Cécile PAPASEIT

Année 2000

I.U.F.M. de l'Académie de Montpellier

Centre de Montpellier

LE CALCUL MENTAL REFLECHI EN CLASSE DE CM2

Quel enseignement ? Quelle pratique ?

Directeur du mémoire : Mr. B. GELY

Résumé du mémoire

Outil irremplaçable pour l’apprentissage de la numération, des nombres, des répertoires de base et des propriétés des opérations, le calcul mental réfléchi a fait ici l’objet d’un questionnement sur les pratiques à mettre en œuvre pour aider les élèves à progresser.

La séquence menée dans une classe de CM2 et les éclairages théoriques corroborent l’idée que cet enseignement nécessite une progression structurée et des séances régulières permettant aux élèves de confronter mais aussi de systématiser les différentes procédures.

<u>Mention et opinion motivée du jury</u> :

SOMMAIRE

INTRODUCTION

La réforme des mathématiques modernes et l'arrivée des calculatrices dans les classes ont parfois fait douter du bien fondé de l'enseignement du calcul mental. Depuis la réforme et encore aujourd'hui, sa pratique est souvent irrégulière, imprécise et nettement éclipsée par la mise en place des techniques écrites.

A présent, un accord général se dégage pour affirmer que cet apprentissage est indispensable à la connaissance raisonnée des nombres et des opérations ainsi qu'au développement de l'attention, de la concentration et de la mémoire.

Si avant 1970, la maîtrise du calcul mental était considérée comme une nécessité de la vie quotidienne, les objectifs poursuivis aujourd'hui par cet enseignement ont évolué et font davantage référence à des connaissances abstraites sur les nombres et les opérations. Face à cette évolution, on peut se trouver démuni pour proposer un enseignement rigoureux. En effet, quel type d'enseignement dispenser dans les classes ? Quelles pratiques mettre en place pour permettre aux élèves de progresser dans ce domaine ?

La composante stratégique et la découverte de procédures variées, le fonctionnement des propriétés des opérations, et enfin la mémorisation des répertoires de base, tels sont les trois axes de travail qui constitueront mon hypothèse de recherche.

Prenant appui sur une séquence d'apprentissage menée dans une classe de CM2, les trois parties de ce document développeront tout d'abord les bases théoriques, le questionnement et la problématique, puis la démarche pédagogique mise en œuvre durant la séquence, et enfin le bilan des observations et l'analyse critique des résultats obtenus.

I . A PROPOS DU CALCUL MENTAL.

1 . Référence aux instructions officielles.

- les objectifs du calcul mental.

Les Instructions Officielles de 1995 mentionnent que le calcul mental et plus particulièrement le calcul réfléchi doit faire l'objet d'un apprentissage tant au cycle 2 qu'au cycle 3 :

Pour le cycle 2 : Élaboration progressive de différents procédés de calcul dont le calcul réfléchi (mentalement ou avec l'aide de l'écrit).

Pour le cycle 3 : Pratique de calcul exact ou approché sur les nombres naturels et décimaux en utilisant entre autre le calcul réfléchi (mentalement ou avec l'aide de l'écrit).

- Les compétences attendues dans le domaine du calcul mental.

L'apprentissage du calcul mental, débuté dès le cycle 2 se poursuit donc naturellement au cycle 3. A l'issue de ce cycle, l'élève sera apte à calculer sur les nombres, et pour cela, il devra utiliser à bon escient le calcul réfléchi, mental ou écrit. L'élève aura été entraîné à une pratique régulière du calcul mental, dont il maîtrisera les méthodes usuelles : additionner deux nombres mentalement, réaliser certaines multiplications « de tête », savoir multiplier ou diviser un nombre entier ou décimal par 10, par 100, par 1000, multiplier un entier par 0,1 et par 0,01, connaître les critères de divisibilité par 2 et par 5, évaluer un ordre de grandeur.

A partir de ces instructions officielles et seulement à titre indicatif, Norbert Babin propose quelques procédures qu'il est important qu'un élève connaisse à l'issue du cycle 3 :

- coder les nombres naturels sous différentes formes : écritures additives, multiplicatives et mixtes.
- utiliser la commutativité, l'associativité et la distributivité de la multiplication sur l'addition ou la soustraction.

- connaître et utiliser les relations du type double / moitié, triple / tiers, quadruple / quart, décuple / dixième.
- reconnaître et trouver les multiples et les diviseurs d'un nombre naturel.
- donner des réponses sûres en ce qui concerne les tables d'addition et de multiplication.

Norbert Babin renforce l'idée de l'importance qui doit être accordée au calcul mental à l'école élémentaire en évoquant plusieurs raisons. D'abord, il est efficace dans la vie quotidienne et il permet de contrôler la vraisemblance d'un résultat obtenu par un calcul écrit. Ensuite, il oblige à utiliser certaines propriétés des nombres et des opérations auxquelles il aide à donner du sens. Enfin, il s'adapte à chaque situation de façon souple alors que les techniques opératoires générales sont souvent trop lourdes.

La pratique du calcul mental doit donc permettre la recherche, l'acquisition et le renforcement de procédures de calcul numérique.

2 . Les bases théoriques.

- Les caractéristiques du calcul mental.

Selon les conceptions sur lesquelles l'enseignement du calcul mental s'est appuyé, une multiplicité de termes a été évoquée pour décrire ces activités de calcul : calcul rapide, calcul oral, calcul pensé, calcul raisonné, calcul réfléchi... autant de termes qui reflètent les diverses caractéristiques du calcul mental.

Pour notre part, le terme de calcul mental ou calcul réfléchi se définira en partie par opposition au calcul écrit qui n'est que la transcription d'un algorithme dont l'exécution est prescrite et univoque. En effet, le calcul écrit se caractérise par l'utilisation d'une seule technique qui reste toujours identique quels que soient les nombres ; le calcul est effectué de façon automatique. Même la procédure qui consiste à « poser l'opération dans sa tête » n'est pas une procédure de calcul mental réfléchi mais seulement la procédure de calcul écrit effectuée mentalement. A titre d'exemple, pour calculer 16 x 9, l'élève pensera : « 9 x 6 = 54, je pose 4 et je retiens 5 etc... »

Ce que nous définirons donc ici comme calcul mental peut ou non utiliser le support de l'écrit, l'écriture n'intervenant en fait que pour soulager le travail de la mémoire en gardant la trace de résultats intermédiaires. Ces derniers interviennent notamment dans le calcul d'opérations plus complexes ou comportant plus de deux termes. Pour calculer 126 x 11 par exemple, l'élève aura la possibilité d'écrire le résultat intermédiaire 1260 + 126 avant d'écrire le résultat final 1386. Cette étape soulage le travail de la mémoire sans pour autant dénaturer la démarche réfléchie de ce calcul.

