

I. R. E. M.

UNIVERSITE DE REIMS
INSTITUT DE RECHERCHE SUR L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES
Moulin de la Housse - B.P. 347 - 51062 REIMS Cédex

RAPPORT
SUR UNE EXPERIENCE MENEÉ DURANT L'ANNEE 81-82
DANS UNE CLASSE DE CM1

UTILISATION
DES CALCULETTES ET
CALCULATRICES PROGRAMMABLES
AU PRIMAIRE

PAR LE G.R.P.E.N DE
CHALONS-SUR-MARNE

I N T R O D U C T I O N

Des machines électroniques en tout genre font leur entrée en force dans les foyers des pays occidentaux. Depuis les machines à calculer simples aux prix les plus bas (50F), puis les machines programmables et leur puissance de calcul (à partir de 300 F) jusqu'aux ordinateurs de poche et ceux se connectant au téléviseur familiale (à partir de 1000 F) en passant par tous les jeux électroniques préprogrammés ; bientôt un foyer sur deux possèdera au moins une de ces machines. D'autre part, notre vie quotidienne (en particulier dans les entreprises) est de plus en plus en contact avec la micro informatique. L'Ecole élémentaire se doit de ne pas ignorer ce phénomène. Il semble donc urgent que soient faites des expériences avec les machines dans les classes primaires afin d'en donner quelques idées d'utilisations aux maîtres.

L'expérience a été réalisée durant l'année scolaire 1981-82 dans l'école annexe garçons, de Châlons avec la collaboration de M. Vidal, maître d'application dans cette classe de CM1.

L'IREM a mis à notre disposition 5 machines simples Olympia "4 opérations" ainsi que 3 calculatrices programmables CASIO FX 502 P. En ce qui concerne les calculettes, le nombre de machines n'a pas été un obstacle car beaucoup d'enfants en possédaient. Par contre, pour ce qui est des machines programmables, pour certaines activités, il serait souhaitable de disposer au moins d'une machine pour quatre élèves. Cependant, vu que ce document est destiné en partie aux instituteurs, le fait de "faire quelque chose" avec peu de moyens rend l'expérience plus intéressante pour les écoles dont les fonds sont généralement très faibles. Il est à noter que des normaliens et des instituteurs ont parfois assisté à des séquences, ont été mis au courant de l'expérience, et se sont montrés généralement très intéressés et décidés à faire acheter du matériel dans leur école.

Différents types d'activités avaient été prévus au début de l'expérience ; tous n'ont pu être menés à bien durant cette année faute de temps mais l'expérience doit continuer et s'approfondir.

L'expérience comporte trois types d'activités :

- 1) l'utilisation des calculettes 4 opérations.
- 2) l'utilisation des calculatrices programmables par toute la classe avec des programmes chargés préalablement.
- 3) l'utilisation d'une ou deux machines préprogrammées comme atelier de mathématiques dans le fond de la classe.

Un quatrième type d'activité était prévu mais qui sera essayé au CM2 est la programmation des machines. Ceci nous est apparu trop difficile pour des élèves de CM1.

I - UTILISATION DES CALCULETTES 4 OPERATIONS

Ces petites machines, peu chères maintenant (on en trouve à moins de 50 F), sont utilisées par un grand nombre de personnes, que ce soit pour leur activité professionnelle ou pour simplement faire leurs comptes ou même pour.... vérifier les opérations que leurs enfants ont à faire à la maison !

L'école primaire se doit de ne pas ignorer ces machines qui seront présentes dans une majorité de foyers d'ici quelques années.

DIFFERENTS TYPES D'ACTIVITES ONT ETE MENEES EN CLASSE :

A) DECOUVERTE DE LA MACHINE

Nous possédons les 5 Olympia de l'IREM. Les enfants sont répartis en 5 groupes de 5. Ils ont comme consigne d'essayer de comprendre le fonctionnement des différentes touches en notant leurs observations dans un tableau :

Touche appuyée	Affichage
5	5
+	5
2	2
=	7
4	4
$\sqrt{\quad}$	2
5	5
CE	0
etc...	

