COMPTER SUR LES ERREURS POUR COMPTER SANS ERREURS :

ÉTAT DES LIEUX SUR L'ENSEIGNEMENT DE LA NUMÉRATION DÉCIMALE DE POSITION AU CYCLE 3.

Véronique Parouty
Conseillère pédagogique
La Rochelle

Résumé :

Cette communication présente les résultats d'une recherche menée dans le cadre du DESS d'Ingénierie du Conseil pédagogique .Année 2002-2003. Le Directeur de la formation est Monsieur Michel Fayol. Aussi, la méthodologie adoptée est-elle très centrée sur l'expérimentation, la mesure et le traitement statistique.

Trois questions ont été le point de départ du travail qui s'est appuyé sur des tests et questionnaires auprès des élèves de cycle 3 et des enseignants :

- dans quelle mesure, la numération décimale est-elle bien installée au cycle 3 (du CE2 au CM2) ?
- comment les enseignants repèrent-ils les erreurs de leurs élèves et quels dispositifs de remédiation conçoivent-ils ?
- les résultats des élèves peuvent-ils s'améliorer si les enseignants les font travailler sur des exercices faisant fonctionner de manière privilégiée l'aspect positionnel de la numération ?

Les résultats de ce travail semblent montrer qu'un gros effort de formation des enseignants sur ce sujet est nécessaire.

1. PRÉSENTATION DES HYPOTHÈSES :

La recherche a d'abord porté sur les élèves du cycle 3, puis sur les enseignants.

1. hypothèses au niveau des élèves :

La numération décimale de position est une notion qui me semblait complexe dans le sens où elle est difficile à construire et difficile à évaluer.

Ainsi ai-je émis **l'hypothèse que la numération décimale de position n'était pas nécessairement bien installée au cycle 3 et que cela pouvait passer inaperçu au cours du cycle**.

Nombre d'enseignants du cycle 3 ne font pas de la numération décimale de position un objectif prioritaire dans l'enseignement mathématique. Peut-être, d'une part, ont-ils eu tendance à mettre l'accent sur la géométrie puis sur la résolution de problèmes, mais surtout sur la lecture, pour atteindre des performances meilleures aux évaluations nationales ; peut-être aussi, considèrent-ils l'apprentissage de la numération décimale de position comme étant " l'affaire du cycle 2 " au même titre que l'apprentissage de la lecture.

Or, la maîtrise de le numération décimale de position me semble fondamentale pour construire et maîtriser d'autres compétences comme, par exemple, les calculs et *a fortiori*, les calculs posés. La gestion de " la retenue " est au cœur du problème dans les trois techniques élémentaires (l'addition, la soustraction et la multiplication). En outre, je fais le pari que si la numération de position n'est pas bien comprise par l'élève, celui-ci éprouvera des difficultés à " travailler " (au sens de manipuler) les nombres décimaux à virgule.

Selon moi, l'enseignant qui propose trop tôt ou trop souvent des techniques opératoires à ses élèves risque de mettre en place une mécanique, efficace au niveau du résultat, mais d'occulter aussi efficacement, l'incompréhension par les élèves du fonctionnement de la numération de position à travers la technique.

Enfin, je pense que la plupart des enseignants abordent les nombres à virgule en prenant appui sur la mesure (essentiellement, mesure de longueur) et non sur les fractions. Le choix est confortable pour l'enseignant mais il est certainement préjudiciable pour l'élève . La partie décimale du nombre est alors considérée par l'élève comme un nombre entier juxtaposé à la partie entière et séparé par une virgule. L'introduction des nombres décimaux au cours moyen est pourtant l'occasion de mesurer le niveau de maîtrise de la numération de position et de l'asseoir.

Afin de vérifier si mon hypothèse est fondée, je me suis tout d'abord appuyée sur la lecture de la synthèse des évaluations nationales CE2 2002, 6° et 5° . En CE2, le score de réussite global atteint 64,4% dans le domaine " travaux numériques ", cachant des disparités selon les items : la soustraction pose problème si elle est à retenue (score variant de 36,5 à 45%) , la multiplication de 29 par 10 (31%) alors que c'est 29 dizaines ; l'item 39 (850 - 600) n'est réussi qu'à 37%. Dans le domaine de la " numération écrite et orale ", l'item 81 " utiliser l'algorithme décimal de la numération par 10 " n'est réussi (ZEP et Hors ZEP confondus) qu'à 56%.

En 6°, dans le champ " numération et écriture des nombres ", il est précisé que les items liés " au sens de l'écriture à virgule ont présenté plus de difficulté. "

Il ressort de cette première lecture que la numération décimale de position fait obstacle au cycle 3 et au-delà. Seuls certains items sont révélateurs de cette lacune. Les techniques opératoires quant à elles, semblent se consolider d'année en année mais elles ne permettent pas de distinguer l'aspect mécanique de l'aspect raisonné du calcul car, seul, le résultat de l'opération est évalué.

- **La bonne compréhension du fonctionnement de la numération décimale de position est-elle le garant d'une réussite en calcul et cela, même au moment de l'introduction des nombres décimaux à virgule ?**
- **Inversement, peut-on imaginer que la maîtrise des techniques opératoires ne s'accompagne pas d'une compréhension meilleure de la numération de position ?**

La lecture des travaux menés par des didacticiens et des chercheurs m'incite à explorer plus finement cette voie. Rémi Brissiaud (2003), par exemple défend l'idée qu'il est indispensable de retarder l'apprentissage de " l'addition en colonne " au cycle 2 car elle ne permet pas de comprendre le sens de la numération décimale. Il développe sur tout le cycle 2 l'idée que c'est en affirmant les compétences en calcul qu'on participe à la construction durable de la numération de position.

Roland Charnay (1999,p.97), dans : " Pourquoi des mathématiques à l'école ? " dénonce les enseignants qui transmettent des mécanismes aux élèves pour ne pas les déstabiliser notamment en ce qui concerne l'approche des nombres décimaux : " Pour ne pas déstabiliser les élèves, on évite de déstabiliser leurs connaissances ".

En outre, l'équipe ERMEL à laquelle participe Roland Charnay développe, dans tous les niveaux de classe, l'intérêt de faire travailler les élèves sur le principe décimal de notre numération : " un travail approfondi sur les principes de la numération orale doit permettre des réinvestissements féconds dans les domaines du calcul mental. " (ERMEL CE2 2000 p. 278). Les nouveaux programmes vont eux-mêmes dans ce sens : " on peut exploiter des erreurs du type 0,5x 3= 0,15 pour revenir sur la signification des écritures décimales " (page 27 document d'accompagnement du cycle 3).

Un lien semble donc établi entre numération décimale de position et calcul. La numération de position occupe une place centrale dans les travaux numériques.

- **S'il est avéré, à l'échelle locale, que les erreurs relevant de la numération décimale de position, sont présentes au cycle 3, alors, est-il possible de construire un dispositif de remédiation efficace ?**
- **En outre, un travail de remédiation centré exclusivement sur la numération positionnelle, a-t-il des effets positifs dans le domaine du calcul ?**

2. hypothèse au niveau des enseignants :

J'émets **l'hypothèse que nombre d'enseignants ne mettent pas en place des dispositifs d'évaluation mettant en évidence les erreurs relevant de la numération de position dans les travaux numériques de leurs élèves.**

Par voie de conséquence**, je m'interroge de savoir s'ils conçoivent des dispositifs de remédiation qui visent à installer durablement la numération de position chez leurs élèves.**

- **Si des erreurs de numération décimale de position sont effectivement constatées chez les élèves de cycle 3, alors, on peut s'interroger de savoir s'il conviendrait de former les enseignants au traitement de ces erreurs soit pour y remédier, soit pour prévenir leur apparition ou leur résurgence.**

Cette action sera expérimentée sur plusieurs groupes d'enseignants, avant d'être évaluée.

En un premier temps, je vais tenter de vérifier si les élèves de cycle 3 éprouvent réellement des difficultés dans le domaine de la numération de position à l'échelle locale.

Ensuite, j'analyserai ces erreurs et je concevrai un dispositif de remédiation que je soumettrai à l'expérimentation pour en mesurer l'efficacité sur les mêmes élèves.

A l'appui des résultats, je concevrai une formation sur le traitement des erreurs de numération de position. Je mènerai l'action de formation auprès de plusieurs publics d'enseignants et j'en mesurerai les effets.

2. MISE À L'ÉPREUVE DES DEUX PREMIÈRES HYPOTHÈSES :

Hypothèse 1 : La numération décimale de position est mal installée chez les élèves de cycle 3.
Hypothèse 2 : Un lien existe entre la numération et le calcul.

1. Description du protocole :

1. *La population :*

L'expérimentation a porté sur les trois niveaux du cycle 3 : CE2, CM1 et CM2 à peu près dans les mêmes proportions. Soit, en tout : 421 élèves sur différentes circonscriptions de La Rochelle et de ses environs, situées en ZEP et hors ZEP.

La population a été scindée en deux groupes d'effectifs identiques et aux caractéristiques communes : un groupe témoin et un groupe expérimental. Cette distinction n'aura d'importance que pour la validation de l'hypothèse 3.

2. *La nature des tests : [annexe 1]*

La situation A. Contenu : Pour carreler une pièce, il faut 8564 carreaux. Les carreaux sont vendus par paquets de 100. Combien de paquets faut-il commander ?

