

Extrait de la revue trimestrielle

EDUCATION

Tribune libre

N° 208, Septembre '87

Technologie de contrôle et LOGO ou l'apprentissage de la robotique, ses enjeux, ses modalités

par Brigitte DENIS (*)

1. Les robots et nous

La technologie ne cesse de se développer. Des progrès tant au niveau des machines que des logiciels sont quotidiennement observés.

Un grand problème se pose dès lors au monde de l'enseignement : comment préparer les enfants à affronter ce monde en pleine mutation, comment les amener à maîtriser les nouvelles technologies ?

Le but est que les enfants de demain ne soient pas de simples consommateurs de nouveaux produits, mais des acteurs qui prennent une part responsable dans le monde de la technologie et notamment de l'informatique.

C'est dans ce but que l'environnement LOGO a été imaginé et développé (PAPERT, 1981). Nombreux sont les projets que les utilisateurs peuvent réaliser à l'aide du langage LOGO (DENIS, 1987) : graphisme, texte, physique dynamique, musique sont des domaines que l'enfant peut explorer à son rythme tout en construisant, par son action, un savoir solide.

Alors que l'ère du machinisme s'est vraiment installée au XIX^{ème} siècle, le pilotage de ces machines vient seulement de s'installer dans la fin du XX^{ème} siècle. Les usines de montage de voitures, par exemple, offrent le spectacle de milliers de robots embou-tisseurs, perceurs, soudeurs, abraseurs, peintres, ... Les domaines d'application de la robotique ne font que se diversifier. Il importe que les hommes de demain, dans leur majorité, aient une « culture » minimale sur ce point, afin de rester maîtres de leur destin.

Depuis quelques années se sont développés des systèmes permettant le pilotage et la programmation de petits robots à l'aide de micro-ordinateurs (CHRISTENSEN, 1985, NONNON, 1986). Ce sont ces applications que l'on appelle « technologie de contrôle ».

(*) Chercheur au Service de Technologie de l'Education, Professeur D. LECLERCO

2. Contrôler par la programmation des objets du monde extérieur

a. Les tortues de sol

On connaissait déjà la tortue de sol pilotable et programmable en LOGO à l'aide d'un ordinateur ou d'un système de commandes à cartes (LE TOUZE et ROBERT, 1983). Cet animal cybernétique permet le plus souvent de réaliser des dessins. Certains modèles sont équipés de palpeurs qui permettent un mouvement rétroactif quand le robot entre en contact avec un objet. De nombreux prototypes ne cessent d'être développés (DOYLE, 1987).

Cette tortue représente pour l'utilisateur un « objet pour penser avec » (PAPERT, 1981) que l'on ne peut s'empêcher de comparer avec la « tortoise » créée par W.-G. WALTER dans les années cinquante et appelée par son concepteur « *machina speculatrix* ».

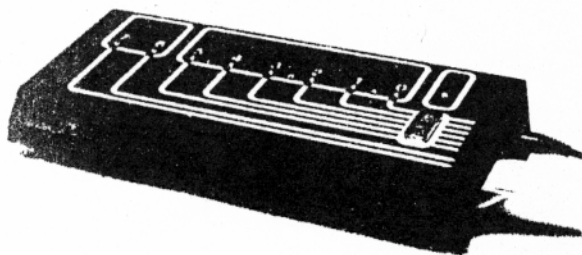
b. Les matériels modulaires de construction

(Légo technics, Fisher technics)

Deux firmes européennes offrent la possibilité de construire des objets à l'aide de leur matériel ludique traditionnel : briques, engrenages, moteurs, etc. Ces éléments permettent de construire des objets mécaniques selon un projet personnel. Des « modules de contrôle » (switches commandables par ordinateur) permettent maintenant le fonctionnement de ces machines.

Certains projets sont présentés par ces firmes et leur pilotage par ordinateur a déjà été expérimenté (feux de circulation, machine à lessiver, robot, buggy, grande roue foraine, passage à niveau, table traçante, ...). Ces réalisations ne se font pas nécessairement avec le langage LOGO. Ainsi, CHRISTENSEN (DK) (1985) pilote ses robots LEGO à partir de son langage : COMAL. Par ailleurs, VIVET (Fr) travaille sur du matériel FISHER TECHNICS piloté par LOGO, NONNON (Montréal) enfin utilise aussi bien BASIC que LOGO pour piloter des machines Légo ou Fisher.

Pour piloter de telles constructions, il est nécessaire de disposer d'une interface qui assure la communication entre l'ordinateur et le matériel à gérer.



L'interface commercialisée par Léo a 8 portes (6 sorties et 2 entrées), elle permet donc plusieurs liaisons vers le matériel. Par exemple, on peut brancher un capteur optique à une des entrées, un moteur à une sortie, ...

