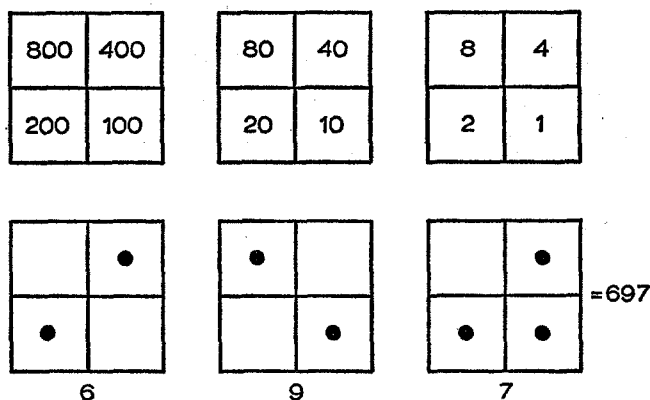


MINICOMPUTER

La méthode que nous avons utilisée pour initier l'enfant de six ans au calcul numérique mécanique ou mental utilise les avantages décisifs du binaire sur tout autre système de position, tout en tenant compte du contexte décimal dans lequel nous sommes plongés. Il nous a été possible d'atteindre ce résultat grâce à MINICOMPUTER de Papy.

Inspiré par certains travaux de Monseigneur Lemaître, ce genre d'abaque bidimensionnel utilise harmonieusement le binaire à l'intérieur de plaques organisées décimalement [L] et [Mi].¹



Les couleurs rappellent la gamme des rouges de CUISENAIRE qui facilite l'accès aux quatre règles de la machine.

2 octobre 1967

FRÉDÉRIQUE suspend au tableau une plaque de MINICOMPUTER mural.

<i>marron</i>	<i>mauve</i>
<i>rouge</i>	<i>blanc</i>

– OH! CE SONT NOS COULEURS! dit Jean-Jacques, en montrant une règlette blanche, une rouge, une mauve et une règlette de couleur marron.

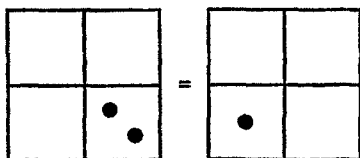
– *Tu as raison!*

Nous allons jouer tous ensemble, vous avec vos réglettes, moi avec cette grande plaque et ces pions.

FRÉDÉRIQUE pose deux pions noirs sur la case blanche.

- OH ! ILS TIENNENT TOUT SEULS ! dit un enfant émerveillé.
- *Accrochez deux wagons blancs.*
- C'EST COMME UN ROUGE !
- *Un train blanc-blanc a même longueur qu'un wagon rouge.*

FRÉDÉRIQUE retire les deux pions noirs de la case blanche et en pose un sur la case rouge.



- *Deux pions sur la case blanche égale un pion sur la rouge.*

Les enfants adoptent bien vite l'amusant raccourci

“un rouge” pour “un pion sur la case rouge”.

D'où le slogan

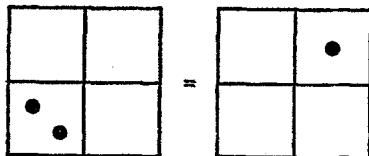
“deux blancs égale un rouge”.

- *Poursuivons le jeu !*

FRÉDÉRIQUE pose deux pions noirs sur la case rouge; les enfants accrochent deux wagons rouges.

- C'EST COMME UN WAGON MAUVE !

FRÉDÉRIQUE retire les deux pions de la case rouge et en pose un sur la case mauve.



- DEUX ROUGES ÉGALE UN MAUVE.

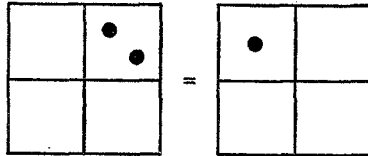
Jean-Jacques brûle d'envie de manipuler les pions aimantés et implore

- MADAME ! JE PEUX JOUER ?

