

SITUATION-PROBLEME ET PROGRAMMATION

Robert NEYRET

1 – RESOUDRE DES PROBLEMES

A – PROGRAMMATION ET RESOLUTION DE PROBLEME

Depuis quelques années, nous avons assisté à un renouveau du problème à l'école primaire, à propos duquel ont été mises en avant des notions telles que :

- rechercher et sélectionner l'information
- résoudre des problèmes
- valider des solutions
- communiquer les démarches et les résultats.

Il faut remarquer que l'informatique n'est pas étrangère à cette évolution, offrant de nouvelles perspectives, notamment :

- au niveau de l'organisation et du traitement des informations
- au niveau des démarches de type algorithmique pour résoudre certains problèmes
- au niveau de la validation des résultats.

Nous attachons aujourd'hui une grande importance aux démarches utilisées par les enfants (que nous appelons en général procédures), à la confrontation de celles-ci, ainsi qu'aux évolutions et changements de stratégies.

L'activité de programmation est une activité de résolution de problèmes (voir à ce propos l'article de P. MENDELSON). Un des langages qui semble le mieux adapté à l'heure actuelle pour ce type d'activité avec les enfants est le LOGO, du moins dans sa partie graphique.

Nous pensons qu'une partie du travail proposé aux élèves dans le cadre des activités de programmation doit être le fait de l'enseignant qui va choisir la nature des problèmes, déterminer les conditions didactiques d'apparition de certaines démarches et permettre leur confrontation.

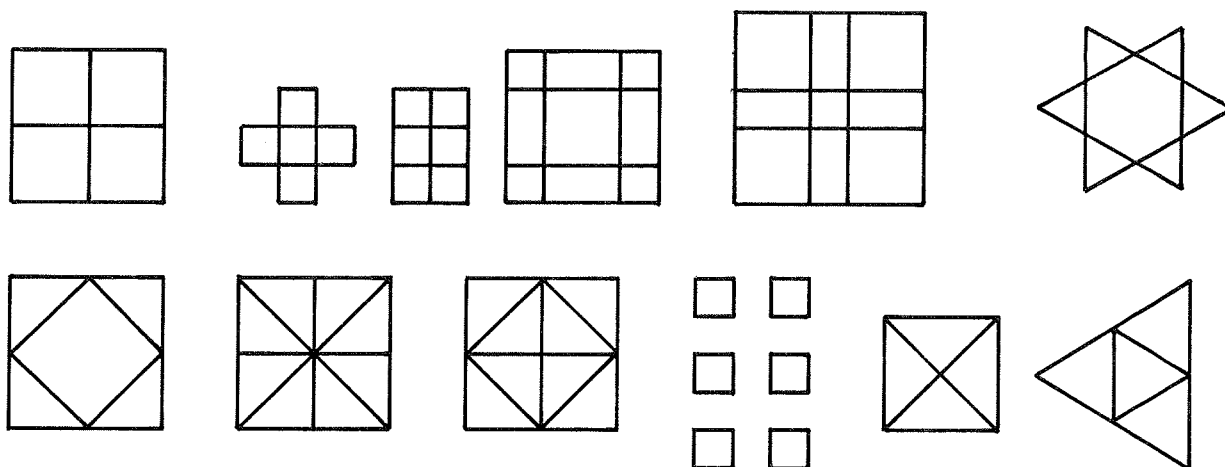
Nous allons donc essayer de décrire le type de figures que peut proposer l'enseignant, les conditions de productions de programmes, les analyses qu'il peut être amené à faire ainsi que les situations-classes susceptibles de faire évoluer les procédures des élèves.

B – TYPES DE FIGURES

Un des objectifs généraux de l'enseignement des mathématiques est d'amener les enfants à décomposer un problème en sous-problèmes plus simples et ensuite à coordonner ceux-ci entre eux.

