

animation collective et enseignement pluridisciplinaire avec logo

*par Jean-Noël Gers,
animateur IREM-CUEEP, Lille*

Lorsque l'on parle de "LOGO", cela évoque le plus souvent chez l'interlocuteur, l'image d'un enfant s'essayant à piloter un robot-tortue. Cette image véhiculée avec elle l'idée que le champ d'investigation de LOGO se limite à la géométrie plane de l'univers-tortue et que l'approche pédagogique de LOGO se réduit à une relation individuelle enfant-machine.

Ces quelques pages ont pour but de montrer que LOGO peut permettre d'animer de très belles séances collectives où le groupe et l'enseignant tiennent une place importante dans l'activité d'apprentissage. Et de montrer également que cette activité peut s'exercer dans des domaines variés : jeux d'aventure, calcul algébrique, grammaire, statistiques.

Je m'appuie, pour ce faire, sur une expérience menée au cours de l'année scolaire 83/84 à l'IREM de Lille avec des enfants à gros retard scolaire (14 ans en sixième) d'un collège de la banlieue lilloise (Fâches-Thumesnil).

Les enfants répartis en deux vagues de 12 venaient chaque lundi matin dans la salle des machines de l'IREM (6 Apple II) pendant 1 h 30, avec tantôt leur prof de maths, tantôt leur prof de français, tantôt leur prof de sciences économiques. Tous les mercredis matin, les trois enseignants se réunissaient avec moi pour faire un bilan et mettre au point les séances suivantes. Ces enseignants n'avaient aucune expérience en LOGO préalable, et cela a été, bien sûr, un handicap ; mais nous avons tous été surpris de tenir tant bien que mal le pari un peu fou que nous nous étions fixé : faire avancer chacun dans sa pratique de la programmation (élèves et enseignants) à travers des activités-matières bien typées : maths, français, géographie, liées au programme de sixième et aux besoins des enfants.

J'ai retenu de cette expérience quatre activités qui ont été particulièrement riches et réussies et qui ont eu le même succès avec d'autres publics : formation d'adultes, formation de formateurs :

- la chasse au trésor
- l'encodage/décodage de calculs
- l'écriture automatique
- la représentation de populations.

1 - La chasse au trésor :

Cette activité est inspirée du jeu télévisé du même nom. Les enfants sont répartis en équipes de deux. Chaque équipe invente un univers dans lequel elle dissimule un ou plusieurs objets. Elle implante cet univers dans l'ordinateur à l'aide des instructions d'affectation du langage LOGO (instructions DONNE).

Par exemple :

DONNE "MAISON [CHAMBRE CUISINE SEJOUR]
DONNE "SEJOUR [BUFFET FAUTEUIL CHEMINEE]
DONNE "FAUTEUIL [COUSSIN DOSSIER ACCOUDOIR]
DONNE "COUSSIN [ARRETE DE VIDER L'ENVELOPPE, VA
VOIR AILLEURS !]

La structure de liste de LOGO permet de créer des listes de tailles quelconques et de les imbriquer les unes dans les autres sans aucune contrainte. On peut ainsi créer un labyrinthe en forme d'arbre aussi touffu et ramifié qu'on le désire. A l'extrémité de chaque branche, on a tout loisir de laisser un message, indiquant l'échec ou la réussite de la recherche :

DONNE "CUISINE [GAZINIÈRE FRIGO EVIER]
DONNE "EVIER [BAC SIPHON ROBINET]
DONNE "SIPHON [EH OUI ! FAUT DEMONTER, MA BAGUE EST
DEDANS !].

Quand une équipe a fini de cacher son trésor, elle échange sa machine avec une autre ; après avoir pris soin d'effacer l'écran, bien sûr. Elle lui donne un mot de passe — dans notre exemple c'est MAISON — qui va lui permettre d'entamer sa recherche.