Ainsi, d'une part, le calcul mental fera appel à la multiplicité des procédures pour un même calcul, à l'emploi réfléchi des décompositions des nombres et des propriétés des opérations, à la sollicitation de l'attention et de la mémoire. D'autre part, pour être efficace et gagner à terme en rapidité, le calcul mental pourra s'appuyer sur l'automatisation de procédures qui auront été élaborées et construites de façon réfléchie (exemple : pour multiplier par 5, par 10, par 11 ...).

Enfin, il faut tout de même souligner que le calcul écrit et le calcul mental se complètent aussi dans la mesure où tout calcul écrit comporte des phases de calcul mental.

- Les finalités du calcul mental.

L'apprentissage du calcul mental est fondamental à l'école élémentaire dans l'enseignement de l'arithmétique. C'est en effet un moyen de développer :

- l'attention, la concentration, la mémoire et la vivacité.
- la mémorisation des répertoires de base utiles pour tout calcul oral et écrit.
- une connaissance raisonnée des nombres et des opérations.

A travers la pratique du calcul mental, les élèves sont amenés à trouver des procédures de calcul plus rapides, plus originales ou simplement nouvelles. Ceci les habitue à « jongler » avec les nombres, c'est à dire à utiliser différentes manières d'exprimer le même nombre.

L'emploi de ces désignations variées passe par les différentes décompositions des nombres (additives et multiplicatives) et donc par la nécessité de faire fonctionner les propriétés des opérations : la commutativité, l'associativité et la distributivité de la multiplication sur l'addition ou la soustraction.

Pour illustrer notre propos, voici différentes procédures que pourra mettre en œuvre un élève pour effectuer le calcul 15 x12 :

15 x 12 = 15 x (10 + 2) = 150 + 30 = 180

15 x 12 = (10 + 5) x 12 = 120 + 60 = 180

15 x 12 = 3 x 5 x 3 x 4 = 9 x 20 = 180

15 x 12 = 3 x 5 x 2 x 6 = 10 x 18 = 180

Ces procédures, qui font intervenir des représentations multiples des nombres résistent mieux à l'oubli que des procédures apprises mécaniquement et souvent dépourvues de sens pour les élèves.

Utile au quotidien, le calcul mental prépare l'enfant à la vie pratique en lui donnant le moyen d'apprécier l'aspect quantitatif de la réalité sans disposer forcément d'une aide matérielle.

Enfin, il ne faut pas oublier que le calcul mental peut être considéré par les élèves comme un moment ludique, et que cette gymnastique intellectuelle n'exclut en aucun cas le plaisir, le jeu et les défis.

3 . <u>Le questionnement et la problématique</u>.

L'intérêt porté au calcul mental découle directement d'un constat réalisé lors de mes premières expériences d'enseignement, mais également d'observations dans des classes lors de différents stages.

Pratique irrégulière, imprécise, sans véritable progression ni cohérence seraient les maîtres mots de ces expériences sur le terrain dans le domaine du calcul mental.

En effet, quelle conception a-t-on nous-même du calcul mental ? Comment mener une séance de calcul mental ? Quels exercices proposer aux élèves ? Quelles difficultés et quels obstacles sont-ils susceptibles de rencontrer ?

Autant de questions qui ont émergées progressivement, et qui m'amènent logiquement à vouloir essayer d'y répondre aujourd'hui.

Afin d'englober ce questionnement, ma problématique se posera donc dans les termes suivants : Quelle(s) pratique(s) mettre en place pour permettre aux élèves de progresser dans le domaine du calcul mental ?

4 . L'hypothèse de recherche.

- Travailler sur la composante stratégique.

Si l'on considère les opérations simples, les séquences de calcul mental ont pour but de les rendre routinières, c'est à dire rapides et sûres.

En revanche, en ce qui concerne les opérations complexes, la rapidité ne sera plus un objectif prioritaire. C'est la sûreté, et par conséquent l'économie procédurale qui sera recherchée ici. On s'attachera dans ce cas à l'aspect stratégique, c'est à dire à la variété des démarches possibles qui peuvent être différentes d'un enfant à l'autre.

Afin de faire découvrir cette variété de procédures aux élèves ou d'enrichir celles qui existent, on alternera des phases de recherche individuelle et des phases de mise en commun où les enfants sont amenés à expliciter leurs démarches et à les confronter à celles des camarades.

Toutes les procédures utilisées peuvent être répertoriées et leur efficacité comparée et discutée : l'attention des élèves sera attirée ici sur l'influence que peut avoir la taille ou la spécificité de certains nombres sur les stratégies à adopter.

- Travailler sur les propriétés des opérations.

Le calcul mental permet un travail sur des nombres abstraits c'est à dire qui n'ont aucune relation avec des grandeurs physiques. Il est ainsi possible de jongler avec ces nombres et de les exprimer de différentes manières. Cela passera par des décompositions variées des nombres et la nécessité de faire fonctionner les propriétés des opérations.

Pour rendre opérationnelles un certain nombre de stratégies, notamment en ce qui concerne les opérations complexes, il me semble indispensable de maîtriser les propriétés des opérations. A titre d'exemple, il est fréquent de rencontrer des élèves qui décomposent 240 x 12 en 240 x (10 + 2) mais qui utilisent ensuite la distributivité de manière erronée : la stratégie est bonne mais l'outil de résolution n'est pas maîtrisé.

Ainsi, la maîtrise des différentes décompositions des nombres et des propriétés des opérations tiendra une place importante dans la séquence d'apprentissage.

- Maîtriser les répertoires additifs et multiplicatifs.

Un des premiers objectifs pour le calcul mental est que les élèves mémorisent les tables d'opérations car il ne peut y avoir de progrès si certains résultats ne sont pas mémorisés.
Qu'ils soient reconstruits ou appris par cœur, la mémorisation de ces résultats devra passer par un entraînement répétitif sur le long terme. On évitera les apprentissages des tables « en ligne » pour éviter des confusions entre des résultats voisins (comme 7 x 8 = 48), et comme toute activité de mémorisation, les séquences d'apprentissages devront être fréquentes et brèves.

Enfin, l'entraînement et le réinvestissement sont incontournables. Ce sont eux qui ont pour effet de stabiliser les structures nouvelles, d'en automatiser l'exécution, de permettre leur intégration dans des structures plus complexes. C'est la raison pour laquelle les activités de calcul doivent être pratiquées souvent, sur des durées courtes et selon une véritable progression.

II . MISE EN OEUVRE PÉDAGOGIQUE.

1 . Observation d'une séance de calcul mental dans une classe de CM2.

- Le profil de la classe.