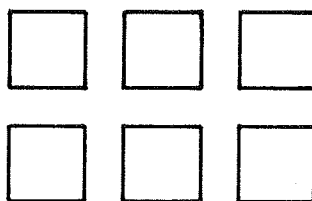
Aussi fixons-nous notre choix sur des figures susceptibles de se décomposer en sous-figures élémentaires, que les enfants connaissent (par exemple carré, rectangle, triangle, voire hexagone), mais suffisamment complexes pour que cette décomposition soit fonctionnelle. La coordination des programmes décrivant ces sous-figures entre elles est par la suite un moment important de l'activité.

A titre d'exemple on peut considérer les figures suivantes :



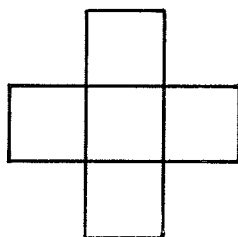
Le choix est fait suivant le niveau des enfants et le type de productions que l'on veut obtenir : une figure peut être plus ou moins riche sous l'angle de sa décomposition possible en sous-figures.

Ainsi la figure



est perçue comme un ensemble de 6 carrés organisé en 2 rangées de 3 ou en 3 rangées de 2.

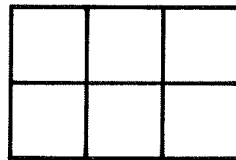
Par contre la figure



peut donner lieu à des conceptions nettement différentes :

- ensemble de cinq carrés
- ensemble de quatre carrés
- ensemble de deux rectangles
- ensemble d'un carré et d'un bord, le bord pouvant être considéré comme quatre branches.

De même la figure



peut être considérée comme :

- un rectangle avec barreaux
- deux rectangles accolés coupés par deux barreaux
- deux ensembles de trois carrés
- trois ensembles de deux carrés
- trois rectangles coupés par une barre
- un rectangle à l'intérieur d'un autre le tout coupé par des barreaux.
- etc . . .

2 – ANALYSE DES PROCEDURES DES ENFANTS

A – CONDITIONS DIDACTIQUES

Les enfants à qui nous avons proposé le type de figure précédente avaient déjà travaillé une dizaine de séances avec micro-ordinateur. Ils utilisaient soit le logo-apple, soit le logiciel la "sauterelle" (sorte de mini-logo).

Ils ont donc en général une bonne compréhension des primitives. Leur attention a été attirée par le rôle des positions finales et initiales de la tortue. Ils connaissent la séquentialité des sous-programmes, l'itérativité. Le mode procédure a été introduit.

Les enfants écrivent leurs programmes sur papier puis ils choisissent soit le mode direct, soit le mode éditeur pour taper leurs programmes. Après des modifications éventuelles, ceux-ci sont relevés sur une feuille avec indication s'ils marchent ou pas.

Nous appelons procédure l'ensemble de la démarche qui conduit l'enfant au dernier programme écrit sur papier.

Remarques

- quelques primitives ne sont pas complètement maîtrisées (RE, REPETE)
- les positions intermédiaires de la tortue ne sont pas toujours bien prises en compte
- l'éditeur n'est pas toujours parfaitement connu.

B – ANALYSE DE CERTAINES PROCEDURES

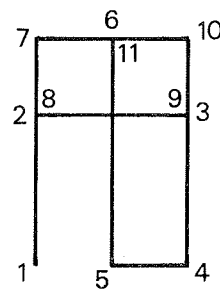
Nous considérons trois grandes classes de procédures.

- **Les procédures pas à pas** : elles simulent le mode immédiat : la figure est décrite segment par segment jusqu'à ce qu'elle ait été toute parcourue.

Exemple 1

Les enfants écrivent la suite des instructions en suivant pas à pas le cheminement sur la figure

AV 15 AV 15 DR 90 AV 30
 DR 90 AV 30 DR 90 AV 15
 AV 30 GA 90 AV 15 GA 90
 AV 15 GA 90 AV 30 GA 90
 AV 15 GA 90 AV 15



puis ils le tapent en mode immédiat.

