

i.r.e.m.

UNIVERSITE PARIS VII

UTILISATION DE L'ORDINATEUR  
POUR L'APPRENTISSAGE  
D'UN ALGORITHME DE CALCUL DES PRODUITS  
COMPTE-RENDU DE L'EXPERIMENTATION

PAR

D. BUTLEN

C. LETHIELLEUX

cahier de  
didactique des  
mathématiques  
numéro  
25<sub>2</sub>

**COMPTE RENDU DE L'EXPERIMENTATION**

## **I SITUATION N° 1**

### **1.1 Logiciel n° 1**

1.1.1 ANALYSE DE LA TACHE

1.1.2 CONDITIONS DE L'EXPERIMENTATION - HYPOTHESES TESTEES

1.1.3 DEROULEMENT

1.1.4 ANALYSE DES PRODUCTIONS DES ELEVES

1.1.5 ANALYSE DE LA MANIPULATION SUR ORDINATEUR

1.1.6 CONCLUSION DE LA PASSATION DU LOGICIEL N°1

### **1.2 Séquence d'institutionnalisation en classe**

1.2.1 CONDITIONS EXPERIMENTALES

1.2.2 DEROULEMENT

1.2.3 ANALYSE DE LA TACHE

1.2.4 ANALYSE DES RESULTATS

1.2.5 CONCLUSION DE CETTE SEQUENCE

### **1.3 Conclusion générale de situation n° 1**

## **II SITUATION N° 2**

### **2.1 Séquence d'introduction au 2° Logiciel**

2.1.1 PLAN DE LA SEQUENCE

2.1.2 ANALYSE DE LA TACHE

2.1.3 ANALYSE DES RESULTATS

### **2.2 Logiciel n° 2**

2.2.1 PRESENTATION DU LOGICIEL AUX ELEVES

2.2.2 ANALYSE DE LA TACHE

2.2.3 CONDITIONS DE LA PASSATION

2.2.4 HYPOTHESE DE TRAVAIL

2.2.5 ANALYSE DES RESULTATS :

1. ANALYSE DES 17 OBSERVATIONS

2. ANALYSE DES 10 OBSERVATIONS

2.2.6 CONCLUSION

**2.3 Institutionnalisation**

2.3.1 REPRISE DE L'EXERCICE SUR PAPIER FAIT EN INTRODUCTION AU  
DEUXIEME LOGICIEL

2.3.2 ANALYSE DES RESULTATS

**2.4 Conclusion portant sur la deuxième situation**

**III CONCLUSION GENERALE**

ANNEXES

## Les conditions matérielles de l'expérimentation

L'expérimentation a eu lieu dans la classe de CE 1 de Christine BARON, 16 rue Julien Lacroix, 75020 PARIS. Il y a 27 enfants âgés de 7 ou 8 ans, dans cette classe.

Elle s'est déroulée du lundi 6 mai au vendredi 11 mai 1985 avec une alternance travail sur ordinateur, travail dans la salle de classe. L'école disposait depuis peu de 5 microordinateurs T07-70.

### Situation n° 1

#### 1.1 Logiciel n° 1

La description de ce logiciel a été faite dans le cahier de de didactique n° 25-1

##### 1.1.1 ANALYSE DE LA TACHE

Il s'agit de découper la grille de croix en rectangles qui sont déterminés par quatre sommets. (Cf description de logiciel).

L'élève doit comprendre le moyen d'effectuer le découpage d'un rectangle ; ceci suppose :

- une utilisation correcte des flèches  $\uparrow$ ,  $\downarrow$ ,  $\rightarrow$ ,  $\leftarrow$  ; notons que l'élève utilise le clavier et que le déplacement se fait à l'écran dans un plan perpendiculaire au clavier,
- de décider de choisir une croix rouge pour y placer le premier sommet du rectangle à découper,
- d'utiliser la touche F pour fixer ce sommet,
- faire réapparaître par l'utilisation des flèches  $\uparrow$ ,  $\downarrow$ ,  $\rightarrow$ ,  $\leftarrow$ , le carré jaune.

Les élèves doivent considérer qu'un rectangle est entièrement défini par ses 4 sommets, faire le lien entre cette définition et la technique de découpage imposée par le logiciel à savoir :

- de tourner toujours dans le même sens pour fixer les 3 autres sommets,
- d'aligner le deuxième sommet avec le premier,
- de changer de direction pour fixer le troisième sommet ; en fait la paire de flèches qui ne convient pas est bloquée ( $\{\uparrow, \downarrow\}$  ou  $\{\rightarrow, \leftarrow\}$ ).
- de placer correctement le quatrième sommet.

L'élève doit garder présent à l'esprit le but qui est de découper la grille entière ce qui exige que les rectangles soient juxtaposés mais disjoints.

N.B : Pour découper un "rectangle-bande", il faut superposer plusieurs sommets.

### 1.1.2. CONDITIONS DE L'EXPERIMENTATION passation

Elle a eu lieu le lundi 6 mai de 9 h à 15 h. 5 groupes d'élèves ont travaillé successivement : 50' le premier groupe, 30' les deux derniers groupes.

Les groupes avaient été formés par la maîtresse selon le niveau des élèves.

Groupe faible : Yossi, Abdelkader, Christiane, Ruth, Emeni, Nadia, Rachid. (lundi de 9 h 30 à 10 h 20).  
Rachid absent est venu l'après-midi.

Groupe des bons élèves : Tania, Damien, Samir, David P., Antonin  
lundi 10 h 30 à 11 h.  
Mathieu, Matthias, Louis-Gaël, Nathalie,

Samira, lundi 11 h à 11 h 30.

Groupe moyen : Saida, Stéphanie, Nina, Julien, David,  
lundi 13 h 40 à 14 h 20.  
Renald, A. Sophie, Leila, Grégory, Vincent  
lundi 14 h 20 à 15 h.

Les enfants ont travaillé individuellement sur un T07.70 à l'exception de deux du groupe faible.

### Hypothèses testées

H1 : Le contrôle effectué par le logiciel du découpage de la grille doit amener les élèves à éviter les erreurs et terminer le découpage.

H2 : Les aides apportées par le logiciel pour calculer (addition finale et multiplications intermédiaires) doivent éviter une dispersion inutile des élèves et leur permettre de mieux comprendre le but de l'activité.

H3 : La répétition du même problème va permettre une amélioration des stratégies.

### 1.1.3 DEROULEMENT

#### Matériel

Une grande grille 15X18 avec des croix rouges et des petits carrés jaunes et rouges de la taille correspondante (3cm X 3 cm).

#### Consigne

"Pour connaître le nombre de croix de cette grille, on va la découper en rectangles plus petits. A chaque découpage, l'ordinateur fera le calcul du nombre de croix découpées ; il faut juste lui indiquer le rectangle que l'on a choisi.

Pour cela, un carré jaune se place en haut à gauche, on le déplace à l'aide des flèches. Lorsque le carré jaune est à un "coin" du rectangle, on appuie sur F, cela veut dire "fixe ce coin" ; un carré rouge vient recouvrir le carré jaune."

On mime les déplacements sur la grille du tableau. On montre l'emplacement des flèches et de la lettre "F" sur le clavier.

#### Remarque

Certains enfants ont une vision globale d'un rectangle. Il leur apparaît plutôt défini par les 4 côtés et comme une surface que défini par les 4 sommets (en fait rigoureusement 2 sommets suffisent).

Ils confondent les sommets et les côtés. Le mot "coin" est en général employé au lieu de "sommets".

#### 1.1.4 ANALYSE DES PRODUCTIONS DES ELEVES

Nous avons recueilli 25 observations.

Nous pouvons distinguer 3 niveaux de découpage :

Groupe 1 : 12 traitent complètement les 3 grilles,

Groupe 2 : 1 traite complètement 2 grilles et 6 traitent complètement 1 grille,

Groupe 3 : 6 ne finissent pas la première grille.

Précisons que les trois groupes précédemment décrits retraduisent la classification habituelle des élèves bons, moyens, faibles lors des activités en classe.

	Nbre d'élèves	Gpe 1	Gpe 2	Gpe 3	Total
Classi- fication de la maî- tresse	faibles	0	0	7	7
	moyens	3	6	0	9
	bons	9	1	0	10
	Total	12	7	6	26

#### Productions du premier groupe : Tableau 1 - Annexe 1-1

On regarde en premier lieu le nombre de morceaux découpés sur le tableau 1. Pour la première grille, le nombre de morceaux découpés varie entre 4 (Mathieu) et 16 (Antonin). Par contre, dès le deuxième découpage, le nombre de morceaux se situe entre 2 et 4. Pour ces élèves, l'aspect fastidieux du découpage les incite à

restreindre le nombre de morceaux.

Il est intéressant d'étudier l'évolution de la taille des produits choisis :

Nombre de morceaux découpés / Taille du produit

	$1 < P < 20$	$20 < P < 50$	$50 < P < 100$	$P > 100$	Nombre total de morceaux découpés
Grille 1	48	38	19	1	106
Grille 2	1	6	12	15	34
Grille 3	3	6	8	17	34

On remarque que la diminution du nombre de morceaux découpés est en relation avec l'extension du domaine numérique utilisé pour le nombre de croix de chaque rectangle. Par exemple, on trouve 45 % des rectangles dont le nombre de croix est plus petit que 20 à la première grille contre 3 % à la seconde grille.

Dans cette classe, la table de Pythagore a déjà été en partie mémorisée, à peu près jusqu'aux produits inférieurs à 50. A la première grille, les élèves se cantonnent au domaine numérique qui leur est familier puis dès la deuxième grille, ils utilisent un domaine numérique qui est plus étendu pour pouvoir découper la grille rapidement.

Productions du deuxième groupe : Tableau 2 - Annexe 1-2

Rappelons que 6 élèves de ce groupe ont fini une grille et 1 élève a fini deux grilles. Le nombre de morceaux découpés par chaque élève est assez important : 10, 9, 12, 12, 16, 8, 14.

Nombre de morceaux découpés / Taille de P

	$1 < P < 20$	$20 < P < 50$	$50 < P < 100$	$P > 100$	Total
Grille 1	41	32	7	1	81

Le domaine numérique utilisé est peu étendu : la plupart des rectangles découpés ont moins de 50 croix. Certains ont commencé la deuxième grille (1 élève l'a fini) et il y a peu de changements dans la stratégie utilisée : nombre important de morceaux découpés et de rectangles dont le nombre de croix est inférieur à 50.

Productions du troisième groupe : Tableau 3 - Annexe 1-3

Nombre de morceaux découpés / Taille de P

	1<P<20	20<P<50	50<P<100	P<100	total
Grille 1	57	11	3	0	71

Ces élèves utilisent beaucoup de produits inférieurs à 20. Il leur faut donc un grand nombre de découpages et ils n'ont pas le temps matériel de finir ; l'un d'entre eux, par exemple, a découpé 60 croix en 15 découpages. Il n'y a pas d'évolution de la stratégie durant la passation.

Cependant 6 sur ces 7 élèves repassent sur le logiciel n° 1 le mardi matin, après la séquence collective en classe. Ils sont par groupe de deux. Un groupe réussit à faire les trois grilles en les découpant en 6 morceaux pour la première, 2 morceaux pour la deuxième et la troisième.