La classe qui m'a accueillie est composée de 26 élèves dont quinze sont nés en 1989 et onze en 1988. Cette classe présente dans l'ensemble un niveau assez faible dans le domaine des mathématiques et certains élèves éprouvent de véritables difficultés à acquérir les compétences de fin de cycle 3.
Les évaluations réalisées par l'enseignant au mois de février situent le niveau des élèves en mathématiques selon la répartition suivante :

- 3 élèves appartiennent au groupe A.
- 9 élèves appartiennent au groupe B.
- 12 élèves appartiennent au groupe C.
- 2 élèves appartiennent au groupe D.

- Les pratiques du maître.

L'objectif de ma première visite dans cette classe était, outre le fait de faire connaissance avec les élèves, d'observer une séance « type » de calcul mental telle que la mène habituellement l'enseignant. En voici le déroulement :

PHASE 1 : aide à la mémorisation des tables de multiplication de 6 et de 9.

Afin de réactiver la connaissance de résultats mémorisés et acquérir sûreté et rapidité, l'enseignant utilise le procédé de « l'horloge » (cf. annexe 2). Cette phase est aussi une sorte d'échauffement qui prépare à la concentration.

PHASE 2 : entraînement au fonctionnement de règles de calcul élaborées dans les séances précédentes.

Les élèves ayant à leur disposition l'ardoise, le maître propose à l'oral des calculs en utilisant le procédé « La Martinière » (cf. annexe 1).

Après une première série de calculs de multiplications de nombres décimaux par 10, par 100, et par 1000, il fait rappeler oralement par quelques élèves (ceux qui ont éprouvé des difficultés) la marche à suivre pour effectuer ce type de calcul : « il faut décaler la virgule d'un, de deux ou de trois rangs vers la droite selon qu'on multiplie par 10, par 100 ou par 1000. S'il n'y a pas assez de chiffres après la virgule, on rajoute des zéros ». Quelques exemples sont écrits au tableau puis une deuxième série du même type est donnée aux élèves : 3,3 x 100 ; 0,0012 x 1000 ; 0,15 x 1000 etc...

Dans un deuxième temps, la même démarche est proposée avec la multiplication d'un entier à deux chiffres par 11. Là aussi, la règle est rappelée par un élève à partir d'un exemple : « pour multiplier 63 par 11, on écarte le 6 et le 3 et on met la somme des deux au milieu, donc 63 x 11 = 693. Si la somme est plus grande que 9, on rajoute la retenue au chiffre des dizaines. Exemple : 68 x 11 = 748. »

Une deuxième série est proposée pour faire fonctionner la règle et acquérir de la rapidité : 53 x 11 ; 26 x 11 ; 65 x 11 ; 95 x 11 etc...

PHASE 3 : réinvestissement de toutes les notions acquises lors des séances précédentes sous forme de suites d'opérations.

Cette phase est très appréciée des élèves qui voient dans cet exercice une sorte de défi : parvenir jusqu'au bout sans perdre le fil et sans faire d'erreur de calcul.

En voici quelques exemples :

25 + 6 + 4 + 5, le résultat multiplié par lui-même. Combien manque-t-il pour arriver à 2000 ?

23 x 11 - 3 x 2 - 300 + le nombre de départ. Réponse ?

13 + 9 + 12 - 7 - 2, le double du résultat. Combien manque-t-il pour arriver à 50 ?

Tout au long de la séance, les enfants qui présentent des résultats erronés sont amenés à verbaliser leur démarche et trouver avec l'aide des camarades la cause de l'erreur et la rectification à effectuer.

Si l'on considère que les trois principaux aspects du calcul mental sont la mémorisation des répertoires de base, le calcul réfléchi et le calcul rapide, il est possible de situer l'instituteur dans une conception du calcul mental qui donnerait une prédominance au premier et au troisième aspect. En effet, ces pratiques s'orientent vers un enseignement méthodique des tables mais aussi des règles de base qui se prolongent par un entraînement régulier aux techniques qui lui paraissent performantes et rapides.

En ce qui concerne ma conception du calcul mental, bien qu'accordant une véritable importance aux deux aspects déjà évoqués (répertoires de base et calcul rapide), elle tendrait davantage vers des pratiques de calcul réfléchi. Ainsi, faisant appel à des connaissances plus abstraites sur les nombres et les opérations, la découverte, la communication et la confrontation de procédures diversifiées passeraient au premier plan.

2 . Le test initial.

- Choix d'élaboration et mise en œuvre.

Afin de réaliser un état des lieux des connaissances des élèves dans le domaine du calcul mental rapide mais aussi du calcul mental réfléchi, il était nécessaire de leur proposer un test diagnostic. La séquence sera élaborée en fonction des résultats à ce test, des difficultés et obstacles rencontrés. Donné dans les mêmes conditions après la séquence d'apprentissage, ce test devra permettre une comparaison des résultats et viendra donc valider ou non l'hypothèse de travail qui a été avancée précédemment.

Dans cette optique, ce test proposera à la fois du calcul mental oral, basé essentiellement sur la rapidité et la connaissance des répertoires et règles de base, et du calcul mental réfléchi écrit, qui repose davantage sur la mise en œuvre de stratégies liées aux différentes désignations des nombres et aux propriétés des opérations.

Voici un exemplaire de ce test accompagné des temps accordés pour chaque exercice et des consignes et indications données au préalable.

TEST D'ENTRÉE - PARTIE ORALE

Après avoir entendu deux fois l'opération, les élèves disposent d'environ cinq secondes pour calculer mentalement et écrire le résultat.

Exercice 1 : calcul de soustractions.

a. 4052 - 100 = b. 6089 - 100 = c. 385 - 200 = d. 845 - 500 =

e. 990 - 910 = f. 870 - 820 = g. 690 - 120 = h. 730 - 430 =

Exercice 2 : multiplications de nombres décimaux par 10, par 100, par 1000.

a. 13,3 x 100 = b. 0,008 x 10 = c. 2,5 x 100 =

d. 0,45 x 1000 = e. 8,8 x 100 = f. 0,005 x 1000 =

Exercice 3 : suites d'opérations (énoncées qu'une seule fois).

a. 13 x 2 + 6 + 8, le résultat multiplié par lui-même. Combien manque-t-il pour arriver à 2000 ?

b. 13 x 11 + 7 , le double du résultat x 3. Combien manque-t-il pour arriver à 1000 ?

c. 11 + 9, le quadruple du résultat, + lui-même - 160. Réponse ?

d. 600 x 3 - 1000, la moitié du résultat, + 25 + 25. Combien manque-t-il pour arriver à 500 ?

e. 4 x 4 + 20 + 20 - 7 : 7 x 10, le résultat multiplié par lui-même. Réponse ?

f. 15 + 6 - 3 - 3 + lui-même x 2 - 10. Combien manque-t-il pour arriver à 100 ?