Celle-ci s'effectue à l'aide des instructions ECRIS et CHOSE qui permettent de consulter le contenu des mémoires. L'examen de la branche qui conduit de MAISON à COUSSIN donnera, par exemple la série de commandes et de réponses suivantes :

> ECRIS CHOSE "MAISON
> CHAMBRE CUISINE SEJOUR
> ECRIS CHOSE "SEJOUR
> BUFFET FAUTEUIL CHEMINEE
> ECRIS CHOSE "FAUTEUIL
> COUSSIN DOSSIER ACCOUDOIR
> ECRIS CHOSE "COUSSIN
> ARRETE DE VIDER L'ENVELOPPE, VA VOIR AILLEURS !

L'exploration de l'univers se fait donc sans problème informatique particulier. Par contre, il est très facile de se perdre dans le labyrinthe. Si l'on ne prend pas note d'une façon ou d'une autre des chemins essayés, on court le risque de rater la bonne branche. La situation incite donc à s'organiser : prise de notes, recherche d'une méthode systématique ; des discussions naissent au sein des équipes sur la meilleure façon de s'y pren-

dre. L'enseignant s'efforce de favoriser cette recherche sans imposer de méthode toute faite. Une fois le jeu terminé, il est bon de mettre en commun les diverses stratégies essayées. A cette occasion, l'enseignant fait ressortir le lien entre les différentes démarches utilisées, compare leurs efficacités respectives.

Il est rare que l'on ne finisse pas par parler de la structure d'arbre, de son codage de son utilité pour organiser des données.

Au bout du compte, cette activité est intéressante à plusieurs titres : elle s'avère très attractive pour tous les publics auxquels elle a été proposée. Elle ne nécessite aucune connaissance informatique préalable.

Elle introduit à l'usage des instructions **DONNE** et **CHOSE** de **LOGO** avec la distinction importante entre nom de la mémoire et contenu de la mémoire. Elle développe l'initiative et les capacités d'ordre méthodologiques, ainsi que l'aptitude à verbaliser. Elle familiarise enfin les acteurs avec la structure d'arbre qui est une structure très répandue en informatique, en mathématiques mais aussi en grammaire (structure de la phrase) en sciences naturelles (classification animale ou végétale) etc.

2 - Encodage / Décodage de calculs

Il fut un temps où en tapant $2 + 3 \times 5 =$ sur une calculette, on obtenait 25. Aujourd'hui, on obtient plutôt 17.

— Comment, les machines ne savent plus calculer !

— Si, mais elles ont appris l'algèbre !

— Ah bon... !...

Cette historiette illustre toute la part de conventionnel qui se cache derrière la formule la plus simple. La notation $2 + 3 \times 5$ est ambiguë et seule, une convention peut lever l'ambiguïté (de gauche à droite ou bien \times prioritaire sur $+$).

Le système algébrique de codage des calculs est extrêmement concis et efficace. Son usage est universel. Mais c'est malheureusement aussi le plus riche en conventions de toutes sortes... D'où l'idée de recourir en parallèle à d'autres codages plus clairs bien que moins maniables.

L'activité que je vais décrire exploite la capacité de **LOGO** à être "bilingue" en matière de calcul. **LOGO** comprend aussi bien la notation algébrique infixée :

> ECRIS $2 + 3 \times 5$ (ne pas oublier les blancs)

> 17

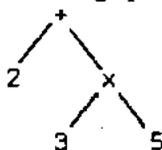
que la notation préfixée :

> ECRIS SOMME 2 PROD 3 5

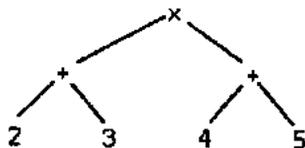
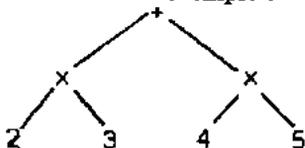
(ne pas oublier les blancs)

> 17

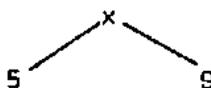
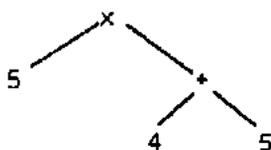
Le "jeu" consiste à passer d'un codage à un autre en s'aidant au besoin d'un troisième qui est le codage par un arbre de calcul :



On commence par proposer le calcul à la main d'un certain nombre d'arbres. Par exemple :