Ce groupe de deux enfants a donc réussi à acquérir une stratégie pour découper rapidement les grilles. Les deux autres groupes finissent une grille avec 10 et 11 découpages. Il y a donc un progrès en ce sens que ces élèves finissent une grille mais avec un grand nombre de morceaux.

Ecriture du nombre total de croix

Sur les 19 élèves qui terminent au moins une grille, nous avons pu en interroger 11 sur l'écriture du nombre total de croix de la grille.

Rappelons que, à la fin de chaque découpage, il s'affiche en bas de l'écran :

TU AS FAIT ... DECOUPAGES

270 = ... + ... + ... etc

15 X 18 = 18 X 15 = 270

Notre question était : "Combien il y a de croix en tout". En cas de réponse 270, une autre question était posée : "Peux-tu l'écrire autrement".

Sur les 11 élèves interrogés, 10 donnent l'écriture canonique du nombre, par exemple 270 s'il s'agit de la première grille, 3 donnent une écriture additive issue de leur découpage et parmi ces 3, 1 donne une écriture multiplicative qu'il lit à l'écran.

On peut donc dire que, si les élèves ont utilisé des écritures multiplicatives avec leur maîtresse, ils ne savent pas réinvestir leurs connaissances dans ce contexte. A notre question, les élèves n'essayent pas de compter le nombre de croix en ligne ou en colonne.

Il nous a semblé que l'écriture du produit dans le répertoire était associée au rectangle découpé. D'ailleurs, il y avait un repère couleur : par exemple lors du découpage d'un rectangle 6 X 7, les croix du rectangle découpé se changeaient en violet et dans le répertoire était écrit en violet  $6 \times 7 = 42$ . Nous ne pouvons dire si l'écriture multiplicative  $6 \times 7$  était comprise.

Les enfants, surtout ceux en difficulté, ne lisaient pas toujours ce qui était écrit mais s'intéressaient davantage aux changements de couleur comme en témoignent ces quelques réflexions prises sur le vif : .

- "le bleu, il est joli. Après c'est du violet." (Samira)
- "oh, du violet !" (Nadia)

### 1.1.5 ANALYSE DE LA MANIPULATION SUR L'ORDINATEUR

Rappelons que ces enfants n'avaient jamais touché un ordinateur ni à l'école, ni chez eux. Il leur a donc fallu s'adapter à ce nouvel outil et au mode de communication qui leur était proposé. Nous étudions successivement le découpage des rectangles-bandes et les erreurs qui ont été enregistrées sur fichier.

#### Le découpage des "rectangles-bandes"

Rappelons que pour faire une "bande", il faut appuyer soit :

- 3 fois sur le premier sommet et 1 fois sur le deuxième,
- 2 fois sur chacun,
- 1 fois sur le premier et 3 fois sur le deuxième.

C'est donc difficile à comprendre. De plus, il arrive que les élèves appuient plusieurs fois de suite sur la même touche par mégarde ; parfois il y a un temps d'attente pour que le carré jaune devienne rouge à cause de la prise d'informations sur fichier et les élèves sont tentés de fixer à nouveau ce même sommet.

Nous avons donc, pour pallier à ces erreurs de manipulation, au cas où l'élève fixe 2 fois de suite le même sommet, préféré poser la question : "VEUX-TU FAIRE UNE BANDE ?" Si l'élève répond non, l'erreur de manipulation est annulée et l'ER7 est enregistrée.

Voici les résultats par groupes :

Nombre de bandes et d'ER7

	Nbre de découp.	Nbre de bandes	ER7
<u>Groupe 1 :</u> grille 1	71	16 (22 %)	7
<u>Groupe 2 :</u> grille 1 grille 2	81 25	22 (27 %) 5	4 0
<u>Groupe 3 :</u> grille 1 grille 2 grille 3	106 34 34	18 (17 %) 0 (0 %) 3 (9 %)	7 2 2

Il semble qu'au premier découpage, lorsque la machine pose la question : "VEUX-TU FAIRE UNE BANDE ?", l'élève réponde oui soit pour explorer les possibilités du logiciel (sans doute le cas majoritaire pour le groupe 1) , soit parce qu'il n'ose pas dire non (sans doute le cas majoritaire pour le groupe 3). A partir du deuxième groupe, ceux qui découpent des bandes le font à bon escient, c'est à dire pour finir de découper la grille.

Nous avons dû montrer aux enfants, et parfois plusieurs fois, la technique pour découper "une bande".

Analyse des erreurs

Nombre d'erreurs

	Nbre Els/Gpe	ERO	ER1	ER2	ER3	ER4	ER5	ER6	Tal er -reurs	Nbre Mceaux
<u>Groupe 3 :</u> grille 1	12	12	7	4	43	4	16	3	89	71
<u>Groupe 2 :</u> grille 1 grille 2	7	8 0	11 0	11 5	20 3	2 0	11 3	3 1	64 10	81 31
<u>Groupe 1:</u> grille 1 grille 2 grille 3	6	15 1 0	14 7 4	17 0 1	25 2 3	4 2 0	21 11 13	2 0 0	97 23 21	106 34 34

### Remarque 1

Pour le groupe 2, nous avons tenu compte de la grille 2 qui n'a été terminée que par un seul des 7 élèves de ce groupe.

### Remarque 2

Si la même erreur apparaît plusieurs fois de suite, ce qui prouve que l'élève ne comprend pas l'erreur commise, elle n'est comptée qu'une seule fois.

### Les erreurs de compréhension du découpage d'un rectangle

Il s'agit de ERO : le carré jaune sort de la grille  
de ER1 : "F" hors de la grille  
de ER2 : "F" sur une croix déjà découpée  
de ER4 : le deuxième sommet n'est pas aligné avec le premier.

Elles sont assez nombreuses pour la première grille dans tous les groupes mais en nette diminution dès la deuxième grille ; il y a donc, au moins pour les groupes 2 et 1, une compréhension de la manipulation du découpage d'un rectangle.

### L'erreur ER3

Rappelons qu'après le choix des 2 premiers sommets qui sont donc alignés, il faut obligatoirement changer de direction pour choisir le troisième sommet et donc une paire de flèches est bloquée. Si l'élève tente de les utiliser, l'erreur 3 est enregistrée.

C'est une contrainte imposée par le logiciel mais non indispensable. On pourrait très bien envisager toutes sortes de déplacements qui utilisent les 4 flèches et qui conduisent au troisième sommet. Ce caractère arbitraire explique la fréquence de cette erreur lors de la première grille (c'est l'erreur la plus souvent rencontrée à la première grille).

A ceci s'ajoute le fait que les élèves ne savent plus faire réapparaître le carré jaune après avoir fixé le 2ème sommet ; ils

essayent donc n'importe quelle flèche surtout au début.

Néanmoins, cette contrainte est progressivement intégrée pour les groupes 1 et 2 : elle apparaît 25 fois à la première grille pour le groupe 1 et 2 fois à la deuxième grille.

#### L'erreur ER5

C'est un mauvais choix du dernier sommet ; la fréquence d'erreurs croît avec une plus grande familiarisation avec le problème posé. Pour le groupe 1, elle est de 1 pour 5 découpages lors de la grille 1 et de 1 pour 3 découpages lors des grilles n°2 et 3. En effet l'élève, voulant découper rapidement, appuie un nombre trop important de fois sur les flèches (appui continu sur la touche) ; cela l'amène à taper sur "F" sans vérifier que le curseur est à la position voulue. C'est d'ailleurs pour la même raison que l'on trouve l'erreur 1 assez fréquente à la troisième grille. Il y a là une amélioration à apporter au logiciel.

#### L'erreur ER6

L'élève propose de découper un rectangle non disjoint d'un rectangle précédemment découpé. Cette erreur peut avoir deux causes :

- soit une mauvaise compréhension de la tâche,
- soit une mauvaise représentation du rectangle proposé (l'élève n'en voit que les 4 sommets).

Elle se produit peu : 3 fois pour 71 découpages pour le groupe 3 - 0 fois à partir de la deuxième grille pour le groupe 1. Un autre ennui à signaler, qui témoigne d'une mauvaise compréhension de la tâche, est de laisser des bandes de croix rouges entre les rectangles découpés.

### La compréhension des messages d'erreur

Les messages d'erreur, pour la plupart, signalent l'erreur mais n'aident pas l'élève à la compréhension de celle-ci. Ex : IMPOSSIBLE, RECOMMENCE.

Nous ne voulions pas faire des messages d'erreurs plus explicites car de toute façon, toutes les expériences le prouvent, les messages d'erreur ne sont pas lus par les élèves.

#### 1.1.6 CONCLUSION DE LA PASSATION SUR LE LOGICIEL N° 1

Les élèves, n'ayant jamais utilisé un ordinateur, ont un double problème à résoudre :

- comprendre et exécuter la tâche demandée : découper successivement 3 grilles en rectangles et savoir donner le résultat, l'ordinateur effectuant les calculs nécessaires,

- s'adapter au clavier de l'ordinateur et au mode de communication imposé par le logiciel, tout ceci en un temps assez bref : de 30 à 50 minutes.

Nous voyons que :

- la possibilité proposée par le logiciel d'offrir 3 exemplaires isomorphes du même problème permet à la moitié des élèves (12 sur 25) d'améliorer rapidement leur stratégie de découpage ;

- les difficultés soulevées ci-dessus empêchent les autres de progresser aussi rapidement. Pour ces élèves (groupe moyen composé de 7 élèves) une passation plus longue aurait sans doute permis, un affinement de la stratégie.

Nous pensons donc que, pour des élèves ayant une assez bonne représentation de la notion de rectangle et ne rencontrant pas trop de difficultés de latéralisation, le logiciel permet de les faire progresser et de résoudre un certain nombre de problèmes matériels posés par la mise en oeuvre d'une telle activité avec

du matériel traditionnel.

Par contre, les autres élèves rencontrent des difficultés supplémentaires de manipulation du clavier ; ces difficultés les conduisent à ne plus percevoir le but de l'activité et à s'égarer dans des explorations récréatives (changement de couleur, rectangles 2 X 2 identiques, "bandes", "isolés") ou à abandonner.

Ces inconvénients pourraient peut-être être levés par une plus grande pratique du logiciel ou des logiciels en général.

Pour l'ensemble des élèves, nous constatons que le but de l'activité est perçu comme le découpage et non comme un moyen de connaître le nombre total de croix. Un des objectifs de la séquence en classe sera de revenir sur cette notion.

## **1.2 Séquence d'institutionnalisation en classe**

### **1.2.1 CONDITIONS EXPERIMENTALES**

Elle s'est déroulée après le travail sur machine, le lundi de 15 h 30 à 16 h 30.

#### Objectif

Calculer des produits par découpage d'une grille rectangulaire avec support papier-crayon,

Savoir écrire le nombre de croix d'une grille rectangulaire de 3 façons : une écriture multiplicative,  
une écriture additive,  
un nombre seul.

#### Organisation de la classe

Les élèves travaillent par groupes de 2.

Matériel : Une feuille photocopiée comportant une grille de croix (dim 14 X 18), ciseaux, colle, crayons par groupe - (voir annexe 1-4, une grande grille de (14 X 18)).