TEST D'ENTRÉE - PARTIE ÉCRITE

Avant de distribuer la feuille, quelques indications sont données aux élèves :

- Pour l'exercice 1 : rappel de la signification du signe « > » et notion « d'ordre de grandeur ».

- Pour les exercices 2 et 3 : il est précisé que les calculs intermédiaires sont autorisés et même conseillés.

- Pour l'exercice 4 : le principe du tableau est expliqué à partir d'exemples sur d'autres nombres.

1. Ordre de grandeur d'une somme : entoure la bonne réponse. **(10 secondes par calcul)**

803 + 172 > 950 Vrai Faux

857 + 752 > 1700 Vrai Faux

265 + 781 > 1000 Vrai Faux

2. Calculs multiplicatifs. **(45 secondes par calcul)**

221 x 11 = ...

330 x 12 = ...

17 x 9 = ...

13 x 18 = ...

24 x 15 = ...

25 x 7 x 4 x 10 = ...

3. Calculs additifs. **(45 secondes par calcul)**

42 + 17 + 8 + 13 = ...

1985 + 227 + 15 + 23 = ...

622 + 12 + 78 + 28 = ...

4. Recherche du quotient et du reste dans une division. **(2 minutes 30 secondes)**

	68	**62**	**51**	**79**
8				
9				
7				

- Les résultats.

Les moyennes obtenues par la classe pour chaque exercice donnent une bonne vue d'ensemble des résultats et des domaines dans lesquels se situent les principales difficultés (toutes les notes sont données sur 20) :

Partie orale	Partie écrite
Exercice 1 : **12,8**	Exercice 1 : **13,3**
Exercice 2 : **12**	Exercice 2 : **4,8**
Exercice 3 : **8,8**	Exercice 3 : **10**
	Exercice 4 : **10,5**

Ces résultats montrent que l'exercice qui a le plus posé problème est celui qui concerne le calcul réfléchi de multiplications de nombres entiers. Ce résultat pourrait s'expliquer par deux raisons :

D'une part, ne sachant résoudre une multiplication autrement que par la technique opératoire, la plupart des élèves utilisent la transposition de l'algorithme écrit en posant l'opération dans leur tête : l'absence de stratégie de calcul réfléchi rend ici les erreurs de calcul et le manque de temps inévitables.

D'autre part, les élèves qui utilisent d'autres stratégies de calcul ne maîtrisent pas toujours parfaitement les décompositions des nombres mais surtout les propriétés des opérations. C'est non pas la stratégie qui est en cause ici, mais l'outil de résolution qui est parfois défaillant.

Au vu de ces résultats, la progression portera prioritairement sur le calcul multiplicatif à travers la recherche de stratégies et la mise en œuvre de procédures variées liées aux différentes décompositions des nombres et aux propriétés des opérations.

Parallèlement, l'instituteur poursuivra ses séances de calcul mental oral hebdomadaires en mettant l'accent sur l'entraînement aux suites d'opérations qui nécessitent un effort important d'attention, de concentration et de mémoire des nombres de la part des élèves. Il leur proposera également à trois reprises des exercices écrits d'entraînement au calcul multiplicatif et additif que je lui aurai préparé par avance.

3 . La séquence d’apprentissage.

- Élaboration d’une progression.

Les trois séances mises à ma disposition pour mener cette séquence d’apprentissage ont été utilisées selon la progression suivante :

- une séance de découverte, communication et confrontation des procédures variées mises en œuvre par les élèves.
- une séance d’élaboration et d’institutionnalisation des propriétés des opérations : commutativité, associativité et distributivité.
- une séance d’entraînement permettant de faire fonctionner les propriétés des opérations tout en discutant des différentes stratégies et de leur efficacité.

- La séance de découverte.

Objectif : faire découvrir aux élèves que le calcul réfléchi utilise des décompositions variées des nombres et qu’il n’y a donc pas une seule façon de procéder pour résoudre un même calcul.

Matériel : ardoises, craies, feuilles de brouillon qui seront relevées en fin de séance.

Déroulement :

1/ Entrée dans l’activité.

Des exercices d’échauffement sont proposés par le procédé La Martinière :

- révision des tables et exercice de mémorisation : j’énonce à la suite 7 x 4 ; 7 x 7 ; 7 x 9. Les élèves écoutent les trois opérations et c’est seulement par la suite qu’ils écrivent les trois résultats sur l’ardoise.
- additions et soustractions par le jeu de l’autobus : un autobus transporte 16 personnes, il s’arrête, il descend 7 personnes et il en monte 15. Le bus repart, il s’arrête à nouveau … Combien y a t-il de personnes dans le bus à la fin du trajet ?

2/ Situation de recherche.

Il est proposé aux élèves de résoudre individuellement trois multiplications sans poser l’opération ni à l’écrit, ni dans leur tête, mais avec la possibilité d’écrire des calculs ou des résultats intermédiaires. Ceux qui trouvent rapidement le résultat de chaque calcul doivent chercher d’autres procédures de résolution.

Les opérations données et les résultats attendus étaient les suivants :

198 x 5 = (100 + 90 + 8) x 5 = 500 + 450 + 40 = 990

198 x 5 = (200 - 2) x 5 = 1000 – 10 = 990

15 x 12 = 15 x (10 + 2) = 150 + 30 = 180

15 x 12 = (10 + 5) x 12 = 120 + 60 = 180

15 x 12 = 3 x 5 x 2 x 6 = 10 x 18 = 180

15 x 12 = 3 x 5 x 3 x 4 = 9 x 20

998 x 11 = 998 x (10 +1) = 9980 + 998 = 10 978

998 x 11 = (1000 - 2) x 11 = 11 000 - 22 = 10 978

998 x 11 = (900 + 90 + 8) x 11 = 9 900 + 990 + 88 = 10 978

Pour ce dernier calcul, en raison de leur connaissance de la «règle » qui permet de multiplier un nombre de deux chiffres par 11, des résultats erronés étaient attendus, résultant de la transposition de la règle connue aux nombres à trois chiffres :

998 x 11 = 91 978 ou 99 178 ou 91 798.

3/ <u>Mise en commun</u>.

Cette phase s’est accompagnée d’un questionnement à propos des procédures mises en œuvre : Comment avez-vous procédé ? De quelle manière avez-vous transformé, décomposé les nombres de départ ? Pourquoi décomposez-vous ? Que cherchez-vous à faire apparaître ? Comment effectuez-vous le calcul une fois l’écriture de départ transformée ? (référence implicite aux propriétés des opérations).

Toutes les procédures correctes sont écrites au tableau, comparées et discutées. Les élèves corrigent ou complètent par les procédures qu’ils n’avaient pas imaginées. Les erreurs quant à elles sont expliquées par les élèves ou par mon intervention et notamment en ce qui concerne les erreurs liées à la multiplication par 11 et les transpositions mentales erronées de l’algorithme écrit.

