

MACROPRIMITIVES ET MINIPROCEDURES EN CM

E. MARTINELLI

R. NEYRET

PLAN DE L'ARTICLE

I – MINIPROCEDURES ET ELABORATION DE PROGRAMMES

- 11 – Exemples préliminaires
- 12 – Miniprocédures et décomposition de figures géométriques
 - a) – analyse d'une chronique
 - b) – modification de la perception géométrique
- 13 – Retour sur les macroprimitives

II – MACROPRIMITIVES ET STRUCTURATION DE PROGRAMMES

- 21 – La coordination des procédures
- 22 – L'emboîtement des procédures

Les activités citées dans cet article se sont déroulées dans les classes de :

Madame BOUQUEREL, Ecole Elysée Chatin à Grenoble – CM1

Madame LAVAGNE, Ecole Clemenceau à Grenoble – CM2

Dans l'article de Grand IN n° 35 (Résolution de problèmes et programmation), nous soulignons qu'un des objectifs du travail en programmation avec les enfants est de les amener à décomposer une "figure complexe" en sous-figures et ensuite de les raccorder entre elles pour donner la figure initiale.

Nous avons mis en évidence qu'un certain nombre d'enfants (en particulier les enfants en difficulté), décrivent la figure comme une succession de segments et par suite écrivent des programmes de type pas à pas. Aussi l'objectif d'analyse de la figure en sous-figures, puis la construction de ces sous-figures par des procédures n'est atteint qu'après de nombreuses séances, ou même pas du tout pour quelques enfants.

Nous avons pensé que les primitives graphiques du langage LOGO n'étaient pas incitatives au découpage d'une figure en blocs signifiants car elles sont exprimées en terme de déplacements de la tortue et non de tracés ; il nous a semblé intéressant de les augmenter d'un lot de quelques procédures toutes faites, fournies d'emblée aux enfants. (Nous les appellerons macroprimitives ou miniprocédures dans ce qui suit).

Dans un premier temps, nous familiarisons les enfants avec ces macroprimitives en leur proposant des activités de type constructif dont nous donnons ici quelques exemples. Nous faisons ensuite l'hypothèse que disposant de celles-ci, le travail d'identification de sous-figures va

va être facilité ; c'est ce que nous examinerons ensuite.

Enfin nous avons élaboré une série de "situations" c'est-à-dire des figures à obtenir accompagnées de macroprimitives adaptées, afin de confronter les enfants au problème de l'articulation des procédures entre elles et de leur permettre de manipuler plus simplement l'emboîtement de celles-ci.

I – MINIPROCEDURES ET ELABORATION DE PROGRAMMES

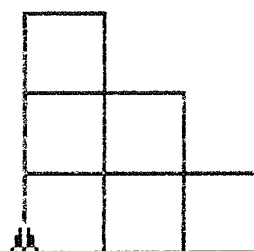
11 – Deux exemples préliminaires

– Une situation simple

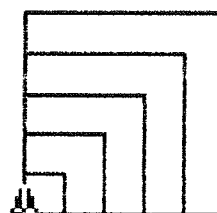
Nous décrivons une situation d'introduction aux macroprimitives : nous fournissons aux enfants les deux procédures de la situation "RECTANGLE1" (voir annexe 1), c'est-à-dire les procédures permettant de faire tracer des carrés et des rectangles de dimension variable.

Dans un premier temps, nous leur avons demandé d'utiliser les procédures ci-dessus en mode direct ; souvent sont apparues des figures du type suivant :

RECTANGLE 20 60
RECTANGLE 60 20
CARRE 40



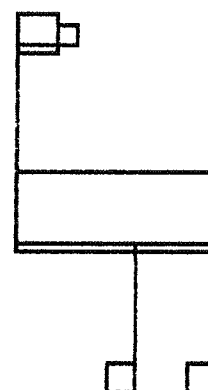
CARRE 10
CARRE 20
CARRE 30
CARRE 40
CARRE 50



Cela permet aux enfants, outre le fait de se familiariser avec les procédures, de manipuler de manière intuitive la notion de variable qui reste relativement cachée quand on utilise les primitives AV RE TD TG.