La situation A, aussi dite “ des carrelages ” est inspirée d'une situation ERMEL déclinée du CP au cycle 3, en faisant varier uniquement l'habillage et la taille des nombres (on parle de craies au CE2, de trombones au CM1…)

Une conférence de Roland Charnay, sur le traitement des erreurs, tenue à Poitiers en avril 2003, dans le cadre du DESS, a garanti le fondement de mon choix. En effet, selon lui, il y a trois niveaux d'évaluation. Pour illustrer sa réflexion, il a donné deux exemples : un en géométrie et un autre en numération.

<table>
<tr><td colspan="2">Trois niveaux d'évaluation en géométrie</td><td colspan="2">Trois niveaux d'évaluation en numération</td></tr>
<tr><td colspan="4">Niveau 1
La mémorisation ou le simple rappel de connaissances. C'est la restitution</td></tr>
<tr><td>Exemple</td><td>A quoi reconnaît-on deux droites parallèles ?</td><td>exemple</td><td>Montre le chiffre des centaines dans 1 203 586</td></tr>
<tr><td colspan="4">Niveau 2
L'application. L'enfant est encore tenu informé, explicitement, de la notion travaillée.</td></tr>
<tr><td>exemple</td><td>Construis une parallèle à partir de deux points.</td><td>exemple</td><td>Ajoute 2 dizaines et 3 centaines à 1 236</td></tr>
<tr><td colspan="4">Niveau 3
Résolution de problème, analyse. L'enfant a besoin de mobiliser ses connaissances sur la notion qui n'est pas explicitée, pour résoudre une situation-problème.</td></tr>
<tr><td>exemple</td><td>Décris cette figure de manière à ce que ton camarade puisse réaliser exactement la même.
(pour cette figure, il sera nécessaire de parler de parallèles dans la description : c'est juste sous-entendu)</td><td>exemple</td><td>Il y a 1 203 586 trombones. On veut les ranger dans des boîtes de 100. Combien de boîtes peut-on remplir ?</td></tr>
</table>

Il ne fait pas l'ombre d'un doute que la situation A du test des élèves, sur les carrelages, relève du niveau 3 d'évaluation. Or, c'est uniquement au niveau 3 que l'on peut prétendre évaluer l'acquisition d'une notion ou d'un concept. C'est en ce sens, que cette situation A , dite “ des carrelages ”, me semble *a priori* un indicateur des plus pertinents sur le degré de maîtrise de la numération de position.

La situation B. Contenu : dictée de nombres
CE2 : [B1] 5 203 – [B2] 8 013 – [B3] 20 036- [B4] 6 000 231 – [B5] 6 200 025
CM1 : [B1] 263 000 750 – [B2] 25 085 330 –[B3] 36 000 052 –

[B4] 2 000 000 013- [B5] 12 000 800 200
CM2 : [B1] 2 000 000 013- [B2] 12 000 800 200 – [B3] 425 023 –
[B4] 85,1 (mais dicter 85 et 1/10) – [B5] 43,003 (mais dicter 43 et 3/1000).

Il s'agit de voir si la valeur positionnelle de la numération est acquise par les élèves en prenant comme indicateur la place et le nombre de zéros. Ce que j'appelle : la gestion des zéros. Par exemple, pour le nombre 6 000 231, si l'erreur porte sur les chiffres 6, 2, 3 et 1, je ne considère pas réellement cette erreur caractéristique de la numération positionnelle (défaut d'attention, problème auditif, difficulté d'association orale et écrite….). En revanche, si l'enfant écrit tous les chiffres qu'on entend lorsqu'ils sont dictés, c'est à dire le 6, le 2, et 31…mais que l'erreur se situe au niveau des zéros, soit parce que ceux-ci sont en nombre insuffisant, soit parce qu'ils sont mal positionnés… alors, cette erreur sera considérée comme indicateur de la mauvaise compréhension du système positionnel de la numération. Erreur codée 8.

Les situations C et D . Contenu :
pour C. Calcul en ligne.
CE2 : 42-17 = ?   46+25= ?   12x20= ?
CM1 : 92-37= ?   526+525= ?   126x200= ?
CM2 : 12,6 +26,42 = ?   22,16-10,8= ?   1,8x20= ?
Pour D Calcul posé (techniques opératoires)

CE2	5 2 6 0 2 + 8 0 8 9 + 3 1 2 7	6 2 3 - 8 5	1 0 6 8 x 5
CM1	5 2 6 0 2 + 8 0 8 9 + 3 1 2 7	6 2 3 - 8 5	1 0 6 8 x 5
CM2	5 2 6 0 2 + 8 0 8 9 + 3 1 2 7	5 6 2 3 - 2 0 8 5	1 0 6 8 x 2 0 5

Il s'agit de voir comment la retenue, située au cœur du système décimal (regroupement par 10 et échange 10 contre 1), est comprise par les élèves. Pour ce faire, je pense voir apparaître des erreurs caractéristiques où, par exemple, on ôte 3 à 5 , ne pouvant ôter 5 à 3, dans le cas de la soustraction. C'est ce qu'on appelle les stratégies de détournement, inventives, dénuées de sens mais permettant de poursuivre le mécanisme de calcul. Je précise qu'en faisant 5-3 au lieu de 3-5, il n'y a pas de doute sur la bonne compréhension du sens de la soustraction (en caricaturant à l'extrême, disons que l'enfant ne multiplie pas 5 par 3. Son “ bricolage ” reste inscrit dans le registre de la soustraction).

Il s'agit de débusquer des erreurs témoignant de l'absence de rétroaction du sujet sur son résultat. Par exemple, la proposition d'un nombre supérieur au nombre initial dans une soustraction : 623-85=662 au lieu de 538. En ce sens, l'enfant, ne lit plus “ 623 ”, soit une quantité globale, mais “ 3 ” puis, “ 2 ” et enfin “ 6 ”, soit une succession de chiffres dont il faut tenir compte pour appliquer l'algorithme de calcul. La lecture du nombre, perd, en quelque sorte, sa valeur cardinale.

Enfin, je pense voir l'émergence d'une erreur caractéristique, au CM2 avec les nombres à virgule. 22,16-10,8= 12,8 au lieu de 11,36. Je ne serai pas surprise de rencontrer 12,8 avec une fréquence significative. Cela mettrait en évidence le fait que l'enfant considère la partie décimale comme un entier séparé du précédent par une virgule.

Ces erreurs seront codées 8.

3. Le codage des tests :

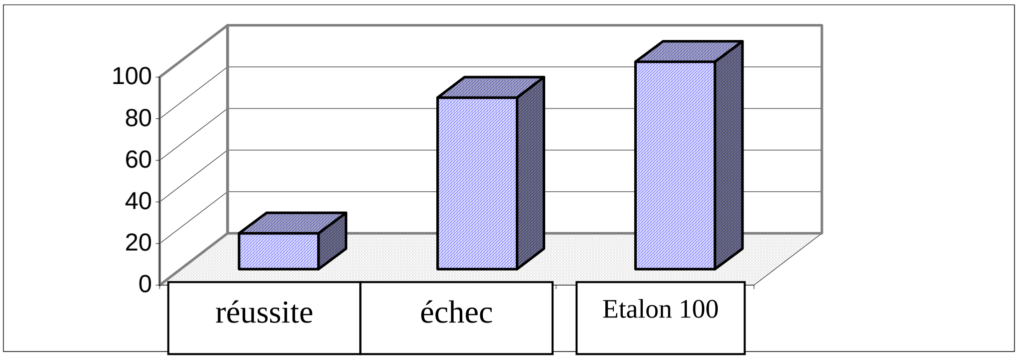
Le codage retenu s'inspire de celui des évaluations nationales CE2 et 6° :

Code 1 = réponse exacte ; code 9 = réponse erronée ; codage 0 = absence de réponse ; codage 8 = erreur caractéristique d'un manque de maîtrise de la numération décimale de position.

2. résultats et analyse :

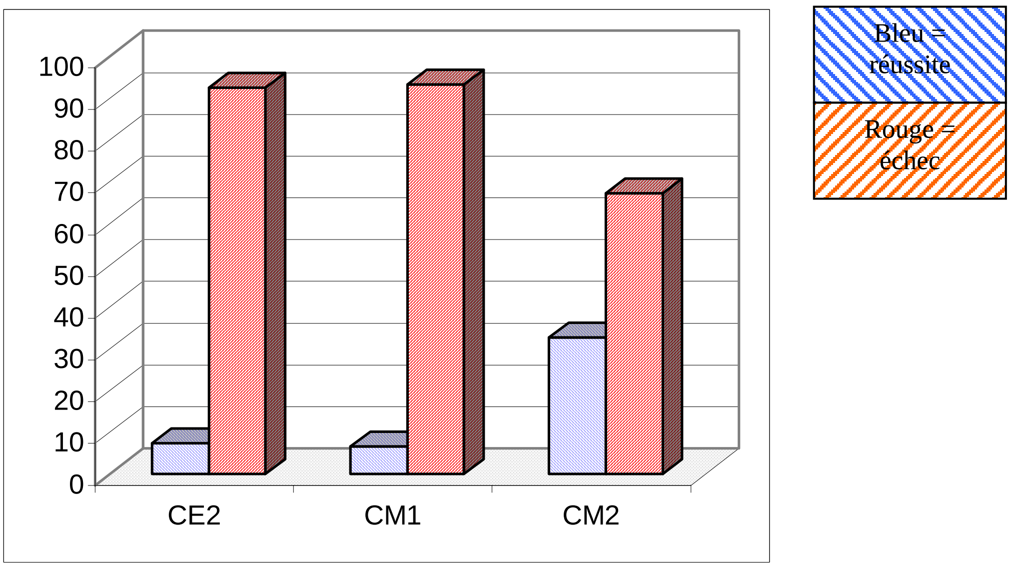
2.1 Situation A , dite " situation des carrelages "

a) <u>Lecture globale</u>



Echec massif. L'idée d'une rémédiation est fondée : elle répond à un besoin réel.