Tous les élèves ont vu ou voient comment faire une opération simple, mais la majorité ne s'est jamais intéressée aux autres touches.

Beaucoup de questions se posent à propos des touches $\sqrt{\quad}$, CM, RM, M+, M-, C, CE ...

Exemple de réaction :

"Quand on fait $\boxed{3} \boxed{\sqrt{\quad}}$, ça fait un très grand nombre".

En effet, la position du point leur échappe, et d'autre part les enfants n'ont pas encore étudié les nombres décimaux.

Nous leur proposons alors d'essayer avec 4, 9. Certains enfants trouvent ce que signifie $\sqrt{\quad}$ car ils donnent le résultat exact avec 25 sans la machine, mais ont beaucoup de mal à l'exprimer.

Quant aux touches mémoire, seuls ceux qui ont une machine à la maison ont une idée de leur utilité.

Les autres touches sont diversement découvertes.

Le maître de la classe demande, aux élèves qui peuvent, d'amener des machines, nous nous rendons compte que presque tous en ont chez eux ! Nous souhaitons en effet que chaque élève apprenne à se servir de sa machine.

B) JEU DU CALCUL APPROCHE

Si le calcul "exact" avec beaucoup de chiffres est une activité qui présente de moins en moins d'intérêt pour la "vie courante", il semble par contre très important de développer chez l'enfant l'aptitude à évaluer l'ordre de grandeur d'un résultat avec rapidité ; et ceci pour différentes raisons :

- Les enfants font beaucoup d'erreurs de frappe et il est important qu'ils doutent de leurs résultats si ceux-ci sont trop éloignés de la valeur estimée.
- Les adultes ont généralement deux types de calcul à effectuer :
 - des calculs précis et avec beaucoup de chiffres (ex : compte-chèque, bon de commande, etc...) pour lesquels ils prennent une machine.
 - des calculs approchés qui permettent d'évaluer certaines grandeurs (comparaisons de prix, consommations, surfaces à peindre...etc) qui ne nécessitent pas une grande précision mais qui doivent être faits rapidement et sûrement.
 - Certains problèmes, notamment ceux issus des activités d'éveil ne nécessitent pas une grande précision, il est alors bon que les enfants puissent donner une évaluation sans perdre beaucoup de temps à poser des opérations ni être obligés de prendre la machine à calculer.

. Activité en classe :

Les enfants seront disposés en 5 groupes de 5.

- Ils disposent d'une machine par groupe.
- Un élève a la machine et propose à ses 4 camarades un produit.
- Ses camarades effectuent un calcul approché du résultat et notent sur l'ardoise pendant ce temps celui qui a la machine effectue le calcul exact.
- L'élève qui a le résultat le plus proche de la valeur exacte marque un point et prend la machine.

Observations :

- 1) Les élèves veulent calculer précisément le résultat mais sont beaucoup trop lents, le meneur doit limiter impérativement le temps.
- 2) Les élèves donnent souvent beaucoup de chiffres significatifs alors qu'ils ne correspondent à rien et qu'il y a souvent une erreur grossière : ils donnent 4997 alors que le résultat est proche de 50000 !
- 3) Rapidement, des élèves se rendent compte qu'en prenant le "1er chiffre de chaque nombre et en comptant les zéros" on gagne souvent. Cette tactique est vite comprise par les autres qui l'utilisent.
- 4) Enfin les enfants trouvant souvent le même résultat, font un effort pour affiner leur approximation.

CONCLUSION : Ce premier jeu avec calculette a permis aux enfants de développer leurs capacités en calcul mental et approché. Des progrès sensibles ont été constatés. Un programme de jeu individuel a été fait sur le même principe (voir calculette programmable).

C) ETUDE APPROFONDIE DES MACHINES :

Les enfants disposant de machines personnelles pour la plupart, une étude plus approfondie du fonctionnement des machines a été entreprise.