Pour l’ensemble des calculs, seules deux stratégies attendues ne sont pas apparues : il s’agit, dans le calcul de 15 x 12 , des procédures liées aux décompositions multiplicatives des deux nombres.

Grâce à la mise en commun, toutes les autres procédures ont été évoquées par les élèves mais le fonctionnement des propriétés des opérations n'étant pas maîtrisé, les résultats sont souvent erronés. Les élèves ont également éprouvé des difficultés à trouver par eux-mêmes plusieurs procédures pour un même calcul.

4/ Entraînement.

Cinq nouvelles multiplications sont données aux élèves avec la même consigne que précédemment. Ces calculs ne sont pas corrigés dans cette séance mais les feuilles sont relevées pour me permettre de répertorier les principales erreurs ou obstacles et voir s'ils utilisent une plus grande variété de procédures.

Les calculs proposés sont les suivants :

48 x 12 ; 25 x 64 ; 16 x 51 ; 28 x 35 et 13 x 12.

Les élèves disposent d'environ 12 minutes pour effectuer ces calculs et trouver dans la mesure du possible plusieurs procédures pour chaque opération.

Si les procédures sont plus diversifiées dans l'ensemble, il n'en reste pas moins que l'analyse des résultats fait apparaître trois éléments :

- les décompositions multiplicatives n'apparaissent toujours pas même si certains calculs s'y prêtaient bien.
- les décompositions additives font l'objet d'erreurs.
- la distributivité n'est pas toujours appliquée de façon correcte.

La deuxième séance aura donc pour objectif d'aider les élèves à dépasser ces difficultés.

A la fin de cette première séance, je distribue aux élèves une « fiche jeu » de calcul mental concernant essentiellement des calculs additifs et soustractifs (voir page suivante). Très appréciés des élèves, ces exercices ludiques permettent d'entretenir une certaine gymnastique de l'esprit et sont considérés comme autant de défis à relever : quels sont ceux qui atteindront le sommet de la pyramide sans se tromper ? Qui sera le plus rapide pour compléter le carré magique ? …

Les élèves ont la possibilité de se chronométrer s'ils le souhaitent pour ensuite pouvoir comparer temps et résultats avec les camarades. Une fois le travail terminé, une fiche autocorrective est mise à leur disposition.

- <u>Séance d'élaboration et d'institutionnalisation des propriétés des opérations</u>.

Objectif : expliciter les différentes décompositions possibles des nombres ainsi que les propriétés des opérations qui en découlent.

Matériel : ardoises, craies, feuilles de classeur, feuilles de brouillon qui seront relevées.

Déroulement :

1/ <u>Entrée dans l'activité</u>.

Nous commençons par quelques exercices d'échauffement avec le procédé La Martinière pour solliciter attention et concentration :

- procédé de l'horloge pour réviser les tables de 8 et de 9.

- entretien de la multiplication des nombres décimaux par 10, 100, 1000.

2/ <u>Analyse d'erreurs</u>.

Les feuilles de brouillon relevées en fin de première séance m'ont permis de répertorier les erreurs les plus fréquentes. Celles-ci sont soumises aux élèves de la manière suivante : « J'ai écrit au tableau trois multiplications et les résolutions trouvées dans un certain nombre de copies. Utilisez votre feuille de brouillon et uniquement des procédures de calcul réfléchi pour dire si ces calculs sont justes ou faux et donner une correction si nécessaire ».

Voici les trois calculs (erronés) :

48 x 12 = 48 x (10 x 2) = 480 x 2 = 960

25 x 64 = (25 x 6) + (25 x 4) = 150 + 100 = 250

16 x 51 = 16 x (50 + 1) = 800 + 1 = 801

Après quelques minutes de recherche individuelle, nous procédons à une mise en commun avec correction au tableau. La majorité des élèves trouvent que ces résultats sont incorrects, la discussion s'engage pour expliquer les erreurs et les rectifier.

3/ <u>Rappel des décompositions des nombres</u>.

Après que les élèves aient relevé l'impossibilité de décomposer 12 en 10 x 2 ou 64 en 6 + 4, d'autres exemples leur sont proposés: quelles sont <u>toutes</u> les manières de décomposer le nombre 12 ?

Toutes les propositions sont écrites au tableau : 10 + 2 ; 6 + 6 ; 8 + 4 ; … mais aussi 3 x 4 et 2 x 6. Etant beaucoup moins naturel pour les élèves d'exercer des décompositions multiplicatives, nous insistons sur cette « physionomie » du nombre en donnant d'autres exemples (15 ; 42 ; mais aussi 59 …) car elle permet d'imaginer de nouvelles démarches de calcul.

A ce stade, nous reprenons l'exemple de 15 x 12 pour résoudre ce calcul en utilisant les décompositions multiplicatives et constater le grand nombre de procédures applicables à cet exemple.

Les cinq calculs multiplicatifs donnés en fin de première séance sont ensuite corrigés en mettant l'accent sur ces nouvelles décompositions, sur le fonctionnement des propriétés des opérations et sur le choix stratégique à privilégier en fonction des données numériques.

4/ <u>Trace écrite</u>.

Afin de garder une mémoire du travail effectué et des nouvelles découvertes, une trace écrite est élaborée avec les élèves concernant les différentes décompositions des nombres et les propriétés des opérations qui en découlent. Il est également rappelé que les décompositions ont pour but de faire apparaître des nombres simples : 10, multiples de 10, puissances de 10, et aussi 2 ; 5 ; 25 …

Pour permettre aux élèves de réinvestir le travail effectué, je prépare deux exercices que le maître donnera à ces élèves d'ici la troisième séance.

Les exercices donnés sont les suivants :

<u>Exercice 1</u> (tiré du manuel Objectif calcul CM2)

Observe l'exemple et procède de la même manière :

8 x 25 = 2 x 4 x 5 x 5 = 20 x 10 = 200.

15 x 14 ; 14 x 21 ; 18 x 5 ; 16 x 35 ; 24 x 45.

<u>Exercice 2</u>

Utilise des décompositions additives (ou soustractives) pour résoudre les calculs suivants :

898 x 11 ; 15 x 19 ; 18 x 12 ; 21 x 42 ; 16 x 35 ; 14 x 21.

Le fait d'imposer une contrainte dans chacun des exercices, oblige les élèves à utiliser les deux types de décomposition étudiés et à faire fonctionner toutes les propriétés des opérations : commutativité et associativité dans le premier exercice et distributivité dans le second. Le choix de la procédure n'étant pas complètement libre, ces exercices ont pour but de familiariser les élèves avec des procédures variées en les empêchant de choisir systématiquement celle qu'ils maîtrisent le mieux.

- Séance d'entraînement.