a) <u>Lecture par niveaux de classe : CE2 , CM1 , CM2</u>



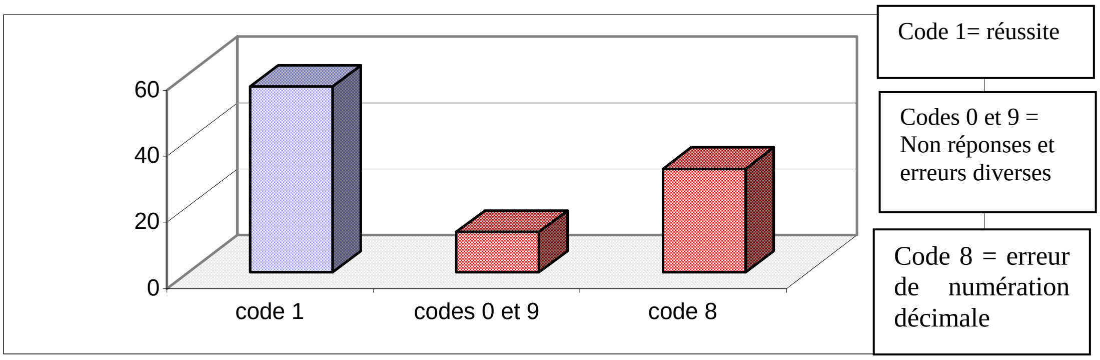
Le taux d'échec est comparable au CE2 et au CM1. On constate une baisse sensible du taux d'échec au CM2. Une analyse plus fine m'a permis de connaître la raison de ce changement soudain. Dès lors que les élèves disposent de l'algorithme de la division, ils l'utilisent pour résoudre la situation. Or, cette situation est proposée (avec des nombres plus petits) dès le CP. (ERMEL)

b) <u>Lecture ZEP / Hors ZEP</u>

Les performances sont meilleures en Hors ZEP qu'en ZEP. La différence, de dix points environ, est représentative des constats faits dans les évaluations nationales. Toutefois, le taux d'échec est aussi significatif en Hors ZEP qu'en ZEP avec un taux supérieur à 75%. Le dispositif de remédiation n'aurait aucun intérêt à se concentrer exclusivement sur la ZEP.

2.2 Situation B. La dictée de nombres (5 cases)

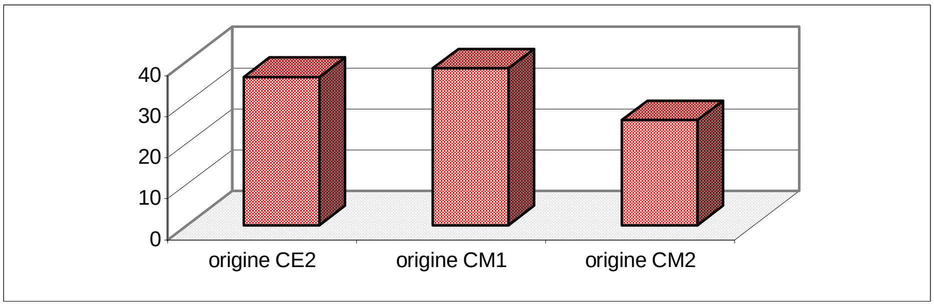
b) <u>Lecture globale</u>



Le taux d'échec, quoique légèrement inférieur à 50%, concurrence le taux de réussite à peine supérieur à 55%. L'exercice, pourtant classique, semble poser problème.

Les erreurs (de type 8) relevant de la mauvaise gestion des zéros ou virgules, sont 3 fois plus nombreuses que les autres erreurs ou les non réponses. Parmi ces erreurs de type 8, on rencontre tous les cas de figure : absence totale de zéros (mais chiffres dictés , présents dans l'ordre), zéros rejetés à la fin du nombre, abus du nombre de zéros, problème d'intercalation… Lorsque j'ai dépouillé les tests, j'ai remarqué en outre, que bien souvent, un enfant avait , soit tout “ juste ” soit, “ tout faux ” sur ses cinq cases.

c) <u>Lecture des erreurs de type 8, selon le niveau de classe (CE2, CM1, CM2)</u>



Il s'agit de savoir si les erreurs de type 8 se situent plutôt à un niveau du cycle qu'à un autre. La répartition est assez équilibrée sur le cycle avec, néanmoins, une baisse de l'occurrence de ce genre d'erreurs au CM2. Pour ce dernier niveau, on peut déjà dire que l'écriture des nombres à virgule, même si le problème de transcription se pose (3/1000 a posé problème) n'a pas eu une incidence très fâcheuse sur le score des CM2.

La difficulté liée à la gestion du zéro dans l'écriture des nombres, est, indéniablement, un problème de cycle et pas uniquement un problème de classe.

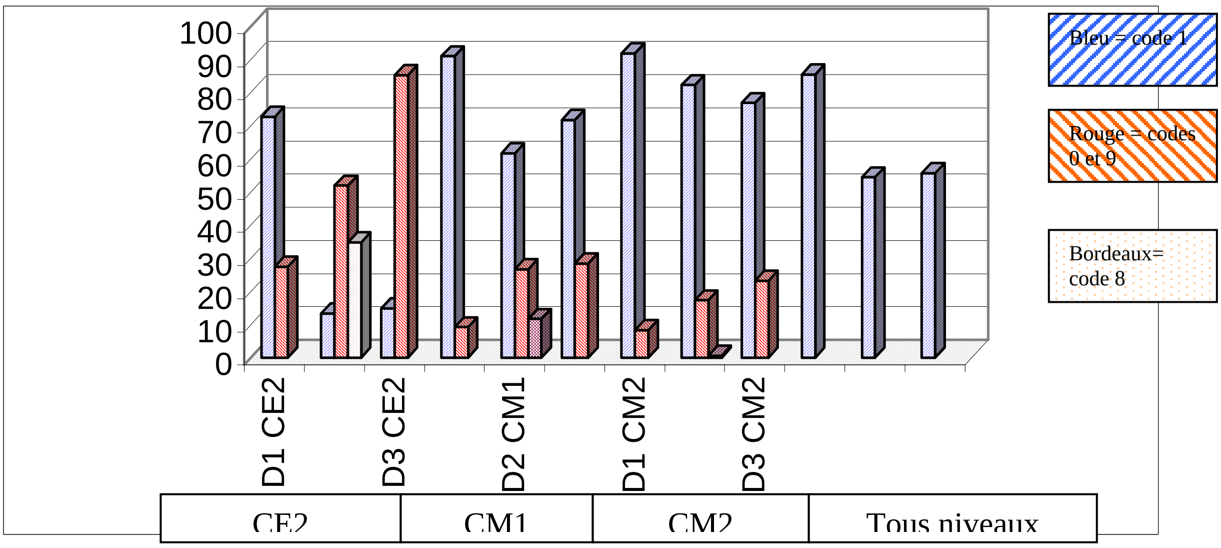
d) <u>Lecture des erreurs de type 8 et de type 0 et 9 en ZEP et Hors ZEP</u>

Qu'il s'agisse d'erreurs de type 8 ou des erreurs de type 0 ou 9, les pourcentages sont plus importants chez les élèves de ZEP que les chez les élèves de Hors ZEP et cela, dans les mêmes proportions, soit un écart d'environ 7 points.

En Hors ZEP comme en ZEP, ce sont les erreurs de type 8 qui dominent largement. Là encore, on peut dire que l'élaboration d'un dispositif de remédiation se justifie pour l'ensemble de la population.

2.3 Situation D . Les techniques opératoires

Le code 8 n'est appliqué qu'à la case D2. (par exemple 662 proposé comme résultat au lieu de 538) D1 = addition , D2 = soustraction , D3 = multiplication



Globalement, pour tous les niveaux confondus, l'addition est l'opération la mieux maîtrisée avec 85% de réussite. La soustraction et la multiplication obtiennent, quant à elles, les mêmes scores, soit environ 55%, on peut donc dire qu'elles sont toutes deux conjointement en cours d'apprentissage.- même si, dans le détail des classes, il semble que certains enseignants commencent par l'une plutôt que par l'autre-

Si on adopte une lecture diachronique sur le cycle, on peut constater que la technique de l'addition atteint un seuil vers le CM1 (peu d'évolution au CM2) . En ce qui concerne la soustraction et la multiplication, la progression au cours du cycle est visible (surtout pour la soustraction) pour atteindre en CM2, des taux de réussite très acceptables, supérieurs à 75%.

D'après ces premières estimations, on est en droit de dire que les algorithmes de calculs se portent plutôt bien à l'école élémentaire. Cette conclusion ne surprend pas car cet apprentissage est invétéré dans les pratiques.

L'analyse de D2 est intéressante dans la mesure où cette opération (la soustraction) a vraiment posé le problème de la retenue aux élèves (erreurs de type 8). Face à cette difficulté, les enfants ont eu des comportements déjà caractérisés dans le cadre théorique et dans la présentation de la démarche d'expérimentation : ils n'ont pas abdiqué et ont proposé un résultat, coûte que coûte ; ils ont “ bricolé ” une réponse avec ce qu'ils croyaient savoir de la soustraction (on enlève le nombre le plus petit au nombre le plus grand) ; ils n'ont pas eu de stratégie de rétroaction qui leur aurait permis de voir le manque de pertinence du résultat (celui-ci supérieur au nombre initial).