FRÉDÉRIQUE acquiesce et Jean-Jacques enlève le pion noir de la case mauve et y place deux pions verts.

- OH! C'EST BEAU!
- *Accrochez deux wagons mauves.*
- C'EST COMME UN WAGON MARRON.

FRÉDÉRIQUE enlève les pions verts de la case mauve et en pose un sur la case marron.



- DEUX MAUVES ÉGALE UN MARRON.

(La leçon continue...)

5 octobre 1967

- *Nouveau jeu!*

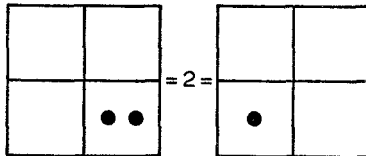
FRÉDÉRIQUE pose un pion sur la case blanche.

- 1

Elle pose un deuxième pion sur la case blanche.

- 2

- JE PEUX JOUER AUTREMENT! dit Carine. Elle enlève les 2 pions de la case blanche et en pose un sur la rouge.



- *Ajoutons 1 au nombre 2*, propose FRÉDÉRIQUE en posant un nouveau pion sur la case blanche.

- C'EST 3.

- COMME AVEC LES RÉGLETTES, ROUGE-BLANC.

- OU VERT CLAIR.

- *Ajoutons 1 au nombre 3*, poursuit FRÉDÉRIQUE en posant un nouveau pion sur la case blanche.

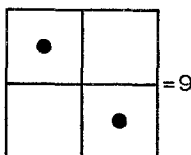
- C'EST 4.

- JE PEUX JOUER AUTREMENT, dit Sylvie qui retire les deux pions de la case blanche et en place un sur la rouge.

- ENCORE AUTREMENT, affirme Jean-Philippe en remplaçant les deux pions de la case rouge par un pion sur la mauve.

– *Continuons d'ajouter 1 ...*

La litanie se poursuit et les nombres 5, 6, 7, 8, 9 apparaissent sur MINICOMPUTER.



– *Ajoutons 1 au nombre 9*

Un enfant pose un pion sur la case blanche.

– C'EST 10.

– JE LE JOUE AUTREMENT, dit Anita en remplaçant les deux pions de la case blanche par un pion sur la rouge et

celui de la case marron par un pion sur la rouge.

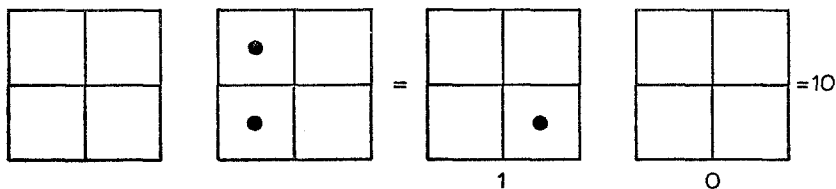
– C'EST LE TRAIN ROUGE-MARRON.

– LA RÉGLETTE ORANGE.

– C'EST 10.

FRÉDÉRIQUE suspend au tableau une deuxième plaque de MINICOMPUTER, à gauche de la première. Elle remplace le pion de la case rouge et celui de la case marron par un pion sur la case blanche de la nouvelle plaque, en disant simplement:

– *Et voici encore 10.*



– HOP! SUR LA DEUXIÈME PLAQUE, commente Jean-Jacques nullement étonné.

(La leçon continue...)

Ainsi armés, nos élèves sont capables de représenter sur MINICOMPUTER le nombre d'éléments d'un ensemble de pions placés sur la case 1. L'application régressive des quatre règles fondamentales permet de conserver le contact concret avec un nombre écrit ou représenté sur la machine.

13 octobre 1967

Deux petites plaques de MINICOMPUTER et une boîte de pions sur le pupitre de chaque enfant.

- *Combien de pions dans votre boîte?*
- 29 ... 32 ... 18 ... 26 ... 35 ...

Les boîtes des enfants sont inégalement remplies!