Dans un deuxième temps nous leur demandons d'obtenir des dessins figuratifs en utilisant les procédures ; voici un exemple typique de production d'enfants :

POUR AUTRUCHE
RECTANGLE 20 50 AV 50 CARRE 10
AV 10 TD 90 AV 10 TD 90
AV 3 TG 90 AV 5 TD 90 AV 5 TD 90 AV 5
AV 10 TG 90 AV 50 TG 90 AV 50
TD 90 AV 30 CARRE 7
RE 30 TD 90 AV 20 TG 90 AV 30
CARRE 7
FIN



* Tous les dessins de cet article ont été réalisés sur imprimante.

Notons dans le programme ci-dessus la description pas à pas du "nez" de l'autruche, coexistant avec l'emploi des procédures RECTANGLE et CARRE.

— Une autre situation

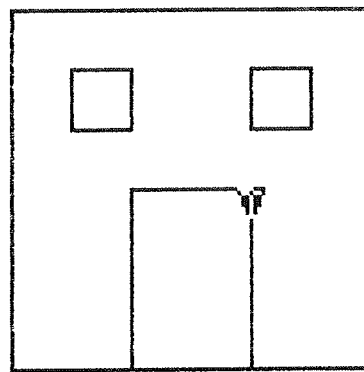
Dans le cas précédent, des procédures "formes" ont été fournies aux enfants ; on peut remarquer que cela les oblige à utiliser les primitives AV, RE, pour positionner la tortue avant de dessiner une forme et par la suite les incite à décrire des portions de figure à l'aide de ces primitives. On a donc donné un type de procédures différent qui déplace la tortue sans laisser de trace, c'est le cas de la procédure SAUTE très vite adoptée par les enfants. Ainsi dans la situation "RECTANGLE TRIANGLE" (voir annexe 1), les élèves peuvent faire tracer des triangles, des carrés, des rectangles, et faire sauter la tortue.

Dans l'exemple suivant, les élèves ont entièrement constitué leur procédure avec les macroprimitives "formes"

```

POUR MAISON
RE 90 CARRED 90
SAUTE 60 TD 90 SAUTE 30 TG 90 CARREG 15
TD 90 SAUTE 30 TG 90 CARRED 15
TD 180 SAUTE 15 RECTD 45 30
FIN

```

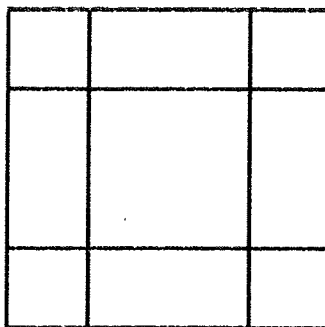


12 – Miniprocédures et décomposition des figures géométriques

Dans ce paragraphe, nous essayons de voir comment s'effectue la prise de conscience de sous-figures et en quoi la présence de macroprimitives peut aider à cette identification.

a) Analyse d'une chronique

Examinons une chronique recueillie auprès d'enfants de CM2 ayant des difficultés, pour produire la figure ci-dessous :



Les enfants sont placés dans la situation "RECTANGLE1" (voir annexe 1)

Dans un premier temps, les enfants écrivent (en mode direct)

CARRE 80

AV 20 TD 90 AV 80

TG 180 AV 80 TG 90 AV 20 TG 90 AV 20 TG 90 AV 80

puis ils perçoivent que les deux traits "verticaux" intérieurs à la figure peuvent s'obtenir par un rectangle. Ils ont donc dans un premier temps identifié un carré (pourtour), mais souhaitent réaliser l'"intérieur" en traçant des traits.

Cependant, ils remarquent en même temps que l'on peut obtenir des traits intérieurs en "faisant des rectangles" : ils effacent tout, et écrivent la suite des instructions suivantes :

CARRE 80

RECTANGLE 80 20

RECTANGLE 80 20

CARRE 80

PROGRAMME N°1

AV 20 TD 90 AV 80

TD 90 AV 20 TD 90 AV 20

RECTANGLE 80 20

AV 80 TD 90 AV 20 TD 90 AV 20 TD 90

RECTANGLE 80 20

La présence des macropimitives a donc bien aidé les enfants à identifier des sous-figures, mais on peut remarquer que ces enfants :

- n'arrivent guère à envisager autre chose que des RECTANGLES 20 80 ou RECTANGLES 80 20 (après avoir envisagé d'ailleurs un rectangle d'une autre dimension au cours de leur recherche initiale) ;

- déplacent la tortue et tracent des figures, sans qu'il y ait une structuration "rationnelle" de ces déplacements, comme en témoignent les séquences :

AV 20 TD 90 AV 80 (tracé d'un trait)

TD 90 AV 20 TD 90 AV 20 (positionnement de la tortue)

RECTANGLE 80 20 (tracé d'un rectangle)

L'introduction de ces miniprocédures ne résoud pas d'emblée tous les problèmes, mais permet aux enfants d'avoir dans leurs programmes des points de repère (nom des procédures). Cela permet des retours sur les programmes plus faciles (donc des corrections de programmes plus faciles) et des comparaisons plus aisées avec les programmes des camarades.