Or, cette réponse erronée (type 8) représente presque 35% des réponses au CE2 et encore 11,66% des réponses au CM1 (1 erreur sur 3 est caractérisée par le codage 8), pour disparaître, il est vrai, au CM2. Cette disparition au CM2 peut trouver plusieurs explications dont celle-ci : la maîtrise peut venir d'un entraînement intensif dispensé par l'école.

3. Synthèse des résultats :

Avant tout, je précise, que je n'ai pas omis de parler de la situation C. Dans ce cadre-là, son analyse aurait un peu fait perdre de vue l'opposition que je mets en place entre la numération et les algorithmes de calcul (posés). En outre, comme je l'ai déjà évoqué, il est difficile de savoir, pour le calcul en ligne si l'enfant a usé de stratégies de calcul sophistiquées, mettant en œuvre ses connaissances sur la numération ou si, au contraire, il a transposé des techniques issues de l'apprentissage des techniques opératoires posées. (problèmes de l'analyse des erreurs “ off-line ”)

Réponses à l'hypothèse 1 :

- Les erreurs de type 8 , relevant sous diverses formes, de la numération décimale de position, sont suffisamment fréquentes pour qu'un dispositif de remédiation centré sur la numération, prenne sens.

Réponses à l'hypothèse 2 :

- Il n'y a qu'à mettre en balance, le score de réussite global à la situation D1 avec le taux d'échec à la situation A [82%], pour comprendre que la maîtrise des algorithmes ne dépend pas de la maîtrise de la numération positionnelle et décimale. Qu'inversement, la technique toujours mieux maîtrisée au cours du cycle, des algorithmes de calcul ne s'accompagne pas nécessairement, d'une meilleure compréhension de la numération.

3. 3 - MISE À L'ÉPREUVE DE LA TROISIÈME HYPOTHÈSE :

Hypothèse 3 : Les résultats en numération peuvent être améliorés par la mise en place d'un dispositif de remédiation fondé sur le sens de la numération.

1. Mise en œuvre du protocole :

Pour le groupe expérimental, les enfants reçoivent des situations diversifiées [un exemple en annexe 2], tous les 20 jours, de janvier à fin avril. Le dispositif a pour objectif de faire évoluer les performances dans le domaine numérique de manière plus significative que dans le groupe témoin. Les “ exercices ” portent exclusivement sur la numération mais les effets attendus concernent aussi bien la numération (situations A et B) que les calculs (situations C et D).

Pour le groupe témoin, je fais également des envois de manière à garder les enseignants en contact. Il leur est demandé de rendre compte de quelques activités numériques menées en classe. Ainsi, ne change-t-on pas leur pratique habituelle.

En ce qui concerne les situations envoyées aux enseignants du groupe expérimental, elles observent plusieurs règles fondamentales :

-d'une part, les situations ne se veulent pas formelles et elles ne sont donc pas extraites de manuels scolaires, de fichiers mathématiques ; elles évitent le recours à des “ outils ” sacralisés et presque “ ritualisés ” à l'école élémentaire jusqu'à perdre leur sens (tableau de numération, par exemple). Elles demandent une mise en œuvre de la part de l'enseignant et donc une adaptation de la part de l'élève.

-elles sont fondées sur trois notions majeures, constitutives de la numération positionnelle décimale, à savoir : le regroupement par un multiple de 10 (100 - 1 000 000

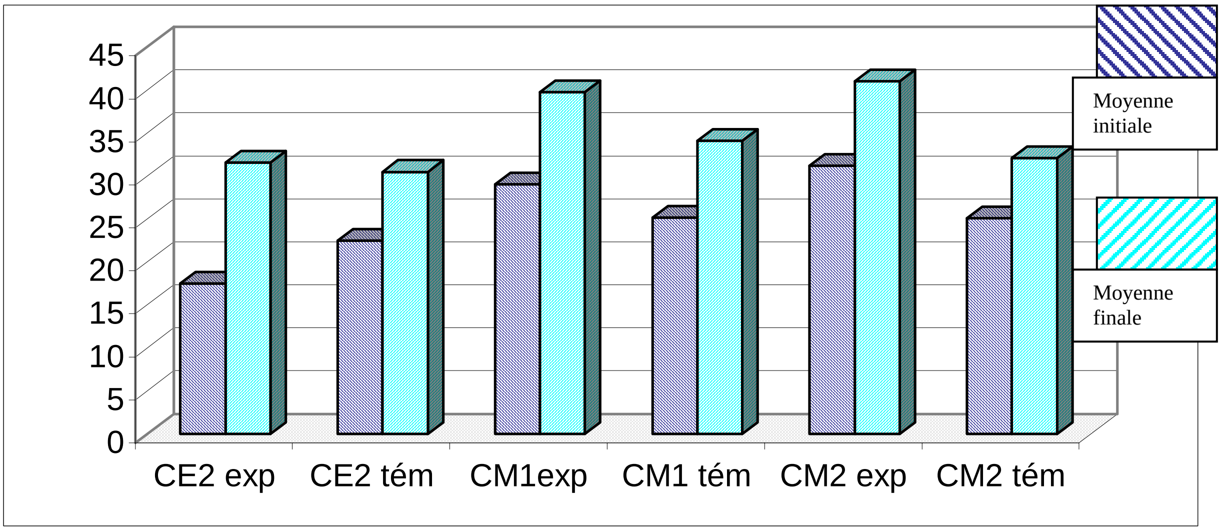
…) ; les échanges (10 contre 1 , 10 centaines contre 1 millier…) ; la décomposition (5 630 000 c'est : 30 000 + 5 000 000 + 600 000 …, par exemple)

-elles sont, le plus souvent, ouvertes c'est à dire qu'elles n'appellent pas une seule procédure de résolution et invitent ainsi les enseignants à se saisir de la diversité des cheminements empruntés par les élèves pour instaurer des débats.

-elles sont très diversifiées pour maintenir l'enfant en éveil mais aussi parce qu'un concept se construit et se mesure à travers plusieurs situations. (Vergnaud)

2. résultats et analyse :

2.1 Prise en compte des niveaux de classe : CE2, CM1, CM2



Visiblement, tous les groupes ont vu leurs scores évoluer entre le test initial et le test final. C'est peu surprenant dans la mesure où plusieurs mois ont séparé le test initial du test final. Les enseignants, de toute évidence, ont poursuivi des apprentissages dans leur classe en vue d'obtenir des progrès de la part de leurs élèves. L'effet du temps est donc significatif.

Au test final, les moyennes obtenues par le groupe expérimental sont supérieures aux moyennes obtenues par le groupe témoin et cela, même lorsqu'au test initial, le groupe expérimental avait une moyenne inférieure à celle du groupe témoin (tel est le cas du CE2).

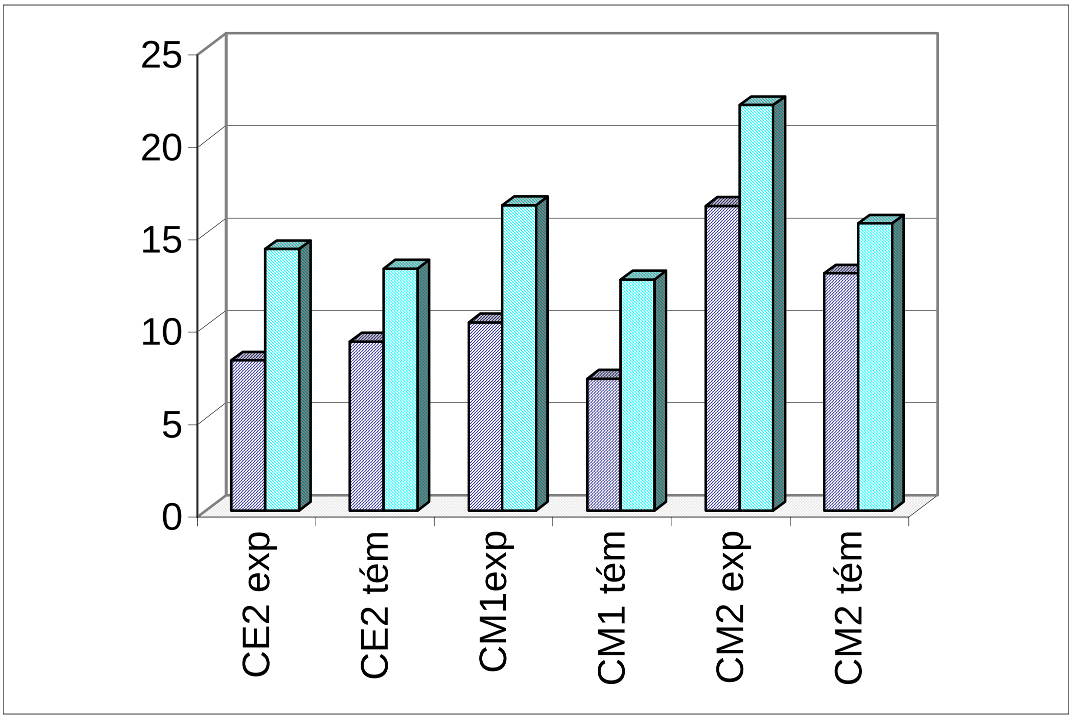
Enfin, ces remarques valent pour chaque niveau. On peut supposer que le dispositif a été bénéfique à tous les niveaux du cycle.