## DEROULEMENT

Phase 1 : rappel rapide de l'activité sur machine.

question : "que fallait-il faire ? que voyait-on ? pourquoi le faisait-on ?"

### Quelques réponses d'enfants

David : "Il y avait un carré jaune. Quand j'appuie sur F, il devient rouge."

Tania : "Ca dit le nombre de petites croix qu'il y avait."

Nathalie : "il y avait des numéros qui s'écrivaient. A côté, il y avait un grand triangle. On voyait des couleurs."

### Phase 2

Consigne : Vous allez travailler par 2 et refaire la même chose que sur la machine. Vous allez réellement découper avec des ciseaux des petits rectangles. Sur chaque découpage, vous marquez le nombre de croix du rectangle découpé et vous le collez sur la feuille verte. Vous marquez aussi dans le répertoire.

Un élève découpe et trouve le nombre de croix découpées, l'autre écrit et colle.

Attention, à la fin, il faut écrire en bas le nombre total de croix de la grille comme sur l'ordinateur.

### Phase 3 : Bilan collectif

Un des groupes qui a réussi (David et P. Mathias) va expliquer sa démarche et son résultat.

Ensuite le maître propose d'"écrire autrement" 252. Les enfants, lassés et peu attentifs, ont du mal à comprendre "écrire autrement" qui évoque une décomposition canonique : 2 centaines, 5 dizaines, 2 unités. L'écriture, multiplicative  $14 \times 18$  est enfin fournie par une élève (Nathalie).

### 1.2.3 ANALYSE DE LA TACHE

Les élèves doivent se rappeler les différentes phases de ce qui se passait sur machine et être capable de les adapter au nouveau support :

pour le découpage des rectangles :

- découper des rectangles en coupant entre les croix des rectangles,

- pour chaque rectangle découpé, il faut compter le nombre de croix en ligne et en colonne et écrire sous forme multiplicative ce nombre dans le "répertoire". Il faut trouver le "résultat" : soit les élèves le connaissent, soit ils consultent la table de pythagore de la multiplication qui est affichée dans la classe, soit ils demandent à un adulte présent.

A la fin, les élèves doivent :

- savoir qu'il faut faire une addition pour trouver le nombre total de croix,

- faire cette addition,

- écrire le nombre de croix sous trois formes :

  - une écriture additive,

  - une écriture multiplicative : (14 X 18 ou 18 X 14), un nombre seul : (252).

### 1.2.4 ANALYSE DES RESULTATS : Tableau - Annexe 1-4

#### les difficultés matérielles

Le nombre de croix collées est-il égal au nombre de croix de la grille (252) ? Oui sauf pour 2 groupes :

- 1 groupe n'a que 251 croix collées,

- 1 groupe n'a que 224 croix collées,

les rectangles sont en général bien découpés.

On peut donc dire que la difficulté matérielle existe encore mais est moindre que s'il n'y avait pas eu de travail sur machine.

### Le nombre de morceaux du découpage

Il varie entre 4 et 11.

Nbre de découpages	4	5	6	7	8	9	10	11
Effectifs	1	3	2	1	2	1	2	1

Total 13

Dans les 6 groupes où le nombre de découpages est inférieur à 7, il y a un élève au moins du groupe 1 (cf analyse de la passation sur le logiciel n° 1). Ces élèves n'utilisent pas un découpage en 2 ou 3 morceaux comme ils le faisaient sur la grille 3 du logiciel, sans doute :

- parce qu'ils doivent effectuer eux même les produits et alors ils ne peuvent choisir des facteurs trop grands,
- ou par suite d'une mauvaise coordination entre les deux élèves (celui qui découpe et celui qui colle).

### Le calcul du nombre de croix de chaque morceau découpé

Le nombre de morceaux découpés et le nombre de produits inscrits dans le répertoire ne correspondent pas toujours :

- sur 94 rectangles découpés, il y a 8 erreurs dans l'écriture de produit. cf par exemple : (annexe n° 1-9)  
Stéphanie et David découpent un rectangle 5 X 7 et notent dans le répertoire  $4 \times 7 = 28$ ,

- sur 91 produits, il y a 5 erreurs (cf annexe 1-9 par exemple  $5 \times 5 = 24$ ),

- sur 91 produits le facteur 10 est utilisé 13 fois alors que les élèves ne connaissent pas encore la règle des zéros (multiplication par 10).

- sur les 94 rectangles découpés, il y a 12 bandes. Il s'agit certainement d'un retour du travail sur ce logiciel. Les élèves utilisent pour l'écriture de produit :

soit le facteur 1, parfois après hésitation,

soit (dans 2 types) le mot "bande" en toutes lettres :

une bande de 4 = 4

une bande de 6

(annexe 3 et 5).

Résultat final (voir quelques productions en annexe 1-6, 1-7, 1-8, 1-9.

Sur 13 groupes :

-4 groupes (30 %, 1/3 du groupe) parviennent à poser l'addition après un découpage correct et à trouver 252 croix. C'est donc un faible pourcentage de réussite.

-2 groupes (15 %, ) n'ont pas eu le temps de finir et n'ont pu poser leur addition. De toute façon, ils n'auraient pu aboutir à 252 à cause d'erreurs dans l'écriture du répertoire.

-Sur les 7 groupes restants :

2 ont "perdu" des croix et en plus ont fait une erreur d'addition, 1 a fait une erreur d'addition,

3 ont fait des erreurs dans le répertoire et dans l'addition, 1 a oublié des produits dans le répertoire.

On peut noter que pour ces 7 groupes, ces mêmes erreurs soit de manipulation, soit d'écriture dans le répertoire, soit de calcul sont évitées dans le logiciel. Aucun groupe ne propose une écriture multiplicative.

#### 1.2.5 CONCLUSION DE CETTE PHASE D'INSTITUTIONNALISATION

Composition des groupes de 2 enfants en fonction de leur résultat au premier logiciel.

Composition	Nombre	Nombre de réussite	1 erreur Seult
1-1	1	1	
1-2	4	1	3
1-3	5	2	1
2-3	3	0	1
Total	13	4	5

La réussite n'a eu lieu qu'en présence d'un élève du groupe 1, les groupes comportant des élèves 2-3 sont tous en échec. Ce résultat est renforcé pour le fait que les erreurs sont moins importantes en nombre lorsqu'un élève du groupe 1 fait partie du binôme.

Les difficultés manipulatoires et de calcul amènent de nombreuses erreurs, 1/3 des élèves seulement réussissent alors que la moitié était parvenu à une étude plus performante sur le logiciel.

Ce type d'activité vise :

- à faire travailler sur les écritures équivalentes d'un nombre,
- à donner un moyen de calcul des produits sans avoir un algorithme sophistiqué,
- à permettre une manipulation des écritures multiplicatives.

Les difficultés de manipulations et de calcul n'ont pas permis d'atteindre immédiatement ces objectifs, notamment les élèves ont mal perçu le fait qu'un nombre pouvait s'écrire de 3 façons différentes :  $18 \times 14 = 252 =$  "somme des produits partiels". Cela s'explique aisément par le manque de familiarisation avec ce type d'activité. A cela s'ajoutent les difficultés liées aux modalités de travail en groupe.

### **1.3 Conclusion portant sur la situation n° 1**

- La réussite est moindre en classe (1/3) que sur le logiciel (1/2) car, sur le logiciel :

- le calcul des dimensions du rectangle est fait,
- l'organisation du calcul final et le calcul lui-même sont faits,
- la manipulation est contrôlée.

- Les possibilités de calcul offertes par le logiciel (produits intermédiaires plus grands), alliées à la familiarisation avec le problème (le principe d'économie joue plus rapidement),

permet une extension du domaine numérique :

$$\text{exemple } 19 \times 13 = (12 \times 13) + (7 \times 13)$$

Cet apport du logiciel est difficilement réutilisable en classe car la situation traditionnelle impose aux élèves de n'utiliser que des produits "sûrs" ( $n \times p$ ,  $1 < n < 10$  ,  $1 < p < 10$ ).

- L'analyse des résultats montre que ce genre d'activités bénéficie davantage aux "bons élèves" qu'aux autres. En effet l'utilisation d'un nouvel outil nécessite un apprentissage supplémentaire et ceci dans le cadre d'une "situation traditionnelle".

## SITUATION N° 2

### PRESENTATION DE LA SITUATION N° 2

Cette situation se découpe en trois phases :

- une introduction faite en classe avec un matériel usuel. (elle a eu le mardi 3 mai de 8 h 45 à 9 h 15),

- une passation sur le deuxième logiciel(elle a eu lieu le mardi 7 de 10 h 15 à 11 h 30 et le jeudi 9 mai toute la journée ; le travail étant individuel ou par groupes de 2 élèves),

- une phase d'institutionnalisation, (elle a eu lieu le vendredi de 8 h 45 à 10 h).

C'est une suite de la situation n° 1. Elle obéit à des contraintes nouvelles et à un autre contrat :

- une technique plus sophistiquée pour découper un rectangle,

- la nécessité d'utiliser un répertoire fixé à l'avance,

- une incitation à un découpage économique par un jeu contre la machine.

La nouvelle technique de découpage a nécessité là encore un apprentissage spécifique.

### 2.1 Séquence d'introduction au deuxième Logiciel

#### 2.1.1 PLAN DE LA SEQUENCE

Cette séquence comporte trois parties :

- rappel de l'expérience précédente ; dans le premier logiciel, on déterminait un rectangle grâce aux 4 sommets,

- explicitation de la méthode : le maître explique qu'un rectangle peut être défini par deux flèches et deux nombres lorsque le premier sommet a été choisi. L'explicitation a lieu sur l'exemple 7 x 6 à partir de la grande grille avec la consigne :

DONNE UNE FLECHE → ET UN NOMBRE 7  
DONNE UNE FLECHE ↓ ET UN NOMBRE 6

qui est celle du logiciel n° 2

- épreuve sur photocopie (voir photocopie annexe2-1), "4 exercices" : un sommet étant fixé, déterminer un rectangle à l'aide de 2 "flèches" et 2 nombres.

### 2.1.2 ANALYSE DE LA TACHE

1)

```
■XXXXXX
XXXXXXX
XXXXXXX
XXXXXXX
XXXXXXX
```

Le carré rouge est en haut et à gauche du carré, les élèves doivent :

- \* dénombrer le nombre d'éléments d'une ligne et d'une colonne ;
- \* pour chaque "direction", l'élève doit à partir du carré (sommet fixé) déterminer le sens du déplacement pour arriver au 2e sommet et traduire cette donnée par une flèche.

- La donnée d'une flèche et d'un nombre détermine en fait un vecteur mais ici c'est surtout le point de vue dynamique (associé au déplacement) qui est à retenir.

2) Les autres exercices font appel aux mêmes savoirs-faire avec toutefois une difficulté supplémentaire liée à la position initiale du carré rouge. Les mouvements à décrire ne sont pas ceux du sens usuel de l'écriture (gauche-droite → et haut-bas ↓)

### 2.1.3 ANALYSE DES RESULTATS

1) Rectangle      → 7 }  
                     ↓ 5 }

23 élèves sur 27 donnent en premier choix la flèche horizontale ; il y a 19 réponses finales justes dont seulement 7 sont données sans hésitation (\*) sur les 8 erreurs "d'intervalle", il y a 4 erreurs de dénombrement (dont 3 portent sur la plus grande dimension 7).