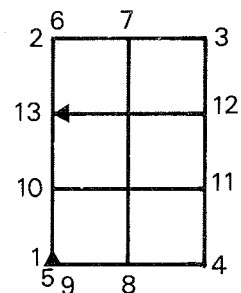
Ce programme ne permet pas de tracer entièrement la "fenêtre". Les enfants sont incapables de le modifier ou de le compléter pour qu'il tourne.

- **Les procédures constructivistes** : elles sont le plus souvent articulées sur les procédures pas à pas. L'enfant identifie des sous-figures qu'il va réaliser au coup par coup ; la primitive REPETE est soit utilisée comme routine (par exemple pour obtenir un carré), soit par prise de conscience en cours de route qu'il y a des éléments qui se répètent.

Exemple 2

AV 45 DR 90 AV 30 DR 90 AV 45 DR 90 AV 30
 DR 90 AV 45 DR 90 AV 15 DR 90 AV 45 GA 90
 AV 15 GA 90 AV 15 DR 90 AV 30 GA 90 AV 15
 GA 90 AV 30

Maud CM 2 Mars 1984
 Béatrice



Les enfants décrivent successivement un rectangle, puis les barreaux.

Le programme est cependant réalisé pas par pas et tapé par la suite en mode direct.

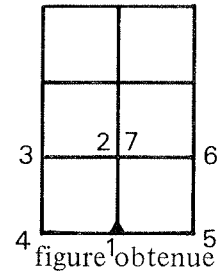
- **Les procédures algorithmiques** : elles sont anticipées dans leur totalité ; l'enfant travaille en fonction d'un plan, il programme sa solution en mettant en place une systématique plus ou moins élaborée pour obtenir ce qu'il désire. La présence de la primitive REPETE non utilisée

dans une routine ainsi que la présence de sous-programmes nommés de manière explicite en sont les signes caractéristiques.

Exemple 3

REPETE 3 [AV 15 GA 90 AV 15 GA 90 AV 15 GA 90
AV 30 GA 90 AV 15 GA 90 AV 15 DR 90]

Olivier CM 2 Mars 1984
et Patricia

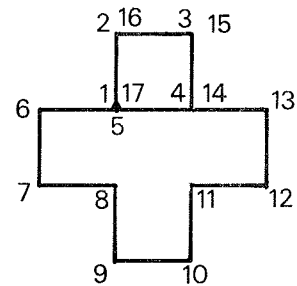


La frontière n'est pas toujours très nette entre les différentes catégories

Exemple 4

POUR CROIX
AV 20 DR 90 4.FOIS
GA 90 AV 20 3.FOIS
DR 90 AV 20 GA 90 AV 20 GA 90 AV 20 3.FOIS
FIN

Fabienne
Katia CM 2 Décembre 1983
Sandy



En effet, les enfants ont manifestement une conception de la croix du type carré et bord, mais on voit que ce dernier est programmé par morceau, d'abord une branche, puis les trois branches suivantes.

Notons d'autre part que les conceptions et les mises en œuvre peuvent varier au cours d'une même séance, témoin la chronique suivante relatant la démarche d'un enfant :

Exemple 5

Le premier programme produit par l'enfant qui traduit une conception de la croix en quatre carrés est le suivant :

POUR CARRE
REPETE 4 (AV 40 TD 90 TD 180)
FIN

*

POUR CROIX
REPETE 4 (CARRE)
FIN

TD 180 est barré par la suite. Devant l'échec du programme précédent, l'enfant change de conception (croix constituée de 5 carrés) et utilise un mode mixte en tapant successivement :

* Dans cet article, le lecteur ne devra pas s'étonner de trouver aussi bien le signe O que Ø pour désigner le chiffre zéro, de même qu'indifféremment crochets ou parenthèses dans les programmes. Cela dépend du type de matériel utilisé.

CARRE
 TD 180
 CARRE
 TG 90
 CARRE
 AV 40
 CARRE
 TD 90 AV 40
 CARRE

Après réalisation, l'enfant signale qu'il a une meilleure idée et écrit :

POUR RECTANGLE
 REPETE 2 (AV 120 TD 90 AV 40)
 FIN

POUR CROIX
 RECTANGLE AV 80 TD 90 RE 40 RECTANGLE
 FIN

Après essai, l'enfant rectifie le programme rectangle par adjonction de TD 90 qui lui permet d'obtenir la croix désirée.