La confrontation de cette première lecture au traitement de la statistique inférentielle [annexe 3a] le tableau d'analyse de variance atteste qu'il y a véritablement eu une évolution positive pour les deux groupes, mais plus importante pour le groupe expérimental. Je peux donc affirmer que le dispositif de remédiation s'est avéré efficace.

2.2 Lecture comparative : l'effet sur les situations A et B comparé à l'effet sur les situations C et D

Les situations et les exercices proposés en remédiation étant axés sur la numération, il est intéressant de mesurer si l'effet porte exclusivement sur les exercices de numération [A et B] ou s'il porte aussi sur les situations de calcul [C et D].

- Les situations A et B réunies et notées sur 30 points maximum

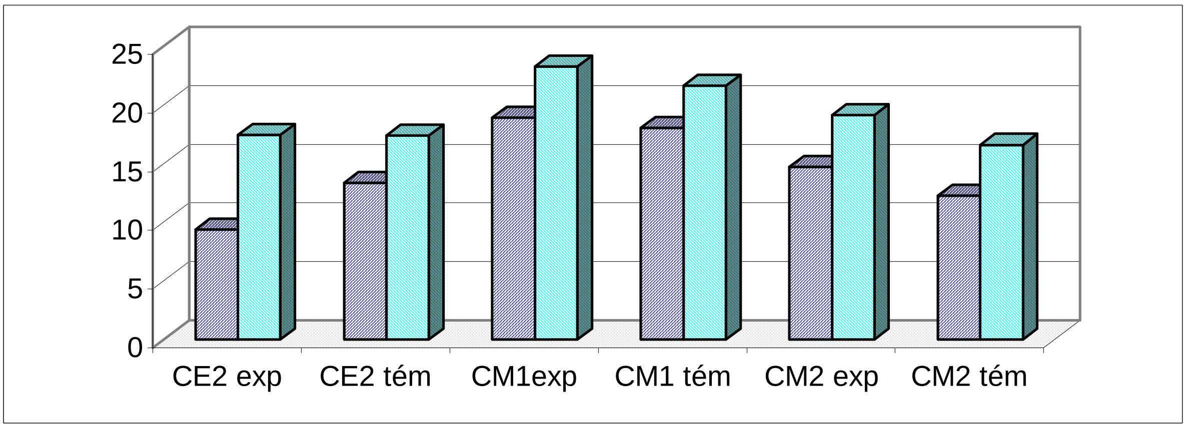


La différence de moyenne entre le test initial et le test final, entre le groupe expérimental et le groupe témoin, est toujours positive et au profit du groupe expérimental et cela, pour chaque niveau. (par exemple, le groupe expérimental CE2 a eu un gain de 6,034 entre le test initial et le test final ; tandis que le groupe témoin CE2 a eu un gain de 3,95 points entre son test initial et son test final. Il y a donc eu progrès pour les deux groupes mais un progrès supérieur dans le groupe expérimental).

La confrontation à la statistique inférentielle [annexe 3b],conduit à conclure que la différence entre les deux groupes expérimental et témoin existe à l'état initial et à l'état final mais la progression des deux groupes n'est pas identique : elle est plus importante chez le groupe expérimental.

Cette dernière remarque m'autorise à dire que le dispositif de remédiation a eu un effet sur les exercices A et B. Le travail en numération a contribué à améliorer les compétences des élèves dans le champ de la numération par rapport à un enseignement " normal " c'est à dire sans mise en œuvre d'un dispositif spécial.

- Les situations C et D réunies et notées sur 30 points maximum



Les groupes ont tous évolué entre le test initial et le test final.

Le gain est supérieur pour le groupe expérimental, surtout en CE2. Cette dernière remarque est intéressante pour mon travail. Si les CE2 ont fait évoluer leurs résultats en calcul grâce à la numération (contenu du dispositif), ce n'est sans doute pas anodin : c'est au CE2 que se jouent les apprentissages en calcul. Or, ces résultats m'incitent à penser que les compétences en calculs s'acquièrent d'autant mieux que la numération est comprise.

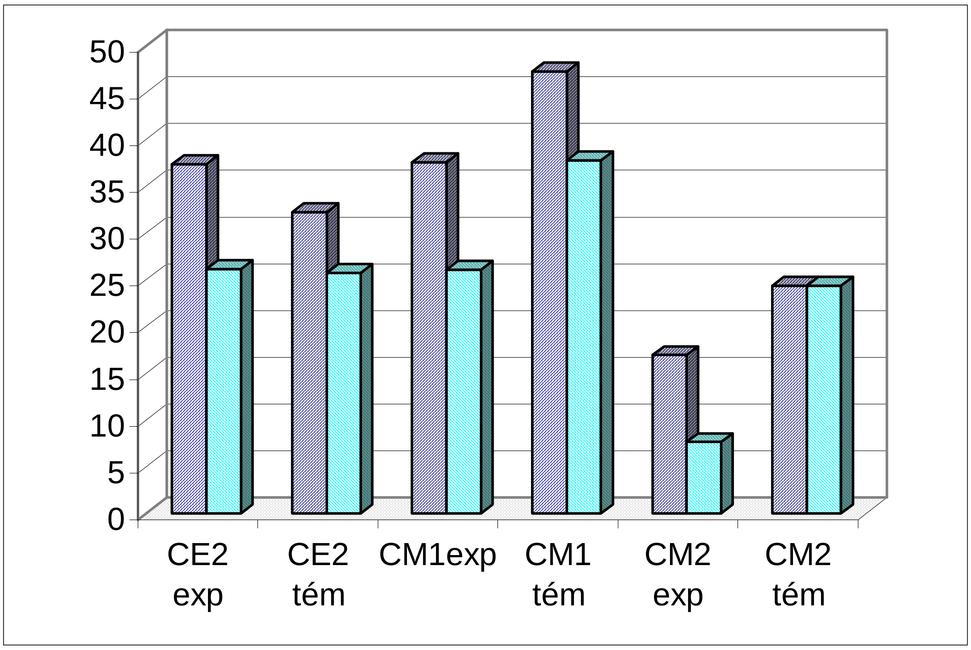
L'analyse de variance [annexe 3c] révèle qu'il y a eu une différence entre avant et après pour tous les niveaux mais plus importante pour les CE2.

Aussi puis-je conclure que le groupe CE2 expérimental a été le grand bénéficiaire du dispositif de remédiation, dans le domaine du calcul alors que le dispositif portait sur la numération. Le lien entre numération et calcul est avéré.

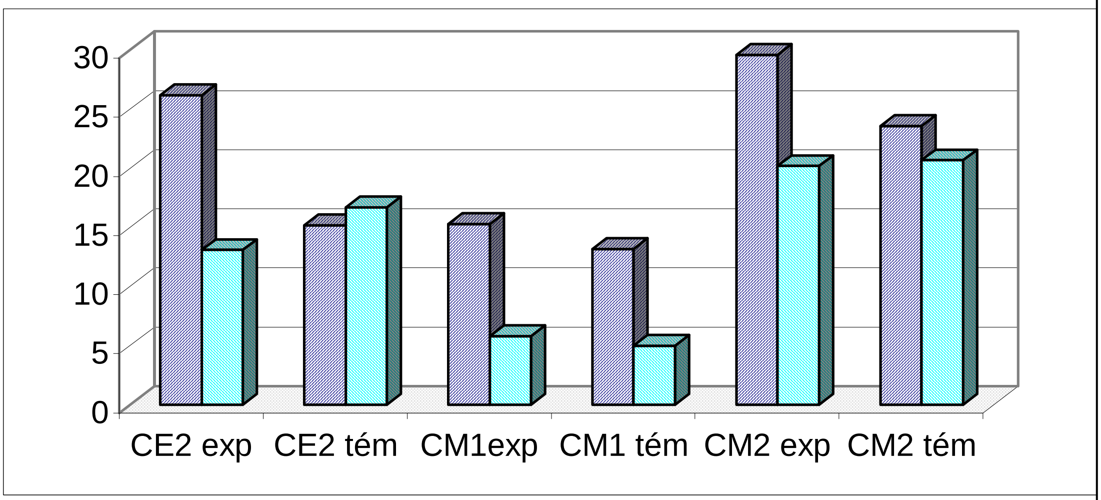
2.3 Lecture centrée sur les erreurs de type 8

Il s'agit de voir si le dispositif de remédiation a effectivement profité aux enfants qui en avaient besoin, en l'occurrence, à ceux qui faisaient des erreurs de type 8 (erreurs caractéristiques d'une numération décimale positionnelle mal maîtrisée).

- Situations CD et B. Proportion d'erreurs de type 8 sur les exercices B puis CD en pourcentages



Situation B



Situations C et D confondues

Le tableau d'analyse de variance [annexe 3d] indique que la diminution de la proportion d'erreurs dans les deux groupes a eu lieu mais cette diminution est plus sensible dans le groupe expérimental que dans le groupe témoin.
Donc, le dispositif de remédiation a eu une incidence positive, notamment sur les situations B et CD.

2.4 Gros plan sur un exercice spécifique.

La soustraction en ligne [C1] et la soustraction posée [D2]. Bilan sur l'évolution des erreurs de type 8.