(\*) Suite aux interventions de la maîtresse, certaines réponses erronées ont été rectifiées immédiatement.

2) rectangle  $\left. \begin{array}{l} \rightarrow 5 \\ \uparrow 5 \end{array} \right\}$

16 élèves sur 27 (60 %) choisissent en premier le sens vertical contre 8 l'horizontal (30 %). Sans doute mettent-ils ainsi le carré rouge à la position usuelle. 3 élèves ne répondent pas.

Il y a 20 réponses justes dont 10 sans hésitation (\*). Notons qu'il s'agit de petits nombres.

Il n'y a pas d'erreur d'inversion, il y a une erreur d'intervalle et 6 erreurs portant sur le dénombrement des croix, 2 erreurs sur le sens des flèches, 2 non réponses sur les flèches.

Enfin on trouve 7 erreurs ou non réponses sur 54 sur les flèches contre 1 au premier exercice.

3) rectangle  $\left\{ \begin{array}{l} \leftarrow 9 \\ \downarrow 3 \end{array} \right.$

On trouve 14 réponses justes dont 5 sans hésitation. Il y a donc moins de réponses justes et plus d'hésitations.

De plus il y a 7 erreurs sur les flèches et 10 non réponses, 2 inversions ligne/colonne ce qui fait 83 % d'erreur ou non réponses sur les flèches.

4) rectangle  $\left\{ \begin{array}{l} \leftarrow 6 \\ \uparrow 9 \end{array} \right.$

On trouve 12 réponses justes dont 10 sans hésitation. Il y a moins de réponses justes qu'aux autres exercices. C'est le problème le plus difficile.

Il y a 6 erreurs sur les flèches et 12 non-réponses.

GLOBALEMENT : 70 % des élèves (18 sur 27) obtiennent au moins 5 réponses exactes sur 8 mais seulement 33 % sans hésitation. Il y a 67 réponses justes (sur 108) dont seulement 24 (22 %) sans hésitation ; le taux est donc faible ; sur 81 erreurs ou non-réponses, 38 portent sur les flèches (mauvais sens) auxquelles il faut ajouter 9 x 2 inversions. Le

"sens" est la source de difficulté (latéralisation).

Il y a très peu d'erreurs provenant du problème des intervalles (5 sur 81), ce qui s'explique par les "corrections" éventuelles en cours de route (reprécisions de la consigne).

. Quand le carré est en bas, le 1er choix de flèche porte sur la direction verticale (item 2 et 4 : 16/27 et 12/27), contrairement aux 2 autres épreuves donc 1er réflexe : ramener le carré en haut.

. Le sens droite-gauche est source d'erreur (item 3 et 4), surtout quand il est combiné à un sens bas-haut (beaucoup d'hésitations 78 %. 4 élèves (dont seulement 2 sans hésitation) ont fait un "sans-faute" !

## **2.2 Logiciel n° 2**

### **2.2.1 PRESENTATION DU LOGICIEL AUX ELEVES**

matériel : Une grande grille de croix au tableau avec une partie répertoire sur la droite et le score 0 sur la gauche ; des petits carrés jaune et rouge de la taille d'une croix.

Le maître explique à l'aide du matériel désigné ci-dessus le fonctionnement du logiciel (cf : description du logiciel cahier de didactique n° 25-1).

### **2.2.2 ANALYSE DE LA TACHE**

Pour faire le découpage d'un rectangle, il faut que l'élève évalue la position du rectangle à découper sur la grille et ceci soit de visu, soit en dénombrant à l'aide par exemple de ses doigts. Simultanément il doit choisir dans le répertoire des produits qui correspondent à l'opération précédente.

La traduction de ces deux activités se fait par le choix correct de 2 couples (flèche, nombre). Après un certain nombre de

découpages, une mauvaise compréhension de la tâche conduit l'élève à ne pouvoir découper que des rectangles de "petite dimension" (ex 3 x 3).

Nous pouvons déterminer deux types de stratégie permettant de terminer le découpage de la grille.

#### - Stratégie n° 1

L'élève anticipe le découpage final c'est à dire le choix de tous les produits intermédiaires en fonction des dimensions de la grille. La compétition contre la machine devait l'inciter à adopter cette stratégie.

#### - Stratégie n° 2

L'élève n'anticipe pas globalement le découpage mais procède localement choisissant les rectangles éventuellement les plus "grands". Cela peut l'amener à compléter le répertoire.

### 2.2.3 CONDITIONS DE LA PASSATION

17 élèves ont été observés au cours dans la 1ère passation ; au cours de la 2e passation, les élèves travaillaient par 2 :

- 5 enfants qui n'étaient jamais passés couplés avec 5 qui avaient déjà travaillé,
- 5 couples ayant déjà travaillé.

Cela fait 10 observations supplémentaires.

### 2.2.4 HYPOTHESES TESTEES

H 1 L'apprentissage effectué dans la première situation ainsi que l'apprentissage effectué sur papier doivent dans une large mesure lever les difficultés manipulatoires liées au découpage et à la définition d'un rectangle mise en oeuvre dans le logiciel n° 2.

H 2 La répétition d'un même problème doit permettre un affinement des stratégies et une amélioration des résultats.

H 3 Le jeu organisé contre l'ordinateur doit contraindre les élèves à utiliser les stratégies les plus performantes pour

résoudre le problème.

H 4 L'utilisation du premier logiciel et la situation n° 1 permettent à l'élève de comprendre le découpage global de la grille.

### 2.2.5 ANALYSE DES RESULTATS

Pour analyser les résultats des élèves, nous procéderons en 2 temps. Nous analyserons d'abord la passation individuelle (17 observations) et ensuite la passation par groupes de 2.

#### 2.2.5.1 ANALYSE DES 17 OBSERVATIONS

##### \* ANALYSE DES STRATEGIES UTILISEES

Voici les résultats des 17 observations :

		NOMBRE DE DECOURPAGES	SCORE	NOMBRE DE COMPLE- TION	NOMBRE DE CROIX DECOU- PEES (TOT = 270)	TAILLE MOYENNE D'UN DE- COUPAGE
! JULIEN	1	12	16	4	260	21
! ANNE - S	1	13	14	1	238	18
! SAIDA	2	4	4	0	148	37
! MATHIAS	1	10	10	0	207	20,7
!						
! NATHALIE	2	6	6	0	174	20
! LEILA	1	9	11	2	215	24
! MATHIEU	1	6	6	0	216	36
! RACHID	3	3	3	0	66	22
!						
! RENOLD	2	10	10	0	174	17
! SAMIRA	1	5	5	0	180	36
! SAMIR	1	6	6	0	156	26
! STEPHANIE		6	6	0	156	26
!						
! LOUIS-GAEL	1	4	4	0	189	48
! DAMIEN 1 / DP	1	10	15	5	270	27
! DAVID K.	2	2	2	0	69	35
!						
! ANTONIN	1	10	12	2	270	27
!						
! VINCENT 2	1)	4	4	0	270	68
	2)	8	13	5	Grilles 176	22
	3)	4	4	0	finies 184	47

Ce tableau montre que :

1 élève adopte une stratégie de type 1 et arrive à découper 3 grilles dans le temps imparti avec des scores de 4, 13, 4,  
 2 élèves réussissent à finir 1 grille avec un score de 15 pour l'un, 12 pour l'autre, c'est-à-dire sans anticipation de l'ensemble du découpage, et ils commencent une deuxième grille, (stratégie de type 2) ; les 14 restants (82 %) ne finissent pas la première grille. Sur ces 14 qui ne finissent pas, 3 sont proches de la fin et en sont à compléter le répertoire. Pour ceux-là la manipulation de découper un rectangle et une grille est comprise. Ils adoptent une stratégie de type 2, toutefois, les rectangles choisis sont en général de dimensions faibles.

Cette première passation a eu lieu sur un temps très court et les résultats enregistrés sur fichier ne nous donnent pas d'indication sur les possibilités d'évolution de stratégie de ces élèves. Par contre à l'observation directe, nous avons pu constater que :

- certains enfants n'arrivaient pas à "prévoir le rectangle" : le sommet, 1 flèche, 1 nombre, 1 flèche, 1 nombre, sauf éventuellement le rectangle 3 x 3 qui est beaucoup choisi (23 %).

- Parmi ces élèves, certains se trompent de flèches.

- Mis à part les 3 élèves qui ont terminé au moins une grille, le score n'était pas un élément important ou bien compris. La complexité de la tâche à effectuer les empêche d'optimiser leur stratégie.

### Les produits choisis

Nombre de choix qui se porte sur

3x3	3x6	7x9	11x3	11x6	7x6	8x3	11x9	7x3	8x6	
22	19	5	5	5	7	9	4	15	5	Tot 96
23 %	20 %	5 %	5 %	5 %	7,5 %	9,5 %	4 %	16 %	5 %	

Les produits les plus choisis sont par ordre 3x3, 3x6, 7x3. Car ces produits sont les premiers dans la liste du répertoire et surtout ils font intervenir des petits nombres, ce qui permet une "visualisation" plus facile du rectangle à découper. L'exemple de Vincent :

- Grille n° 1 : 99 + 66 + 42 + 63
- Grille n° 2 : 64 + 60 + 24 + 1 + 20 + 1 + 1 + 5
- Grille n° 3 : 169 + 52 + 52 + 16

montre que le choix de produits de grande taille va de pair avec une stratégie de type 1. Son échec relatif à la grille 2 est dû à une erreur de prévision ou de calcul.

Les erreurs : (voir descriptif des erreurs, cahier de didactique n° 251 page 14)

FREQUENCE D'APPARITION DES ERREURS

ER1	ER2	ER3	ER4	ER5	ER6	ER7	ER8	ER9	Tot
32	36	5	2	2	53	27	12	28	197
16,5%	18,5%	2,5	1	1	27	13,5	6	14	100

l'erreur la plus fréquente est l'erreur 6 : les nombres proposés ne sont pas dans le répertoire. Elle a 2 causes possibles :

- l'élève fait une faute de frappe (par exemple 77 au lieu de 7),
- l'élève ne respecte pas la consigne : choisir deux nombres dont le produit est déjà calculé dans le répertoire.

De même l'erreur 2 (erreur de manipulation) est fréquente (18,5%)

des erreurs de compréhension de la consigne : découper un rectangle:

Elles sont assez fréquentes :

ER9 : l'élève propose deux flèches dans la même direction : (→ et ← ) ou (↑ et ↓) : 14 % des erreurs,

ER 7 : le rectangle proposé sort de la grille (13,5 % des erreurs).

Les erreurs déjà rectifiées dans le premier logiciel sont peu fréquentes

- ER4 : propose un sommet non situé sur la grille (1 %),
- ER5 : propose un sommet sur une croix déjà découpée (1 %),
- ER8 : propose un rectangle non disjoint (6 %).

Le fait d'utiliser le répertoire au maximum a été bien compris puisqu'il n'y a que 2,5 % d'erreur, 3, (l'élève répond non à la question "peux-tu utiliser le répertoire " alors que c'est encore possible).

