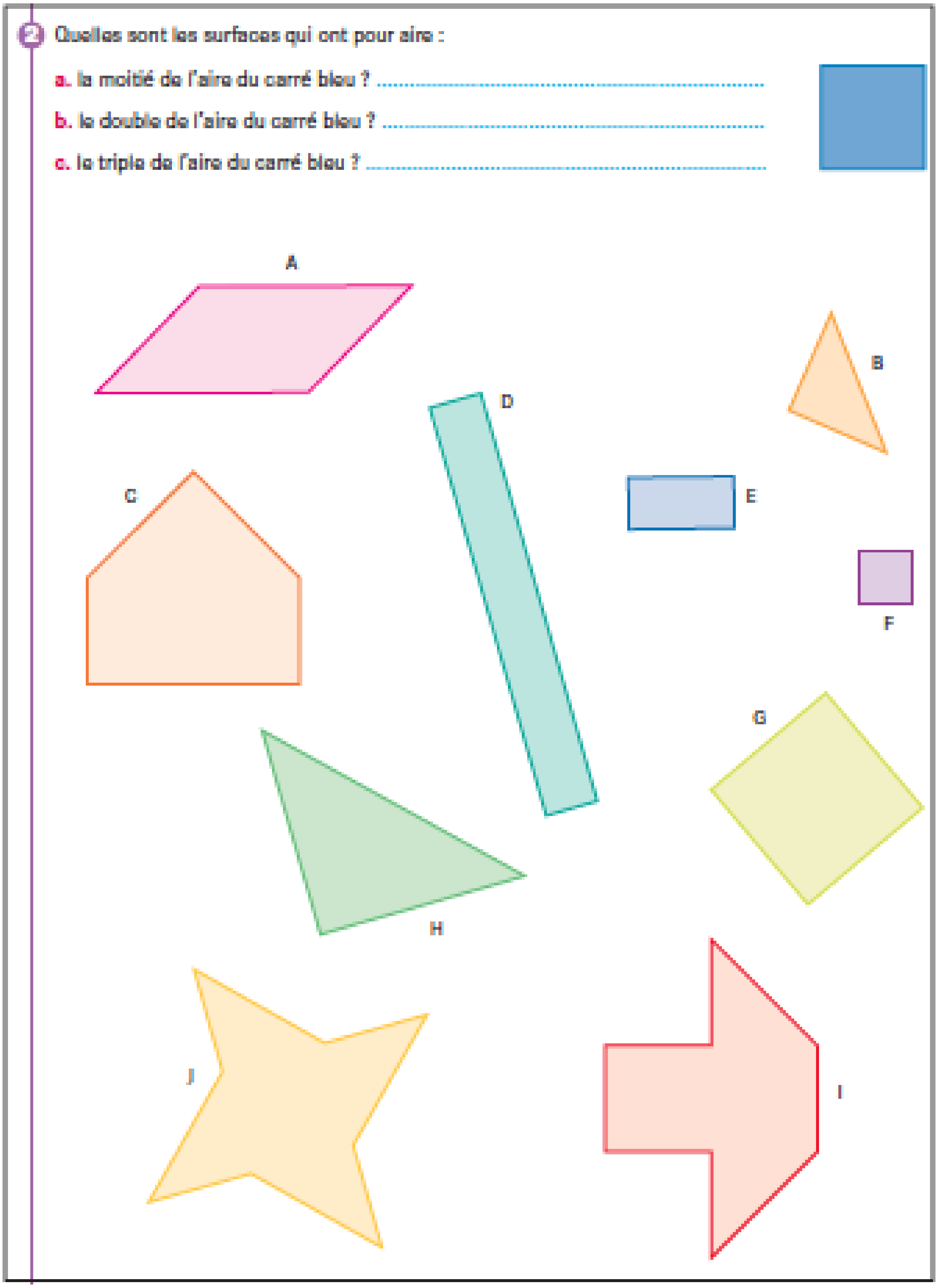
Exemple 4 : La terrasse rectangulaire de Julie mesure 12 mètres de long.
Quelle est sa surface sachant que son périmètre mesure 24 m ?

Exemple 5 : Calcule l'aire de la figure suivante. Attention, ce dessin ne respecte ni l'échelle, ni les proportions.



Forme à découper

Ne pas s'occuper des questions.



SEQUENCE DE MATHEMATIQUES en ENSEIGNEMENT SOCIOCONSTRUCTIVISTE APPRENTISSAGE DE LA NOTION D'AIRE EN CM2

Durée : 1 semaine

Pour chaque séance qui va suivre, élaborer une affiche qui servira au moment de l'institutionnalisation (cf. paragraphe sur l'institutionnalisation). Tous les affichages collectifs doivent être réutilisés au moment des phases de rappel.

Prérequis : connaitre ce qu'est le périmètre d'une figure, savoir multiplier par 100, 10 000, 1 000 000, différencier surface et contour d'une figure.

1 Heure	Séance 1
Objectif	Être capable de comparer, ranger et construire des surfaces selon leur aire sans recours à la mesure (avec un gabarit).

OUVERTURE DE LA SÉANCE

- Indication

« Nous allons travailler sur les aires c'est-à-dire sur la mesure de la surface d'une figure. »

- Objectif

« Nous allons apprendre à comparer, ranger et construire des surfaces selon leurs aires.

CORPS DE LA SÉANCE

Situation N°1

- **Phase de recherche**

Voici un rectangle (distribuer plusieurs rectangles d'un quart de feuille A4). Vous allez construire des surfaces qui dont des aires font le double de celle de ce rectangle. Vous pouvez découper, dessiner… Faites le travail en binôme.

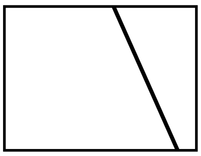
- **Mise en commun**

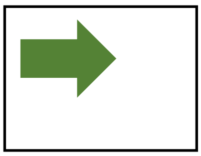
Affichez les différentes productions en demandant aux élèves d'expliciter leur procédure.

- **Institutionnalisation**

Pour construire une surface dont l'aire fait le double du rectangle, je compose une figure en rassemblant l'équivalent de deux rectangles.
Je peux découper les rectangles en plusieurs morceaux et puis les assembler pour former d'autres figures.
(Coller des exemples réalisés par les élèves sur une grande affiche récapitulative)
Cette affiche constituera la trace écrite. (Prendre une photo numérique et imprimer)

Exemple :





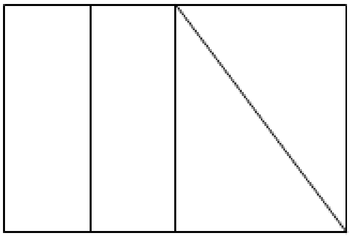
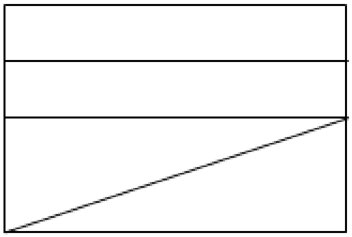
Je découpe le long du trait.

