

informatique

la tortue, c'est aussi pour les grands (LOGO et géométrie en classe de seconde)

*par Serge Gouin
Lycée Merleau-Ponty, Rochefort*

LOGO est un langage informatique créé par l'Américain Papert et dérivé de LISP. Ce langage est particulièrement bien adapté au traitement des mots et des phrases d'une part, au traçage de figures géométriques d'autre part. C'est uniquement ce second aspect qui est évoqué dans cet article. A l'aide de commandes appropriées, on déplace sur l'écran un spot lumineux en forme de triangle, communément dénommé "tortue", lequel laisse sur son passage un trait rectiligne. Avec ce procédé, on ne peut tracer une figure géométrique un peu compliquée qu'après l'avoir étudiée et analysée. On peut dire qu'à ce titre, LOGO est au point de rencontre exact entre informatique et enseignement. "Un langage informatique adéquat, sans parler du fait qu'il fournit un moyen de contrôle de l'ordinateur, offre un nouvel et puissant langage descriptif de la pensée. Souvent les procédures et les programmes, tout en restant des mécanismes descriptifs, constituent également des formes plus explicites d'extériorisation de la pensée. Leur utilisation nous permet de décrire ce qui, autrement, résisterait à la description" (Horacio C. REGGINI).

Cet article relate une utilisation de LOGO dans deux classes de seconde. J'ai essayé de faire en sorte que cette activité ne soit pas plaquée sur le cours "normal", comme cela se produit le plus souvent pour les

quelques séances d'utilisation du matériel informatique, mais qu'au contraire elle en fasse partie intégrante.

Comment y parvenir ? Par exemple en demandant aux élèves un travail personnel écrit en prolongement des passages sur l'ordinateur, ou en glissant dans les devoirs ou contrôles quelques questions sur le sujet.

PREMIÈRE SÉANCE : **Initiation au langage de la tortue**

(Une heure et demie, en demi-groupes d'une quinzaine d'élèves).

Le travail s'est fait sur Micral 8022 G, muni d'une carte graphique, avec une version de LOGO qui est loin d'être parfaite. Pour que les lecteurs qui n'ont jamais travaillé avec LOGO puissent se faire une idée des possibilités et des contraintes de ce langage, voici une liste de primitives liées à l'utilisation de la tortue.

1. Primitives LOGO

Pour avoir la tortue : TE (tortue écran).

Mouvement de la tortue :

la tortue peut avancer : AV 20 (avance de 20 pas)
elle peut reculer : RE 30 (recule de 30 pas)
(en avançant ou reculant, elle trace une ligne droite)
elle peut tourner : TD 20 (tourne à droite de 20°)
TG (-30) (tourne à gauche de -30°).

Position de la tortue : l'écran est rapporté à un repère orthonormé, ayant pour origine le centre de l'écran.

FIXEXY 4 (-5) : amène la tortue au point de coordonnées (4; -5) sans tracer.

ORIGINE : ramène la tortue au centre de l'écran.

Direction de la tortue :

FIXECAP 20 : la tortue fait un angle de 20° avec la vecticale (le plan est orienté dans le sens des aiguilles d'une montre).

ECRIS CAP : affiche le cap de la tortue.

Le crayon :

LC (lève crayon) : à partir du prochain ordre, la tortue se déplace sans tracer.

BC : baisse crayon.

GOMME : la tortue efface les traits sur lesquels elle passe.

NETTOIE : efface tout, sauf la tortue.

2. Quelques tracés simples

On laisse les élèves se familiariser avec le langage en traçant un carré, un escalier, etc. Pour tracer un carré, par exemple, la primitive REPETE est utile :

```
REPETE 4[AV 20 TD 90]
```

3. Pour créer de nouvelles instructions : les procédures

Exemple :

```
POUR CARRE  
>REPETE 4[AV 20 TD 90]  
>FIN
```

Les procédures commencent par POUR et se terminent par FIN. Pour exécuter le programme, frapper CARRE.

4. Pour modifier ou corriger une procédure

EDITE CARRE

Effectuer les modifications avec les touches de déplacement du curseur :

  etc... et

EFF
CAR

 (efface caractère)

Pour sortir de l'éditeur : SORTIE

5. Procédures avec variables

Une variable se note par une lettre ou un mot précédé de deux points :
:A :COTE etc...