Flèches utilisées:

les couples de flèches retenus pour les rectangles découpés

(→ ↓)	↓ →	→ ↑	↑ →	← ↓	↓ ←	← ↑	↑ ←	TOTAL
37	27	9	12	11	15	5	4	120
31 %	23 %	7,5 %	10 %	9 %	12,5 %	4 %	3 %	
64		21		26		9		
54 %		17,5 %		21,5 %		7 %		

le couple le plus utilisé est celui du sens usuel de l'écriture (→ ↓). Et on trouve à 54 % le choix (→ ↓) ou (↓ →). Ensuite, on trouve les couples faisant intervenir au moins une flèche → ou ↓ c'est-à-dire {→ ↑} ou {↓ ←} à 21 et 26 %. Enfin il n'y a que 7 % de couples de flèches ne faisant intervenir aucune flèche → ou ↓.

Conclusion

14 élèves sur 17 ne finissent pas la tâche demandée parce qu'ils ne peuvent "prévoir" le rectangle à découper par son sommet, 2 flèches, 2 nombres.

2 élèves ont compris la tâche et réalisent le découpage avec

un score élevé et 1 élève adopte une bonne stratégie en étant motivé par le score.

Les élèves utilisent abondamment les "petits" produits (3x3 ; 3x6) et les flèches qui correspondent au sens usuel de l'écriture →, ↓.

#### 2.2.5.2 Analyse des 10 observations - 2ième passation

1 groupe d'élèves jugés de niveau moyen par leur maîtresse passe avec 5 élèves du groupe 3 (faible) n'ayant pas encore travaillé sur le logiciel n° 2.

Ensuite 5 élèves jugés "bons" par leur maîtresse passent avec 5 élèves jugés "moyens". Ces 10 élèves étant passés 1 fois.

#### Résultats

NOMS	D	S	C	D	S	C	D	S	C	D	S	C	D	S	C
TA-SA	11	13	2	4	5	1									
NAD-STE	6	6	0												
AB/SD	13	15	2												
MU/RE	13	17	2	5	5	0	4	4	0						
LE/LG	10	13	3	4	4	0	7	8	1						
NT/AS	10	13	3	4	4	0	4	4	0	5	6	1	3	4	1
DK/CM	11	17	6												
RU/NI	5	5	0												
JU/YO	9	13	4	5	7	2	4	4	0	4	4	0	3	4	1
MA/VI	4	4	0	5	5	0	4	4	0	5	6	1	4	6	2

Ce tableau ne prend en compte que les grilles finies sauf s'il s'agit de la première auquel cas le nombre de croix découpées est écrit dans la colonne D.

La colonne D est le nombre de découpages,  
S désigne le score,  
C le nombre de complétions. On a  $C = S - D$

Sur les 10 groupes de 2 élèves, 6 groupes découpent plusieurs grilles et parviennent dès la deuxième grille à un score réduit (entre 4 et 7) et donc une stratégie de type 1. Ces élèves trouvent la solution du problème et ne font pratiquement plus d'erreurs de manipulation.

Les 4 groupes restant ne terminent pas la première grille.

Une analyse identique à celle faite précédemment (portant sur l'analyse des erreurs et la taille des produits) jointe à l'observation directe des élèves nous permet de dire que :

- prévoir un rectangle découpé est encore difficile pour eux (il leur a fallu dans bien des cas recommencer plusieurs fois avant de parvenir à découper un rectangle).

- Les groupes qui ont réussi comprennent un élève du groupe 1 (Cf analyse des résultats du logiciel n° 1). La non réussite des groupes de type 2-3 s'explique par une impossibilité à communiquer et à travailler ensemble (trop grand écart de connaissance, trop faibles connaissances d'autre part) : l'élève du groupe 3 abandonne très vite, l'élève du groupe 2 n'a pas les moyens de réussir.

#### 2.2.6 CONCLUSION

\* Les résultats montrent que l'hypothèse n° 1 (cf page 27) n'est pas vérifiée. En fait les définitions de rectangles sous-jacentes aux situations 1 et 2 sont trop différentes pour permettre un réinvestissement immédiat.

\* Par contre l'hypothèse n° 4 semble vérifiée.

\* L'analyse de la 2e passation montre que l'hypothèse n° 2 est vérifiée. En effet : à la première passation, 1 élève sur 17 a une bonne stratégie, le découpage est laborieux pour les autres

et ils n'arrivent pas pour la plupart à terminer une grille.

A la deuxième passation, sur 10 groupes de 2 élèves :

- 6 résolvent le problème (découpage en un minimum de coups),
- 1 termine presque une grille (stratégie de type 2),
- 3 ne surmontent pas la première difficulté de découpage d'un rectangle.

\* L'hypothèse 3 est plus difficile à vérifier. En effet, l'analyse des résultats montre que le facteur score ne peut intervenir que si les élèves ont résolu les difficultés liées au découpage. Cela nécessite une pratique plus importante du logiciel.

La manipulation du clavier, la communication avec l'ordinateur se font de plus en plus aisées.

## **2.3 Institutionnalisation**

### **2.3.1 REPRISE DE L'EXERCICE FAIT EN INTRODUCTION AU 2EME LOGICIEL**

Déterminer un rectangle par 2 flèches, 2 nombres.

Travail individuel sur feuille photocopiée (identique annexe 6).

### **2.3.2 ANALYSE DES RESULTATS**

sur 25 feuilles ramassées :

- 14 élèves (56 %) ont toutes leurs réponses justes
- 4 élèves (16 %) font une erreur de nombre ou de flèche, (erreur d'inattention ?)
- 7 élèves (28 %) font plusieurs erreurs, qui se répartissent ainsi :

	ND	LE	ST	RA	RU	CH	YOSSI
Flèches justes/8	4	8	4	7	3	5	2 6 non rép.
Nombres justes/8	3	3	7	2	3	2 6 rép.	1 6 non rép.
Nombre de (FL, NB) juste/8	1	3	4	1	0	4	2
Nombre de rect. justes/4	0	0	0	0	0	1	1

On ne s'étonne pas que ces élèves aient eu du mal dans leur découpage à l'ordinateur la veille puisqu'ils n'ont pas compris le moyen de définir un rectangle.

Il y a 69 % de réponses justes, ce résultat est meilleur que les 22% de réponses justes (sans hésitations) obtenues au premier test.

### 2.3.3 PROBLEME N° 2

Organisation de la classe : 25 élèves présents répartis en 7 groupes (4 groupes de 4, 3 groupes de 3). Dans chaque groupe, il y a au moins un élève ayant su résoudre le problème posé par le logiciel n° 2.

Matériel : par groupe

Une grande feuille (50x30 cm) avec une grille 15x18, une feuille photocopiee (cf annexe 2-2) avec la grille et le répertoire, ciseaux, colle, feutres de couleurs, une feuille blanche.

Consigne :

"Vous allez travailler par équipes pour découper une grille en utilisant les produits qui sont dans le répertoire.

Lorsque vous découpez un rectangle en utilisant un produit du répertoire, vous marquez un point.

Vous avez le droit de compléter le répertoire si vous ne

pouvez plus l'utiliser et seulement dans ce cas-là. Lorsque vous découpez un rectangle en complétant le répertoire, vous marquez 2 points. L'équipe qui a gagné est celle qui a marqué le moins de points.

Il faut travailler ensemble dans chaque équipe "

Les groupes sont organisés de la façon suivante :

- un élève colorie sur la grande feuille le rectangle découpé,
- un élève écrit à côté le produit utilisé,
- un élève par groupe viendra expliquer le travail du groupe.

ANALYSE DES PRODUCTIONS DES GROUPES

! GROUPE DE	! : DEC. :	! RESPECT :	! : D :	! S :	! NOMBRE :	! ERREURS	! PRODUITS :	! UTILISES :
	! FINI ? :	! DE LA :			! DE :			
		! CONSIGNE :			! CROIX :			
					! DEC. :			
! VINCENT	! : Oui :	! Oui :	! 6 :	! 7 :	! 270 :	! —	! 11x9, 11x3 (2 fs)	! 11x6, 7x3, 1x18
! NINA	! : Oui :	! Oui :	! 12 :	! (14) :	! 270 :	! Découpage d'un	! 11x9, 3x3 (5 fs)	! rectangle
						! 10x5 pour 8x6	! 3x8, 3x6, 2x6,	! 1x10, 1x12
						! = 48 marqué		
! TANIA	! : Oui :	! Oui :	! 6 :	! 8 :	! 270 :	! Découpe un rect.	! 11x9 (2 fois)	
! Cf Annexe 2-2 :						! marque 3x6	! 8x3 (2 fois)	
							! 1x18, 2x3	
! NATHALIE	! : Non :	! Non :	! 9 :	! (10) :	! 239 :	! Découpe 1x11	! 3x3, 3x6, 11x9,	
! Cf Annexe 2-3 :						! alors que l'on	! 3x11, 6x7, 3x8,	
						! peut utiliser	! 1x11	
						! le répertoire		
! LEILA	! : Non :	! Oui :	! 6 :	! 6 :	! 240 :	! Répertoire mal	! 9x11, 7x9, 3x6	
! Cf Annexe 2-4 :						! rempli	! (2 fs), 3x3, 3x11	
! MATHIEU	! : Oui :	! Oui :	! 5 :	! 6 :	! 270 :	! —	! 9x11 (2 fs), 3x11,	
! Cf Annexe 2-5 :							! 3x7, 1x18	
! Julien	! : Oui :	! Non :	! 5 :	! (7) :	! 270 :	! N'utilisent pas	! 11x6, 11x9, 11x3,	
! Cf Annexe 2-6 :						! le répertoire	! 15x4, 3x4	
						! quand c'est en-		
						! core possible		

On remarque que 5 groupes sur 7 terminent le découpage. Parmi eux un groupe ne suit pas la consigne (utilisation au maximum du répertoire, Annexe 2-6) ; un groupe se trompe en écrivant le répertoire ; (cf annexe 2-2) un dernier groupe utilise un produit qui ne figure pas dans le répertoire.

L'équipe gagnante est celle de Mathieu avec 6 points. Si la tâche a été comprise, il subsiste des erreurs de comptage des dimensions des rectangles (2), de respect de la consigne (2), d'écriture sur le répertoire (1).

Le score a été motivant pour certaines équipes. Par exemple celle de Julien qui préfère ne pas respecter la consigne (qu'il avait comprise à l'ordinateur) pour finir en peu de points - (cf tableau ci-dessus).

Le reste de la séquence, une fois déterminée l'équipe gagnante, est occupé à trouver le nombre total de croix en faisant une addition (utilisation d'un arbre). L'attention des élèves est alors très dispersée et seuls quelques élèves font le calcul.

Ils sont sollicités une dernière fois pour écrire encore autrement le nombre 270 de croix. Quelques élèves proposent l'écriture multiplicative  $15 \times 18$ .

#### **2.4 Conclusion portant sur la 2ème situation**

La passation sur le logiciel et la construction de la situation collective en classe (optimisation du nombre de morceaux découpés) permet dans une large mesure, aux élèves de parvenir au résultat de façon économique.

Nous avons pu remarquer que les activités sur un matériel traditionnel sont beaucoup plus difficiles à gérer que la passation sur le logiciel.

Toutes les difficultés ne sont pas résolues pour autant ; la

désignation du résultat sous forme d'une écriture multiplicative reste difficile à obtenir. Cela s'explique entre autres par la nouveauté de cette notion, par le manque de familiarisation avec la manipulation des écritures multiplicatives, les difficultés qui subsistent pour certains enfants dans la manipulation du logiciel laissent à penser qu'une familiarisation plus longue est nécessaire.