Les registres :

Les enfants disposant chacun d'une machine, ils ont rempli des tableaux du type vu au début :

touches	affichage

mais ce type de tableau a paru rapidement insuffisant lorsque les élèves ont essayé de comprendre le fonctionnement : en effet lorsque l'on frappe $\boxed{3} \boxed{+} \boxed{2}$, le 3 est parti et enregistré "quelque part" ainsi que le + d'où la symbolisation par des boîtes des mémoires de la machine que l'on appelle registres X, Y et opération.

Il en est résulté le tableau suivant :

touches	affichage registre X	registre Y	registre OP.
3	3		
+	3		+
2	2	3	+
=	5	2	+

Mais ici, une grosse difficulté est apparue : toutes les machines (ou presque) ont un mode de fonctionnement différent et certaines séquences de touches donnent des résultats différents ex : $\boxed{3} \boxed{+} \boxed{2} \boxed{=} \boxed{0} \boxed{=}$ donne souvent 0 parfois 2 et rarement 3 !

Les enfants ont donc travaillé individuellement avec leur machine mais il n'a pas été possible de donner des règles générales de calcul.

Beaucoup d'élèves ont compris la présence des registres, assez peu les possibilités d'utilisation.

La mémoire :

Toutes les machines (sauf 1) possédaient des mémoires (1 en général).

La plupart des enfants comprennent l'utilité de la mémoire de la machine pour l'exécution de calculs en chaîne. Là aussi, beaucoup d'élèves ont du mal à gérer correctement la mémoire pour effectuer des calculs compliqués. Cependant, ils s'en servent bien pour calculer, par exemple, le reste d'une division.

D) UTILISATION PERMANENTE EN CLASSE :

Les élèves pouvant disposer en permanence des machines en classe, il leur a été possible :

- de vérifier leurs opérations et ainsi de corriger leurs résultats en recherchant leurs erreurs, ce qui est plus efficace qu'une correction collective.
- d'effectuer des calculs "compliqués" rapidement lors d'autres activités (en éveil notamment)
- de travailler sur des grands nombres ; on peut même les faire travailler sur des nombres dépassant la capacité de la machine en utilisant les propriétés des opérations.
- enfin de se libérer du calcul répétitif et ennuyeux lors d'activités de recherche nécessitant un grand nombre de calculs et une part de tâtonnement expérimental .

II - CALCULATRICES PROGRAMMABLES

Nous désirions utiliser les 3 casio FX 502 P dans deux directions :

- 1) Utilisation de programmes didactiques préparés à l'avance.
- 2) Initiation des enfants à la programmation . Vu le temps disponible et le nombre limité de machines, seul le 1er point a été abordé.

Deux types d'utilisation ont été faites :

A) Utilisation collective :

Toute la classe travaille sur les machines.

1) Notion de fonction :

L'objectif de ces séquences est de donner aux enfants la notion de fonction.

Les séances se sont déroulées ainsi :

- Les enfants disposent des machines chacun leur tour.
- Ils font un tableau dans lequel ils écrivent le nombre qu'ils désirent essayer et ils notent en face le résultat donné par la machine en appuyant sur le programme concerné.
- Ils essaient de découvrir ce que la machine "fait".
- Lorsqu'ils pensent avoir trouvé, ils peuvent essayer de nouveaux nombres en prévoyant le résultat. Si ce n'est pas le résultat attendu, ils essaient de trouver autre chose.

Exemples de fonctions :

Au début très simples pour familiariser les enfants avec le maniement de la machine.

a) \rightarrow (m 2) \rightarrow

Programme : $P_i : X 2 =$

<u>Utilisation</u> : nombre choisi	$\boxed{P_i}$	image.
7	$\boxed{P_i}$	14
3	$\boxed{P_i}$	6

- Les enfants ne sont pas désorientés par la machine et rapidement la manient avec célérité et précision.

- Ils découvrent sans peine les programmes simples.