Le calcul se fait par élagages successifs en remplaçant les opérations en bout de branche par leur résultat. L'arbre de droite se transforme successivement en :



On propose ensuite de coder ces calculs sur la machine à l'aide des instructions SOMME et PROD. La formule se construit en reprenant pas à pas le schéma de calcul à la main, des extrémités de l'arbre vers la racine :

SOMME 2 3

SOMME 4 5

PROD SOMME 2 3 SOMME 4 5

Chaque équipe vérifie si ses calculs sur machine confirment ses calculs à la main. Elle s'enquiert aussi des résultats de l'équipe voisine, on n'est jamais trop sûr... L'enseignant en général refuse de jouer le rôle de contrôleur automatique.

Dans une troisième étape, on passe au calcul algébrique. A cette étape, on peut espérer que l'organisation des calculs, la suite des opérations à mener est claire dans l'esprit des enfants puisqu'ils ont déjà trouvé — et vérifié — le résultat par deux voies différentes. La seule difficulté qui subsiste est celle du codage algébrique de ces opérations, notamment le parenthésage et les règles de priorité opératoire. Les enfants peuvent donc focaliser toute leur attention dessus. Le contrôle se fait, bien sûr, toujours de manière autonome : les enfants s'assurent que la machine fournit le même résultat que précédemment :

> ECRIS (2 + 3) × (4 + 5)

> 45

L'enseignant intervient surtout pour débloquer en cas d'échec récidivant, et plus en suggérant des pistes qu'en expliquant.

Les trois étapes que je viens de décrire peuvent s'effectuer d'un coup sur plusieurs arbres ou successivement sur chaque arbre. Au choix de l'animateur. Quand ce dernier estime suffisamment connues les règles de codage dans les deux écritures (préfixée et infixée) il inverse les règles du jeu : il propose une série de formules algébriques et demande d'écrire les formules correspondantes en notation préfixée. Chaque équipe implante les deux formules sur machine et compare les résultats. A ce stade, on ne revient à la notation arborescente qu'en cas de difficulté ou de litige entre équipes ou coéquipiers.

L'intérêt essentiel de cette activité me semble être de rendre ludique un apprentissage en général très aride : celui des règles du codage algébrique. Le jeu est créé par l'introduction en parallèle d'un autre codage. On peut objecter qu'enseigner deux codages et même trois peut conduire à des confusions et embrouiller des élèves qui ont déjà beaucoup de mal à en maîtriser un.

Je pense que cette difficulté est largement compensée par l'attrait du jeu de codage/décodage et la motivation qu'il engendre. En outre, le passage par la notation préfixée et arborescente permet de sérier les difficultés : difficultés propres à la compréhension et à l'expression d'un code de calcul en général d'une part, difficultés propres à l'utilisation spécifique du code algébrique d'autre part.

En prime, on apporte un supplément de culture mathématique.

3 - Ecriture automatique

L'idée n'est pas originale : il s'agit, à partir d'un lexique donné, de faire produire par la machine, de manière aléatoire, des phrases grammaticalement correctes sans souci de leur signification : ce qui donne parfois des résultats assez poétiques ou franchement comiques.

L'enjeu est de faire en sorte que les enfants programment eux-mêmes la machine : on les place ainsi en position, d'apprendre à parler à l'ordinateur ; c'est à eux de lui indiquer le mode de fabrication des phrases, de formuler les règles grammaticales régissant cette fabrication. Ils le font, non parce que l'enseignant le leur demande, mais parce que la machine en a besoin ; non par exercice de style, mais en vue d'une production et cela change pas mal de choses.

Le langage LOGO rend cet enjeu possible, car il permet de simplifier au maximum la gestion informatique des opérations. Il suffit pour cela que l'enseignant introduise avant l'activité le programme suivant dans les machines :

```
POUR TIREAUHASARD :LISTE  
RENDS ITEM 1 + HASARD COMPTE :LISTE :LISTE  
FIN
```

Ce programme tire au hasard un élément dans une liste. Son utilisation est la même que celle des primitives LOGO (ECRIS DONNE CHOSE etc.). Pour les enfants il apparaît comme une nouvelle commande (les spécialistes disent : "LOGO est un langage extensif").

