

LA MACHINE A CALCULER A L'ÉCOLE

(compte rendu d'expérience)

Jean-Paul BLANC et Bernard MONTHUBERT

Depuis longtemps nous pensons, au sein de la commission mathématique de l'ICEM que l'utilisation de machines à calculer doit permettre, dans les classes élémentaires, une libération des élèves face aux mécanismes opératoires et un gain de temps important laissant au raisonnement mathématique la part essentielle qui doit lui revenir.

La maison Olivetti ayant accepté de mettre à notre disposition une dizaine de machines, nous avons pu commencer une première expérience dans huit classes de niveaux et de milieux différents. Les élèves de ces classes avaient de 6 à 11 ans et les plus jeunes n'ont pas été les moins intéressés.

Les machines étaient des Olivetti Prima 20 imprimantes permettant :

— la somme des nombres positifs et négatifs, donc l'addition et la soustraction

— la multiplication par additions successives

— la division par soustractions successives.

L'expérience a duré de janvier à juin 1971.

Les machines étaient laissées à la disposition des enfants qui pouvaient les utiliser quand ils le désiraient, que ce soit pour résoudre des opérations ou des problèmes, pour vérifier des calculs précédemment effectués ou pour des recherches personnelles de tous ordres.

Les machines se sont avérées robustes, un seul incident mécanique étant à signaler alors qu'aucune précaution exceptionnelle n'était prise, nos élèves utilisant aussi librement mais aussi sérieusement ces machines que les autres matériels de leurs divers ateliers.

Le fonctionnement de la machine, l'utilisation des touches et des manettes n'offrent aucune difficulté importante. Les plus habiles des enfants venant parfois au secours des autres.

TECHNIQUES OPERATOIRES

Contrairement à ce que nous pouvions craindre les machines n'ont en rien contrarié l'apprentissage des techniques opératoires. Bien au contraire elles ont permis une meilleure compréhension de ces mécanismes. Les enfants utilisent d'ailleurs fréquem-



Photo J.-P. Blanc

ment la machine pour vérifier leurs propres calculs et réciproquement. La découverte ou la confirmation de la commutativité de l'addition fut facilitée et mise en évidence, celles de la non-commutativité de la soustraction fut encore plus frappante. Le transfert de la soustraction en addition d'un nombre négatif ainsi

que la possibilité d'effectuer des suites d'opérations additives et soustractives (en réalité sommes algébriques) avec parfois des soldes négatifs ouvrent de nouvelles pistes de recherches et préparent aux opérations dans $\mathbb{Z}$. L'écriture même des nombres 25, 15 —, ... facilite la compréhension des nombres négatifs.

La résolution de la multiplication par additions successives *imprimées* participe à sa compréhension, cette résolution évoluant ainsi généralement :

1^o. *addition simple d'un nombre avec lui-même*

2^o. *utilisation des touches 0, 00, 000 réduisant considérablement le nombre de lignes et explicitant clairement la valeur du « décalage » dans la disposition habituelle de la multiplication*

3^o. *composition avec la soustraction pour réduire encore le nombre de lignes.*

Cette évolution entraîne et implique une intellectualisation de l'opération qui ne peut se contenter de mécanismes sans réflexion.

Les divisions simples ont été résolues par soustractions successives ou par multiplications tâtonnées. Ces modes de résolution permettant d'ailleurs de comprendre la signification de la division ce qui sera fort utile dans les divisions par des nombres plus importants. Ainsi la « dissection » fréquente et rapide sur des cas simples de l'opération la plus « mystérieuse » de l'école primaire permettra de l'aborder sans complexe et par un raisonnement analogique de superposer au mécanisme sa véritable signification. Seuls quelques élèves sont arrivés à diviser directement par un nombre de 2 ou 3 chiffres mais une expérimentation plus longue aurait permis sans doute un meilleur résultat.

PROBLEMES

Pour la résolution des problèmes, la machine a été un auxiliaire précieux. Là aussi la durée de l'expérience nous semble trop réduite pour porter un jugement définitif, cependant, les difficultés mécaniques n'entrant plus en jeu, les enfants pouvaient se concentrer sur la signification du texte et

sur le raisonnement à effectuer. Ils avaient de plus le temps de résoudre 2 ou 3 problèmes au lieu d'un seul. Beaucoup se sont mis à inventer des problèmes, à chercher des fiches, pour le plaisir de les résoudre.

Dans un premier temps les enfants ont d'abord résolu les problèmes seuls puis ont vérifié leurs résultats à la machine. Peu à peu ils ont fait entièrement le problème à la machine.

Alors sont apparues des bribes de programmation : l'ordre dans lequel il faut faire les opérations pour reconstituer le problème a été matérialisé parfois sur les brouillons par des flèches ou des symboles.

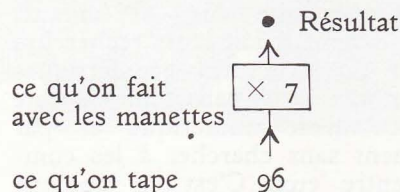
On peut par exemple utiliser ce schéma à 3 niveaux :

1^o. *ce que l'on tape*

2^o. *ce que l'on fait avec les manettes*

3^o. *les résultats.*

Ex. : *Maman achète chaque jour un litre de lait valant 96 c. La recherche du prix du lait en 1 semaine donne la représentation suivante :*

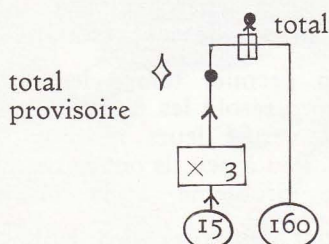


Outre le mérite de cette représentation sur le plan mathématique (mise en évidence des opérateurs multiplicatifs par exemple) on aboutit à une véritable programmation.