Autres exemples de programmes simples :

- + 10 =
- X 100 =
- + 18 = etc...

b) Puis des programmes plus compliqués à découvrir :

- . X 50 =
- . + 5,23 =
- . X 3 + 1 =
- . X 2 + 6 =
- . X 10 + 3 =

Ces trois dernières fonctions posent moins de problèmes aux enfants que nous ne l'avions pensé.

La validation se fait par notre intermédiaire ; tout au moins en ce qui concerne le type de fonction à découvrir.

Les élèves s'aperçoivent rapidement qu'il est plus aisé de trouver la solution avec des petits nombres. Mais ce sont généralement les élèves les moins doués qui prennent les plus grands nombres et qui ont par conséquent le plus de mal à conclure. Seuls certains élèves trouvent qu'avec 0 et 1 la conclusion est aisée : "si avec 0 on ne trouve pas 0 c'est qu'il y a une addition ou une soustraction" " si avec 1, ça n'ajoute pas 1 au résultat c'est qu'il y a une multiplication".

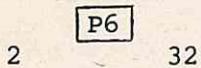
c) Puis des programmes donnant la composition de fonctions : par exemple

$$\left(\begin{array}{l} P5 \times 3 = HLT \quad X 2 = HLT + 20 = HLT \\ P6 \times 6 + 20 = \end{array} \right.$$

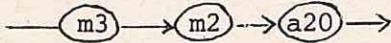
le premier donne

$$2 \quad \boxed{P5} \quad 6 \quad \boxed{EXE} \quad 12 \quad \boxed{EXE} \quad 32$$

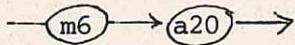
le deuxième :



La comparaison des deux amène les enfants à conclure que



et



sont équivalentes.

La même observation est faite avec ces deux programmes :

P1 : - 7, =, Min 1, x ≥ 0, GOTO 1, lbl², MR1

Pause, AC, Pause, GOTO 2, lbl 1, Hlt,

+ 18, =

et

P2 : + 11 =

Utilisation de P1

n [P1] m [EXE] P si après n [P1] l'affichage clignote, c'est que le nombre ne convient pas, arrêter la machine et recommencer.

- Les enfants constatent que, lorsque " ça marche ", les résultats de P1 et P2 sont les mêmes.

- Certains enfants voyant un nombre négatif clignoter, réagissent en disant "c'est parce qu'il n'était pas assez grand", certains même disent " - 2 clignote, j'avais tapé 5 , il faut donc mettre au moins 7" !

d) Enfin des programmes plus complexes :

1) PO : $\frac{\div}{2}, =, \text{Frac}, X, 2, =$

qui donne le reste de la division par 2

Les enfants trouvent facilement en disant : "si c'est pair, ça donne 0, sinon 1"

2) $\frac{\div}{3}, =, \text{Frac}, x = 0, \text{GOTO } 1, \text{AC}, \text{Hlt},$

Lbl 1, 1, =,

donne 1 si le nombre est divisible par 3 0 sinon.

Les enfants ont plus de mal : ils n'y arrivent que lorsqu'ils ont une liste des nombres essayés et les résultats correspondants.

3) Les restes de divisions par des nombres différents de 2 sont aussi découverts dans les mêmes conditions, à part certains élèves qui les trouvent seuls, les autres ont besoin d'avoir une liste de résultats importante pour trouver.

4) Différents autres programmes ont été testés auprès des enfants :
notamment - la somme des n premiers nombres que les enfants ont réussis
à trouver avec une liste donnant les résultats dans l'ordre et
en faisant un semblant de raisonnement par récurrence.

- Enfin des fonctions de 2 variables :

très simples au début pour habituer l'enfant à donner deux nombres :

- du type $f(a,b) = a + 2b$ que les enfants traduisent par "c'est le premier plus le double du deuxième"

- $f(a,b) = a \times 10^b$, avec indication d'erreur lors du dépassement de capacité là aussi les enfants trouvent le résultat relativement facilement.