Cela donne par exemple :

- > ECRIS TIREAUHASARD [CHAT CHIEN HIBOU]
- > HIBOU

Un premier objectif à proposer aux enfants peut être le suivant : fabriquer des phrases du genre :

MICHEL DORT
MOHAMED RIT
SYLVIE CHANTE.

C'est volontairement que je n'ai pas écrit : "une phrase avec un sujet nom propre, et un verbe intransitif". Précisément parce que l'activité a pour but de faire manipuler les règles et les concepts grammaticaux avant de les nommer.

Une discussion s'ouvre alors sur la manière de procéder ; on se met en général d'accord assez vite sur les deux étapes suivantes :

- créer une liste de noms (en général les prénoms des enfants du groupe) et une liste d'actions (en général assez truculentes).
- tirer au hasard dans chacune et fabriquer des phrases avec.

Les enfants écrivent des instructions du type suivant :

- > DONNE "CLASSE [MICHEL MOHAMED SYLVIE]
- > DONNE "ACTION [DORT RIT CHANTE]
- > EC PH TIREAUHASARD :CLASSE TIREAUHASARD :ACTION
- > SYLVIE DORT

Ou, pour avoir d'un seul coup plusieurs phrases :

- > REPETE 4 [EC PH TIREAUHASARD :CLASSE TIREAUHASARD :ACTION]
- > MOHAMED CHANTE
- > SYLVIE CHANTE
- > MICHEL RIT
- > SYLVIE DORT

La notation :CLASSE n'est que l'abréviation de l'instruction CHOSE "CLASSE avec laquelle les enfants se sont familiarisés dans le jeu de la chasse au trésor.

La production des phrases par la machine, à l'écran, ou mieux, sur imprimante, procure une grande satisfaction aux enfants... ou aux adultes auxquels cette activité a aussi été proposée. Mais ce n'est qu'un début.

L'objectif est ensuite d'enrichir progressivement la phrase. D'abord avec des phrases du genre :

SYLVIE CHANTE MAL
MICHEL DORT BEAUCOUP

Il suffit pour cela de créer une troisième liste, une liste de qualificatifs de l'action :

DONNE "FACON [MAL BEAUCOUP FORT]

et de modifier légèrement la construction de la phrase :

**ECRIS PH PH TIREAUHASARD :CLASSE TIREAUHASARD
:ACTION TIREAUHASARD :FACON**

Des discussions intéressantes naissent à propos de la liste des qualificatifs à créer : on peut mettre FORT dans la liste mais pas FAIBLE, COURT mais pas LONG. C'est une bonne occasion pour rappeler (ou faire découvrir) la distinction adjectif/adverbe. Une difficulté survient quelquefois à ce stade : certains enfants n'acceptent pas que la machine produise des phrases sans signification. Peut-être par goût personnel. Mais peut-être aussi parce qu'ils ne font pas la différence entre validité sémantique et validité grammaticale de la phrase. Encore une distinction intéressante à étudier avec les enfants.

On continue ensuite à enrichir la phrase, par exemple en prenant des noms communs comme sujet, puis des noms communs avec adjectifs ; chaque étape est l'occasion de nouvelles découvertes : certains adjectifs se mettent avant le nom, d'autres après. Ce travail s'étale bien sûr sur plusieurs séances. On va plus ou moins loin suivant les désirs et les possibilités du groupe. A un certain stade de complexité, il devient nécessaire de procéder par programmes et sous-programmes.

Je souligne que ni cette activité jusque là, ni aucune des précédentes, n'a exigé des enfants qu'ils sachent créer un programme proprement dit — c'est-à-dire une liste d'instructions dont l'exécution est retardée, à laquelle on donne un nom, qui est mémorisée même si on ne la voit plus à l'écran, qu'on peut rappeler pour exécution, qu'on peut aussi modifier dans une page spéciale (éditeur) etc.. — tout s'est passé en mode direct : chaque ligne d'instruction est exécutée dès qu'elle est validée.