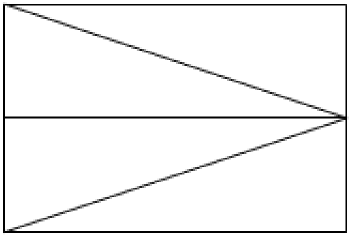
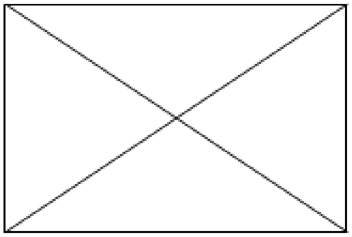
Je recompose une figure avec mon rectangle de départ et mes morceaux découpés.

L'aire de la surface obtenue est le double de celle de la surface du rectangle.

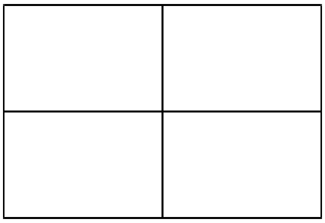
- **Phase d'application**

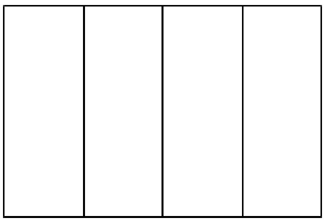
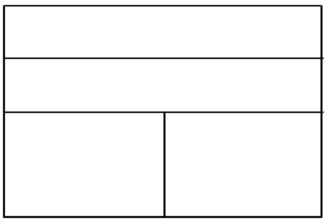
Consigne : « Voici des figures. Colorie une surface dont l'aire fait la moitié de l'aire de la surface totale (la surface peut être composée de plusieurs « morceaux. »

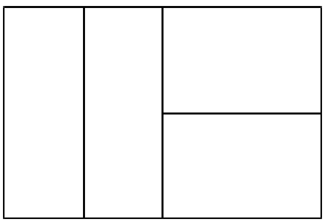
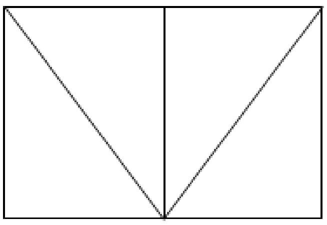



Ensuite, distribuer les figures ci-dessous en prenant soin de colorier au préalable des surfaces qui font la moitié ou le quart de la surface totale.

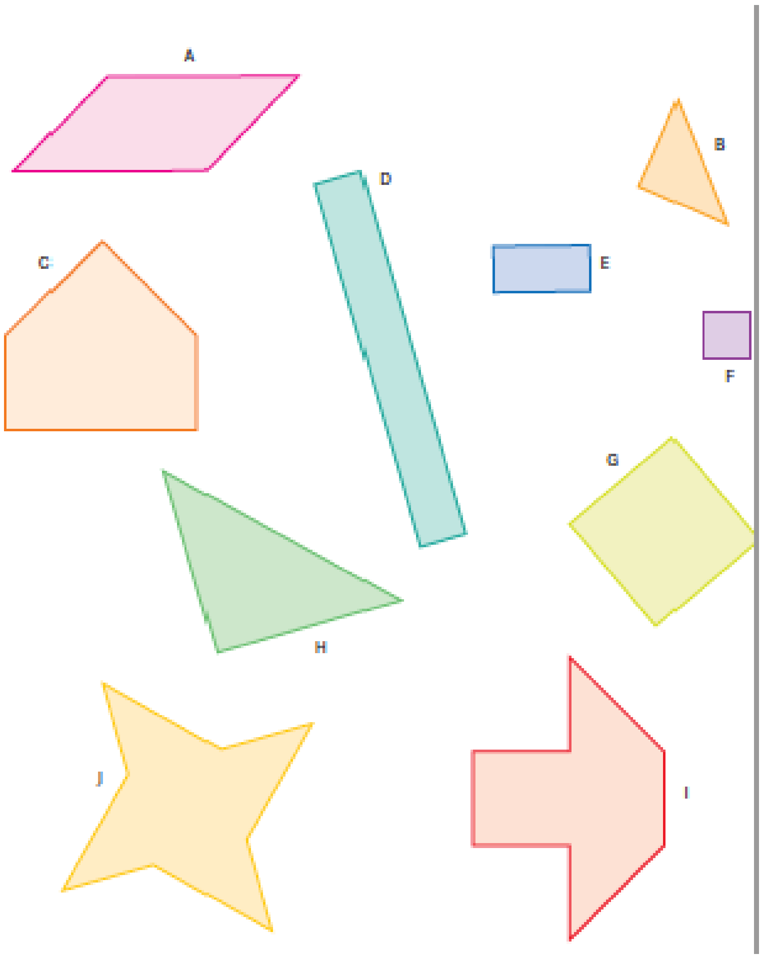


Consigne : « Quelles sont les surfaces qui ont la même aire ? Que peut-on dire de leur aire par rapport à la surface totale ?

Situation N°2 : exercice extrait du CAP Math CM2 (Hatier, 2010)



- **Phase de recherche**

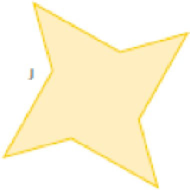
Voici plusieurs figures. Il faut les ranger de la plus petite à la plus grande surface. Pour vous aider, vous avez des gabarits : les carrés bleus que vous pouvez plier (cf. annexe). Vous allez travailler par deux.

- **Mise en commun**

Afficher les différents ordres trouvés par les binômes et interroger les élèves sur les procédures utilisées pour répondre aux problèmes.

- **Institutionnalisation**

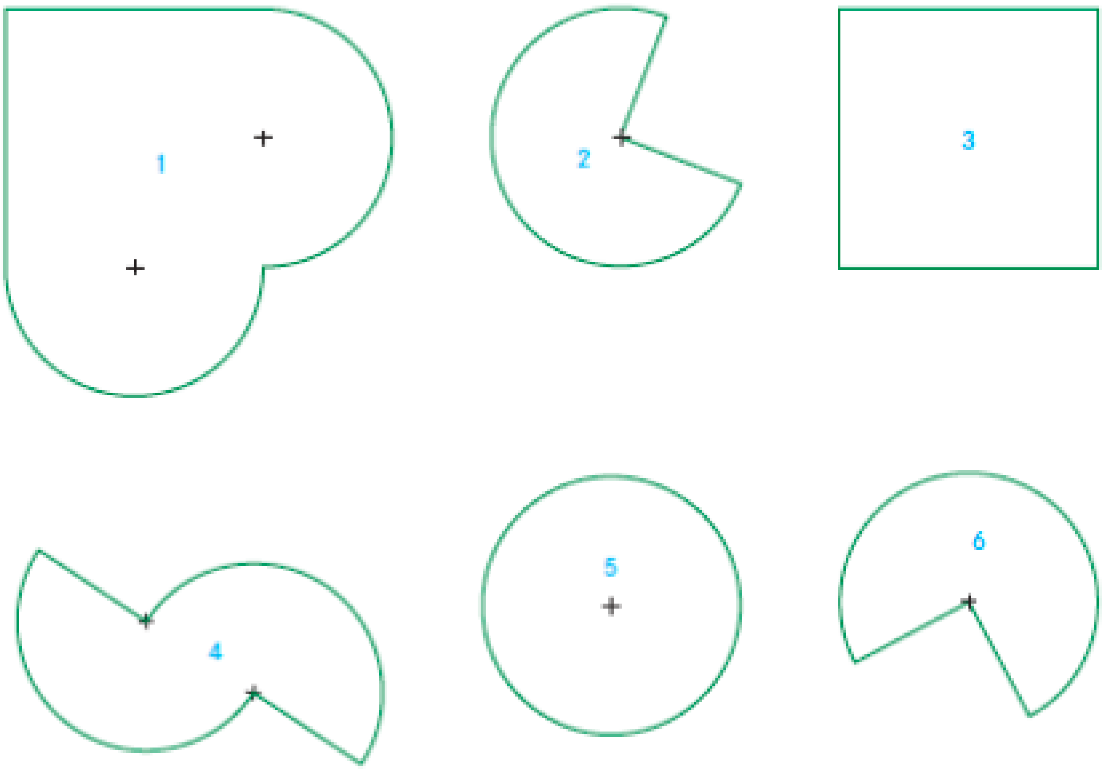
Pour ranger des surfaces de la plus petite aire à la plus grande, il faut comparer leur aire par rapport à une aire de référence : celle du gabarit. Ici c'est un carré. Il faut exprimer chaque aire en fonction de celle de référence.