- *Placez la boîte de pions sur la case blanche de la première plaque. Jouez ... puis écrivez le résultat.*

Premier long travail individuel sur MINICOMPUTER: concentration, gestes précis et rapides; certains enfants parviennent au but sans erreur.

Maladresses techniques, pions renversés, fausses manœuvres; il faut aider les autres.

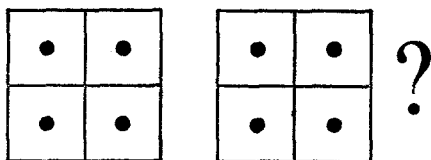
La deuxième partie de la leçon se joue sur MINICOMPUTER mural.

On part du nombre 25 formé sur la machine. On ramène tous les pions dans la case blanche de la première plaque et on les compte: confirmation!

Après 15 jours, la pression de la classe m'oblige à introduire une troisième plaque et à accepter des nombres plus grands que 100.

13 octobre 1967

- SI JE METS UN PION SUR CHACUNE DES CASES DE LA MACHINE, AI-JE MARQUÉ LE NOMBRE 100, demande Didier pour lequel MINICOMPUTER est encore une machine à deux plaques.



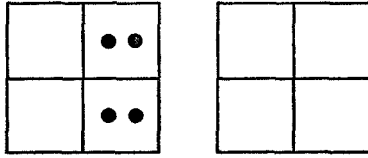
FRÉDÉRIQUE ne répond pas. Elle pressent que le problème sera reposé, sous une forme nouvelle et préfère laisser la pensée de l'enfant suivre son cheminement spontané.

24 octobre 1967

Didier revient à la charge.

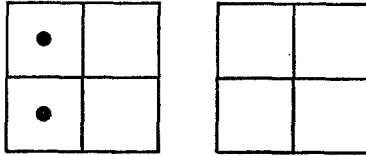
- JE VEUX MARQUER 100 SUR LA MACHINE.
- *Eh bien... tire ton plan!*

– 100, C'EST DEUX FOIS 50, poursuit Didier, qui marque

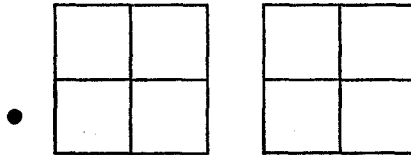


– JE PEUX JOUER !

Il remplace les deux pions de la case blanche par un pion sur la rouge et les deux pions de la case mauve par un pion sur la case marron.



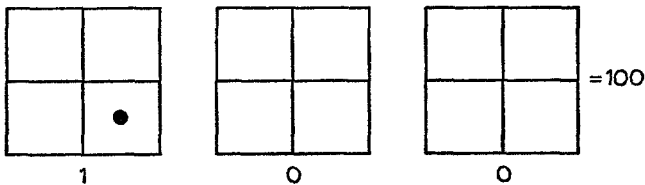
– JE VEUX ENCORE JOUER ! dit-il en retirant le pion de la case rouge et celui de la case marron et en plaçant un pion à gauche de la deuxième plaque.



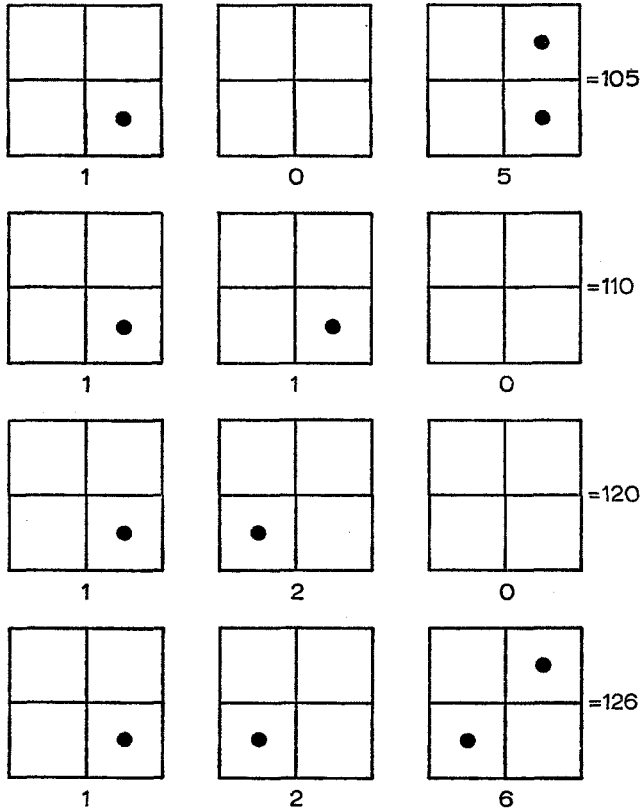
Et Didier revendique.