Groupe expérimental Nombre de sujets ayant fait des erreurs de type 8		Groupe témoin Nombre de sujets ayant fait des erreurs de type 8	
Avant la remédiation	Après la remédiation	Avant la remédiation	Après la remédiation
C1 D2 91 44	C1 D2 65 10	C1 D2 58 17	C1 D2 49 17

Il ressort que la diminution des erreurs est nettement plus importante dans le groupe expérimental que dans le groupe témoin. Je suis de plus en plus amenée à valider mon hypothèse : une compréhension du système de numération, décimal et positionnel, garantit de meilleurs résultats en calcul. Le sens favorise les apprentissages.

3. Synthèse des résultats :

Avant, je précise que le codage 8 n'a pas été systématique pour tous les exercices. Par exemple, pour l'addition posée, il n'avait pas lieu d'être parce qu'au cycle 3, comme j'ai pu le montrer, l'algorithme est maîtrisé et ne laisse rien transparaître. Pour la situation A, toute erreur ou non réponse est considérée de fait comme relevant d'un défaut de compréhension de la numération de position, il n'y a pas eu de codage distinguant 0-9 et 8.

Réponses à l'hypothèse 3 :

- Le dispositif de remédiation centré sur la numération décimale de position, a eu un effet positif sur les élèves. Son efficacité a donc pu être démontrée.
- La remédiation a permis aux élèves d'améliorer leurs performances aussi bien dans le domaine de la numération [situations A et B] que dans le domaine du calcul [situations C et D]. Dans ce dernier domaine, il semblerait que les CE2 en aient bénéficié le plus.
- La remédiation a réellement profité aux élèves en difficulté dans la mesure où elle a agi directement sur les erreurs de type 8.
- Avec, ou sans remédiation, les élèves ont progressé dans leurs apprentissages, et cela, à tous les niveaux du cycle 3. Toutefois, le dispositif a permis aux élèves de faire plus de progrès que " de coutume ".

4. MISE À L'ÉPREUVE DE LA QUATRIÈME HYPOTHÈSE :

Hypothèse 4 : Les propositions de remédiation faites par les enseignants, renseignent sur leur conception de l'enseignement de la numération.
Un dispositif de formation pourrait faire évoluer les conceptions des enseignants sur l'enseignement de la numération décimale de position.

1. Mise en œuvre du protocole.

Il s'agit de trois groupes de 71 enseignants ayant leurs caractéristiques propres :

-Les TERR : sont les maîtres des 421 élèves qui ont participé au dispositif d'expérimentation

-les T1 : sont des enseignants titulaires 1° année et en stage à l'IUFM

-les TIT : sont des enseignants titulaires venus en formation à l'IUFM (stage de géométrie)

Les trois groupes sont scindés en deux : un groupe expérimental qui, bénéficiera d'une intervention et un groupe témoin qui n'en bénéficiera pas.

Chaque enseignant a reçu un questionnaire initial, sur le traitement des erreurs d'élèves.[annexe 4].

La catégorisation des réponses et le codage reposent sur une distinction fondamentale : soit la remédiation proposée fait un détour par le sens de la numération décimale de position (+ 1) ; soit, la proposition est de type formel et permet de réussir dans les limites de l'exercice proposé (+ 0) ; soit, la remédiation est jugée inadaptée, stérile voire, préjudiciable (relevant de " l'obstacle didactique "G. Brousseau) (- 1).

Pour plus de précisions voir [annexe 5] un ou deux exemples précis.

A l'issue des tests, les enseignants des groupes expérimentaux de chaque catégorie (TIT, TERR et T1), ont donc eu une formation d'une heure et demie sur :

-les origines de la numération décimale de position et sa définition ;

-les différents obstacles dont parle Guy Brousseau dans sa théorie des situations didactiques ;

-une situation déclenchante de conflit cognitif : la mise en perspective des résultats des élèves à la situation A des carrelages (échec massif) et leurs représentations.

Enfin, environ deux semaines et demie après le questionnaire initial, les enseignants ont tous passé un test final pour mesurer l'effet éventuel de la formation. Le test final était identique dans le codage et la catégorisation des réponses. Seul, l'habillage avait changé de manière à ce que les enseignants ne se sentent pas évalués.

2. Gros plan sur la perception de la situation A par les enseignants.

Lorsque j'avais fait passer le test initial aux élèves, j'avais demandé aux enseignants s'ils jugeaient la situation A (dite " situation des carrelages "), très facile, assez facile, difficile ou inabordable par des enfants de cycle 3 (du niveau de leur classe). J'avais obtenu les pourcentages de réponses suivants :

Très facile	Assez facile	**difficile**	inabordable
0%	12,903%	**85,365%**	4,878%

Il va sans dire, que j'ai été surprise de mesurer le décalage entre mon positionnement et celui des enseignants. Cette situation, déjà familière au CP (ERMEL), a semblé difficile, voire inabordable aux enseignants du cycle 3. Pourtant, la situation ne se voulait pas piégeante.

Rien d'étonnant donc, à ce que les élèves n'aient pas réussi. Cette analyse spontanée m'a conduite à supposer établi un lien entre la conception initiale des situations scolaires par les enseignants et la conception initiale des situations scolaires par les élèves. La conception des enseignants quant à une situation donnée, détermine-t-elle le niveau de réussite de leurs élèves pour cette même situation ?

Dubitative, j'ai posé la même question aux enseignants en formation, dans le cadre de mon protocole expérimental. A l'unanimité, tous les enseignants, des trois catégories, ont répondu soit qu'il s'agissait d'une résolution de problème, soit, à l'écrasante majorité, qu'il s'agissait d'une situation d'apprentissage de la division et d'ajouter que c'était impossible de demander cela à des CE2.

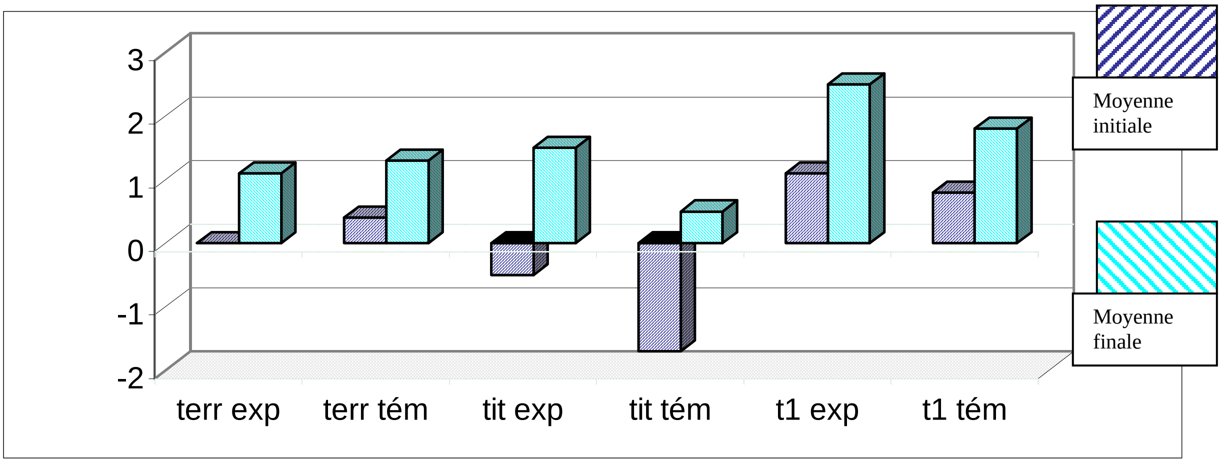
Je leur ai alors demandé, s'ils faisaient eux-mêmes une division pour trouver la réponse et , bien évidemment, ils ont tous répondu qu'ils " lisaient " le nombre de centaines, directement.

Je n'avais pas imaginé en préparant cette situation, dite " des carrelages ", que les enseignants donneraient cette interprétation. Ce qui m'étonne c'est que la situation change d'intérêt selon qu'ils la situent dans un contexte scolaire, ou dans un contexte quotidien, social. Ils attendent de leurs élèves des stratégies qu'ils ne mobilisent pas eux-mêmes.

La réflexion reste ouverte.

3. Résultats et analyse :

Mesure de l'impact de la formation sur les trois publics.



Le traitement statistique met en lumière l'effet nul de la formation.

-Pourquoi l'intervention n'a-t-elle pas eu d'impact caractéristique ?

J'avais un *a priori* et j'étais partie sceptique sur la possibilité de transformer des pratiques ou du moins des conceptions sur la durée courte et dense d'une intervention d'1H30. Je ne suis donc pas réellement surprise du résultat. Ce qui m'étonne, c'est l'évolution de tous les groupes.

-Comment expliquer que tous les groupes (exp. et tem , TIT, TERR et T1) aient évolué entre le temps 1 et le temps 2 ?

Plusieurs éléments d'explication peuvent être avancés sans certitude : soit les personnes du groupe expérimental ont discuté avec les personnes du groupe témoin sur des temps informels et ont fait ainsi " tache d'huile " ; soit le questionnaire final sous sa nouvelle présentation (avec une liste de propositions) a induit des comportements nouveaux et s'est ainsi apparenté à un outil de formation. Un conflit cognitif m'aurait échappé, les publics auraient ainsi confronté leur conception initiale (réponses rédigées dans le questionnaire initial) au questionnaire final (rempli de pistes de travail) et auraient pu modifier leur regard sur les pratiques. C'est une hypothèse.

-Pourquoi y a-t-il une telle différence de résultats, dès le questionnaire initial entre les deux groupes TIT et TERR, pourtant comparables dans leur composition ?