C – DIFFICULTES

Procédures primitives. Elles sont souvent longues à écrire et il faut savoir en permanence où l'on en est sur la figure, ce qui entraîne de nombreuses erreurs ou encore une lassitude.

Procédures constructivistes. Les blocs sont parfois difficile à coordonner entre eux : il faut une prise en compte des états intermédiaires de la tortue.

Ainsi dans l'exemple 4, la mauvaise position initiale avant la séquence GA 90 AV 20 3. FOIS provoque un mauvais placement du bord de la croix, alors que ce dernier est programmé correctement.

Procédures algorithmiques. Les enfants rencontrent le même type de difficultés que précédemment, mais les erreurs sont plus faciles à repérer dans la lecture du programme.

3 – SITUATIONS DIDACTIQUES

1 – PRODUCTIONS DE PROGRAMMES

Nous avons décrit dans le paragraphe précédent comment sont obtenus certains programmes. A partir de ces programmes on peut envisager un travail de confrontation entre les productions des élèves.

2 – VALIDATION ET CONFRONTATION DES PROGRAMMES

A – Enfants en difficulté

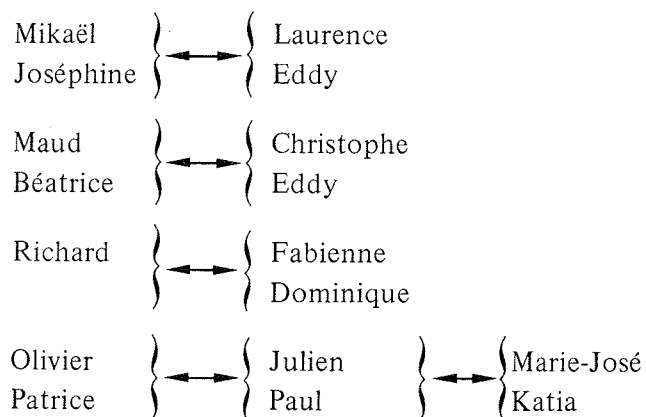
C'est le cas en particulier des enfants qui ont des procédures pas à pas et dont le programme ne marche pas. Nous leur avons fait dans un premier temps vérifier et corriger leur programme en mode pilotage : il est intéressant à ce propos de voir s'ils procèdent instruction par instruction ou par bloc d'instructions.

B – Enfants utilisant des procédures constructivistes ou algorithmiques

Quand on analyse les programmes de ces enfants (voir l'exemple FENETRE en annexe I), on peut les situer sur un tableau à double entrée :

procédure conception	constructiviste	algorithmique
ensemble de carrés		Olivier Patrice Julien Paul Marie-José Katia
un cadre et des barreaux	Maud Béatrice Richard Fabienne Dominique	Christophe Eddy
des rectangles avec ou sans barreaux	Mikaël Joséphine	Laurence Carole

Il nous semble que pour ces enfants il est intéressant de créer des confrontations ; nous avons donc formé des associations entre enfants ayant utilisé les mêmes conceptions.



Chaque groupe de 2 enfants reçoit le programme réalisé par un autre groupe : il doit vérifier s'il fonctionne, le corriger et voir en quoi il diffère de celui qu'ils ont produit.

Les principales différences portent donc sur la structuration des programmes et permettent à certains enfants de prendre contact avec des programmes comportant des sous-programmes. Inversement, les autres peuvent faire apparaître dans le programme de leurs camarades des sous-programmes.