– MADAME ! IL ME FAUT UNE NOUVELLE PLAQUE !

FRÉDÉRIQUE la lui donne. Triomphant, Didier forme le nombre 100.



Surexcité, il clame des nombres en les formant sur la machine.



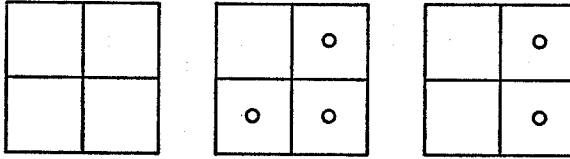
La classe impressionnée a participé à la découverte

L'addition d'entiers naturels s'effectue de manière automatique en "jouant" sur la machine. Il en est de même de l'opération *doubler*, une des notions primitives chez l'enfant et fondamentale dans MINICOMPUTER.

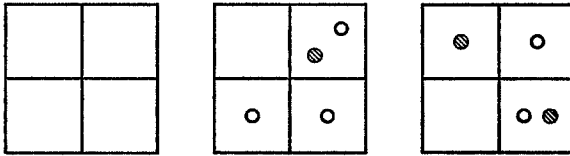
La part de mémoire arbitraire si souvent rebutante dans l'apprentissage du calcul est réduite au minimum. L'addition des petits nombres eux-mêmes est effectuée selon des règles intelligibles: le système binaire pur lorsque la somme est inférieure à 9 et un système mixte décimal-binaire dans les autres cas. Les enfants sont ainsi initiés dès le début à un système de numération de position.

– Dans ce parking, j'ai compté 75 Volkswagen et 49 Mercedes.
Combien d'automobiles en tout?

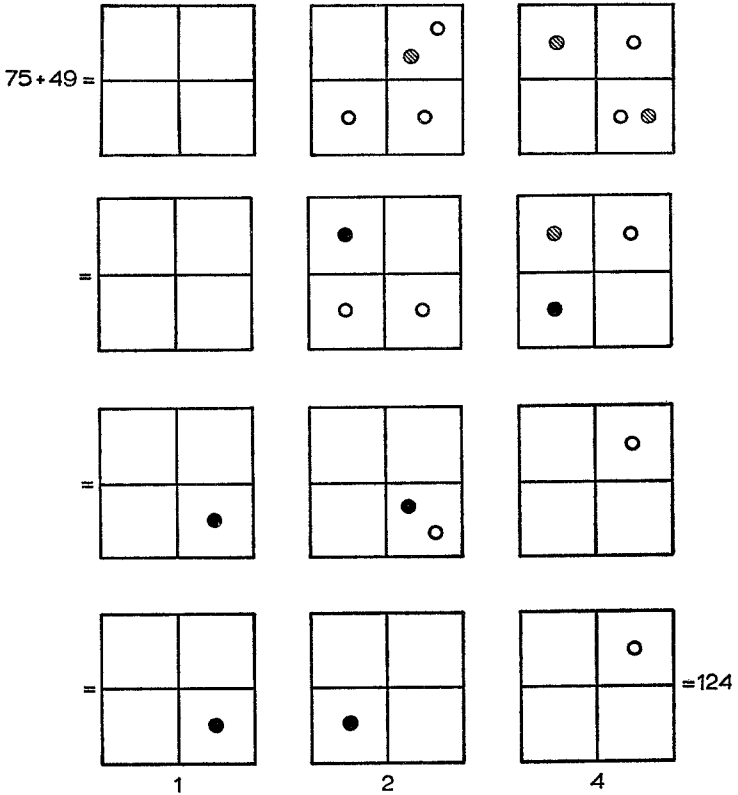
- MARQUONS 75 EN ROUGE²!