Objectif : affiner les stratégies de calcul et faire fonctionner les propriétés des opérations.

Matériel : ardoises, craies, feuilles d'exercices de la deuxième séance, feuilles de brouillon qui seront relevées en fin de séance.

Déroulement :

1/ Entrée dans l'activité.

Toujours pour s'échauffer, deux exercices brefs selon le procédé La Martinière sont proposés :

- entretien de la multiplication des nombres décimaux par 10, 100, 1000.
- suites d'opérations.

2/ Correction des exercices et confrontation des procédures.

Le maître ayant pris soin de soumettre à ses élèves les exercices décrits précédemment, la correction peut être effectuée.

La contrainte donnée par chacun des exercices n'a pas exclut la diversité des procédures. A titre d'exemple, pour calculer 18 x 12, trois démarches ont été proposées :

18 x 12 =18 x (10 + 2) = 180 + 36 = 216

18 x 12 = (10 + 8) x 12 = 120 + 96 = 216

18 x 12 = (20 - 2) x 12 = 240 – 24 = 216

Comme pour les autres séances, la correction, et à travers elle la confrontation des procédures, ont été prétexte à enrichir les stratégies de calcul réfléchi en explicitant les manières de calculer plus facilement et plus rapidement en fonction des nombres donnés : pour multiplié par 20, on multiplie par 2 puis par 10 ; pour multiplier par 5, on multiplie par 10 et on divise par 2 ou inversement ; pour multiplier par 25 … etc.

3/ Exercices d'entraînement.

Une nouvelle série de calculs multiplicatifs est donnée aux élèves mais cette fois en temps limité, à raison de 45 secondes par calcul comme pour le test : 126 x 11 ; 440 x 12 ; 18 x 9 ; 16 x 25 et 32 x 15.

Cette série est immédiatement corrigée et les différentes procédures explicitées par les élèves. Il semble que le temps qui leur était imparti se soit révélé trop bref pour un certain nombre d'entre eux. En effet, sous la pression d'un temps imposé, certains reviennent naturellement à leur stratégie première souvent erronée (transposition incorrecte de l'algorithme écrit, règle de la multiplication par 11), preuve que les procédures nouvellement découvertes ne sont pas encore stabilisées et que tous les élèves ne se les sont pas appropriées.

A l'issue de cette séance, je donne au maître une fiche d'exercices qu'il proposera à ses élèves à la suite d'une de ses séances de calcul mental. En voici les énoncés :

<u>Exercice 1</u> : Calcule rapidement les produits suivants (40 secondes par calcul).

50 x 7 x 2 ; 5 x 20 x 16 ; 25 x 12 x 4 ; 8 x 7 x 125 et 25 x 6 x 4 x 2 .

<u>Exercice 2</u> : Calcule rapidement les sommes suivantes (40 secondes par calcul).

12 + 17 + 8 + 13 ; 52 + 27 + 18 ; 39 + 88 + 61 + 12 et 254 + 57 + 46 + 13.

Ces deux exercices ont pour objectif de permettre aux élèves de faire fonctionner la commutativité et l'associativité dans un autre type de calcul que nous avions ponctuellement rencontré au cours de la séquence sans trop nous y attarder. Cette fois-ci, c'est à l'instituteur qu'est revenu la tâche de corriger ces exercices en mettant en avant la reconnaissance des « nombres amis » ou nombres complémentaires pour les calculs d'additions afin de réaliser, tout comme pour le calcul multiplicatif, des associations judicieuses.

Durant toute la séquence et en raison des résultats au test initial, la priorité a été donnée au calcul réfléchi de multiplications et peu de temps a été consacré aux autres exercices proposés dans le test. Donné quinze jours après la fin de la séquence d'apprentissage, le test final s'est déroulé exactement dans les mêmes conditions que le test initial.

III . BILAN DES OBSERVATIONS ET ANALYSE CRITIQUE.

1 . Le test final.

- Présentation des résultats.

Dans un premier temps, et avant d'entrer davantage dans le détail, il m'a semblé intéressant de présenter une vue d'ensemble des résultats de la classe exercice par exercice. Cette présentation se fera tout d'abord à partir du tableau des moyennes obtenues aux deux tests (ramenées sur 20), puis à partir d'histogrammes mettant en relation le nombre d'élèves et le nombre de points obtenus pour chacun des exercices.

Tableau des moyennes de la classe

	PARTIE ORALE			PARTIE ECRITE			
	Exerc.1	Exerc.2	Exerc.3	Exerc.1	Exerc.2	Exerc.3	Exerc.4
Test initial	12,8	12	8,8	13,3	4,8	10	10,5
Test final	15,2	17,7	12,7	14,3	10,5	14,4	13,6

Présentation des histogrammes pages suivantes :

En première page : exercices 1, 2 et 3 de la partie orale.

En deuxième page : exercices 1, 2, 3 et 4 de la partie écrite.

- Commentaire des résultats.

L'observation globale des résultats montre une augmentation plus ou moins significative des moyennes de la classe dans tous les exercices (copies d'élèves en annexe 3). Il apparaît clairement que ce sont les exercices les moins travaillés qui enregistrent l'augmentation du taux de réussite la plus faible : l'ordre de grandeur d'une somme sur lequel nous ne sommes revenus à aucun moment durant la séquence en est un bon exemple. Il en est de même pour les soustractions qui n'ont pas été travaillées régulièrement, et pour lesquelles les procédures de calculs n'ont pas été explicitées.

En ce qui concerne les exercices 2 et 3 de la partie orale du test, les séances menées hebdomadairement par le maître se traduisent par de réels progrès pour les élèves. La multiplication des nombres décimaux par 10, 100, 1000, débutée peu de temps avant le test initial, a fait l'objet, comme les suites d'opérations, d'un entraînement régulier.

Signalons enfin que le travail de mémorisation des tables, effectué principalement par l'instituteur, n'est certainement pas étranger à l'amélioration des résultats pour ce qui est des exercices 2 et 4 de la partie écrite .

A présent, la séquence d'apprentissage s'étant en grande partie centrée sur les calculs multiplicatifs, nous allons davantage nous attarder sur l'évolution des résultats de l'exercice 2 de la partie écrite. Afin d'évaluer au mieux les réussites et les erreurs des élèves de la classe, le tableau suivant a été élaboré selon un code de couleurs :

□ **Juste (quelle que soit la procédure utilisée).**

□ **Faux** : démarche correcte mais erreur de calcul (inattention, précipitation, erreur au niveau des répertoires de base).

□ **Faux** : transposition erronée de l'algorithme écrit.

□ **Faux** : utilisation erronée des décompositions des nombres et / ou des propriétés des opérations.

□ **Faux** : procédure non déterminée.