Ici, on voit que la figure J, c'est un carré et 4 triangles qui sont des moitiés de carrés (carré coupé en deux dans le sens de la diagonale).
L'aire de la figure J est donc équivalente à 3 fois celle du carré bleu, la surface de référence.

- **Phase d'application**

Range ces surfaces de celle qui a la plus petite aire à celle qui a la plus grande, sachant que le cercle est inscrit dans le carré (monter ce qu'est un cercle inscrit)



CLÔTURE DE LA SÉANCE

Que faut-il retenir de la leçon d'aujourd'hui ?
Qu'est-ce que l'aire d'une surface ?
Comment construire une surface dont l'aire est 2 fois plus grande que celle du départ ? (par exemple)

1 Heure	Séance 2
Objectif	Être capable de comparer et construire des surfaces sur papier quadrillé à partir d'une unité u et donner leur aire.

OUVERTURE DE LA SÉANCE

- Indication

« Nous allons travailler sur les aires à partir de papier quadrillé. »

- Objectif

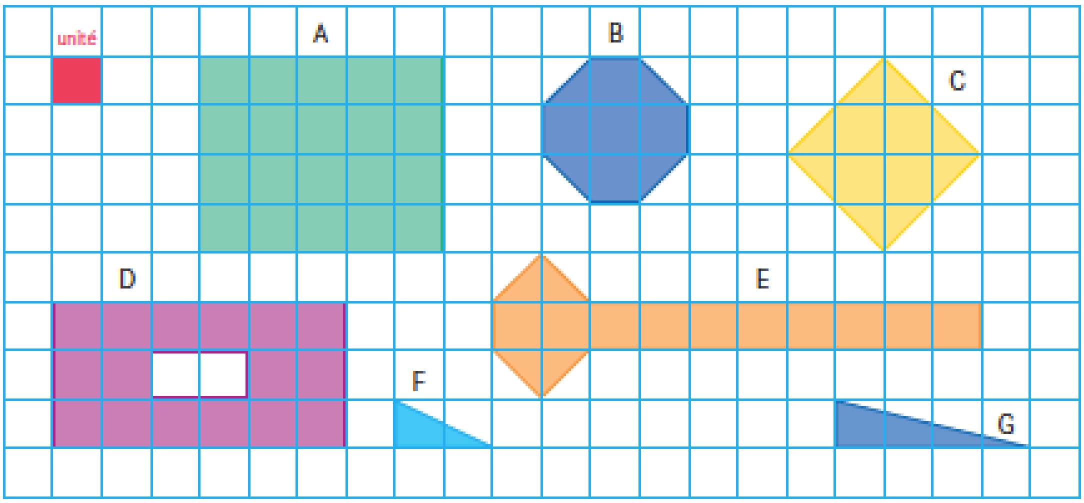
« Nous allons apprendre à calculer des aires. »

CORPS DE LA SÉANCE

Situation N°1

- **Phase de présentation en grand groupe**

Exprime l'aire de chaque surface, avec l'unité choisie.



Cap Math CM2, Hatier, 2010

Voici plusieurs figures. Exprimez les aires des différentes figures à partir d'un petit carreau nommé u.
Faites-le par 2.

- **Mise en commun**

Affichez les réponses des binômes et demandez aux élèves d'expliciter leur procédure, notamment pour les figures B, C, F et G.

- **Institutionnalisation**

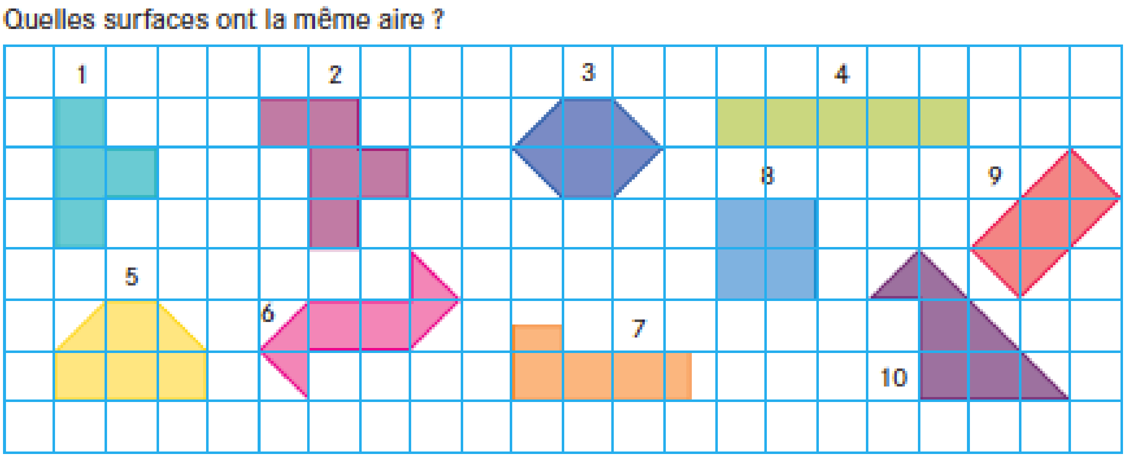
Pour calculer l'aire d'une figure sur papier quadrillé à l'aide d'une surface de référence (ici le petit carreau), il faut compter le nombre de petits carreaux de la figure.
2 triangles = 1 petit carreau

F c'est la moitié d'un rectangle de 2 carreaux. Montrer que F est contenue dans un rectangle de 2 carreaux et qu'elle représente la moitié de cette surface (propriété liées aux diagonales des rectangles. Une diagonale coupe le rectangle en deux parties égales.)

G c'est la moitié d'un rectangle de 4 carreaux. Même explication.

L'aire de la surface F c'est donc 1 et l'aire de la surface G c'est 2.

- ⇨ **Phase d'application :** exercice extrait du cap math **CM2**
- ⇨ Demander aux élèves de justifier leur réponse en exprimant les aires des surfaces par l'unité u.



Cap Math CM2, Hatier, 2010

<u>Situation N°2</u>

- **Phase de présentation en grand groupe**

Distribuer du papier quadrillé à petits carreaux.