- ET 49 EN VERT³!



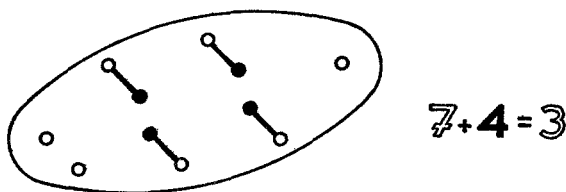
- JE PEUX JOUER, MADAME?



ENTIERS NÉGATIFS

Chaque matin, les enfants notent la température en degrés centigrades (Celsius). A Bruxelles, au début de l'année scolaire, uniquement des nombres naturels; les mois d'hiver imposent les négatifs. *Au sixième mois*, les entiers négatifs se trouvent dans la connaissance commune des élèves avec le statut de nombres authentiques servant à "mesurer" une "grandeur" bien sensible.

La notation des résultats d'une suite de parties de dés, jouées par deux enfants, utilise des nombres rouges⁴ et bleus⁵, aux effets antagonistes, puisque tout point gagné par l'un des joueurs tue un point gagné par l'autre. Il s'en suit une addition de nombres rouges et bleus. A la notation près, les élèves accèdent au groupe additif des entiers rationnels.



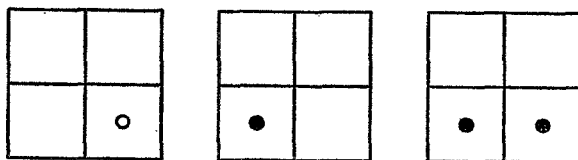
Ultérieurement, on simplifie l'écriture: tous les nombres sont écrits en noir, les anciens bleus étant surmontés d'une petite barre. Cette fois, nous avons effectivement le groupe \mathbb{Z} , +, à une toute petite variante près, $\bar{3}$ étant mis pour -3 . On a reconnu depuis longtemps les avantages que présente pour les débutants la notation $\bar{3}$, couramment utilisée dans les calculs logarithmiques de jadis.

Tout au début, nous notons le résultat de chaque partie en plaçant des pions, rouges et bleus, sur un plateau. Une bataille d'extermination fournit le score final. Spontanément les élèves transfèrent le procédé à MINICOMPUTER.

– *Un calcul pour grands:* $1\bar{0}\bar{0} + 23$

Excitation sur tous les bancs!

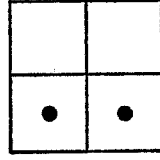
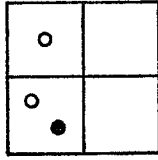
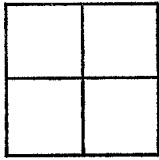
– *Sur la machine!*



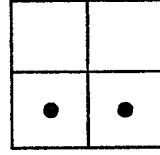
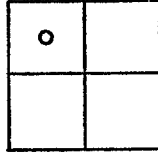
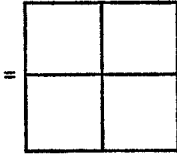
– *Vainqueur?*

– ROUGE!

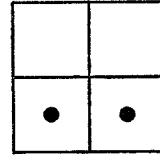
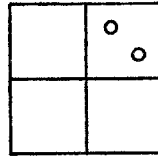
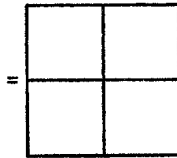
– *Soldats rouges, attaquez les bleus!*



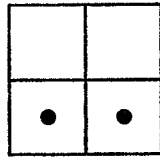
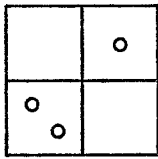
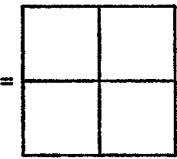
Match nul !