Ainsi, au cours de la séance ont été mises en évidence des séquences (en mode direct ou mode procédure) plus "structurées", par exemple :

CARRE 80

RECTANGLE 80 60

RECTANGLE 60 80

RECTANGLE 80 20

RECTANGLE 20 80

PROGRAMME N°2

Seuls les procédures RECTANGLE et CARRE ont été utilisées, mettant en évidence des propriétés de régularité de la figure.

De même pour les élèves qui écrivent :

POUR VS

CARRE 80

RECTANGLE 80 20

RECTANGLE 20 80

AV 80 TD 90 AV 80 TD 90

PROCEDURE N° 3

RECTANGLE 80 20

RECTANGLE 20 80

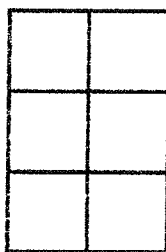
FIN

la même séquence RECTANGLE 80 20 RECTANGLE 20 80 est utilisée deux fois, montrant que la figure a été décomposée en deux grands blocs.

Pour les enfants ayant obtenu le programme n° 1, la confrontation avec ces deux dernières méthodes n° 2 et n° 3 reste possible car elles ne sont pas trop "éloignées".

b) Modification de la perception géométrique

Nous allons montrer sur un exemple concernant une classe entière que le fait d'introduire un lot de macroprimitives modifie leur perception géométrique des figures ; ainsi pour la réalisation de la "fenêtre". (Voir Annexe 2)



les enfants n'ayant que les primitives habituelles ont les conceptions géométriques suivantes (cf. Grand IN n° 35) :

conceptions géométriques	nombre d'élèves
un cadre avec des barreaux	11
trois rectangles coupés par des barreaux	2
trois empilements de deux carrés	7
trois rectangles	1
TOTAL	21

Par contre les enfants disposant d'un lot de procédures (situation "RECTANGLE2" (voir annexe 1), ont les conceptions suivantes :

conceptions géométriques	nombre d'élèves
un cadre avec des barreaux	0
trois rectangles empilés coupés par un barreau	2
rectangles et carrés structurés	8
deux bandes de trois carreaux	6
rectangles et carrés anarchiques	6
carrés	2
TOTAL	24

Notons dans ce dernier cas l'absence complète d'une conception de la fenêtre du type "cadre plus barreaux".

La majorité des procédures sont structurées (16 sur 24)

De plus, comme nous l'avons vu dans le paragraphe précédent, la présence de la procédure SAUTE oblige pratiquement les enfants à envisager les figures uniquement en terme de carrés et de rectangles, ce qui s'est produit à une exception près :

```
POUR FENETRE
RECTANGLED 20 40 SAUTE 20
RECTANGLED 20 40 SAUTE 20
RECTANGLED 20 40 AV 20 TD 90
AV 20 TD 90
AV 60 TD 90
AV 20 TG 90
FIN
```

exception qui correspond justement à une perception de la fenêtre comme un empilement de trois rectangles coupés par un barreau : il faut d'ailleurs remarquer que dans ce cas-là la programmation est relativement économique.

Cependant l'introduction de ces procédures entraîne une utilisation réduite de REPETE ; un seul programme y fait référence, alors que cinq programmes l'utilisaient dans l'autre situation.

13 – Retour sur les macropimitives

Nous avons déjà pu remarquer que le choix de macropimitives fournies n'est pas neutre dans l'analyse géométrique des figures.