- Enfin le reste de la division de a par b qui leur pose beaucoup de problèmes car les enfants font varier les deux nombres et ils ont beaucoup de mal à tirer une conclusion générale des résultats.

CONCLUSION : Lors de toutes ces séances en classe, collectives, les enfants se sont montrés très intéressés par ce type de travail. Ils n'ont pas été très impressionnés par les machines et s'en sont servis rapidement avec dextérité, ce qui a permis, malgré le nombre de machines restreint de les faire tous travailler en pouvant taper leurs nombres. Beaucoup ont même montré un enthousiasme tel qu'il fallait les obliger à aller en récréation.

L'activité qu'ils ont eue : essais, hypothèse, nouvel essai, nouvelle hypothèse etc... est bien dans le sens du développement actuel de la pédagogie à l'école élémentaire.

B) Utilisation individuelle :

Certains programmes, beaucoup plus élaborés, peuvent être faits dans un but différent : Une ou deux machines programmées peuvent rester en permanence dans le fond de la classe et les élèves aller s'en servir lorsqu'ils ont un temps dans la journée. Ces programmes faisant appel à des notions mathématiques sont présentés de préférence sous forme de jeux.

I - Un programme a pu être testé assez longuement dans la classe :

Programme de calcul approché :

P1 : 0, Min 4, 10, Min 0, 60, Min F

LBL 1, GSB INV P9, X, 59, +, 1, =, INV INT, Min 1, $\frac{\div}{\div}$, MR F, =, Min 2, GSB
INV P9, X, 100, + 1, =, INV INT, X, 10, =, M+ 2, X, MR 1, =, Min 5, MR 0, $\frac{\div}{\div}$,
MR F, INV x^2 , =, M+ 2, MR 2, "0", INV PAUSE, ..., INV PAUSE, Min 6, -, MR 2,
douze fois
=, INV x = 0, Min 6, MR 6, -, MR 5, INV PAUSE, =, INV ABS, INV PAUSE, $\frac{\div}{\div}$, MR 5,
=, M+ 4, INV DSZ, GOTO 1, MR 4, x, 10, =, INV INT,

et P9 : Génère un nombre aléatoire entre 0 et 1 (celui de la machine fonctionnant mal dans ce programme : les mêmes produits se retrouvant très vite)

Remarque : il est facile de modifier ce programme pour obtenir des difficultés différentes :

- les douze pauses donnent le temps de réflexion et de frappe du résultat et peuvent être raccourcis.
- le premier nombre est à 2 ou 3 chiffres mais multiple de 10 (un premier nombre à trois chiffres quelconques décourageait les enfants)
- le deuxième nombre est inférieur à 60 (à cause de la notation)

Utilisation :

Après avoir appuyé sur Po apparaît :

910[□] 39[□] 10 10 est le nombre d'essais à faire. Les enfants doivent donner un résultat approché de 910×39 et le frapper. Au bout du temps imparti, le nombre est enregistré (si on ne tape rien, 0 est enregistré) apparaît ensuite le résultat exact, puis l'erreur absolue, enfin un nouveau produit à effectuer. Au bout de 10 essais, apparaît le pourcentage d'erreur relatif pour les 10 essais. Les enfants notent chacun leurs résultats et essaient de l'améliorer tout en concourant avec les autres. Des progrès notables en calcul approché ont pu être constatés grâce à ce jeu.

II - D'autres programmes ont été faits dans le même esprit, mais n'ont, faute de temps pu être essayés assez longuement dans la classe :

- Sphinx tiré de jeux et stratégies qui donne la somme des chiffres de la différence du nombre choisi et du nombre à découvrir.
- Trouver un nombre compris entre 0 et 100, la machine donnant à chaque essai + 1 ou - 1 si le nombre est supérieur ou inférieur à trouver.
- Trouver un nombre compris entre 1 et 11, la machine proposant des multiples de ce nombre.
- Course à 20

Tous ces programmes font réfléchir et progresser l'enfant et sont faciles à utiliser dans une classe même avec une ou deux machines.