Par contre dans les 2 cas, la situation-problème sur logiciel et avec un matériel traditionnel est perçue comme identique par les élèves.

### III CONCLUSION GENERALE

Nous essaierons de reprendre les hypothèses développées en page 6 du cahier de didactique n° 25-1

Reprenons l'hypothèse n°1 ; un certain nombre de difficultés manipulatoires et portant sur le calcul, rencontrées lors du travail avec du matériel traditionnel, sont éliminées lors de l'utilisation d'un matériel informatique. En ce sens, la tâche de l'élève est allégée .

Toutefois, la situation proposée par l'ordinateur peut introduire de nouveaux obstacles, notamment pour les élèves en difficulté . En effet ces logiciels introduisent une communication d'un type nouveau et peut-être plus difficile à maîtriser pour les élèves :

- utilisation du clavier
- lecture à l'écran
- effets de couleurs
- signification des codes ( les flèches n'ont pas toujours la même signification au cours du même logiciel )
- technique de découpage des rectangles et changements de définition d'un rectangle
- latéralisation

Lors de l'expérimentation, il est apparu que les problèmes de communication avec l'ordinateur sont en général résolus de façon satisfaisante, sauf pour les élèves en difficulté . Nous avons

également remarqué que les messages d'erreur ne sont pas pris en compte .

L'utilisation de logiciels est-elle une aide ou un handicap pour les élèves en difficulté ? Chaque logiciel nécessite une familiarisation au mode de communication qu'il impose à l'utilisateur . En ce sens, dans un premier temps l'aide n'est pas évidente et l'écart entre "bons" et "mauvais" élèves s'accroît . Il faudrait travailler sur un temps plus long pour savoir si l'apprentissage se fait mieux à long terme .

Notre deuxième hypothèse était : l'ordinateur permet de travailler plus facilement et simultanément dans le cadre géométrique (avec et sans mesure ) et dans le cadre numérique .

L'expérimentation montre en effet que l'utilisation des logiciels permet :

- une approche plus aisée des représentations géométriques indispensables à la construction de ce nouveau savoir ,
- une aide significative au calcul,
- une extension relativement rapide du domaine numérique dans lequel fonctionnent les écritures multiplicatives .

L'utilisation de l'ordinateur permet donc bien aux élèves de travailler simultanément dans plusieurs cadres (géométrique, numérique et matériel ) .

Notre troisième hypothèse se trouve vérifiée également : nous avons remarqué une progression dans les résultats, liée à une familiarisation plus grande avec le problème posé . L'ordinateur semble être un outil privilégié pour cette familiarisation . Il serait intéressant à ce sujet de proposer des logiciels permettant à l'élève d'effectuer à volonté des feed-backs .

L'introduction d'un score dans la situation proposée par le deuxième logiciel ne favorise pas toujours la mise en oeuvre par l'élève d'une stratégie efficace pour optimiser le découpage ; en effet, nous avons constaté que l'élève doit d'abord avoir compris la tâche pour tenir compte du score .

En ce qui concerne l'hypothèse n°4 ( l'utilisation préalable des logiciels facilite la reprise des mêmes activités dans une situation de classe traditionnelle ) , elle se trouve dans l'ensemble vérifiée comme le prouve l'étude des productions lors des séquences en classe .

Cette expérimentation nous a conforté dans notre méthodologie de travail quant à l'utilisation des logiciels :

Il nous semble indispensable d'intégrer les activités utilisant un ordinateur dans un ensemble d'activités de la classe ; il doit y avoir continuité et interaction entre les différents types d'activités . Cela suppose que les maîtres réfléchissent aux notions mathématiques à enseigner et ne se contentent pas d'utiliser les logiciels pour des activités ne présentant pas de lien immédiat avec le travail régulier effectué en classe .

Par ailleurs, l'ordinateur est une aide précieuse pour l'observation des élèves :

- par les facilités offertes pour conserver la trace de l'activité de l'élève,

- par les possibilités offertes pour contrôler ces activités,

- par les contraintes qu'il introduit.

Il est donc un outil efficace pour les recherches en didactique .





PRODUCTION DES ELEVES N'AYANT PU TERMINER AUCUNE GRILLE LORS DE LA 1ere PASSATION - Annexe 1-3

GROUPE 3

YO	6*	4x5 20	4x4 16	6x4 24	6x4 24	4x4 16	4x3 12	3x7 21	4x3 12											133
AB+EM	12*	7x8 56	7x7 49	1x10 10	1x10 10	10x1 10	7x7 49	7x7 49	4x3 12	2x4 8	7x1 7	2x6 12	1x7 7	7x1 7						267
CH	11*	6x6 36	5x5 25	7x6 42	4x6 24	2x1 2	1x8 8	1x8 8	2x7 14	5x3 15	8x1 8	10x1 10	10x1 10							174
RA	15*	3x2 6	2x2 4	1x2 2	3x2 6	2x2 4	2x2 4	2x2 4	2x2 4	2x2 4	2x2 4	2x2 4	2x2 4	2x2 4	2x2 4	2x2 4	1x2 2			60
RU	16*	2x2 4	2x2 4	2x2 4	5x2 10	2x2 4	2x2 4	2x2 4	2x2 4	2x2 4	2x2 4	2x2 4	2x2 4	2x2 4	2x2 4	2x2 4	2x2 4	2x2 4		70
ND	11*	10x6 60	2x2 4	14x7 98	2x2 4	1x14 14	12x3 36	1x1 1	2x8 16	1x2 2	1x1 1	2x2 4	2x2 4							240

Nombre total de  
croix découpées  
(& = 270)

YO+RU	10	5x5 10	7x6 42	8x4 32	8x4 32	7x5 35	7x7 49	8x3 24	6x5 30	2x5 10	8x1 8			6*	4x3 12	2x2 4	4x1 4	4x4 16	9x1 9	9x7 63			
AB+EM	6	6x8 48	9x4 36	1x10 10	9x4 36	6x10 60	9x10 90							2*	19x7 133	19x6 114				17x5 85	17x12 204		
CM+ND	11	6x7 42	7x7 49	9x1 9	7x11 77	6x6 36	8x3 24	1x7 7	1x6 6	1x6 6	6x1 6	1x8 8	8	5*	13x1 13	11x1 11	6x7 42	9x7 63	7x1 7				

## TABLEAU

	Nbre de : croix	Nbre de : découps : à coller :	Nbre de : produits de répert.	Nbre de : produits : ds le : répert. :	Produits ne : correspondant pas à un test	Nbre de : facteurs : IO :	Résultat : exacts :	Addition : posée :	Addition : exacte :	Ecriture : multiple :	Nbre de : bandes
David P. - Mathias 1-1	1	5	5	1	0	1	5	0	OUI	252	0
David K. - Stéphanie 2-7	OUI	10	10	2	0	0	9	1	NON		0
Nathalie - Julien 1-2	OUI	5	5	2	2	2	5	0	NON		1
Leïla - Sophie 1-2	OUI	5	5	0	0	2	5	0	OUI	252	1
Anne									252		
Réonald - Rachid 2-3	OUI	9	9	0	0	0	8	0	NON		0
Tania - Abdel Kader 1-3	NON	11	12	2	0	0	9	0	NON	152	1
Ruth - Mathieu 1-3	OUI	4	4	0	0	4	0	0	OUI	252	0
Samic - Eméni 1-3	OUI	8	6	2	2	6	0	0	NON	242/252	3 (lis)
Antonin - Nina 1-2	OUI	8	6	0	0	1	6	0	OUI	142	0
Samira - Yossi 1-3	OUI	6	6	1	0	6	0	0	NON	247/252	0
Nadia - Vincent 1-3	NON	10	10	0	0	10	0	0	NON		3
Christiane - Louis Gaël	OUI	7	7	0	3	7	0	0	OUI	252	3
Saïda - Damien 1-2	OUI	6	6	0	0	6	0	0	NON	405	0

TOTAL

94

91

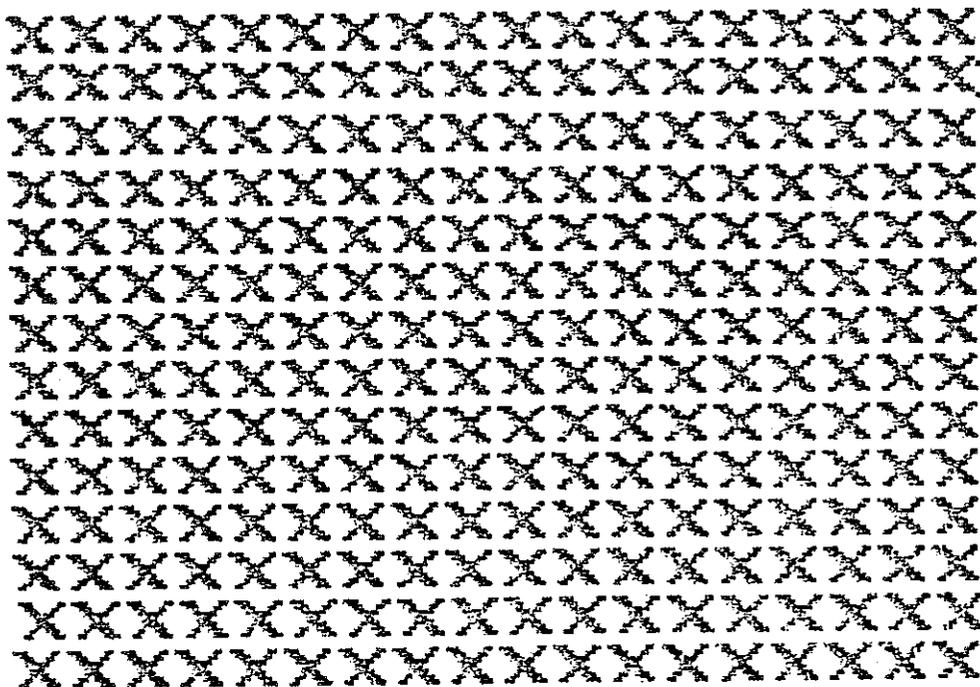
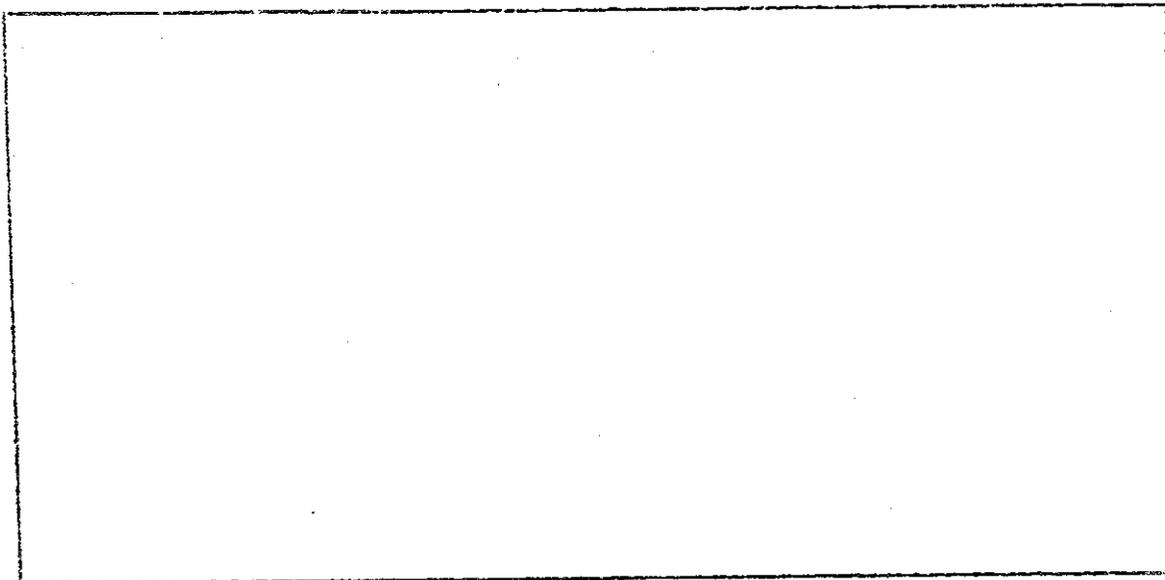
8