Il est possible que le passé du groupe TERR soit un élément d'explication. Les TERR ont participé à l'expérimentation menée sur leurs élèves. Pourtant, le groupe TERR expérimental, qui a été le seul à bénéficier du dispositif de remédiation, n'obtient pas des performances meilleures que le groupe TERR témoin (au questionnaire initial). Il n'est donc pas possible de dire que le dispositif expérimental pour les élèves a été un outil de formation pour les enseignants. En revanche, le seul fait d'avoir participé à une expérience sur les travaux numériques (en tant que membre du groupe expérimental ou en tant que membre du groupe placebo) a pu modifier le positionnement des enseignants. S'impliquer dans un projet collectif a peut-être une incidence positive.

-Enfin, pourquoi les T1 ont-ils des performances si élevées alors qu'ils n'ont pratiquement pas d'expérience ?

J'ai peut-être quelques éléments d'explication, qu'il faudra traiter avec précaution : Tout d'abord, il est possible que ces jeunes enseignants aient mis en correspondance les références théoriques (contenu explicite de mon intervention ou, plus implicite, dans le questionnaire) de mon dispositif avec les apports théoriques de l'IUFM, en formation initiale. Dans ce cas, il n'y aurait pas eu de déstabilisation mais une consolidation des compétences.

Ensuite, il est possible que ces jeunes gens, rompus à des exercices formels d'analyse de travaux d 'élèves, lors des épreuves préparatoires au concours du CRPE, aient intériorisé des “ schèmes ” de résolution qui les rendent plus performants que les autres enseignants.

Enfin, ces jeunes gens ont un lourd passé d'étudiant, ils sont habitués à tirer parti d'un cours, c'est à dire d'une intervention théorique dense et courte. Cela fait partie de leur “ habitus ”.

Réponses à l'hypothèse 4 :

- Les analyses d'erreurs faites par les enseignants révèlent en effet des difficultés à donner du sens à l'enseignement de la numération décimale de position. (cf. interprétation de la situation A ou encore, la proposition de faire ajouter un zéro, systématiquement à la partie décimale pour comparer 12,8 et 12,23 comme un “ truc pédagogique ”…)

- Quelle formation pourrait-on envisager pour faire évoluer le regard et les pratiques quant au traitement des erreurs relevant de la numération ?
  Laisser les équipes enseignantes gérer elles-mêmes la mise en place des PPAP, c'est prendre le risque de les laisser “ poser des rustines ” sans apporter de remédiation.
  Ne faudrait-il pas plutôt développer des formations sur l'identification des obstacles pour que les enseignants les repèrent mais aussi pour que les enseignants évitent de les consolider “ en voulant bien faire ”. Un peu comme en sciences (cf les travaux de Giordan et de Vecchi “ Comment faire pour que ça marche ? ” où les “ erreurs ” des élèves sont recensées, catégorisées par obstacles et donc anticipées)
  Là encore, la réflexion reste ouverte.

Bibliographie

ARTIGUE M., BROUSSEAU G., BRUN J., CHEVALLARD Y., CONNE F., VERGNAUD G., *didactique des mathématiques,* Delachaux et Niestlé, 1996

ASTOLFI J.P. , *L'erreur, un outil pour enseigner,* ESF éditeur, 1997

BARROUILLET P., CAMOS V " savoirs, savoir-faire arithmétiques et leurs déficiences ", dans *Les sciences cognitives et l'école,* puf, 2003

BRISSIAUD R., *Comment les enfants apprennent à calculer* ,RETZ 2003

BROUSSEAU G., *Théorie des situations didactiques,* La pensée sauvage édition, 1998

CHARNAY R ,*Pourquoi des mathématiques à l'école ? ,* ESF éditeur, 1999

CHEVALLARD G. , *La transposition didactique du savoir savant au savoir enseigné,* la pensée sauvage, 1985

COQUIN-VIENNOT D., GAONAC'H D., " psychologie et didactique : les notions fondamentales ", in *Manuel de psychologie pour l'enseignement,* HACHETTE Education, 2001

DE VECCHI G. & GIORDAN A., *L'enseignement scientifique : comment faire pour que " ça marche " ? ,* Z' éditions, 1989

ERMEL , *Apprentissages numériques CE2,* HATIER, 2000

FAYOL M. , *intelligences, scolarités et réussites* , 1995

FAYOL M. , *L'enfant et le nombre,* Delachaux et Niestlé, 1997

GAONAC'H D. & COQUIN-VIENNOT D., " Psychologie et didactique : les notions fondamentales ", in *Manuel de psychologie pour l'enseignement,* Hachette éducation, 2001

GRANGEAT M., " Lev S. Vygotstky : l'apprentissage par le groupe ", in *Eduquer et former,* éditions sciences humaines, 2001

IFRAH G. , *Histoire universelle des chiffres,* Robert Laffont, 1994 réédité en 2000

JONNAERT P., *Compétences et socioconstructivisme,* De Boeck, 2002

VERGNAUD G. , " La théorie et les champs conceptuels ", in *Recherche en didactique des mathématiques,* vol.10/2.3, La pensée sauvage, 1990

Annexe 1

Tests initial et final par niveau de classe. Quatre situations : A B C D

Les évaluations CE2 CM1 et CM2 ont été remises sur des feuilles distinctes.

A	**CE2** Pour carreler une pièce , il faut 8 564 carreaux. Les carreaux sont vendus par paquets de 100. Combien de paquets faut-il commander ?
A	**CM1** Pour carreler une pièce , il faut 28 464 carreaux. Les carreaux sont vendus par paquets de 200. Combien de paquets faut-il commander afin de pouvoir tout carreler?
A	**CM2** Une barrique contient 66 864 millilitres de cidre. On veut remplir des bouteilles contenant chacune 2000 millilitres. Combien de bouteilles pourra-t-on remplir complètement si on vide la barrique ?
Espace de recherche : laisse la trace de toutes tes stratégies. Explique comment tu as trouvé ton résultat	
réponse :	

B	**Dictée de nombres.**				
CE2	5 203	8 013	20 036	6 000 231	6 200 025
CM1	363 000 750	25 085 330	36 000 052	2 000 000 013	12 000 800 200
CM2	2 000 000 013	12 000 800 200	425 023	85 et 1/10	43 et 3/1000

C	**Calcul en ligne.** Tu peux laisser les traces de ta stratégie au-dessous des opérations mais ne les pose pas.		
	C1	C2	C
CE2	42 - 17 =	46 + 25 =	12 x 20 =
CM1	92 - 37 =	526 + 525 =	126 x 200 =
CM2	12,6+26,42=	22,16 – 10,8=	1,8 x 20 =

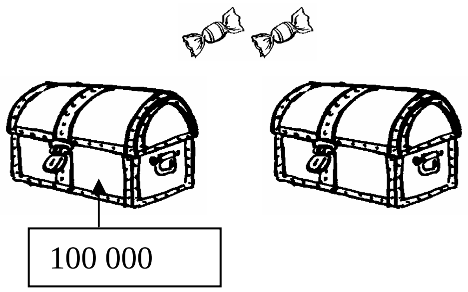
	D1	D2	D
D - CE2	5 2 6 0 2 + 8 0 8 9 + 3 1 2 7	6 2 3 - 8 5	1 0 6 8 x 5
CM1	5 2 6 0 2 + 8 0 8 9 + 3 1 2 7	6 2 3 - 8 5	1 0 6 8 x 5
CM2	5 2 6 0 2 + 8 0 8 9 + 3 1 2 7	5 6 2 3 - 2 0 8 5	1 0 6 8 x 2 0 5

Annexe 2

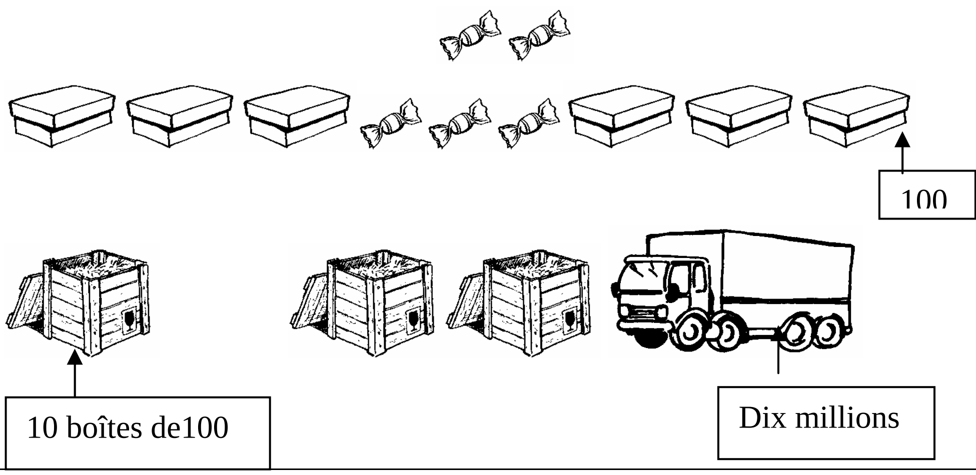
Deux exemples de situations données aux enseignants du groupe expérimental pour travailler la numération avec leurs élèves.

Combien de bonbons en tout ?

niveau *



Réponse :



Le partage

Voici deux pirates. Ils veulent se partager les pièces d'or, équitablement.

Aide-les

80 248 040 pièces d'or !

Tu as partagé ? grâce à toi, ils ne vont pas s'entretuer !

Mais ils ont un nouveau problème : chaque pirate veut transporter son trésor sur une île déserte. (chacun a son île déserte). Mais ils ont chacun un bateau qui ne peut transporter que 100 000 pièces à la fois.
Peux-tu prévoir **sans poser d'opérations, combien de voyages chaque pirate va devoir faire ?**

Annexes 3

Traitement statistique sur logiciel STATISTICA. [statistiques inférentielles]

3A.