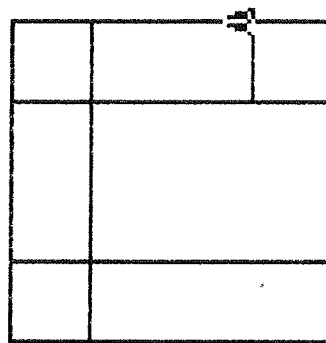
Dans certains cas, l'analyse géométrique faite par les enfants va leur faire prendre conscience qu'il leur "manque des procédures" :

– Premier exemple

Prenons le cas de certains élèves utilisant les procédures de la situation "RECTANGLE1" qui tracent des figures se constituant en "tournant sur la droite" et devant réaliser la figure vue plus haut, appelée le "mouchoir".

Après avoir écrit la suite d'instructions suivantes :

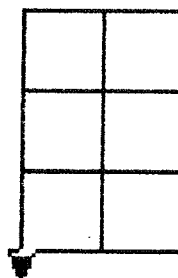
CARRE 80
 RECTANGLE 80 20
 RECTANGLE 20 80
 AV 60 RECTANGLE 20 80
 TD 90 AV 60 TG 90 AV 20 TG 90



qui les amenaient au point marqué d'une flèche sur le dessin précédent, ils voulaient réaliser un rectangle 40 sur 80 "sur la gauche". Ils ont émis explicitement le besoin d'avoir une procédure supplémentaire. Ils ont finalement positionné la tortue en faisant un demi-tour à droite et utilisé RECTANGLE 20 80.

Lors de la séance suivante, nous avons mis à leur disposition un lot de procédures plus complet, afin de réaliser la "fenêtre" évoquée plus haut.

On peut rendre ce problème plus sensible en imposant le point de départ, par exemple là où il est indiqué sur la figure suivante :



– Deuxième exemple

On propose aux enfants la procédure ARC (voir annexe 1) qui réalise le dessin :



On leur demande d'obtenir le dessin suivant :



Les enfants essaient la suite des instructions :

ARC 5

TD 180

ARC 5

qui ne donnent pas le bon résultat.

A ce niveau là, quelques élèves réclament deux procédures de type ARC, l'une allant vers "la gauche", l'autre vers "la droite".

Remarque

Une autre solution est cependant trouvée par d'autres élèves :

ARC 5

LC ARC 5 BC

TD 180

ARC 5

II – MACROPRIMITIVES ET STRUCTURATION DES PROGRAMMES

La structuration des programmes met les élèves face à deux difficultés :

- la coordination des procédures
- l'emboîtement des procédures

Par l'utilisation des macroprimitives, nous avons fait travailler les enfants sur différentes situations pour qu'ils essaient de surmonter ces difficultés.

21 – La coordination des procédures

Pour passer d'une procédure à l'appel de la suivante, il est nécessaire de prendre en compte l'état initial et l'état final de la tortue.

Cela nécessite de positionner correctement la tortue après l'indication ROBOT.

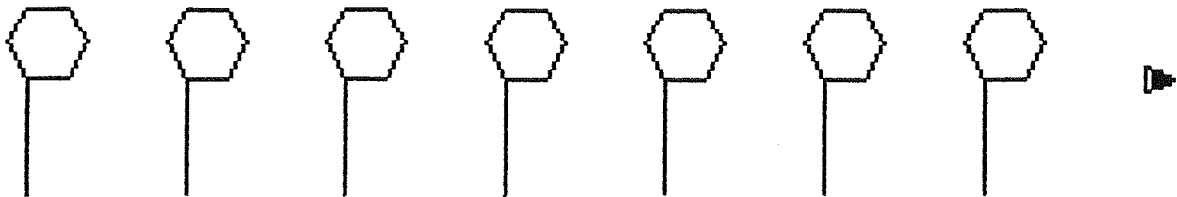
On prolonge le problème en demandant le plus possible de robots, compte tenu de la largeur de l'écran.

– Autre exemple : la situation "TIF"

La procédure TIF produit l'effet suivant :



On demande aux enfants de réaliser la figure :



Comme dans l'exemple précédent, cette procédure provoque un changement d'état de la tortue (ici une rotation et une translation). Entre chaque appel de TIF il faudra donc positionner correctement la tortue.

(Ce problème n'a pas été sans peine, mais les enfants ont voulu persévérer jusqu'à ce que les TIF soient démêlés !)

22 – L'emboîtement des procédures

On appelle emboîtement des procédures le fait qu'une ou plusieurs procédures soient utilisées à l'intérieur d'une autre. Cet emboîtement peut se faire de manière séquentielle ou encore itérative (structure répétitive).