Consigne : « Voici du papier quadrillé, vous allez colorier des surfaces dont les aires sont différentes :

$\text{Aire}_{\text{figure1}} = 5u$; $\text{Aire}_{\text{figure2}} = 8u$; $\text{Aire}_{\text{figure3}} = 3u$; $\text{Aire}_{\text{figure4}} = 11u$

Attention la figure 2 et la figure 4 devront posséder des carreaux qui ne sont pas entièrement coloriés (comme dans la figure 6 par exemple).

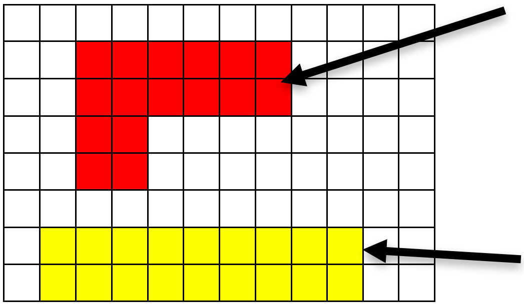
- **Mise en commun**

Comparer les productions des élèves qui expliquent leur procédure.

- **Institutionnalisation**

Pour construire des surfaces d'aire donnée sur du papier quadrillé, plusieurs cas se produisent :

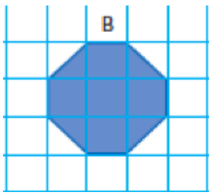
1^er^ cas : la surface est composée que de petits carreaux entiers
Je colorie autant de petits carreaux que d'unité u.



Aire de la figure rouge = 16 u
(16 petits carreaux)

Aire de la figure jaune = 18 u
(18 petits carreaux)

2ème cas : la surface est composée de petits carreaux dont certains ne sont pas entiers

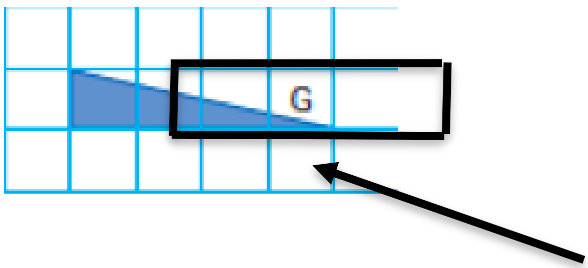


Je peux construire des surfaces composées

- de carreaux entiers (ici 5)
- de moitié de carreaux (ici les triangles sont des demi-carreaux).
  1u = 2 triangles.

Pour construire une surface d'aire 7u, il faut donc que je colorie l'équivalent de 2 petits carreaux soit 4 demis petits carreaux, ici 4 triangles).

3ème cas de figure : la surface de la figure n'est pas immédiatement identifiable en nombre de petits carreaux.

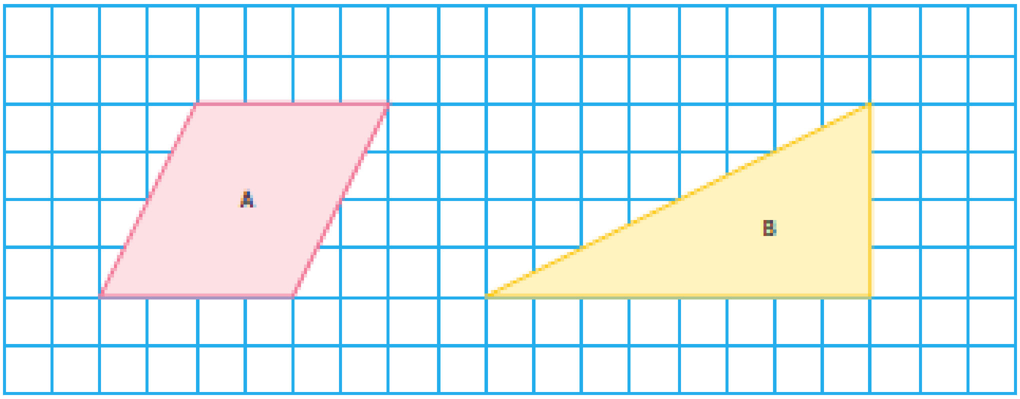


Je trace un rectangle de manière à ce que l'aire de la surface représente la moitié de ce rectangle.
L'aire du rectangle noire est facile à identifier : elle mesure 4u (4 petits carreaux).
Le triangle représente la moitié du rectangle, son aire aussi. L'aire du triangle mesure 2u (la moitié de 4u).

- **Phase d'application : exercice extrait du CAP Math**

⇨ Demander aux élèves de justifier leur réponse

Compare les aires des surfaces A et B.



CLÔTURE DE LA SÉANCE

- Qu’avons-nous appris à faire pendant cette séance ?
- Comment peut-on calculer l’aire d’une figure dessinée sur du papier quadrillé ?

1 Heure	**Séance 3**
Objectif	Être capable de construire des figures de même aire, mais de formes différentes (différencier aire et périmètre)

OUVERTURE DE LA SÉANCE

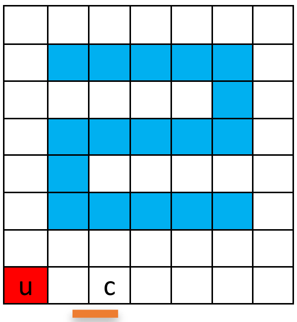
- Indication

« Nous avons commencé à travailler sur les aires et nous avons déjà vu ce qu'était le périmètre d'une figure. »

- Objectif

« Nous allons apprendre à faire la différence entre aire et périmètre. »

- Rappel



Quelle est l'aire de cette figure ?
Quel est son périmètre ?
(Le périmètre c'est la longueur du contour de la figure.)

⇨ On prendra « u » comme unité d'aire et « c » comme unité de longueur pour le périmètre.

CORPS DE LA SÉANCE

- **Phase de présentation en grand groupe**

Par deux, vous allez répondre à l'exercice suivant. Je modifie volontairement les consignes

Dessine une surface qui a la même aire que la surface 3, mais qui n'a pas la même forme.

Cap Math CM2, Hatier, 2010

On prendra comme unité d'aire, le petit carreau.
Vous dessinerez une surface qui ne comprend que des petits carreaux « entiers » (pas de demi-carreaux).
Ensuite, je vous demande de calculer le périmètre de votre figure.

- **Mise en commun**

  Affichez les réponses des binômes et demandez aux élèves d'expliciter leur procédure.

⇨ Montrer la diversité des productions.

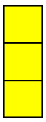
⇨ Rappeler ce qu'est l'aire, ce qu'est le périmètre et comparer l'aire et le périmètre du carré avec ceux des surfaces proposées.

- <u>**Institutionnalisation**</u>

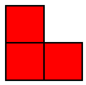
  La surface c'est l'intérieur d'une figure. L'aire c'est la mesure de cette surface.
  Le périmètre c'est le contour de la figure.
  Soit u, l'unité d'aire (un petit carreau) et c, l'unité de longueur d'un petit carreau.