Nous n'avons bien sûr pas renoncé à développer la capacité des enfants à créer des programmes. Je n'en ai pas fait mention parce que cela s'est fait de façon très classique à l'aide de la tortue : création de programmes CARRE RECTANGLE TRIANGLE MAISON etc... Je noterai seulement que les enfants ne semblent pas éprouver de difficulté à manier des programmes à deux paramètres tels que :

**POUR RECTANGLE :LONGUEUR :LARGEUR
REPETE 2 [AV :LONGUEUR TG 90 AV :LARGEUR TG 90]
FIN**

C'est précisément sur cette capacité que va s'appuyer l'activité que je vais maintenant décrire.

4 - Représentation graphique de populations

Le thème est de comparer la population de la France à celle de quelques voisins immédiats : Belgique, Allemagne, Espagne.

L'objectif est de créer par ordinateur un dessin agréable à regarder et qui reflète fidèlement l'importance de chaque population.

A l'époque où nous avons abordé ce thème, quelques enfants avaient créé un programme BONHOMME qui dessinait... un petit bonhomme. D'où l'idée de figurer chaque pays par un bonhomme de taille différente, un grand pour l'Allemagne, un plus petit pour la Belgique... Idée jugée intéressante par les enfants. Je n'ai pas dit "de taille proportionnelle à chaque population" parce que c'est une notion qui était loin d'être comprise par la plupart des enfants. L'un des objectifs pédagogiques de l'activité étant précisément de travailler cette notion.

Dans un premier temps nous avons proposé d'oublier le problème initial et de s'attacher uniquement à créer des bonshommes de tailles variables. Et d'abord, comment faire un bonhomme deux fois plus grand que le bonhomme que trace le programme ? La première proposition a été de "doubler tous les chiffres". Résultat assez cocasse et du plus bel effet : un pantin complètement désarticulé. Après discussion, et divers essais, on s'aperçoit qu'il faut doubler seulement les longueurs et pas les angles ! A partir de là, il n'est plus très difficile de créer le programme cherché : il suffit de multiplier chaque longueur par la variable :TAILLE.

Le programme BONHOMME 1 donne le bonhomme d'origine

Le programme BONHOMME 2 donne un bonhomme deux fois plus grand

Le programme BONHOMME 1/2 donne un bonhomme deux fois plus petit, etc.

Mais comment régler les bonshommes sur les populations de chaque pays ?

| | |
|-----------|-------------|
| France | 53 millions |
| Belgique | 10 millions |
| Allemagne | 61 millions |
| Espagne | 36 millions |

Manifestement, les nombres bruts ne conviennent pas, même pour la Belgique, car BONHOMME 10 fait sortir la tortue de l'écran. BONHOMME 1/2 conviendrait mieux, ou même BONHOMME 1/4 car la Belgique doit être la plus petite.

Une première approche tâtonnante s'est donc faite en décidant d'un choix de bonhomme pour la Belgique et en se servant de la Belgique comme unité : la France vaut 5 Belgique, l'Allemagne 6, l'Espagne 4. Et en faisant en sorte que le bonhomme représentant l'Allemagne reste dans le cadre. Cela pose un problème non trivial pour les enfants : comment faire un bonhomme 4 fois ou 5 fois plus grand que celui de la Belgique ?

Ils découvrent qu'il suffit de prendre des paramètres 4, 5 ou 6 fois plus grands, par exemple :

| | |
|-----------|---------|
| Belgique | 1/4 |
| Allemagne | 6 × 1/4 |
| France | 5 × 1/4 |
| Espagne | 4 × 1/4 |

On est surpris de constater que l'Espagne se trouve affectée du paramètre 1 c'est-à-dire qu'elle est représentée par le bonhomme original, celui qui a servi de modèle. Cette remarque fournit une piste nouvelle pour le choix des paramètres : se servir de l'Espagne comme unité au lieu de la Belgique. Vaille que vaille on en vient au choix de paramètres suivants :

| | |
|-----------|-------|
| Espagne | 1 |
| Allemagne | 61/36 |
| Belgique | 10/36 |
| France | 53/36 |

ce qui satisfait certains et aussi le professeur. D'autres sont plus sceptiques mais admettent que le résultat est proche du précédent.