Exemple :

```
POUR MARCHE :LONGUEUR  
AV :LONGUEUR TD 90 AV :LONGUEUR TG 90  
FIN
```

Un escalier est formé de marches :

```
POUR ESCALIER :LONGUEUR  
REPETE 10[MARCHE :LONGUEUR]  
FIN
```

Pour exécuter la procédure : ESCALIER 5

On obtient un escalier de 10 marches, de 5 unités de hauteur.

Exercice : écrire une procédure pour tracer un carré dont on peut modifier le côté.

6. Procédures récursives

Une procédure récursive est une procédure qui s'appelle elle-même.

Exemple :

POUR CERCLE
AV 2 TD 5
CERCLE
FIN

La tortue trace un "cercle", mais continue à tourner indéfiniment.

Pour arrêter une procédure récursive : CTRL B

Cette première séance se termine par un appel lancé aux élèves pour écrire des procédures personnelles. Quelques idées sont lancées : tracer un parallélogramme, un hexagone régulier, un cube vu en perspective cavalière, etc.

DEUXIÈME SÉANCE : translation et homothétie

1. Tracer un carré et son image par translation

On demande de tracer un carré, son image par translation de vecteur $\vec{v}(10;15)$ par exemple, puis l'image du résultat par cette même translation. C'est l'occasion d'un travail sur la géométrie analytique. Le carré étant tracé, taper :

FIXEXY 10 15
CARRE
FIXEXY 20 30
CARRE

2. Translations répétées

Il s'agit de tracer un carré, son image, l'image de son image, etc., en utilisant soit la récursivité, soit la primitive REPETE.

Par exemple :

POUR TRANSCAR :X :Y
FIXEXY :X :Y
CARRE
TRANSCAR (:X + 6) (:Y + 4)
FIN

Pour l'exécution : TRANSCAR -60 (-60)

3. Homothétie et perspective

On répète le même travail que précédemment, mais cette fois avec une homothétie de centre I, de rapport k . L'idée est de tracer un carré de côté c en partant de A_0 , puis un carré de côté kc en partant de A_1 , et ainsi de suite. On a besoin de formules analytiques de l'homothétie :

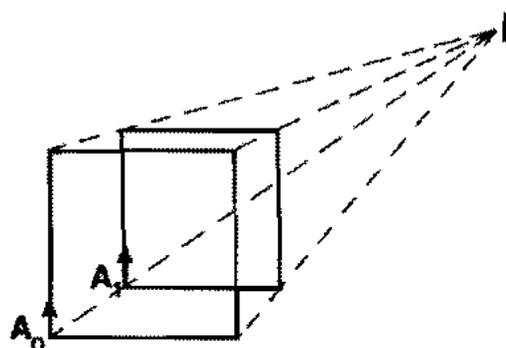


figure 1

$$x - a = k(x - a)$$

$$y - b = k(y - b), \text{ avec } I(a, b).$$

On peut faire ce traçage carré après carré, en déplaçant la tortue "à la main". Mais il est plus rapide et plus intéressant d'écrire une procédure. Prenons par exemple $k = 9/10$ et $I(50;60)$.

Alors

$$x' = 9/10x + 5$$

$$y' = 9/10y + 6$$

Procédure pour tracer un carré de côté variable :

```

POUR CARRE :COTE
REPETE 4[AV :COTE TD 90]
FIN
  
```

Procédure pour tracer une suite illimitée de carrés homothétiques :

```

POUR HOMCAR :X :Y :COTE
FIXEXY :X :Y
CARRE :COTE
HOMCAR (((:X*9)/10) + 5) (((:Y*9)/10) + 6) ((:COTE*9)/10)
FIN
  
```

Que de parenthèses ! Mais notre version de LOGO n'a pas très bon caractère, et refuse de travailler si tout n'est pas parenthésé. Notons aussi qu'elle ne connaît que les nombres entiers, et que $9/10$, pour elle, c'est 0 ; d'où la nécessité d'écrire $(:X*9)/10$ et non pas $:X*(9/10)$.

On lance le programme, en tapant par exemple

```
HOMCAR -60 (-60) 60
```

Et c'est parti ! Les carrés se dessinent les uns après les autres, donnant une réelle impression de perspective.

Consigne donnée aux élèves : modifier la position du centre d'homothétie, de façon qu'on ait l'impression d'être à l'intérieur du tunnel.