<u>Des figures peuvent avoir la même aire et le même périmètre</u>

Exemple :



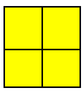
Aire = 3u
Périmètre = 8c



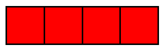
Aire = 3u
Périmètre = 8c

<u>Des figures peuvent avoir la même aire, mais des périmètres différents</u>

Exemple :



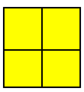
Aire = 4u
Périmètre = 8c



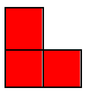
Aire = 4u
Périmètre = 10c

<u>Des figures peuvent avoir des aires différentes, mais des périmètres identiques</u>

Exemple :



Aire = 4u
Périmètre = 8c

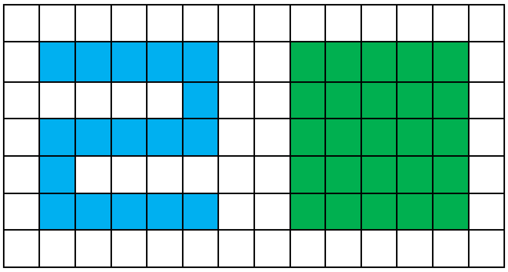


Aire = 3u
Périmètre = 8c

- **Phase d’application :**

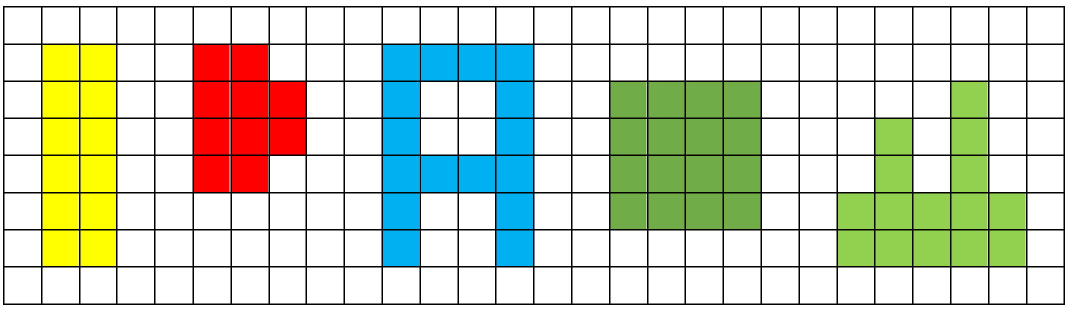
Voici 2 figures.
Soit u, l’unité d’aire (un petit carreau) et c, l’unité de longueur d’un petit carreau.

Quelle est leur aire ?
Quel est leur périmètre ?
Compare-les selon leur aire puis selon leur périmètre.
Justifier vos réponses.
Correction collective. Expliciter les procédures à nouveau pour chaque calcul.



- **Phase d’entrainement individuelle**

<u>Consigne</u>
« Seul, calcule le périmètre et l’aire de chacune de ces surfaces en utilisant u comme unité d’aire (aire d’un petit carreau) et c comme unité de longueur d’un petit carreau. »



Ranger ces figures de la plus petite à la plus grande selon la longueur de leur périmètre.
Ranger ces figures de la plus petite à la plus grande selon leur aire.

CLÔTURE DE LA SÉANCE

- Qu’avons-nous appris à faire pendant cette séance ?
- Qu’est-ce que l’aire d’une figure ? Et le périmètre ?
- Le périmètre et l’aire d’une figure sont-ils toujours égaux ?

1 Heure	Séance 4
Objectif	Être capable d'utiliser des unités d'aire usuelles : construire des rectangles et des carrés de … cm^2

OUVERTURE DE LA SÉANCE

- Indication

« Nous allons continuer la séquence sur les aires. »

- Objectif

« Aujourd'hui nous allons apprendre à construire des rectangles et des carrés d'une surface donnée en utilisant des unités d'aire. »

- Rappel

« Qu'avons-nous appris depuis le début de cette séquence ? Que savons-nous faire ? »

⇨ L'aire c'est la mesure d'une surface. Quand on a un papier quadrillé, on peut facilement mesurer la surface en comptant les petits carreaux.

⇨ Il ne faut pas confondre l'aire d'une figure et le périmètre qui est la longueur de son contour.

⇨ Des surfaces peuvent avoir la même aire sans avoir le même périmètre et inversement.

CORPS DE LA SÉANCE

Situation N°1

⇨ Distribuer du papier quadrillé : 2 feuilles par élève.

- **Phase de présentation en grand groupe : exercice extrait du CAP Math**

Consigne : « Par deux, vous allez tracer tous les rectangles possibles dont l'aire mesure 24u et 16u. Je vous donne deux feuilles de papier quadrillé différentes pour le faire. Une pour les rectangles d'aire 24u et l'autre pour les rectangles d'aire 16u. »

- **Mise en commun**

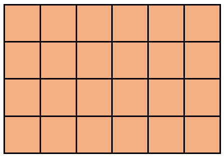
(Réponse pour les rectangles de 24u : 1x24 ; 2x12 ; 3x8 ; 4x6)
(Réponse pour les rectangles de 16u : 1x16 ; 2x8 et 4x4, le carré)

Affichez les réponses des binômes et demandez aux élèves d'expliciter leur procédure.
Montrer la diversité des productions.

- **Institutionnalisation**

L'aire d'un rectangle c'est le nombre de petits carreaux d'unité u de ce rectangle.
On peut trouver l'aire d'un rectangle en multipliant le nombre de petits carreaux de la largeur par le nombre de petits carreaux de la longueur :

L = 8



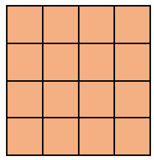
l = 4

L’aire de ce rectangle mesure 24 u (4 x 8= 24)
L’aire d’un rectangle c’est donc le nombre de carreaux de la longueur x le nombre de carreaux de la largeur.

- De la même manière, pour le carré :

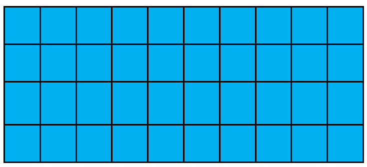
C = 4

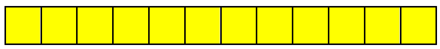
L’aire de ce carré mesure 16 u (4 x 4 = 16)
L’aire d’un carré c’est le nombre de petits carreaux de son côté x le nombre de petits carreaux de son côté.

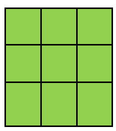


⇨ Phase d’application

Consigne : « Calcule l’aire des figures suivantes en justifiant ta réponse. L’unité est u. »





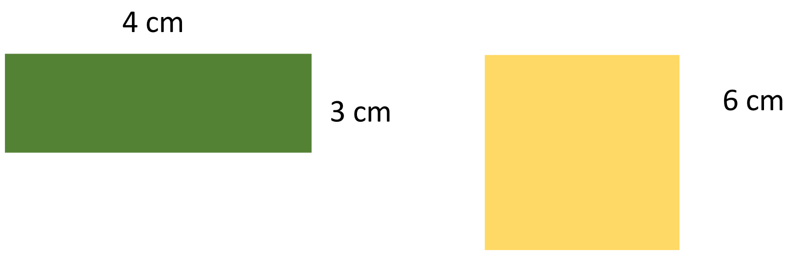


<u>Situation N°2</u>

- **Phase de présentation en grand groupe**

⇨ Distribuer du papier quadrillé : 2 feuilles par élève.