3. Jeux et compréhension des automates

A la lecture des projets suivants, fournis à titre purement illustratif, on comprendra que l'engouement bien connu des jeunes pour les mondes imaginaires contrôlables (train électrique, théâtre de marionnettes, maison de poupées, ...) peut être mis au service d'une connaissance et d'une compréhension en profondeur de l'aspect « automatisation » du monde technologique moderne.

Divers projets peuvent être développés à partir de ce matériel :

- Feux de la circulation

1. Faire alterner l'éclairage des trois ampoules pendant un laps de temps déterminé.
2. Autoriser le passage quand un piéton le demande en appuyant sur un bouton.
3. Régler la circulation en programmant deux feux et en évitant un accident.

- Machine à lessiver

1. Simuler le fonctionnement d'une machine à laver avec des rotations gauche-droite alternées.
2. Prévoir une sécurité : porte ouverte ou fermée.
3. Simuler différents programmes de lavage : courte durée, essorage, pré-lavage, ...
4. Enclencher des lampes-témoins de certaines de ces opérations.

- Bras et pinces de robots

Programmer les bras et pinces d'un robot pour prendre (serrer la pince) puis déposer un objet (ouvrir la pince) à un endroit précis (après fonctionnement des « articulations », coude, poignet, épaule, etc.).

- Tapis roulant

Programmer l'avancement d'un tapis, trier des éléments en fonction de leur couleur à l'aide d'un capteur, convoyer à gauche les éléments clairs, les autres à droite.

– **Porte automatique**

Faire ouvrir la porte à l'approche d'une personne, la refermer ensuite.

– **Chenille**

1. Faire parcourir un déplacement donné par un mobile sur chenilles.
2. Faire participer les bras mobiles de la chenille à l'effort de franchissement d'un obstacle.

– **Buggy**

Faire déplacer une automobile (sur roues) en avant, en arrière, le faire tourner à gauche ou à droite, prévoir sa réaction en cas d'obstacle.

– **Grande roue foraine**

1. Programmer le déplacement de la grande roue en avant, en arrière.
2. Charger les passagers.
3. Décider du nombre de tours... et de la vitesse.

– **Passage à niveau**

Quand un train arrive (décelé par un capteur visuel ou tactile en amont), descendre la barrière jusqu'à ce qu'il soit passé (capteur en aval). On peut coupler ce projet avec ceux des feux de circulation.

– **Table traçante**

Déplacer un crayon selon des coordonnées cartésiennes, lever et baisser le crayon, réaliser des dessins.

4. Jeux et concepts scientifiques

L'ordinateur peut également à travers le jeu, amener l'enfant à développer une démarche scientifique. Selon NONNON (1986), la programmation directe d'expériences de laboratoire entraîne une démarche heuristique qui permet de faire émerger un mode de pensée et une approche scientifiques, dans un contexte de résolution de problèmes.

Il est généralement admis que réaliser concrètement des expériences est très important pour le développement de l'esprit scientifique. NONNON propose d'apporter une aide à ce développement en permettant à l'élève non seulement de programmer un environnement concret mais surtout de disposer d'une représentation symbolique générée par l'ordinateur.

D'après lui, le développement de la pensée formelle pourrait être facilité par une

représentation graphique des effets d'une expérience. L'enfant pourrait développer une démarche inductive en étant assisté par un ordinateur qui servirait de « lunette cognitive », c'est-à-dire lui permettrait de lui faire voir à la fois une action et sa représentation à l'écran.

Un prototype, « le train électrique » a déjà été expérimenté et a permis de montrer l'aide apportée par une représentation graphique dans la conceptualisation des interactions entre des variables impliquées en cinématique.

D'autres prototypes (pendule, monte-charge) et d'autres objets construits à l'aide de matériaux modulaires de construction et comprenant un moteur peuvent être pilotés par ordinateurs (appareil de mesure des hauteurs, des longueurs, base rotative, ...). Ceux-ci constituent autant d'outils cognitifs intéressants pour le développement de la démarche scientifique.

5. Généralisation à d'autres matériels

Il n'est pas nécessaire de disposer de projets tout faits et de matériel de marque pour parvenir à contrôler des objets à l'aide d'un ordinateur.

Pour cela, des ampoules, des capteurs de lumière, de choc, de bruit, des moteurs que l'on placera sur des constructions personnelles (voiture, avion, hélice, ...) peuvent aisément faire l'affaire moyennant un rien de bricolage.

Par exemple, on peut avec une simple ampoule reliée à l'interface prévoir des projets de niveaux de plus en plus complexes :

- allumer l'ampoule,
- éteindre l'ampoule,
- faire clignoter l'ampoule,
- allumer une ampoule quand il fait noir (cellule photoélectrique),
- éteindre une ampoule quand il fait jour (cellule photoélectrique),
- allumer ou éteindre une ampoule selon que l'on détecte une entrée ou une sortie dans une pièce, ...