Il faut dire cependant qu'il ne s'agit pas de perspective au sens classique

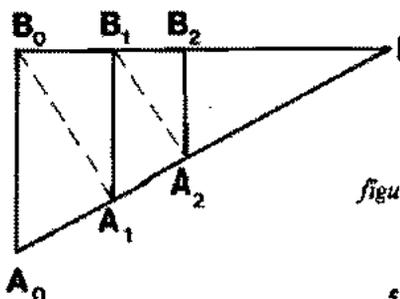


figure 2

ni, encore moins, au sens cavalier du terme. Imaginons qu'on veuille représenter des poteaux régulièrement espacés.

Avec une homothétie, les droites A_1B_0 et A_2B_1 seront parallèles.

Alors qu'on sait que, en perspective d'observation, des droites parallèles sont représentées, en général, par des droites concourantes.

TROISIÈME SÉANCE : polygones

En fait, cette séance n'a pas eu lieu. Le contenu exposé ci-dessous a été traité de façon dispersée en exercices, en devoirs, en contrôles, LOGO entrant ainsi complètement dans l'enseignement. Les élèves sont allés individuellement en salle d'informatique essayer leurs procédures.

Connaissances requises pour ce travail : mesures d'un arc et d'un angle, angle inscrit dans un cercle et angle au centre, trigonométrie dans les triangles rectangles.

Voici quelques figures dont la construction constitue un problème intéressant :

- pentagone régulier convexe,
- étoile à cinq branches,
- cercle de centre et de rayon *donnés*,
- pour couronner le tout, étoile à cinq branches avec son cercle circonscrit,
- pour les poètes, une marguerite, un soleil...

Pour la tortue, un cercle n'est qu'un polygone à un grand nombre de côtés (au maximum 360 pour le LOGO de Micral). Si ce polygone a n côtés, chacun de longueur a , alors

$$\alpha = \beta = \frac{360}{n}$$

Si R est le rayon du "cercle", alors approximativement

$$R\alpha = \frac{360a}{2\pi}$$

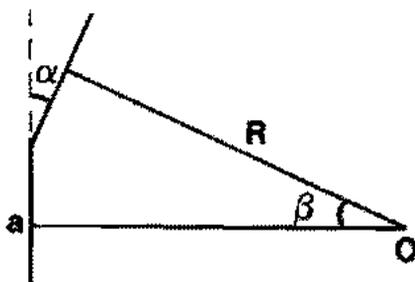


figure 3

Au cours de ce travail, les élèves sont amenés à manipuler des angles orientés de vecteurs, qu'ils en aient déjà entendu parler ou non : quand la tortue arrive en B, elle doit tourner à droite de l'angle

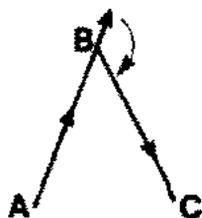


figure 4

$$\widehat{AB, BC}$$

BILAN

Ces quelques semaines passées en compagnie de la tortue ont passionné la plupart des élèves (il y a toujours, n'est-ce pas, quelques esprits chagrins). Ils ont été séduits par la simplicité du langage, qui permet d'obtenir très vite des résultats intéressants. Beaucoup se sont amusés à écrire des procédures qu'ils sont venus tester en salle d'informatique. Un écueil à éviter est un bricolage peu formateur dans lequel se sont engagés quelques élèves, qui allaient jusqu'à tracer une figure au crayon, et mesuraient approximativement longueurs et angles pour la reproduire sur l'écran ! Leur apprendre à analyser la figure, faire apparaître sa structure, la traduire enfin par des procédures courtes et indépendantes ne peut que contribuer à une bonne formation intellectuelle.

Quelques prolongements au niveau de la première S et au-delà

Le LOGO se prête à un travail intéressant sur les rotations. Avec des versions plus performantes, munies des fonctions sinus et cosinus, on peut tracer une ellipse, projection orthogonale d'un cercle, donc image de ce cercle par affinité.

Et tout un univers s'ouvre avec les figures du type "fil et pointes", qui ne sont autres que des enveloppes de courbes...

Note bibliographique

On pourra consulter, concernant l'utilisation de LOGO en géométrie, les travaux de :

- Jean CÉSAR (IREM de Besançon) : *La tortue de mer*.
- Michel BOURBION : *L'alternative LOGO*, Armand-Colin, Bourrelier, 1984.
- Michel BOURBION : *Le choix LOGO*, Armand-Colin, Bourrelier, 1986.
- E. BRUILLARD, Y.D. PEROLLAT, G. WEIDENFELD : *Aller plus loin en LOGO*, Eyrolles, 1984.
- H. ABELSON, A. DI SESSA : *Turtle Geometry*, M.I.T. Press, 1982, et le logiciel EUCLIDE.