5 erreurs

12

annexe 1 - 4  
polycopié - séquence n° 1

REPertoire



REPertoire

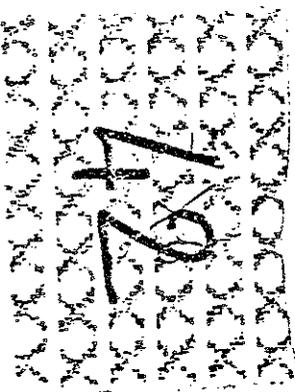
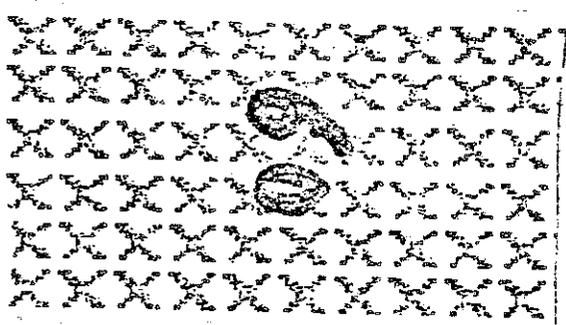
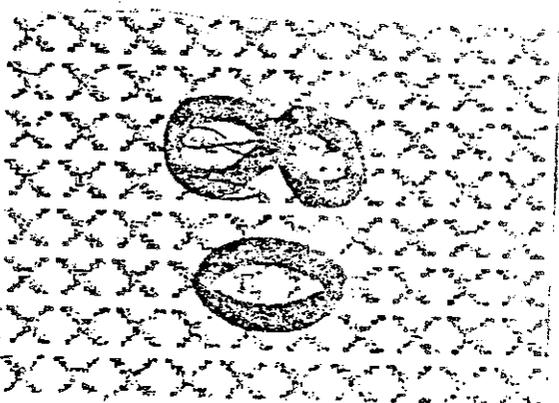
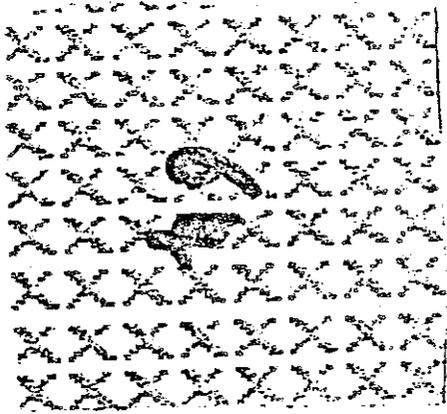
Annex 1-6

7x6\*

8x8

6x10

une bande de 6  
10x8



Solex et Storme  
Sofhia

$$64 + 80 + 60 + 42 + 6 = 252$$

REPertoire

1 x 8 = 32

3 x 4 = 12

4 x 10 = 40

3 x 10 = 30

7 x 4 = 28

3 x 6 = 18

3 x 4 = 12

4 x 8 = 32

4 x 10 = 40

7 x 4 = 28

3 x 6 = 18

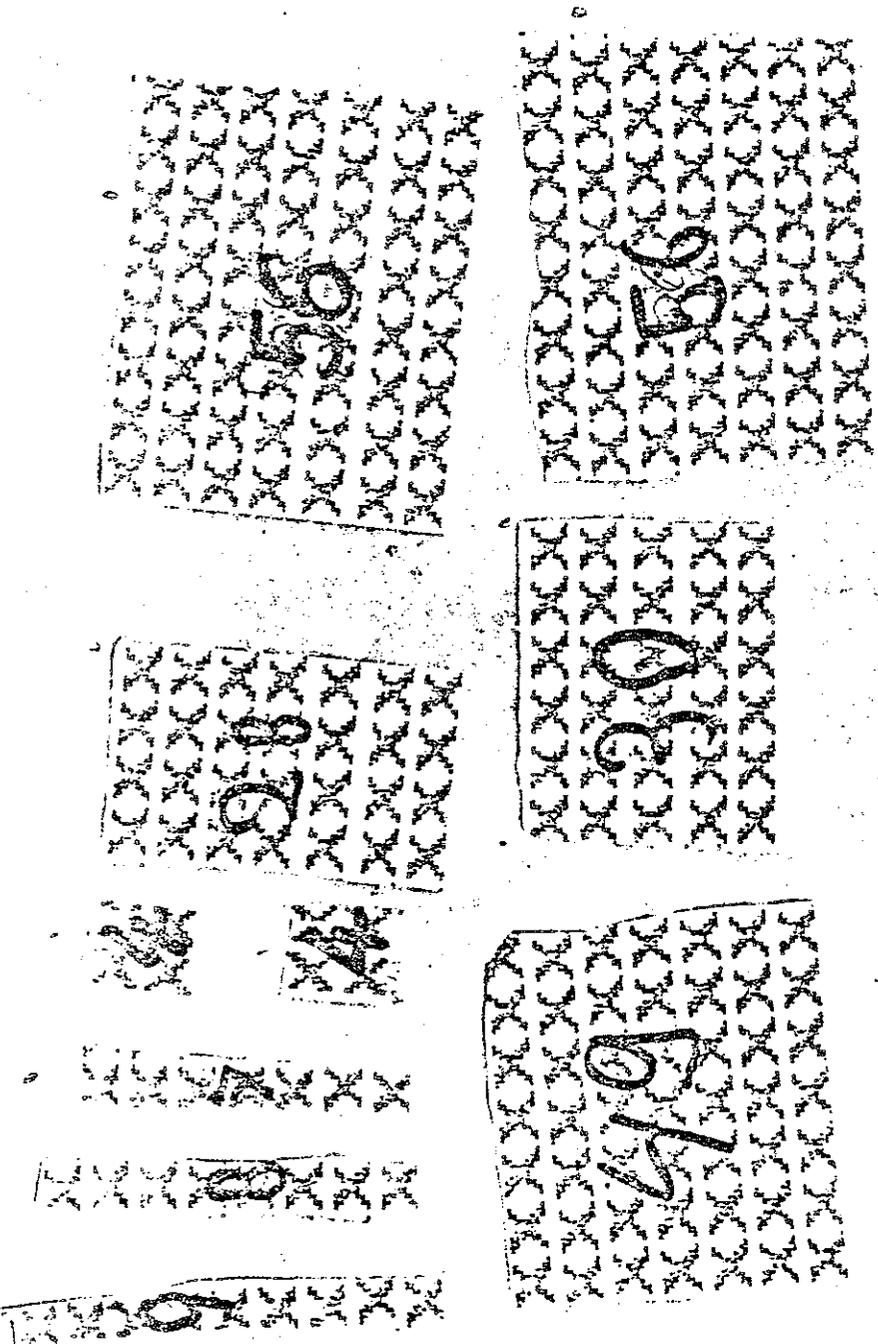
4 x 3 = 12

3 x 4 = 12

32 + 40 + 28 + 12 + 18 + 12 = 44225

Antoin et Nino

REPertoire

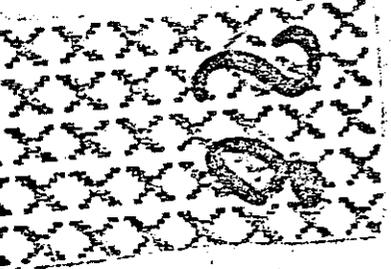
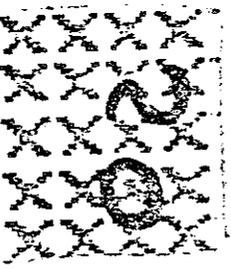
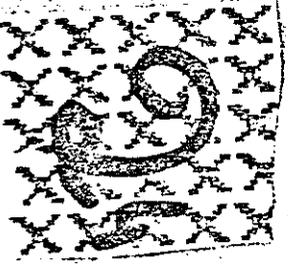
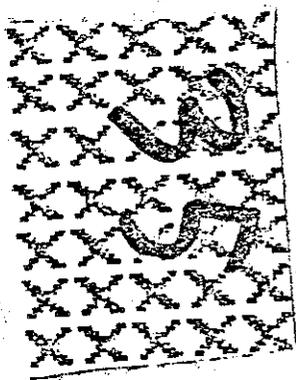
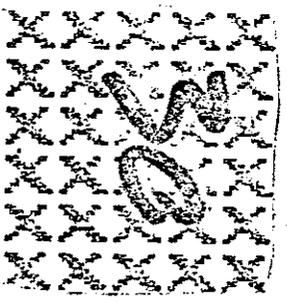
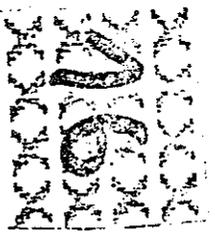