Consigne : « Voici un rectangle et un carré dont je connais la longueur des côtés. Par deux, vous allez calculer leur aire. »



- **Mise en commun et institutionnalisation :**

Correction collective en utilisant la procédure suivante : l'aire du rectangle c'est le nombre de cm de sa longueur x le nb de cm sa largeur.
Introduire une unité usuelle des aires : le cm^2

- **Phase d'application**

Consigne : « Par deux, vous allez calculer l'aire des rectangles et des carrés. Vous exprimerez l'aire en utilisant l'unité usuelle : cm^2. »

	Longueur	largeur
Rectangle orange	9 cm	2 cm
Rectangle jaune	3 cm	6 cm

Le carré a un côté qui mesure 12 cm

Situation N°3

- **Phase de présentation en grand groupe**

Consigne : « Voici un autre problème : j'ai un rectangle et un carré qui ont tous les deux une aire de 64 cm^2. Je connais la largeur du rectangle. Calcule la longueur du rectangle et celle du côté du carré. » Vous allez résoudre ce problème en groupe. Vous ferez une affiche pour expliquer comment vous trouvez votre réponse.

- **Mise en commun**

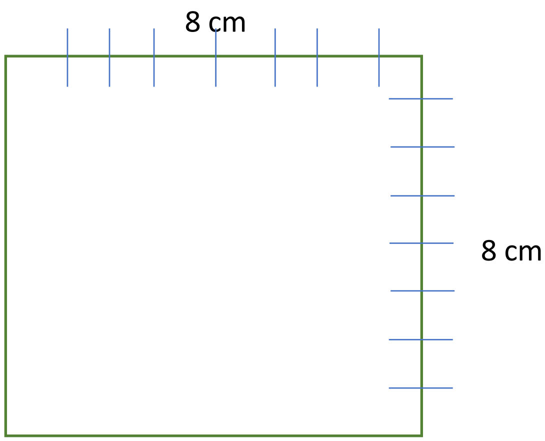
⇨ Afficher les différentes productions des élèves, comparer les procédures.

⇨ Faire émerger la procédure experte qui est, à ce stade, de passer par la procédure vue précédemment (nombre de cm de la largeur x nombre de cm de la longueur).

- **Institutionnalisation**

1er cas : le carré
Je veux construire un carré d'aire : 64 cm^2
Quel est le nombre qui est multiplié par lui-même qui fait 64 ? C'est 8 car 8 x 8 = 64.
L'aire est exprimée en cm^2 donc le côté du carré est en centimètre.
Je dois construire un carré de 8 cm de côté.

Faire le carré à l'échelle.

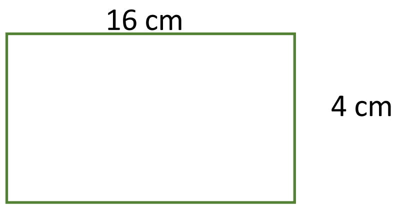


2ème cas : le rectangle
Je veux construire un rectangle d'aire : 64 cm^2

Soit je connais sa longueur ou sa largeur

Le rectangle mesure 4 cm de largeur.
L'aire du rectangle mesure 64 cm^2, sa largeur mesure 4 cm.
Je cherche la réponse dans la table du 4.
64 = 16 x 4. La longueur de mon rectangle mesure 16 cm.

Je peux construire mon rectangle : faire un dessin à l'échelle et en traçant les traits de chaque centimètre.



Soit je ne connais ni la longueur ni la largeur

Alors je peux inventer le rectangle que je veux toujours en utilisant la procédure suivante : l'aire du rectangle est de 64 cm^2. = nombre de cm de la longueur x nombre de cm de la largeur.
64 cm^2 = nombre de cm de la longueur x nombre de cm de la largeur.
Je cherche la réponse dans les tables. Quels sont les nombres qui, multipliés, font 64 ?
64 c'est 2 x 32 c'est aussi 4 x 16 c'est encore 8x8 (le carré).
Je peux construire un rectangle dont la longueur mesure 32 centimètres et la largeur 2 centimètres.

- **Phase d'application**

<u>Consigne</u> : « Complète le tableau suivant en justifiant ta réponse. »

	Longueur	Largeur
$Aire_{rectangle\text{-}jaune}$ = 18 cm^2		3 cm
$Aire_{rectangle\text{-}vert}$ = 54 cm^2	9 cm	
$Aire_{rectangle\text{-}rouge}$ = 40 cm^2		

$Aire_{carré}$ = 81 cm^2	

CLÔTURE DE LA SÉANCE

- Qu'avons-nous appris à faire pendant cette séance ?
- La prochaine séance on apprendra les unités d'aires usuelles.

1 Heure	Séance 5
Objectif	Être capable d'utiliser des unités d'aires usuelles et effectuer des conversions

OUVERTURE DE LA SÉANCE

- Indication

« Nous allons travailler sur les unités d'aire. »

- Objectif

« Aujourd'hui nous allons apprendre à convertir des aires en différentes unités. »

- Rappel

« Qu'avons-nous appris à la séance 4 ? »

⇨ Comment calculer l'aire d'un rectangle ;

⇨ Comment calculer l'aire d'un carré ;

⇨ Introduction d'une unité usuelle d'aire : le cm^2.

CORPS DE LA SÉANCE

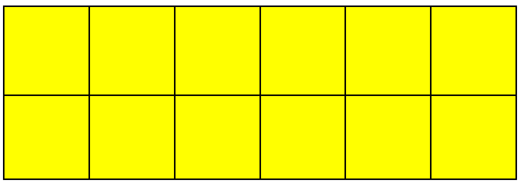
Situation N°1

- **Institutionnalisation**

Vous connaissez déjà les unités de longueur :

km	**hm**	**dam**	**m**	**dm**	**cm**	**mm**
kilomètre	hectomètre	décamètre	mètre	décimètre	centimètre	Millimètre
1000 fois plus grand que le mètre	**100 fois plus grand** que le mètre	**10 fois plus grand** que le mètre		**10 fois plus petit** que le mètre	**100 fois plus petit** que le mètre	**1000 fois plus petit** que le mètre

Voici un rectangle :



L'aire de ce rectangle est ici, 6 x 2 = 12 (nombre de carreaux de la largeur x nombre de carreaux de sa longueur.

Si l'unité est u (un petit carreau), j'ai $Aire_{retangle\text{-}jaune}$= 12u.