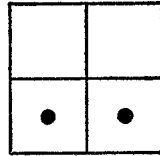
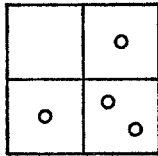
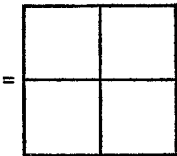
A l'assaut des bleus !



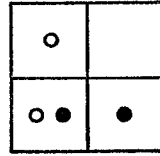
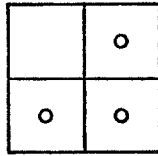
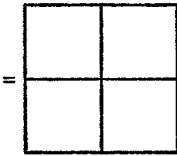
A l'assaut des bleus !



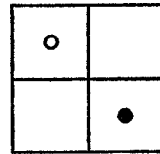
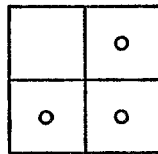
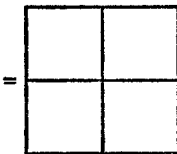
A l'assaut des bleus !



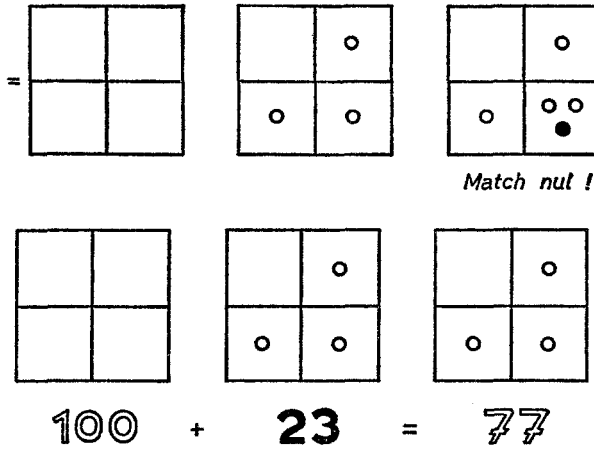
A l'assaut des bleus !



Match nul ! Deux morts !

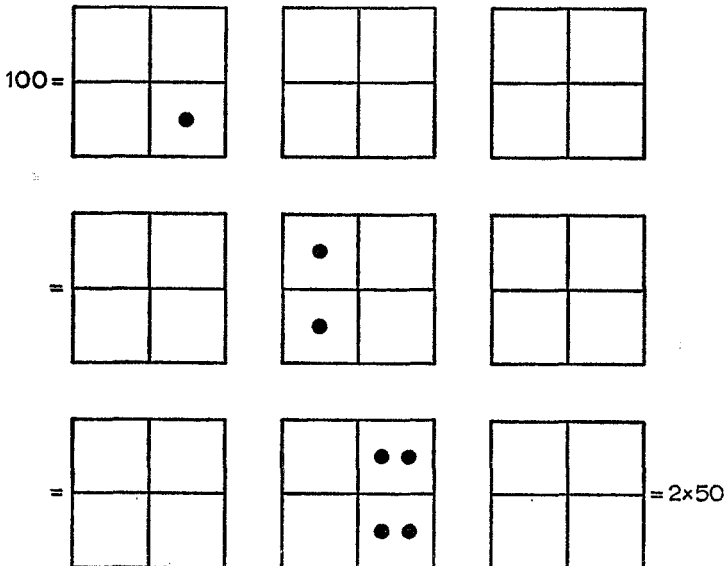


etc...



Dans notre enseignement, la fonction *demi* apparaît comme la réciproque de la fonction *double* qui est une transformation de Z , c'est-à-dire une fonction de Z dans Z . Mais il existe des nombres qui ne sont pas le double d'un entier rationnel. Ils n'ont pas d'entier rationnel comme demi.