Par exemple on peut comparer les deux programmes :

POUR NOIX DE COCO

AV 45 DR 90 AV 30 DR 90 AV 45 DR 90 AV 30	
DR 90 AV 45 DR 90 AV 15 DR 90 AV 45 GA 90	Maud
AV 15 GA 90 AV 15 GA 90 AV 30 DR 90 AV 15	Béatrice
DR 90 AV 30	

POUR PIF

REPETE 2 (AV 45 DR 90 AV 30 DR 90)	Christophe
FIN	Eddy

POUR FILS

AV 15 DR 90 AV 30 GA 90 AV 15 GA 90 AV 30 DR 90
 AV 15 DR 90 AV 15 DR 90 AV 45

POUR FENETRE

PIF - FILS
 FIN

et identifier ce que représentent PIF et FILS dans la procédure de Maud et Béatrice.

REPETE 2 (AV 45 DR 90 AV 30 DR 90 ← PIF → AV 45 DR 90 AV 30 DR 90
 AV 45 DR 90 AV 30 DR 90

AV 15 DR 90 AV 30 GA 90		DR 90 AV 15 DR 90 AV 45
AV 15 GA 90 AV 30 DR 90	← FILS →	GA 90 AV 15 GA 90 AV 15
AV 15 DR 90 AV 15 DR 90 AV 45		GA 90 AV 30 DR 90 AV 15
		DR 90 AV 30

3 – PROLONGEMENTS POSSIBLES

On pourrait envisager au moins deux prolongements possibles :

a) – réaliser la figure
 décrites dans le paragraphe 2



dans les mêmes conditions que celles

et étudier quelles modifications il faudrait apporter aux différents programmes.

Par exemple, pour celui de Paul et Julien

POUR A

REPETE 4 (AV 15 DR 90)

REPETE 4 (AV 15 GA 90)

AV 15

FIN

il suffit dans celui-ci de remplacer 3 par 4
dans la procédure B.

POUR B

REPETE 3 (A)

FIN

Pour celui de Christophe et Eddy , il faut modifier la dimension du cadre et
(voir exemple précédent) ajouter un barreau supplémentaire.

b) – fournir deux procédures de base

POUR REC1

REPETE 2 (AV 15 DR 90 AV 30 DR 90)

FIN

POUR REC2

REPETE 2 (AV 45 DR 90 AV 15 DR 90)

FIN

et demander aux élèves d'obtenir la fenêtre en utilisant REC1, REC2 ou les deux ; par exemple :

POUR FEN

REC1 AV 15 REC1 AV 15 REC1

AV 15 DR 90 AV 15 DR 90 AV 45

FIN

POUR FEN

REC2 GA 90 AV 15 DR 90 REC2 AV 15 REC1

FIN

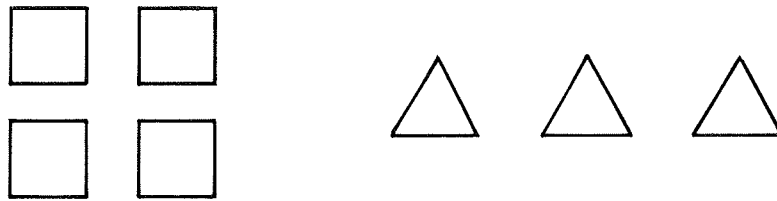
etc. . .

4 – VARIANTES POSSIBLES POUR LA PRODUCTION DES FIGURES

La figure qui a été étudiée précédemment permet d'obtenir au niveau des élèves une grande variété de procédures ; nous pouvons choisir des figures ou des conditions telles que les sous-figures :

— soit apparaissent "naturellement"

par exemple on peut proposer des figures du type suivant :

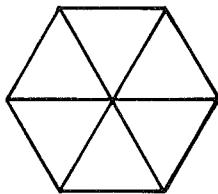


où il y a identification quasi immédiate de blocs (carrés ou triangles)

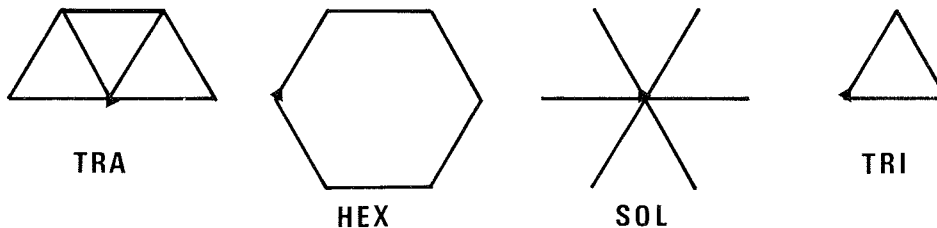
Elles peuvent permettre, notamment aux élèves ayant des difficultés, de réaliser des programmes plus structurés.