1 m

Je reprends cette même figure. Mais cette fois les petits carreaux ont 1 m de côté : 1 m

L'aire du carré jaune est 1m x 1m = 1 m^2

$1m^2$

Ici $\text{Aire}_{\text{retangle-jaune}}$= 12 m^2

Attention, si le carreau n'est plus de 1 m, <u>mais de 1 cm</u>. Alors l'aire de mon rectangle jaune c'est 6 x 2 = 12 cm^2

$1cm^2$

1 cm est 100 fois plus petit qu'un mètre (ou 1m est 100 plus grand que le cm)
1 cm^2 = 1cm x 1 cm, donc 1 cm^2 c'est 100 x 100 fois plus petit qu'un m^2. On peut dire aussi qu'un m^2 c'est 10 000 fois plus grand qu'un cm^2.
On peut dire aussi que : 1 m^2 = 10 000 cm^2

km^2	**$h\ m^2$**	**$da\ m^2$**	**m^2**	**dm^2**	**cm^2**	**mm^2**
Kilomètre-carré	Hectomètre-carré	Décamètre-carré	Mètre-carré	Décimètre-carré	Centimètre-carré	Millimètre-carré
1 km x 1 km	1 hm x 1 hm	1 dam x 1 dam	1m x 1m	1 dm x 1 dm	1 cm x 1 cm	1 mm x 1 mm
1000 m x 1000 m	100 m x 100 m	10 m x 10 m		1/10 m x 1/10 m	1/100 m x 1/100 m	1/1000 m x 1/1000 m
1 000 000 fois plus <u>grand</u> que le mètre-carré	**10 000 fois plus <u>grand</u>** que le mètre-carré	**100 fois plus <u>grand</u>** que le mètre-carré		**100 fois plus <u>petit</u>** que le mètre-carré	**10 000 fois plus <u>petit</u>** que le mètre-carré	**1 000 000 fois plus <u>petit</u>** que le mètre-carré

On peut dire aussi :
1 km^2 = 1 000 000 **m^2**
1 m^2 = 10 000 cm^2

- **Phase d'application**

Consigne : « L'aire d'une surface mesure 37 m^2. Donne cette aire en mm^2. »

- Correction collective. Insister sur la procédure :

1 m = 1000 mm
1 m^2 = 1000 mm x 1000 mm = 1 000 000 mm^2
37 m^2 = 37 x 1 000 000 mm^2 = 37 000 000 mm^2

- **Phase d'entrainement**

Convertis les aires suivantes :

- 23 hm^2 en m^2
- 31 km^2 en m^2
- 45 dam^2 en dm^2
- 23 dm^2 en cm^2
- 310 cm^2 en mm^2

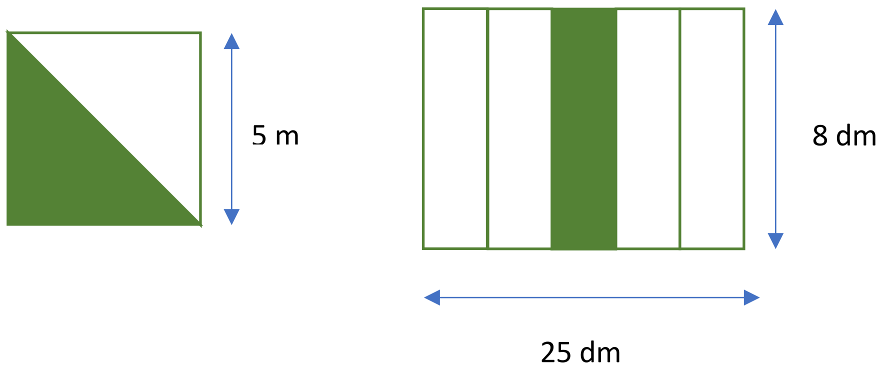
CLÔTURE DE LA SÉANCE

- Qu'avons-nous appris à faire pendant cette séance ?
- Comment transforme-t-on 34 km^2 en m^2 et 16 m^2 en dm^2 ?

45 min	Séance 6
Objectif	Evaluation

Pour compléter cette séquence, il faudra aborder les aires à travers des problèmes

Exemple 1 : Calcule l'aire de la partie colorée

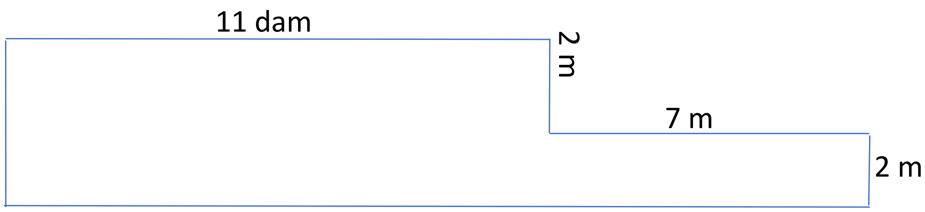


Exemple 2 : Les élèves d'une classe de CM2 découpent des petits carrés de couleur pour faire une mosaïque.
Ils en ont déjà 180. Chaque petit carré a une aire de 2 cm^2.
Calcule l'aire totale de la mosaïque qu'ils peuvent faire avec tous les petits carrés en m^2.

Exemple 3 : Calcule l'aire d'un carré qui a un périmètre de 60 cm.

Exemple 4 : La terrasse rectangulaire de Julie mesure 12 mètres de long.
Quelle est sa surface sachant que son périmètre mesure 36 mètres ?

Exemple 5 : Calcule l'aire de la figure suivante : Attention ce schéma n'est pas à l'échelle et ne respecte pas les proportions.



Formes à découper

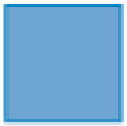
Ne pas tenir compte des questions

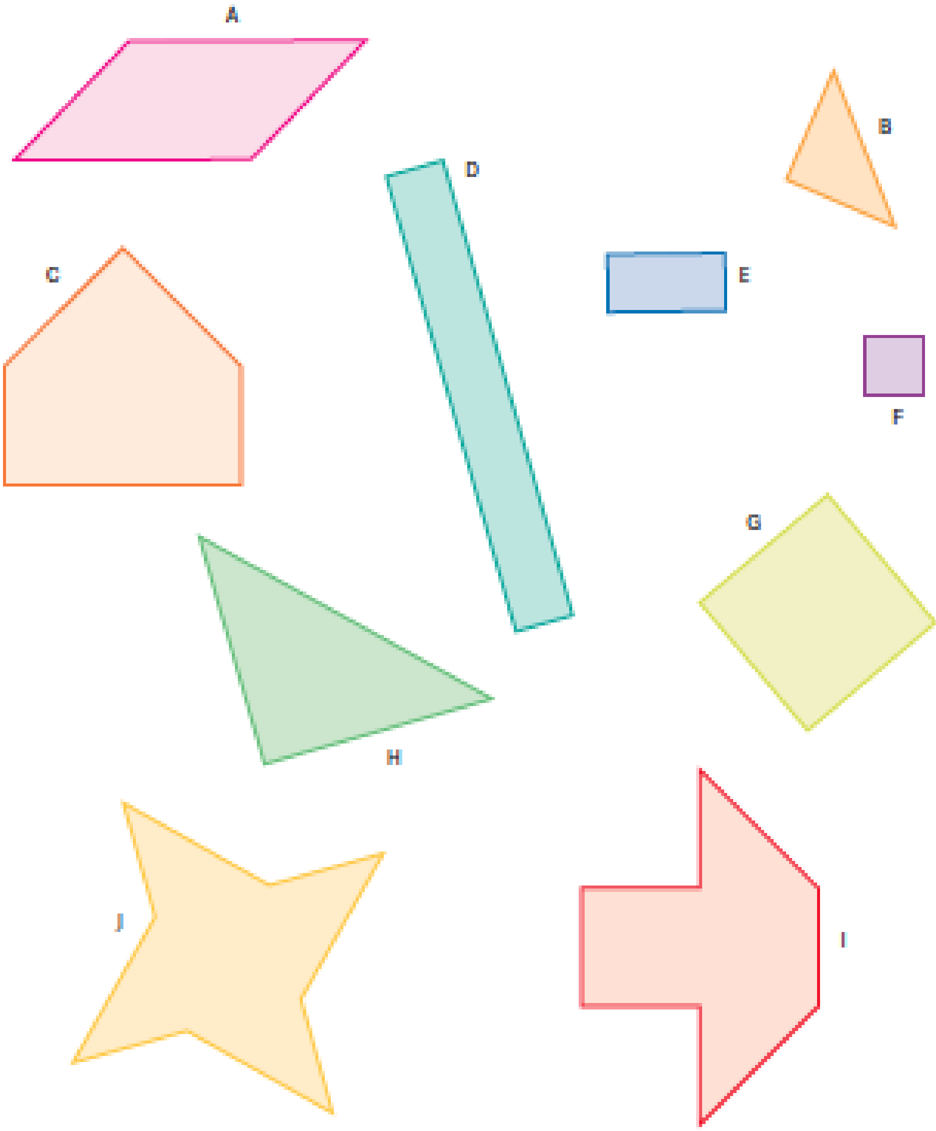
2 Quelles sont les surfaces qui ont pour aire :