□ **Absence de réponse ou calcul inachevé.**

R Faux : transposition incorrecte de la « Règle » de la multiplication par 11 de nombres à deux chiffres à un nombre à 3 chiffres (code valable uniquement pour le calcul 221 x 11).

	221 x 11		330 x 12		17 x 9		13 x 18		24 x 15		25x7x4x10	
	T.I	T.F	T.I	T.F	T.I	T.F	T.I	T.F	T.I	T.F	T.I	T.F
Mélanie												
Nadia												
Gauthier	R											
Anthony												
Jennifer	R											
Laura.C	R											
Joseph	R											
Sophie												
AnaÏs	R											
Laura.G	R											
Damien	R											
Grégory	R											
Vanessa	Abs	R	Abs		Abs		Abs		Abs		Abs	
Marie	R											
Jessica	R	R										
Thomas	R	Abs		Abs		Abs		Abs		Abs		Abs
Bertrand		R										
Jonathan												
Franck	R	R										
Mathias	R	R										
Nathalie	R											
Kévin												
Florent	R	R										
Jamal												
Adrian		R										

T.I :Test Initial T.F : Test Final (Hugo absent aux deux tests)

L’analyse de ces résultats incite à quelques commentaires :

D’abord en ce qui concerne le calcul **221 x 11**, quinze élèves utilisent dans le test initial des transpositions incorrectes de la « règle » de la multiplication par 11. Face à cette observation, nous avons montré et testé par des exemples que ces transpositions étaient erronées et qu’il fallait donc nécessairement utiliser une autre procédure. Forts de constater et de reconnaître leurs erreurs, les élèves ne devaient plus, en théorie, tomber dans ce piège … en théorie seulement car le test final montre que sept élèves persistent encore dans cette voie. Cette persistance montre combien il peut être gênant de donner une règle ou plutôt une recette qui ne fait pas sens pour les élèves. Si une règle est donnée, elle doit auparavant avoir été construite et comprise par les élèves, c’est à dire qu’ils doivent être capables de retrouver le cheminement mathématique qui mène à la règle et en connaître le champ d’application. Dans ces conditions, la règle devient alors un outil judicieux, un raccourci pour parvenir plus vite au résultat tout en gardant du sens.

Pour ce qui est du calcul **17 x 9**, la procédure qui consiste à effectuer l’opération « de tête » reste la procédure de prédilection aussi bien dans le test initial que dans le test final. Il faut dire que cet exemple s’y prête plutôt bien et que donc peu d’élèves éprouvent le besoin de décomposer 9 en (10 - 1). La stratégie des élèves n’ayant pas changé, la progression de réponses justes au test final s’expliquerait davantage par une meilleure connaissance des tables et / ou une plus grande rapidité.

Ensuite, en ce qui concerne le calcul **25 x 7 x 4 x 10**, seul un élève était parvenu au résultat lors du test initial. La principale procédure utilisée à ce moment était d’effectuer les multiplications successivement et en respectant l’ordre donné :

25 x 7 = 175 ; 175 x 4 = 700 ; 700 x 10 = 7000. De cette manière, le temps qui leur était imparti était trop bref pour aboutir au résultat et beaucoup de calculs restent inachevés.

Au test final, la moitié de la classe trouve la bonne réponse en utilisant la commutativité et l’associativité. Pour ce qui est de l’autre moitié, les difficultés se situent essentiellement à deux niveaux :

- pour les uns, les propriétés des opérations ne sont pas encore acquises et c’est un

véritable mélange qui est réalisé ici entre commutativité, associativité et distributivité :
exemple : 25 x 7 x 4 x 10 = (25 x 4) + (7 x 10) = 170.

- pour les autres, le fonctionnement des propriétés des opérations semble maîtrisé, mais celui-ci n'est pas mis au service d'une stratégie efficace, c'est à dire que les élèves « ne voient pas » les associations intéressantes :

exemple : 25 x 7 x 4 x 10 = (25 x 10) x (7 x 4) = 250 x 28 …

ou bien 25 x 7 x 4 x 10 = (25 x 7) x (4 x 10) = 175 x 40 … les calculs ne sont pas vraiment simplifiés.

Enfin, pour ce qui est des calculs **330 x 12** ; **13 x 18** et **24 x 15**, la procédure la plus utilisée au test initial était la transposition de l'algorithme écrit qui menait très souvent à un résultat erroné. Le test final montre une progression de bonnes réponses due principalement au changement de procédure : la plupart des élèves optent cette fois pour une procédure de calcul réfléchi utilisant des décompositions d'un des deux nombres et les propriétés des opérations.

Néanmoins, une partie des élèves se trouve encore désemparée devant ce type de calcul et reviennent à leur première stratégie. Ceux pour qui la composante stratégique tendrait à évoluer positivement, se heurtent encore parfois au fonctionnement des propriétés des opérations. Celles-ci ne sont pas encore solidement acquises et de nombreuses confusions demeurent.

Ainsi, même si dans l'ensemble, tous les résultats ont évolué de manière positive, il n'en reste pas moins que les difficultés rencontrées soulèvent d'autres interrogations qui n'avaient pas émergées lors du questionnement initial et de la formulation de mes hypothèses :

Pourquoi les élèves éprouvent-ils autant de difficultés à adopter les procédures nouvelles ? Qu'est-ce qui fait obstacle à l'appropriation des propriétés des opérations ? Comment aider les élèves à vaincre ces résistances ?

2 . Eclairage théorique.

Bien que les enfants reconnaissent la supériorité de certaines procédures explicitées lors des confrontations et qu'ils les réutilisent lors des phases d'entraînement, celles-ci ne réapparaissent pas forcément pour le test final. Il semble donc qu'elles ne soient pas encore automatisées, et que face à une contrainte de temps, les élèves préfèrent revenir à ce qu'ils maîtrisent le mieux (ou qu'ils croient maîtriser) et à ce qui est le plus naturel pour eux. Dans un article du J.D.I d'avril 1997, Rémi Brissiaud explique qu'il ne faut pas se contenter de confronter les différentes stratégies et de montrer la supériorité de certaines, encore faut-il en enseigner l'usage de façon systématique. C'est en effet seulement dans la mesure où l'élève se sera approprié les différentes stratégies et où il en aura rôdé l'usage dans des contextes où elles sont particulièrement économiques, que face à un calcul quelconque, il se trouvera authentiquement dans une situation de choix et pourra ainsi faire du calcul réfléchi.

Il me semble qu'il en va de même pour les propriétés des opérations à condition que celles-ci soient préalablement comprises des élèves. Avant un entraînement systématique, ceci exigerait donc un travail en amont consistant à expliquer la signification et l'enchaînement des opérations en décrivant ces procédés de calcul à partir d'exemples au tableau, chose qui n'a pas été faite durant ma séquence :

Exemple : 330 x 12 = 330 x (10 + 2) = (330 x 10) + (330 x 2) = 3 300 + 660 =
3 300 + (660 + 60) = (3 300 + 600) + 60 = 3 960.