- 7x8=56
- 7x7=49
- 2x2=4
- 7x7=49
- 5x6=30
- 2x2=4
- 9x4=36
- 8x8=64
- 7x8=56
- 7x7=49

$$9+8+7+4+4+28+56+56+30+49=249$$

Alphabets of David K

Answer 1-9



rubber  
5x7



$$5 \times 6 = 30$$

$$3 \times 5 = 15$$

$$4 \times 4 = 16$$

$$5 \times 4 = 20$$

$$5 \times 4 = 20$$

$$6 \times 5 = 30$$

$$7 \times 5 = 35$$

$$5 \times 5 = 25 \rightarrow \text{error 25}$$

$$4 \times 4 = 16$$

$$4 \times 4 = 16$$

```

■ X X X X X X
X X X X X X
X X X X X X
X X X X X X
X X X X X X

```

DONNE UNE FLECHE  
DONNE UNE FLECHE

ET UN NOMBRE  
ET UN NOMBRE

```

X X X X X
X X X X X
X X X X X
X X X X X
■ X X X X

```

DONNE UNE FLECHE  
DONNE UNE FLECHE

ET UN NOMBRE  
ET UN NOMBRE

```

X X X X X X X ■
X X X X X X X X
X X X X X X X X

```

DONNE UNE FLECHE  
DONNE UNE FLECHE

ET UN NOMBRE  
ET UN NOMBRE

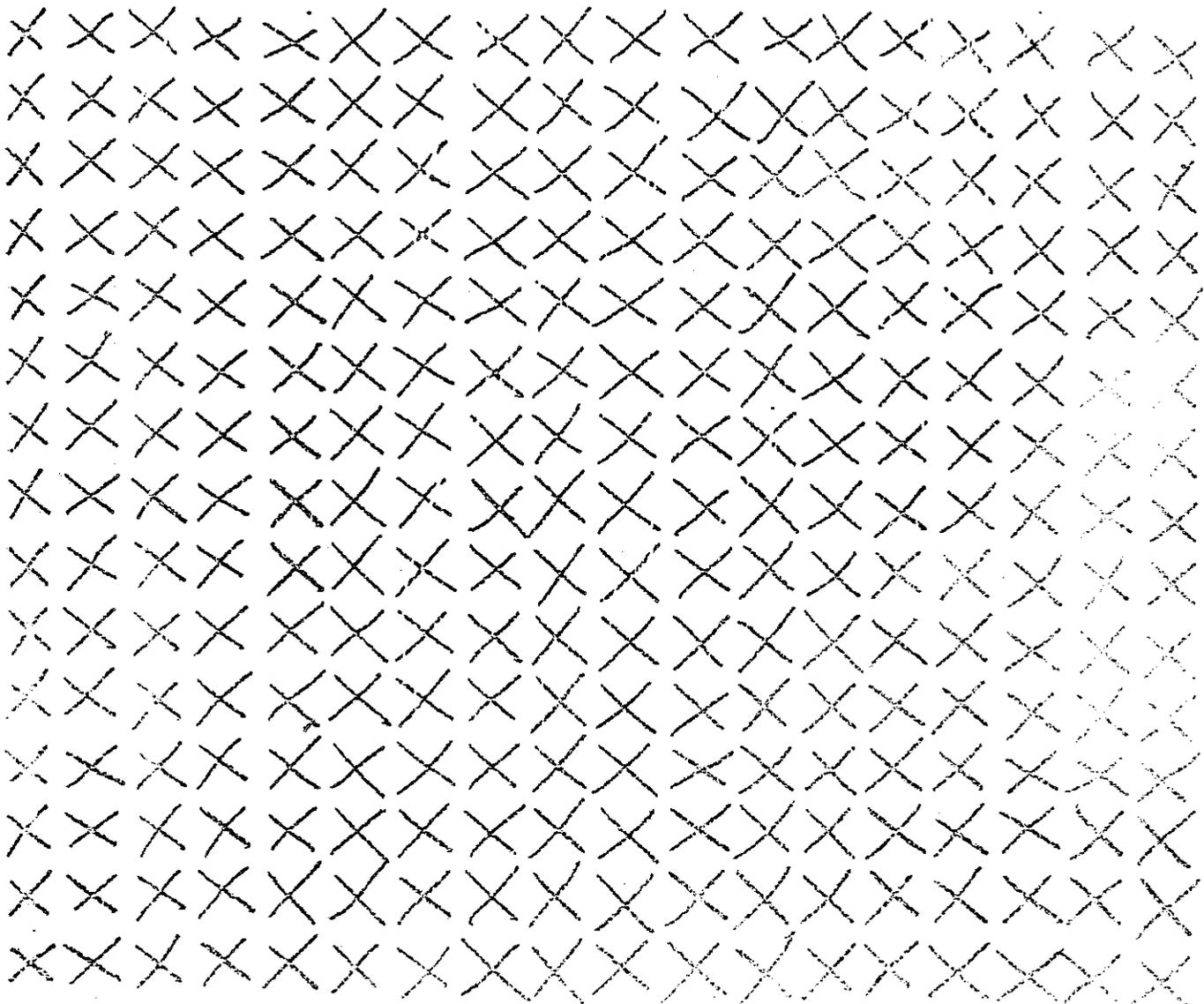
```

X X X X X X
X X X X X X
X X X X X X
X X X X X X
X X X X X X
X X X X X X
X X X X X ■

```

REPertoire

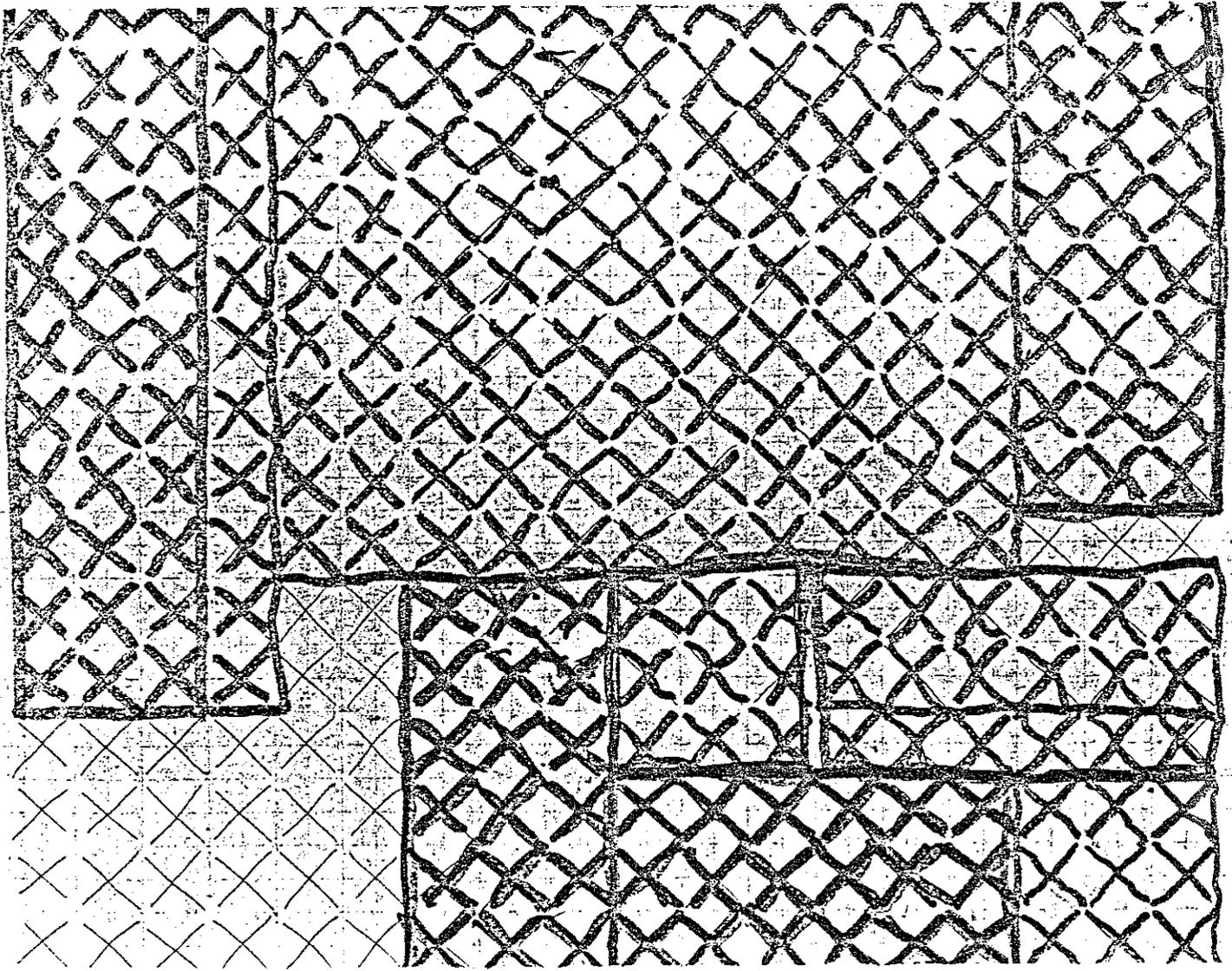
3 x 3	=	9
3 x 6	=	18
7 x 9	=	63
11 x 3	=	33
11 x 6	=	66
7 x 6	=	42
8 x 3	=	24
11 x 9	=	99
7 x 3	=	21
8 x 6	=	48





Annex 2-3

Nathalia



# REPÉTOIRE

Nathalia

$$3 \times 3 = 9$$

$$3 \times 6 = 18$$

$$4 \times 8 = 32$$

$$5 \times 11 = 55$$

$$6 \times 7 = 42$$

$$6 \times 7 = 42$$



$$3 \times 3 = 9$$

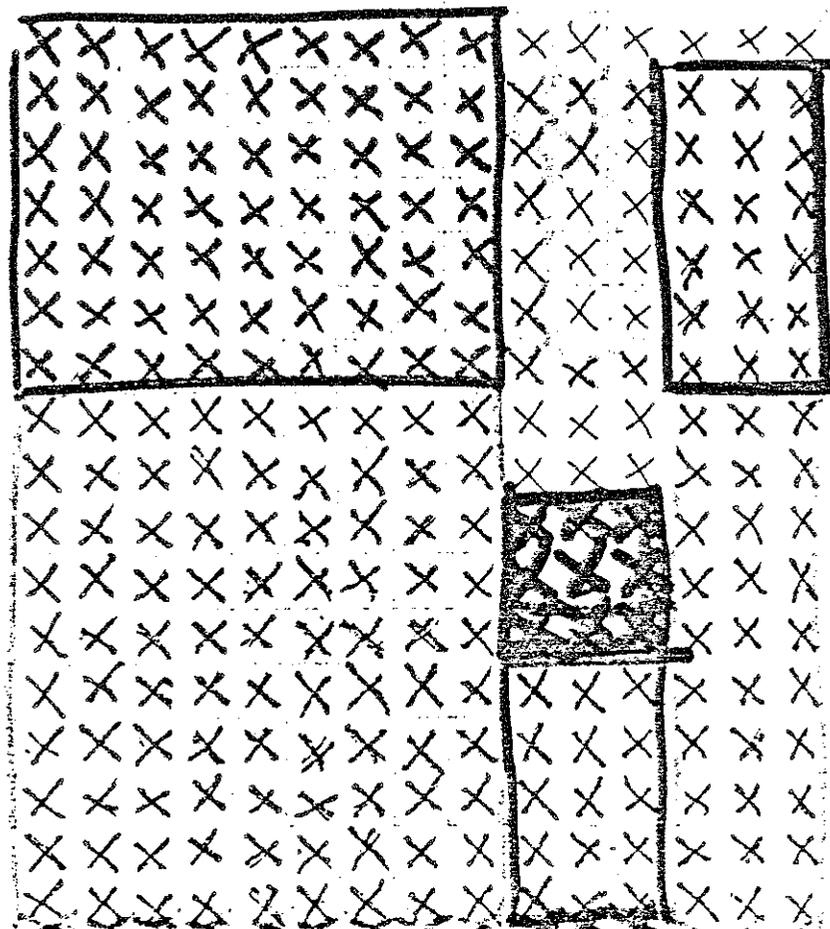
$$3 \times 8 = 24$$

Exécution 93

group de leila Annee 2-4

5 x 6 m

$56 = 5 \times 11$   
 $84 = 9 \times 8$   
 $3(8) \times 6 = 78$   
 $3(9) \times 9 = 81$   
 $3(33) = 99$





en déduction

Groupe de Julien

11/11/2000

11 x 9 = 99

11 x 6 = 66

11 x 3 = 33

15 x 4 = 60

3 x 4 = 12

JULIEN