Au bout du compte, chacun dans le groupe est parvenu à un résultat, à la mesure de ses possibilités, et c'est cela qui est important. Tous n'ont pas franchi le cap de la mesure exacte des rapports de populations, mais tous ont travaillé à leur niveau sur cette notion. Tous ont manipulé des fractions, tous ont pratiqué des mesures (exactes ou approchées).

J'ai surtout voulu illustrer par cet exemple, l'abondance et l'intérêt des questions rencontrées au cours d'une activité somme toute assez banale, pourvu que l'on ne cherche pas à imposer de solution toute faite a priori, mais que l'on s'attache plutôt à suivre les propositions des enfants, en s'efforçant de valoriser et d'exploiter au maximum leur approche intuitive et leurs travaux antérieurs. Citons au moins deux résultats importants découverts au cours de cette activité :

— Dans un "agrandissement" ou une "réduction" les angles ne changent pas. Les longueurs se "multiplient".

— Quand on "change d'unité de mesure" toutes les mesures sont multipliées ou divisées par un même nombre.

En prime, les enfants ont réalisé un dessin assez joli illustrant leur cours de géographie et qu'ils seront fiers de montrer autour d'eux. Cela compte beaucoup dans leur motivation.



En conclusion, quelques remarques sur l'aspect pluridisciplinaire, collectif et dirigé des activités présentées.

Bien qu'étant tout à fait convaincu — et j'espère que l'animation de ces quelques séances le prouve — du caractère nécessairement autonome et constructif de tout apprentissage —, j'ai voulu essayer une autre voie que la pédagogie du projet personnel, la plus répandue chez les LOGOphiles. Les enfants sont prêts à se passionner, aussi, pour des projets qui ne sont pas de leur cru, et l'ambiance créée par une recherche collective est un moteur important de l'activité. Nous avons affaire à des enfants qui se découragent très vite et qui exigent des résultats rapides et valorisants. C'est à cet effet que nous avons imaginé les séances que j'ai décrites, et bien d'autres. Avec aussi un souci d'unité et de progression. Par exemple, on retrouve la représentation arborescente dans chacune des trois premières activités. Ou encore, la maîtrise des instructions d'affectation et de consultation des mémoires, développée dans la première séance est réinvestie dans la troisième etc... Les enfants sont sensibles à ces convergences et tirent profit des progressions, même s'ils n'en ont pas l'initiative. J'ajoute que nous avons aussi pratiqué, notamment pour l'exploration du domaine tortue, la pédagogie du projet personnel (création du programme BONHOMME), mais sans nous interdire de diriger parfois la recherche. Par exemple, l'étude systématique des tracés produits par les instructions du genre :

REPETE 7 [AV 153 TG 28]

où on fait varier les trois paramètres, donne une séance très intéressante et riche en apprentissages.

Bref, je ne crois pas, du moins pour la majorité des enfants, au bénéfice d'une approche solitaire et autonome de LOGO. Je suis persuadé qu'ils se lasseraient très vite devant leur machine. Par contre, il est fort possible qu'à l'issue d'une initiation comme celle que je viens de décrire, il leur vienne l'envie et le courage de s'essayer à travailler seuls sur machine au projet de leur choix.

Je ferai remarquer aussi que la frontière n'est pas si nette entre certaines pratiques actives de l'EAO et l'approche LOGO puisque dans la troisième activité par exemple, nous avons utilisé un logiciel, une boîte noire, le programme TIREAUHASARD, qui n'a pas été produit par les enfants, ni analysé par eux — et cela n'aurait eu aucun intérêt, au contraire, dans le cadre de cette séance —.

J'espère, pour terminer, que ces quelques pages vous ont donné le désir d'essayer vous-même ce type d'animation en LOGO. Je suis curieux de connaître les scénarios que vous aurez imaginés en fonction des besoins et des caractères propres du public auquel vous vous adressez.

Rien n'aurait été possible sans le travail — purement bénévole — et le goût pour la recherche de l'équipe d'enseignants du collège Mermoz de Fâches-Thumesnil : Monsieur GODON (Mathématiques), Madame FAUSSART (Français) et Madame HURET (Sciences Economiques). Ils ont certainement la même curiosité que moi pour vos expériences.