Une fois les procédés compris, les élèves devront être amenés à supprimer l'écriture des étapes intermédiaires pour ne conserver que le minimum : 330 x 12 = 3 300 + 660 = 3 960.

Il faut signaler ici que l'évolution des conceptions numériques et des procédures de calcul doit tenir compte de l'existence d'étapes cognitives différentes selon les individus. Ce sont les élèves en difficulté qui présentent le plus grand décalage dans le temps pour le passage des différentes étapes. Ceci laisserait à penser que le calcul réfléchi est un travail à mener de manière régulière et sur le long terme pour permettre à chacun de franchir à son rythme les étapes successives. C'est pourquoi, comme l'explique Claire Lethielleux, il semble indispensable d’aborder le calcul réfléchi dès le cycle 2 . Cet apprentissage nécessitera une progression structurée dont les étapes devront être définies par des objectifs clairs accompagnés d’exercices gradués.

Un élément qui m’a également interpellé durant cette séquence est le manque de recul ou de regard critique de la part des élèves à l’égard des résultats des calculs. En effet, le fait d’écrire 13 x 18 = 37 ; 330 x 12 = 990 ; 24 x 15 = 144 …ne les choquait pas nécessairement. A ce propos, je pense que les pratiques de François Boule qui incluent dans les étapes du calcul mental un travail sur l’ordre de grandeur se seraient avérées ici très bénéfiques. La pratique du calcul approché et l’estimation des résultats dans le domaine du calcul multiplicatif auraient probablement permis à ces élèves de contrôler la vraisemblance de leurs résultats et d’acquérir ainsi progressivement une attitude plus réflexive.

Enfin, si les objectifs assignés au calcul mental font aujourd’hui davantage référence à des connaissances abstraites sur les nombres et les opérations, il n’en reste pas moins que la mémorisation des répertoires de base (parfois discutée bien qu’inscrite dans les Instructions Officielles) permet aux élèves de progresser. Il me semble donc que cet « aspect pratique » du calcul mental ne doit pas être négligé dans la mesure où il apparaît comme un outil indispensable mis au service des stratégies de calcul.

CONCLUSION

L'expérience pédagogique menée dans cette classe de CM2 permet de valider en partie l'hypothèse de recherche suggérée au départ, dans la mesure où l'ensemble des résultats a évolué de manière positive. Ceci dit, les difficultés et les doutes rencontrés au cours de la séquence d'apprentissage ont suscité bien d'autres interrogations et la nécessité d'élargir la réflexion.

Ainsi, afin de répondre au questionnement initial et s'il fallait retenir quelque chose de ce travail, je dirais que pour qu'une activité de calcul mental soit enrichissante, elle doit nécessairement réunir plusieurs conditions :

Tout d'abord, il est indispensable que les séances soient menées régulièrement et dans le cadre d'une progression structurée. Des séances éparpillées et sans objectifs clairs n'auront que peu de portée. Ensuite, le rôle du maître est fondamental dans l'explicitation et la confrontation des procédures mises en œuvre par les élèves. Cette étape permet en effet la diffusion de nouvelles procédures dans la classe, et chacun peut ainsi enrichir ses stratégies en fonction de ses conceptions numériques et du stade cognitif dans lequel il se trouve à ce moment. Enfin, si cette étape est indispensable, elle n'en reste pas moins insuffisante : ce travail doit être complété par une institutionnalisation de certaines procédures, et par une automatisation de certains calculs.

Débuté dès le cycle 2 avec une progression rigoureuse et des exercices gradués, l'enseignement du calcul mental réfléchi peut également être une aide précieuse pour construire le sens des opérations si important dans la résolution des problèmes.

BIBLIOGRAPHIE

BABIN Norbert (1996) : Programmes et pratiques pédagogiques pour l'école élémentaire, Paris, Hachette Education.

BOULE François (1997-1998) : « Etapes du calcul mental », dans Grand N, n°62, I.R.E.M. de Grenoble, p.15 à 33.

BRISSIAUD Rémi (1997) : « Enseignons le calcul réfléchi », dans le Journal Des Instituteurs, n°8, avril 1997, Paris, Nathan, p.62 à 65.

LETHIELLEUX Claire (1993) : Le calcul mental au cycle des approfondissements, Paris, Armand Colin.

SMITH Steven B. (1987) : « Les calculateurs prodiges », dans La recherche, n°185, février 1987, Paris, p.160 à 169.

TATON René (1953) : Le calcul mental, lieu d'édition, Presses Universitaires de France, collection que sais-je ?

ANNEXES

- **Annexe 1** : le procédé La Martinière.
- **Annexe 2** : le procédé de l’horloge (révision des tables de multiplication).
- **Annexe 3** : parties écrites et orales du test initial et du test final de quelques élèves.

Annexe 1 : le procédé La Martinière.

Chaque élève disposant d’une ardoise, d’une craie et d’un chiffon, le maître pose une question de calcul mental que toute la classe est sollicitée à résoudre de tête. Après un temps de réflexion proportionné à la difficulté de la question posée, le maître donne un premier signal et chaque élève doit alors inscrire sur l’ardoise son résultat. A un second signal, proche du premier, les ardoises sont levées face au maître. En quelques instants, ce dernier peut lire les réponses, faire calculer les élèves qui n’ont pas abouti au résultat et faire rectifier les erreurs.

Cette méthode est rapide et efficace, mais il est évident que pour qu’elle rende le maximum de services, le maître doit toujours permettre aux élèves de trouver et corriger les erreurs et faire expliquer la marche à suivre pour arriver rapidement au résultat.

Annexe 2 : le procédé de l’horloge (aide à la mémorisation / révision des tables).

Le maître écrit au tableau un multiplicande (choisi entre 2 et 12), et autour de lui en cercle, les multiplicateurs de 1 à 12 comme indiqué ci-dessous :

Dans un premier temps, les multiplications à effectuer sont montrées par le maître et tous les résultats donnés par les élèves sont inscrits en face du multiplicateur correspondant. Après deux ou trois lectures de « l’horloge » (oralisées ou dans la tête), les résultats sont effacés progressivement.

Dans un deuxième temps, les élèves interrogés énoncent les multiplications et les résultats en suivant le sens des aiguilles d’une montre ou bien l’ordre indiqué par le maître. Rapidement, les élèves ne doivent dire que les résultats sans oraliser les multiplications. Le but est d’automatiser ces résultats mémorisés, de gagner en sûreté et en rapidité quel que soit l’ordre des multiplicateurs.

<u>Annexe 3</u> : <u>parties écrites et orales du test initial et du test final de quelques élèves.</u>