Nous avons pu constater que les enfants utilisent difficilement la possibilité d' "appeler" une procédure à l'intérieur d'une autre : ils décrivent plutôt une nouvelle fois cette procédure au moment de s'en servir.

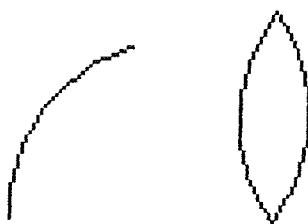
De même, dans une structure répétitive, ils utilisent plus fréquemment une séquence d'actions plutôt que le nom de la procédure correspondante.

Pour les aider à surmonter cet état de fait nous avons choisi de leur fournir un certain nombre de procédures utilisables pour résoudre le problème posé selon les séances. Dans un premier temps, elles sont perçues comme des primitives du langage, mais les enfants sauront bientôt qu'elles ont été créées à partir d'actions élémentaires. Ceci les amène à gérer assez vite des emboîtements assez complexes. C'est ce que nous avons pu constater dans les exemples vus dans les paragraphes précédents.

Mais c'est surtout dans le domaine des **structures répétitives** que l'utilisation des macroprimitives semble présenter le plus d'intérêt. En effet, il paraît probable que la perception d'une structure répétitive soit facilitée si la répétition se fait sur un module ayant du sens pour l'enfant. C'est pourquoi nous avons choisi de leur fournir des procédures traçant des dessins plutôt figuratifs. A titre d'exemple nous décrivons complètement une suite de séquences.

221 – Variations sur un thème floral : situation "PETALE" (voir annexe 1)

Nous avons proposé aux enfants les procédures DEMIPETALE et PETALE.



Dans une première séance, les enfants utilisent cette procédure pour composer librement des figures ; dans cette classe, les enfants ne connaissaient jusqu'ici, en LOGO, que l'angle droit (TD 90 TG 90). Pourtant, on obtient immédiatement des productions qui utilisent d'autres angles.

POUR DIAMANT

REPETE 18 (PETALE 4 TD 20) *

FIN

POUR COSMOS

TG 90

REPETE 6 (PETALE 5 TD 35)

FIN

* **Attention !** Dans toutes les instructions LOGO de cet article, il faut remplacer les parenthèses () par des crochets []

POUR ROSE

TG 90

REPETE 5 (PETALE 5 TD 45) TD 90

DEMIPETALE 5

FIN

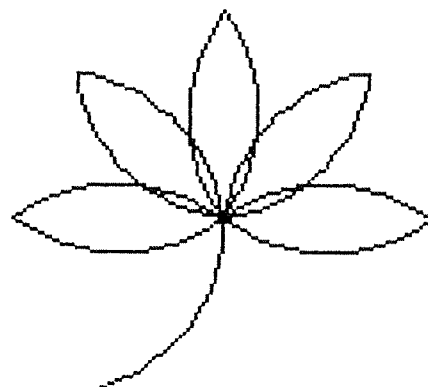
POUR ROSETTE

TG 90

REPETE 5 (PETALE 1 TD 45) TD 90

DEMIPETALE 1

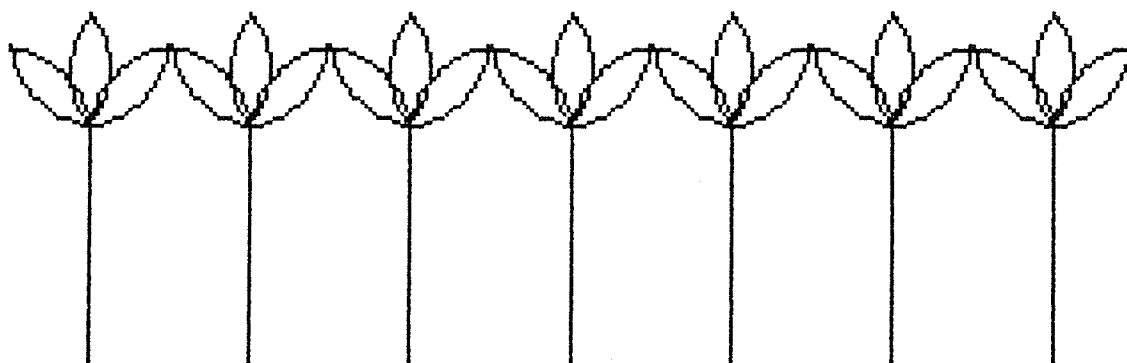
FIN



Notons que ROSE et ROSETTE écrites par le même groupe d'enfants, décrivent le même dessin de taille différente. A ce stade, les enfants manipulent des procédures paramétrées mais n'en écrivent pas eux-mêmes. Ce type d'exemples pourrait déclencher un travail dans ce sens.