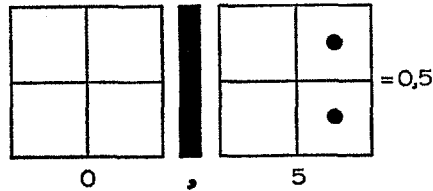
Un bâton de chocolat peut équitablement se casser en deux. Un billet de 100 F s'échange contre deux billets de 50 F. Il est vrai que 100 est un nombre pair. Mais 1 F s'échange aussi équitablement contre deux pièces de 50 cmes



qui heureusement intéressent toujours les enfants de 6 ans. Il leur semble dès lors très naturel de rechercher un demi de 1 sur la machine.

C'est en voulant écrire 100, comme double de 50, que les élèves m'avaient littéralement obligée à leur donner la troisième plaque. A présent, nous mettons 100 sur la machine et nous observons la technique qui permet d'en trouver la moitié. De même avec le nombre 10.

Comment appliquer la même règle pour calculer le demi de 1? Les enfants demandent une nouvelle plaque, à droite, et la baptisent aussitôt "plaque des minuscules". Comment se rappeler qu'il s'agit d'une "plaque de minuscules"? En mettant une barrière sous forme de ligne verte⁶: la future virgule. Ainsi calculons-nous le demi de 1 que nous écrivons 0,5.



Le problème du partage équitable de 100 F entre trois enfants introduit une situation prodigieusement intéressante. La première idée de nombre décimal illimité perçue dans cette remarque d'enfant: "On sera encore ici demain matin ..."

L'intérêt que manifestent les enfants de 6 ans pour les nombres assez grands impose qu'on leur soumette également des calculs non motivés présentés comme des sortes de défi. Grâce à MINICOMPUTER, nos élèves additionnent et soustraient des nombres de trois chiffres et les multiplient par des fractions simples. Ce travail est très formatif parce qu'il exige une grande concentration pour découvrir chaque fois les bonnes stratégies. Ces exercices contribuent à créer une harmonieuse symbiose entre l'être humain intelligent et l'authentique machine que MINICOMPUTER constitue aux yeux des élèves.

Bruxelles

BIBLIOGRAPHIE

- [L] Lemaître, G., 'Comment calculer?', *Bulletin de l'Académie Royale de Belgique - Classe des Sciences*, Bruxelles, 1954.
 Lemaître, G., 'Pourquoi de nouveaux chiffres?', *Revue des Questions scientifiques*, 20 juillet 1955.
 Lemaître, G., 'Le Calcul élémentaire', *Bulletin de l'Académie Royale de Belgique - Classe des Sciences*, Bruxelles, 1956.

- Lemaître, G., *Calculons sans fatigue*, E. Nauwelaerts, Louvain, 1954.
- [Mi] Papy, *MINICOMPUTER*, Bruxelles, IVAC, 1968.
- [MM1] Papy, *Mathématique Moderne 1*, Bruxelles-Paris-Montréal, Didier, 1963. Traduction anglaise: Mcmillan, New-York, London.
- [EG] Papy et Frédérique, *L'Enfant et les Graphes*, Bruxelles-Montréal-Paris, Didier, 1968. Traduction anglaise: Algonquin, Montreal.
- [EM] Frédérique, *Les Enfants et la Mathématique*, vol. 1, Bruxelles-Montréal-Paris, Didier, 1970. Traduction anglaise: Algonquin, Montreal.

Les comptes-rendus de leçons de cet article sont extraits de [EM] et ont pu être reproduits par courtoisie de l'Éditeur.

NOTES

- ¹ Les crochets renvoient à la bibliographie placée en fin d'article.
- ² Cercles clairs.
- ³ Cercles hachés.
- ⁴ Cercles clairs.
- ⁵ Cercles noirs.
- ⁶ Noire.