Il faut bien entendu prévoir des conditions d'arrêt dans le programme.

Ces dispositifs peuvent être entièrement construits par l'utilisateur qui, non seulement sera amené à programmer l'ordinateur pour les animer, mais aura dû concevoir le modèle et tester préalablement son fonctionnement, à l'aide d'une pile électrique par exemple.

6. LOGO, technologie de contrôle et constructivisme

L'environnement LOGO trouve ses sources dans la théorie constructiviste de PIAGET. Poursuivant à la fois des objectifs relatifs au développement d'une culture informatique, d'une démarche structurée de résolution de problèmes, de la socialisation et de l'épanouissement personnel, LOGO permet à chaque utilisateur de

construire sa connaissance à partir de la réalisation de projets personnels (DENIS et SOLOT, 1986).

Comme le soulignent OCKO et RESNICK, (1987), les enfants ont l'occasion de manipuler des objets, mais aussi de les programmer et ainsi de les maîtriser. En agissant sur l'ordinateur, l'enfant développe une pensée conceptuelle. Dans le micromonde légo-LOGO, l'enfant **n'apprend pas** des principes scientifiques, il les **construit**. Ce point de vue est rendu en anglais par le terme « *constructionism* ».

« Recently, Papert coined the term " constructionism " to expand on the idea of a microworld. Constructionism, according to Papert, is a synthesis of the constructivist theory of developmental psychology (based on the idea that children are active builders of mental models), together with an educational approach that stresses activities in which children build artifacts as an integral part of the learning experience ». (OCKO et RESNICK, 1987, p. 3.)

Par ailleurs, il importe de tenir compte des différentes qualités nécessaires à une exploitation efficace d'un micromonde (LECLERCQ, 1985, p. 12) :

« Il faut pouvoir EXPLORER un micromonde. Afin de faciliter cette exploration, le micromonde doit être MODIFIABLE et doit incorporer un FEEDBACK immédiat.

Un micromonde doit être composé d'OUTILS avec lesquels on peut CONSTRUIRE. Cette construction doit mener à des produits ayant suffisamment d'attraits pour l'enfant. Pour cela, le produit doit être EXPANSIBLE. Bien sûr, du point de vue pédagogique, ce n'est pas le produit qui doit nous intéresser, mais à la fois les produits et les processus qui y conduisent.

Un micromonde doit permettre l'OBSERVATION et l'AUTO-EVALUATION. Il doit fonctionner comme un miroir dans lequel l'enfant peut " se regarder penser ". »

7. Conclusion

Développer des activités où les enfants ont l'occasion de construire, d'expérimenter est un des besoins essentiels de l'éducateur. Voyant la place grandissante que la technologie prend dans notre vie quotidienne, il est important de réagir et d'agir.

Avec la technologie de contrôle, la culture informatique des utilisateurs du système LOGO se développera encore davantage car ces derniers pourront contrôler des éléments du monde extérieur en programmant leur ordinateur.

Bibliographie

- Catalogue légo, (1986)
Guide de l'utilisateur, technic légo, 1090-1092.
- CHRISTENSEN, (1985)
Robots légo contrôlés par ordinateurs et interfaces, communication à l'université d'été « les N.T.I. et l'enseignement primaire », organisé à Liège par les communautés européennes, juillet.
- DENIS, B., et SOLOT, F., (1986)
Essai de définition et classification de quelques objectifs poursuivis dans l'environnement LOGO, Laboratoire de Pédagogie expérimentale de l'Université de Liège.
- DENIS, B., (à paraître)
Quels sont les projets privilégiés par les utilisateurs de LOGO ?, Centre de Technologie de l'éducation de l'Université de Liège.
- DOYLE, M., (1987)
The physical turtle, communication au colloque EUROLOG 87, Dublin, 3-6 septembre.
- LECLERCQ, D. (1985), « Les NTI et l'enseignement primaire », in *Rapport scientifique, Université d'Eté, organisée par les Communautés Européennes, juillet 1987.*
- LE TOUZE, J.-C., ROBERT, F. (1983)
Un système de commandes à cartes, INRP, Paris.
- NONNON, P. (1986)
Laboratoire d'initiation aux sciences assisté par ordinateur, Université de Montréal, Faculté des Sciences de l'Education, section technologie éducationnelle.
- OCKO, S., ET RESNICK, M., (1987)
Integrating LEGO with LOGO. Making connections with computers and children, the Media Laboratory, M.I.T., Cambridge.
- PAPERT, S. (1981)
Jaillissement de l'esprit, Flammarion, Paris.