a. la moitié de l'aire du carré bleu ? ....

b. le double de l'aire du carré bleu ? ....

c. le triple de l'aire du carré bleu ? ....





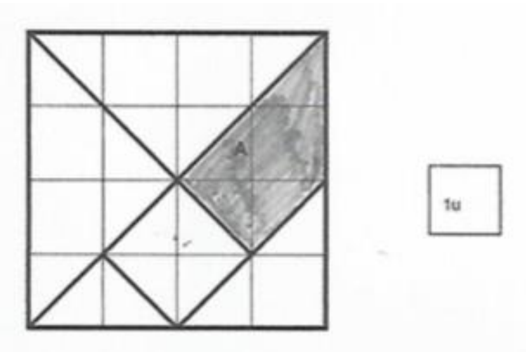
PRETEST & POST-TEST - NOTION d'AIRE en CM2

Date : ……………………………………………………………… Nom de l'école : ……………………………

Prénom de l'élève : ………………………………………… Classe : ………………………………………

NOM de l'élève : …………………………………………… Temps : ………………………………………

Exercice 1

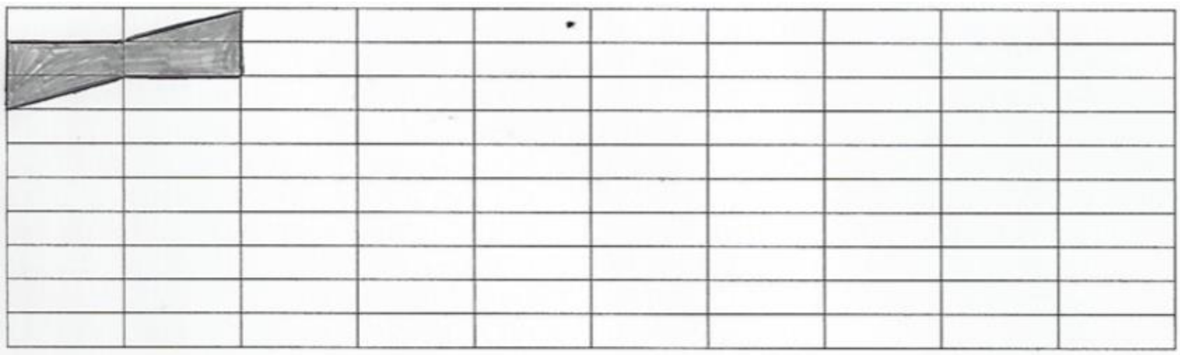


Voici un puzzle. L'unité d'aire est le carreau (u).
Quelle est l'aire totale de ce puzzle ?
Quelle est l'aire de la pièce A grisée ?

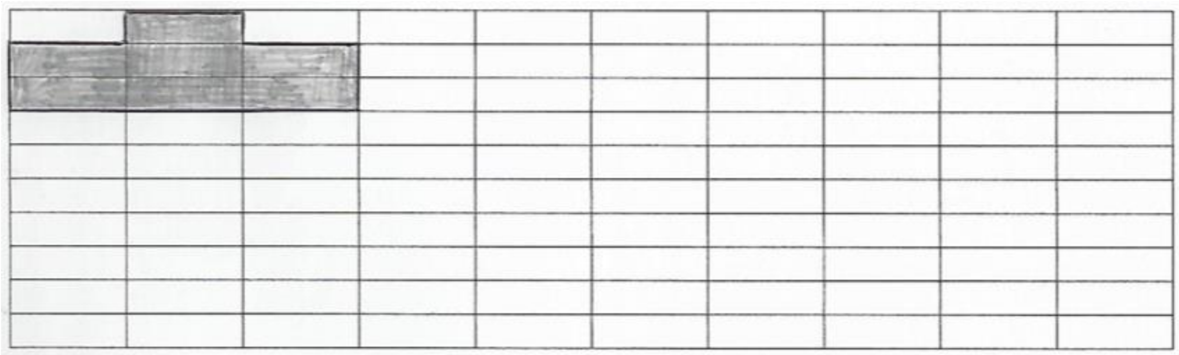
Aire totale = ………………………………………….

Aire de la pièce A = ……………………………….

Exercice 2
Dessine en rouge une surface qui est trois fois plus grande que celle de la figure ci-dessous.

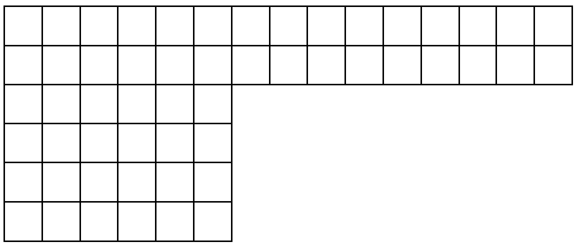


Exercice 3
Dessine en vert une surface qui est deux fois plus petite que celle de la figure ci-dessous.



Exercice 4

Calcule l'aire et le périmètre de la figure suivante sans utiliser d'instrument. Chaque carreau mesure 1m de côté. Justifie par un calcul en ligne :



Exercice 5
Vérifie les égalités suivantes et dis si elles sont vraies ou fausses après avoir justifié ta réponse.

32 km^2 = 32 000 000 m^2

9 m^2 = 900 mm^2

1 m^2 = 1 dm^2

Prérequis à tester après le prétest

1. Surface et contour d'une figure

Fais apparaitre en vert la surface de la figure blanche ci-dessous et en rouge son contour (utilise un feutre pour le contour).

2. Calcul mental :

Ecris les résultats des calculs suivants :

56 X 10 000 = ______________________

38 x 100 = _________________________

13 x 1 000 000 = ____________________

3. Calcul de périmètre :

Calcule le périmètre de la figure bleue (la figure n'est pas à l'échelle)

[AB] = [HG] = 6 dm ;

[DE] =[KJ] = 4 dm ;

[BC] = [CD] = [FE] = [FG] = [HI] = [JI] = [KL] = [LA] = 1 dm