Le tableau d'analyse de variance donne les résultats suivants :

-Il y a un effet de niveau [F(2, 413)=13,97; p<.0001 = CE2 < CM1 = CM2]
-Il y a un effet de groupe [F(1, 413) = 8,52; p<.0001 = expé > témoin]
-Il y a un effet du temps[F(1,413) = 308,1; P< .00001 = avant < après]
-Il y a un effet d'interaction entre le temps et le groupe [groupe (F(1,413)= 10,18; p<.01]

En outre, le fait qu'il y ait un effet de niveau significatif, m'amène à penser que la légère complexification des tâches au cours du cycle, et pour chaque situation du test (nombres plus grands au CM2 qu'au CE2, par exemple) n'a pas été préjudiciable pour la lecture des données recueillies.

3B

La confrontation à la statistique inférentielle conduit au résultat suivant :

-Il y a un effet de groupe [F(1,413)=13,6 ; p<.0001 = exp>tem]
-Il y a un effet d'interaction entre niveau et groupe [F(2,413)=3,79 ; p<.001]
-Mais comme il n'y a pas de prise en compte du temps, cette donnée ne m'intéresse pas. [pas d'effet d'interaction entre temps niveau et groupe F<1]
-En revanche, il y a un effet d'interaction entre temps et groupe [F(1,413)=10,18 ; p<.01].

3C

L'analyse de variance révèle que :

-Il y a un effet d'interaction entre temps et groupe expérimental et témoin [F(1,413)=6,08 ; p<.02]. Il n'y a pas de différence entre les deux groupes à l'état initial mais il y a une différence à l'état final. La progression a eu lieu pour les deux groupes mais elle est plus importante pour le groupe expérimental.
-Il y a un effet d'interaction entre temps, niveau et groupe [F(2,413)=p<.05] et un effet entre temps et niveau [F(2,413)=3,64 ; p<.05] c'est à dire

3D

J'interroge directement la statistique inférentielle :

-Il y a un effet d'interaction entre temps et groupe [F(1,413)=8,79 ;p<.01] . Il y a une différence entre les deux groupes à l'état final : le groupe expérimental fait moins d'erreurs que le groupe témoin alors que ce n'est pas le cas au test initial.

N.B. Les tableaux de chiffres sont placés dans les annexes de mon mémoire.

Annexe 4

Questionnaire initial remis aux enseignants.
Mesure de leur conception de l'enseignement de la numération décimale de position par le biais de leurs propositions de remédiation.

<u>22,16-10,8 = 12,8</u> Cette erreur a été récurrente chez les élèves de CM2 au test initial. Question 1 (non prise en compte dans le traitement): ▪ Selon toi, qu'est-ce que l'élève n'a pas compris, au fond ? Question 2: ▪ Comment pourrait-on le lui faire comprendre, selon toi ? (et l'aider à progresser ?)	

Lorsqu'un enfant d'une classe Y veut ranger des nombres dans l'ordre décroissant, il commet toujours le même genre d'erreur : 615, 87 – **61,23 – 61,9** – 61 – 58, 742 Question 3: ▪ Que lui proposerais-tu pour éviter ce genre d'erreur ?	
Un enfant d'une classe X , calcule une soustraction → posée : $\begin{array}{r} 8\,7\,2\,4 \\ -\quad 3\,2 \\ \hline 8\,6\,1\,2 \end{array}$ Cet élève commet souvent ce genre d'erreur. Question 4 ▪ Quelle « **explication** » orale lui donnerais-tu pour l'aider à refaire correctement son calcul. Joue le jeu , s'il te plaît, de **transcrire fidèlement** tes paroles.	

Annexe 5

Pour chaque question 1, 2, 3 ou 4, l'enseignant peut obtenir le score : -1 , 0 , 1
Aussi, le total de points du questionnaire peut-il osciller entre les deux bornes :
de -4 à 4 points.

question	score	Type de réponses correspondant à ce score	Justification de la catégorisation retenue
1	1	-détour d'apprentissage revenant sur le rôle du zéro dans l'écriture positionnelle. -détour par une interrogation des systèmes de numération étrangers (égyptien, …) -détour ou retour sur des jeux centrés sur la décomposition en sous-multiples de 10 : jeu du furet, jeu du fourmillon (ERMEL)… -utilisation du matériel (multibase, bouliers, abaques, compteurs, calculatrice) pour effectuer des regroupements et des échanges. -jeu du banquier pour revenir sur les échanges.	Remédiation axée sur le sens. Il s'agit de " soigner la racine du mal " et de retravailler la compréhension de la numération décimale de position
	0	-retour à l'entraînement sur tableau de numération : placer les nombres dans les colonnes, (certains utilisent des " wagons ")... -insister au cours de nouvelles dictées de nombres sur la correspondance oral écrit (succession des chiffres). Or, cela ne règle pas le problème des zéros. -apporter des " trucs " pédagogiques tels : mettre un point entre les classes de nombres ou un espace pour bien séparer…	Remédiation de type formel Utilisation d' " outils " en usage pour construire la compétence visée. Faire en sorte de permettre à l'enfant d'avoir une réponse juste mais sans être assuré de la compréhension " Poser des rustines "
	-1	-dictée de nombres reprise avec des nombres plus petits (c'est s'assurer de la réussite et éluder la gestion de la difficulté en adaptant l'exercice au niveau constaté des élèves, sans autre ambition) -insistance sur le même type d'exercice, repris et répété avec une fréquence plus grande -aucune réponse pour traiter la remédiation (cela peut signifier que l'erreur n'est pas un objet d'investigation dans la pratique de l'enseignant)	Remédiation inadaptée et qui peut parfois se révéler fâcheuse dans la mesure où elle crée ou conforte des obstacles.
2	1	-transcription en fractions décimales pour signifier que le dixième est l'unité partagée en dix -tout transcrire en centièmes -replacer les nombres sur une droite graduée en 1/10 et 1/100 pour mesurer l'écart approximatif -effectuer l'opération sur abaque pour opérer les regroupements et les échanges -mettre à l'enfant devant le caractère impertinent de son raisonnement en lui proposant de calculer 8/10 + 8/10. Il remarque de lui-même qu'il obtient le résultat 16/10 et non 16/100 (proposition faite par un seul enseignant)	Idem : retour au sens de la numération décimale de position
	0	-faire ajouter un zéro au rang des centièmes pour réaliser le calcul -faire poser l'opération dans un tableau de numération pour bien aligner les chiffres	Idem : " truc " pour réussir l'exercice par une aide à caractère formel
	-1	-passer par les mesures de longueurs ou de masses et transcrire dans une unité faisant disparaître la virgule -reprise de la technique de la soustraction (sans prendre en compte le problème de la numération décimale)	Idem : remédiation inadaptée (défaut d'analyse de l'erreur) ou installation d'obstacles didactiques voir page 17

3	1	-faire des transcriptions de fractions décimales en nombres à virgule et inversement -calcul directement sur abaque de manière à effectuer des regroupements et des échanges de 1 contre 10 -écrire tout en millièmes sur fraction décimale	idem
	0	-ajouter autant de zéros nécessaires pour obtenir le même nombre de chiffres dans la partie décimale et pouvoir ainsi comparer (une réponse qui est proche du –1 car elle peut installer l'obstacle suivant : appliquer la règle de comparaison d'entiers aux décimaux) -placer les nombres dans le tableau de numération en veillant à aligner la virgule et comparer ensuite colonne par colonne en partant de la gauche (application d'une règle) -Comparer comme le code alphabétique. Appliquer la règle de l'arbitraire : on compare ainsi chiffre après chiffre sans prendre en compte la valeur cardinale de ceux-ci.	idem
	-1	-faire faire des activités de rangement sur d'autres nombres –des entiers- -comparer les nombres deux à deux avant d'en comparer cinq -organiser un jeu de bataille (en quoi le jeu peut-il aider les enfants à dépasser cette difficulté de compréhension ?) -passer par les mesures en transcrivant tous les nombres dans une même unité faisant disparaître la virgule	idem
4	1	-Réalisation du calcul en utilisant du matériel multibase (cela favorise les regroupements et les échanges) -reprise de l'enseignement de la " technique " en veillant à lui donner sens (par rapport à la numération décimale) : casser la dizaine pour la transformer en 10 unités -calcul réfléchi par sauts successifs : 8724-2=8722 ; 8722-20=8702 ; 8702-10=8692 ;…. Travail sur la décomposition du nombre -activités de marchand avec manipulation de billets et de pièces nécessitant les échanges	idem
	0	-reprise de la technique opératoire avec ajout d'une dizaine en haut et d'une dizaine en bas (voir page 34). L'enfant peut réussir la soustraction sans avoir consolidé la notion de numération décimale -reprise de la technique en procédant comme une addition à trou (" pour aller à ") , sachant que la technique de l'addition est tellement automatisée au cycle 3 qu'elle ne pose plus de problème	idem
	-1	-faire faire des soustractions sans retenues -faire mettre des flèches aux enfants pour leur rappeler le sens de la soustraction (de haut en bas) . dans l'exemple, l'enfant n'inverse de sens que lorsque celui-ci fait problème. Le sens est maîtrisé. -faire comprendre à l'enfant que c'est impossible et en rester là sans autre forme de proposition	idem

Le questionnaire final figure dans les annexes du mémoire.
Les catégorisations sont identiques pour le questionnaire initial et pour le questionnaire final.