On peut rechercher de même le schéma le plus économique, celui qui prendra le moins de temps avec la machine.

Ainsi dans ce problème :

Pour la cuisine maman a acheté 3 chaises à 15 F et une table à 160 F.



L'utilisation de la touche « total provisoire » permet le stockage d'un résultat et une économie.

Parfois les schémas se sont avérés trop compliqués et ont rebuté les enfants. Il était important d'apercevoir les limites de ces représentations et de voir qu'un problème simple pouvait recevoir un schéma complexe d'où parfois revalorisation des opérations mentales.

DECOUVERTES NUMERIQUES ET AUTRES

Une utilisation fort inattendue de la machine fut celle excluant tout mécanisme opératoire. Ainsi les enfants ont fréquemment fait leurs recherches à partir de structures géométriques des nombres écrits sans tenir compte de leur valeur numérique et par conséquent sans chercher à les composer entre eux. C'est en quelque sorte en machine à écrire que fut utilisée la Prima 20 dans ce cas-là, et la plupart des recherches auraient pu se dérouler à partir de nombres écrits à la main ou frappés à la machine à écrire. Cependant c'est la disposition des chiffres sur le clavier, la rapidité d'impression, les possibilités de correction, de blocage qui ont incité les enfants à se diriger dans ce type de recherches. Citons pour éclair-

cissement quelques exemples que nous ne développerons pas mais qui furent à l'origine de travaux très riches.

a) un enfant frappe :

```
123123123
12312312
1231231
123123
.....
```

ces lignes obtenues très facilement grâce au blocage et au levier de correction.

A partir de là les travaux s'orientent notamment vers les classements de nombres modulo 3, les lois de composition de ces classes, les classes de résidus modulo de 1 à 9, la preuve par 9...

b)

```
1
12
123
1234
12345
123456 avec blocage
```

Ce tableau et d'autres de ce genre ont eu des suites diverses sur divers points d'observation : les diagonales, nombres pairs, impairs, verticales et horizontales, compléments à 10, somme des premiers nombres entiers de 1 à n (matérialisée par le triangle). Les possibilités offertes par la machine permirent aussi d'innombrables recherches aboutissant souvent à des lois numériques intéressantes :

```
IIIIIIII
2222222 —
IIIIIIII — = (total)
```

```
2222222
3333333 —
IIIIIIII —
```



I
 12 blocage
 123
 1234

 1234 —
 123 — blocage et correction
 12 —
 1 —
 00 = total

123
 456 —
 333 —

La plus grande liberté était offerte aux enfants dans ce genre de recherches en raison de la rapidité de réalisation et de résolution. Très souvent une intuition pousse à composer des suites de nombres sans que soit

entrevu le résultat possible, c'est seulement celui-ci qui éveille l'attention et invite à étudier plus précisément les nombres mis en relation.

De par sa nature donc, la machine engage dans des recherches indépendantes de ses buts propres.

CONCLUSION

Loin d'empêcher les enfants d'apprendre à compter nous constatons que l'utilisation de la machine à calculer les a grandement aidés à la compréhension du mécanisme et du sens des opérations, à une meilleure connaissance de la numération et des lois numériques. Elle a permis un gain de temps important et un plus grand intérêt pour la résolution des problèmes et pour l'étude approfondie de situations dans lesquelles les difficultés des opérations auraient représenté un handicap trop important.

Cependant la durée de l'expérience (4 à 5 mois) ne semble pas suffisante pour connaître avec certitude les causes de l'intérêt intense manifesté par les enfants. Sans doute le plaisir de raisonner, de résoudre des difficultés de plus en plus grandes, d'explorer au maximum des domaines jusque là matériellement interdits mais aussi peut-être, l'attrait de la nouveauté, le plaisir d'utiliser la « machine ». Cet intérêt peut-il baisser et la machine se trouver reléguée au fond d'un placard? Nous ne pensons pas, car à l'encontre de certains matériels

dits « pédagogiques » la machine à calculer est un outil vrai. De plus elle prend toute sa valeur d'outil par l'utilisation libre qu'on peut en faire, elle n'est point enseignante mais utilitaire et indirectement éducative.

Nous espérons qu'une nouvelle expérimentation, sur toute l'année scolaire permettra d'approfondir nos constatations et de faire la part de l'intérêt dû à la nouveauté. Il est d'ailleurs probable que, ce dernier étant dépassé, l'utilisation de la machine prenne sa véritable valeur : la recherche de l'efficacité.

Quoi qu'il en soit la machine à calculer nous semble être un matériel à conseiller pour toutes les classes élémentaires ou du premier cycle.

L'additionneuse imprimante à main, du type de la Prima 20, non seulement nous semble suffisante mais souvent plus éducative qu'une machine plus perfectionnée. Nous souhaiterions seulement que dans ce modèle la virgule prévue pour séparer les francs et les centimes soit supprimée.

A noter que la commission mathématique de l'ICEM à l'intention de publier un livret relatif à la machine à calculer dans la série « Recherche et Travail Libres » livrets pour élèves à la CEL, BP 282, 06 Cannes.

Jean-Paul BLANC
Bernard MONTHUBERT
et les expérimentateurs