Dans un deuxième temps, on demande aux enfants de réaliser certains modèles. Nous en avons choisi deux :

* Le jardin



Dans cet exemple, qui ne présente pas de difficultés d'analyse géométrique, on cherche essentiellement à amener les enfants à produire un programme structuré dans son écriture.

POUR DIAMANT

TG 45
 REPETE 3 (PETALE 2 TD 45)
 TG 90
 RE 60
 FIN

POUR DEBUT1

TD 90
 LC
 AV 40
 TG 90
 AV 60
 BC
 FIN

POUR DEBUT

TG 90 LC
 AV 130
 TD 90
 BC
 FIN

POUR RANG

DEBUT
 REPETE 7 (DIAMANT DEBUT1)
 FIN

POUR FLEUR

AV 20
 PETALE 3
 TG 45
 PETALE 3
 TD 90
 FIN

POUR FRENCE

LC
 TD 45
 AV 40
 TD 90
 AV 20
 BC
 FIN

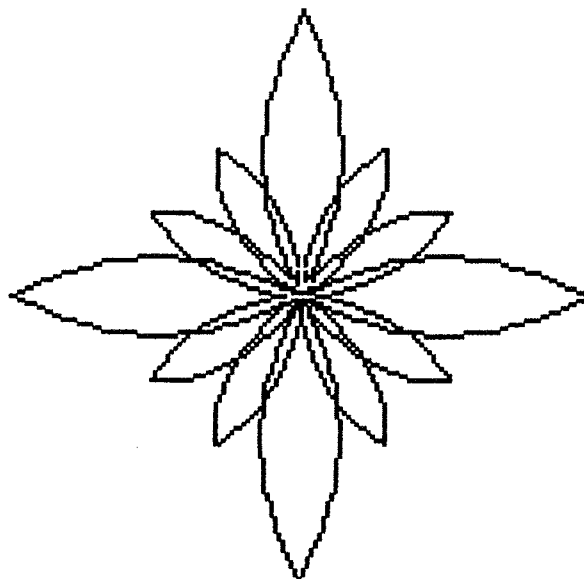
POUR JARDIN

DEBUT
 REPETE 7 (FLEUR FRENCE)
 FIN

Les procédures FRENCE et DEBUT1, obtenues après de patients tâtonnements, mettent bien en évidence la nécessité d'une coordination précise entre les appels successifs de la procédure FLEUR.

*** En effeuillant la marguerite**

Dans cet exemple, la recherche consiste à découvrir une structure répétitive et à l'exprimer correctement. Notons que plusieurs analyses sont possibles.



On retrouve dans les résultats des enfants les différents niveaux d'écritures déjà signalés (GRAND IN n° 35) :

— des procédures de type pas à pas

POUR MA

PETALE 5 TG 30 PETALE 3 TG 30 PETALE 3 TG 30 PETALE 5 TG 30
 PETALE 3 TG 30 PETALE 3 TG 30 PETALE 5 TG 30 PETALE 3 TG 30
 PETALE 3 TG 30 PETALE 5 TG 30 PETALE 3 TG 30 PETALE 3 TG 30
 FIN

Les pétales de chaque taille sont utilisés un à un, sans qu'apparaisse une structure autre que linéaire ; l'ensemble de la procédure met cependant en évidence une certaine maîtrise au niveau géométrique pour trouver l'angle correct.

— des procédures avec itération

Les enfants repèrent dans la figure un bloc qui apparaît plusieurs fois ; ils le décrivent par une suite d'actions, puis utilisent la primitive REPETE.

Par exemple :

POUR Z

REPETE 4 (PETALE 5 TD 30 PETALE 3 TD 30 PETALE 3 TD 30)
 FIN

ou bien

POUR FLEUR

REPETE 4 (PETALE 5 TD 90)
 REPETE 4 (TD 30 PETALE 3 TD 30 PETALE 3 TD 30)
 FIN

— des procédures avec emboîtement

Les enfants repèrent de la même manière des blocs, mais les décrivent explicitement avec une procédure intermédiaire.