— soit sont préprogrammées

par exemple nous avons demandé aux élèves de réaliser la figure suivante :



à l'aide de certaines des figures suivantes :



Les figures sont transparentes c'est-à-dire que la tortue revient dans sa position initiale après le tracé.

Ce type d'activité est particulièrement intéressant lorsqu'on peut enfouir certaines procédures, donc les transformer en primitives. Sinon, on peut faire écrire les procédures aux enfants (dont certaines ont pu être obtenues au cours d'activités précédentes).

On peut donc espérer des programmes du type suivant :

```
POUR H
HEX DR 60 AV 30 SOL
FIN
```

```
POUR H
REPETE 6 (TRI AV 30 DR 60)
FIN
```

POUR H
 REPETE 6 (TRI DR 60)
 FIN

POUR H
 TRA DR 180 TRA
 FIN

et permettre ainsi aux enfants de voir au niveau de la construction et de la compréhension des programmes l'intérêt de l'aspect modulaire de ceux-ci.

CONCLUSION

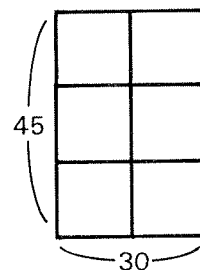
A travers les quelques activités et analyses que nous avons pu envisager dans les parties précédentes, nous pensons avoir montré que nous pouvons faire progresser les enfants vers des démarches de type algorithmique selon l'esprit qui a été défini dans les instructions officielles. En variant les figures et en variant les conditions de création de celles-ci nous pouvons faire travailler les enfants à des niveaux différents.

Ces situations permettent d'obtenir une grande variété de procédures, celles-ci étant rapidement validées avec la machine. Elles sont susceptibles d'autre part de créer des situations de communication permettant aux enfants de prendre contact avec d'autres façons de procéder et par là même de faire évoluer leurs propres procédures.

Annexe

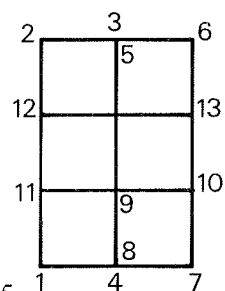
FENETRE

Programmes réalisés par des élèves de CM 2
pour obtenir le dessin ci-contre :



REPETE 2 (AV 45 DR 90 AV 15 DR 90)
FIN

Laurence et
Carole P



POUR RECTANGLE

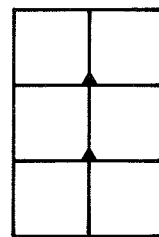
RECTANGLE DR 90 AV 15 GA 90 RECTANGLE DR 90 AV 15
GA 90 AV 15 GA 90 AV 30 DR 90 AV 15 DR 90 AV 30
FIN

POUR FENETRE

REPETE 3 (AV 15 GA 90 AV 15 GA 90 AV 15 GA 90 AV 30
GA 90 AV 15 GA 90 AV 15 DR 90)

FIN

Olivier et
Patrice



POUR XII

REPETE 4 (AV 15 DR 90)

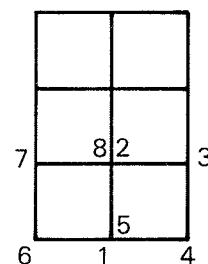
GA 90

REPETE 3 (AV 15 DR 90)

DR 180

FIN

Marie-José
Katia
Joséphine



POUR XIII

REPETE 3 (XII)