Par exemple :

POUR MAR0

REPETE 4 (PETALE 5 TG 90)
 FIN

POUR MAR1

REPETE 4 (PETALE 3 TG 90)
 FIN

POUR MA

FCC 5

MAR0

TG 30

MAR1

TG 30 MAR1

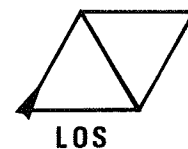
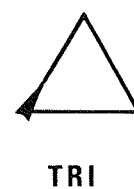
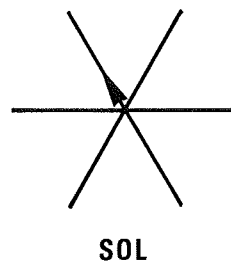
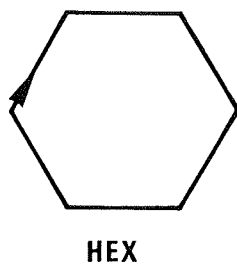
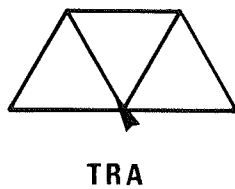
FIN

Ici la figure a été découpée en trois blocs, chacun de ces blocs est tracé par une sous-procédure, l'une d'entre elles étant appelée deux fois. Remarquons dans cet exemple la complexité de l'analyse géométrique faite par ce groupe d'enfants : le dessin formé par quatre pétales à angle droit se retrouve trois fois, transformé par rotation.

222 – Situation Hexagone (voir annexe 1)

Les macroprimitives permettent d'entrer à un niveau donné dans le langage ; l'élève dans un premier temps utilise des procédures toutes faites, puis sera amené à voir que ces procédures ont été elles-mêmes "fabriquées" avec des primitives. On fait donc utiliser d'emblée les sous-procédures et on montre par la suite leur emboîtement. Si les macroprocédures sont elles-mêmes construites avec d'autres, l'enfant pourra se servir de ces "cadres" pour fabriquer les siennes.

Prenons l'exemple de la situation "Hexagone", (déjà décrite dans Grand N° 35)

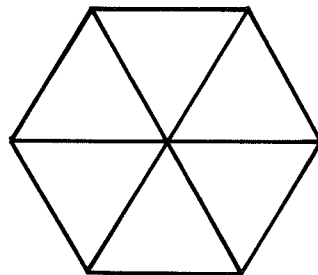


on montre d'abord aux enfants comment la procédure TRA est fabriquée avec TRI

```
POUR TRA
  REPETE 3 (TRI TD 30)
FIN
```

on leur demande ensuite de tracer un hexagone avec les procédures fournies et de trouver plusieurs façons possibles. Les enfants pourront éventuellement utiliser la structure précédente pour obtenir la figure demandée et écrire :

```
POUR H
  REPETE 6 (TRI TD 60)
FIN
```



 ANNEXE I *

 SITUATIONS PROPOSEES AUX ELEVES

SITUATION RECTANGLE1

POUR RECTANGLE :A :B
 REPETE 2 (AV :A TD 90 AV :B TD 90)
 FIN

 POUR CARRE :C
 REPETE 4 (AV :C TD 90)
 FIN

SITUATION RECTANGLE2

POUR RECTD :A :B
 REPETE 2 (AV :A TD 90 AV :B TD 90)
 FIN

 POUR CARRED :C
 REPETE 4 (AV :C TD 90)
 FIN

 POUR RECTG :A :B
 REPETE 2 (AV :A TG 90 AV :B TG 90)
 FIN

 POUR CARREG :C
 REPETE 4 (AV :C TG 90)
 FIN

 POUR SAUTE :L
 LC AV :L BC
 FIN

SITUATION RECTANGLE-TRIANGLE

Les mêmes procédures que pour RECTANGLE2 avec en plus les deux procédures suivantes :

POUR TRD :D
 REPETE 3 (AV :D TD 120)
 FIN

 POUR TRG :D
 REPETE 3 (AV :D TG 120)
 FIN

* **Rappel** : dans toutes les instructions LOGO, il faut remplacer les parenthèses () par des crochets []

SITUATION ARC

POUR ARC :L
 TD 27
 REPETE 15 (AV :L TD 9)
 TG 162
 FIN

SITUATION ROBOT

POUR ROBOT
 AV 50 TD 90
 AV 25 TG 90 AV 25 TD 90 AV 25 TD 90
 AV 25 TG 90 AV 25 TD 90
 AV 50 TD 90
 AV 75
 FIN

SITUATION TIF

POUR TIF
 REPETE 6 (AV 10 TG 90)
 TD 90 AV 30
 FIN

SITUATION PETALE

POUR DEMIPETALE :N
 REPETE 15 (AV :N TD 5)
 FIN

 POUR PETALE :N
 TG 35 DEMIPETALE :N
 TD 105 DEMIPETALE :N TD 140
 FIN

SITUATION HEXAGONE

POUR HEX
 REPETE 6 (AV 30 TD 60)
 FIN

 POUR TRI
 REPETE 3 (AV 30 TD 120)
 FIN

 POUR TRA
 REPETE 3 (TRI TD 60) TG 180
 FIN

POUR SOL

REPETE 6 (AV 30 RE 30 TD 60)

FIN

POUR V

AV 30 RE 30 TD 60 AV 30 RE 30 TG 60

FIN

POUR LOS

TRI AV 30 TD 60 TRI TG 60 RE 30

FIN

ANNEXE II

PROGRAMMES REALISES PAR LES ENFANTS D'UNE CLASSE DE CM1 POUR LA FENETRE

Les enfants sont mis dans la situation "RECTANGLE2"

POUR COFFRE

RECTANGLEG 60 40

RECTANGLEG 60 20

SAUTE 20

CARREG 20

SAUTE 20

(I) CARREG 20

SAUTE 20

TG 90

RECTANGLEG 40 20

SAUTE 40

TG 90

SAUTE 20

RECTANGLEG 40 20

FIN

(II)

POUR FENETRE1

REPETE 3 (CARRED 20 SAUTE 20) TD 180

FIN

(III)

POUR FENETRE2

REPETE 2 (FENETRE1)

FIN

POUR FENETRE
 CARRED 20
 SAUTE 20
 CARRED 20
 SAUTE 20
 CARRED 20
 SAUTE 20
 (IV) TD 90
 SAUTE 20
 TD 90
 CARREG 20
 SAUTE 20
 CARREG 20
 SAUTE 20
 CARREG 20
 TG 90
 SAUTE 20
 TD 90
 FIN

POUR FENETRE
 RECTANGLEG 30 10 TD 90 SAUTE 10
 (V) RECTANGLED 30 10 TG 90 SAUTE 10
 RECTANGLE 10 20 SAUTE 10
 RECTANGLE 10 20 SAUTE 10
 RECTANGLE 10 20 TD 90 SAUTE 20 TG 90

POUR CADRI
 RECTANGLED 30 10
 TD 90 SAUTE 10 TG 90
 RECTANGLED 30 10
 TG 90 SAUTE 10 TD 90
 (VI) RECTANGLED 10 20
 SAUTE 10
 RECTANGLED 10 20
 SAUTE 10
 RECTANGLED 10 20
 FIN

POUR FENETRE
 RECTANGLED 30 20 SAUTE 30 TD 90
 (VII) RECTANGLED 10 30 TD 90 SAUTE 10
 RECTANGLED 20 10 CARREG 10 TG 90
 SAUTE 10 CARRED 10
 FIN

POUR FENETRE

RECTANGLED 20 40 SAUTE 20

RECTANGLED 20 40 SAUTE 20

(VIII) RECTANGLED 20 40 AV 20 TD 90

AV 20 TG 90

AV 60 TD 90

AV 20 TG 90

FIN

POUR FENETRE

RECTANGLED 60 40

RECTANGLED 20 40

(IX) CARRED 40

RECTANGLED 60 20

POUR CARREAUX

RECTANGLED 30 20 CARRED 10 TD 90

(X) SAUTE 10 CARRED 10 TD 90 SAUTE 10

CARRED 10 TD 90 SAUTE 10 TD 90

CARRED 10 SAUTE 10 TD 90 SAUTE 10 TD 90

FIN

POUR RECAR

(XI) REPETE 4 (CARRED 30 TD 90)

FIN

POUR FENETRE4

CARRED 20 SAUTE 20

CARRED 20 SAUTE 20

CARRED 20 TD 90 SAUTE 20 TG 90

(XII) CARRED 20 TD 180

CARREG 20 SAUTE 20

CARRED 20 TG 90 SAUTE 20