FIN

POUR NOIX DE COCO

AV 45 DR 90 AV 30 DR 90 AV 45 DR 90 AV 30
 DR 90 AV 45 DR 90 AV 15 DR 90 AV 45 GA 90
 AV 15 GA 90 AV 15 GA 90 AV 30 DR 90 AV 15
 DR 90 AV 30

POUR FENETRE

REPETE 2 (AV 45 DR 90 AV 30 DR 90) GA 90
 RE 15 DR 90 AV 45 RE 15 GA 90 AV 15 RE 30
 AV 15 GA 90 AV 15 DR 90 AV 15 RE 30
 FIN

POUR TARE

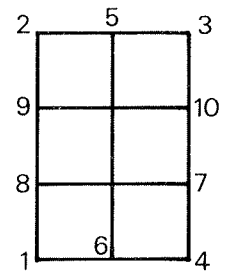
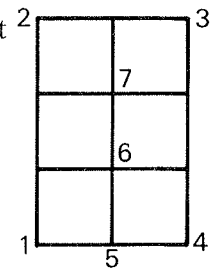
AV 45 GA 90 AV 15 GA 90 AV 45 GA 90 AV 15
 DR 90 AV 45 DR 90 AV 30 DR 90 AV 45 DR 90 AV 30
 DR 90 AV 15 DR 90 AV 30 GA 90 AV 15 GA 90 AV 30
 FIN

AV 15 AV 15 DR 90 AV 30 DR 90 AV 30 DR 90
 AV 15 DR 90 AV 15 AV 30 GA 90 AV 15 GA 90
 AV 15 GA 90 AV 30 GA 90 AV 15 GA 90 AV 15

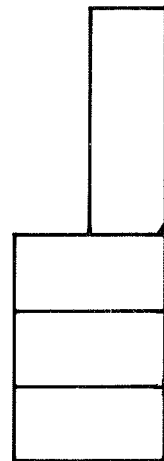
POUR RECTANGLE

AV 45 GA 90 AV 30 GA 90 AV 45 GA 90 AV 30
 GA 90 AV 15 GA 90 AV 30 DR 90 AV 15 DR 90
 AV 30 GA 90 AV 15 GA 90 AV 15 GA 90 AV 45

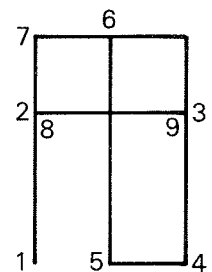
Maud et Béatrice

Fabienne et
Dominique

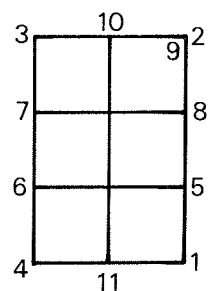
Mikaël



Carole B et Aurélia



Richard

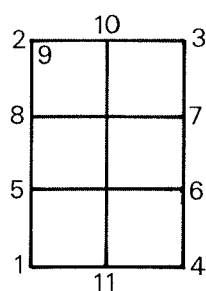


Christophe et Eddy

POUR PIF
 REPETE 2 (AV 45 DR 90 AV 30 DR 90)
 FIN

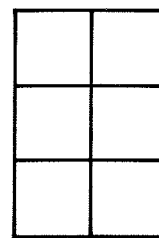
POUR FILS
 AV 15 DR 90 AV 30 GA 90 AV 15 GA 90 AV 30 DR 90
 AV 15 DR 90 AV 15 DR 90 AV 45

POUR FENETRE
 PIF – FILS
 FIN



POUR A
 REPETE 4 (AV 15 DR 90)
 REPETE 4 (AV 15 GA 90)
 AV 15
 FIN

Marie-José
 Katia
 Josephine



POUR B
 REPETE 3 (A)
 FIN

AV 30 DR 90 AV 30 DR 90 AV 30 DR 90
 AV 15 DR 90 AV 15 AV 30 GA 90 AV 15
 GA 90 AV 15 GA 90 AV 30 GA 90 AV 15
 GA 90 AV 15

Catherine So
 Catherine Se

