

Le livre de Seymour Papert (1) est d'abord un livre sur l'apprentissage ; il parle de LOGO, nouveauté pédagogique à l'intersection de l'épistémologie génétique et de l'informatique : il s'interroge sur les conditions d'un apprentissage efficace. L'auteur a constaté d'une part l'efficacité pédagogique des environnements créés, et de l'autre les résistances sociales à la diffusion de ces méthodes ; d'où un deuxième aspect important : l'aspect sociologique, avec une étude de résistance à l'innovation. Enfin une réflexion sur notre culture se greffe sur l'ensemble, et constitue un troisième aspect.

L'OBJET de ce livre est de montrer que l'ordinateur peut apporter une aide importante à l'enfant qui bute sur l'étude des mathématiques. Les mathématiques enseignées actuellement à l'école sont détachées de toute signification pour les élèves. L'échec de cet apprentissage se manifeste, entre autres, par la dissociation de notre culture entre les humanités et les sciences. Cette dissociation est catastrophique pour notre civilisation ; elle est aussi catastrophique pour les « victimes » de la mathématisation forcée subie à l'école : perdant confiance en eux, ces enfants acceptent leur échec, se définissent et se laissent définir comme « faibles en maths », et renoncent à d'autres apprentissages.

Une analyse des difficultés de l'enseignement des mathématiques montre que, jusqu'à l'arrivée des ordinateurs, on ne disposait pas d'objet donnant le moyen de « parler mathématiques ». Néanmoins, l'importance des mathématiques, qui est due à leur cohérence et au fait que ce sont des objets de communication non ambiguë, se manifeste par le grand nombre d'heures que l'institution scolaire prévoit pour chaque élève. Bien que de nombreux enseignants veuillent rendre attrayante cette discipline, ils ont beaucoup de mal à le faire, car, malgré leurs efforts, la technologie primitive disponible (essentiellement le papier et le crayon) limite ce que peuvent faire les élèves. L'entrée de l'ordinateur dans l'enseignement permettra à chaque élève de choisir et de réaliser des projets personnels, dans lesquels il pourra s'impliquer, et faire concrètement des mathématiques. L'ordinateur... oui, mais pas n'importe quel ordinateur et pas n'importe quel langage de programmation. L'auteur de ce livre a « inventé » l'environnement pédagogique LOGO. LOGO comprend un ordinateur, qui peut commander le déplacement d'une Tortue. Celle-ci est un robot, qui peut laisser une trace écrite en se déplaçant sur une grande feuille de papier. Il existe des tortues de plancher, auxquelles les plus jeunes enfants peuvent s'identifier. Pour les plus âgés, il y a des Tortues d'écran, qui se déplacent sur un écran en laissant une trace. Les déplacements de ces tortues sont commandées facilement grâce au langage de programmation LOGO.

LOGO : une nouveauté pédagogique

Dans LOGO, ce n'est pas la machine qui apprend à l'enfant ; c'est l'enfant qui apprend à la machine. Les primitives de ce langage de programmation sont les commandes

AVANCE RECULE GAUCHE DROITE (voir encadré)

Il existe deux modes de travail :

— le mode « pilotage » où l'ordinateur exécute, une à une, les instructions commandées par l'élève. Chaque commande entraîne une action, et un dessin se matérialise sur l'écran. L'élève peut donc voir, au fur et à mesure, le résultat de ses commandes et les corriger si le résultat obtenu diffère du résultat attendu.

— le mode « procédure » où l'étudiant définit des procédures. L'appropriation par l'élève du concept de procédure constitue un moment important de l'apprentissage de LOGO.

Il y a dans LOGO une progression « naturelle » en ce sens que l'élève découvre lui-même la nécessité de nouveaux concepts. Ainsi, utiliser une procédure permet déjà de condenser l'écriture de longs programmes ; mais mettre au point un dessin un peu compliqué est presque impossible s'il n'y a pas les ensembles « préconçus » que sont les procédures. Comme le dit Robert, âgé d'une douzaine d'années : « Des petites procédures comme ça, pas plus grosses qu'une bouchée, c'est plus facile à avaler... Avant de faire ça, je voulais faire des programmes bien trop gros, et ça ne passait pas, je m'étouffais avec... ». Mais ces procédures elles-mêmes ne deviennent vraiment intéressantes que si la même procédure peut commander des dessins différents ; il faut alors s'approprier la notion de variable. Enfin, la récursion permet de répéter la même procédure.

Ce livre est la réponse à une question que se posait un tout petit garçon : « Pourquoi les adultes qui, par ailleurs, peuvent comprendre facilement des choses qui me semblent compliquées, ne peuvent pas comprendre le fonctionnement des engrenages que je trouve évident ? ». Cette expérience personnelle, le fait de s'être lui-même servi des engrenages comme « objets à penser avec » pour comprendre les mathématiques, la compréhension ultérieure que les voies de

contrôles nous permet de connaître son niveau de compréhension des erreurs et son niveau d'apprentissage des commandes (à partir des variations dans la fréquence des erreurs). De cette façon, nous avons noté que, si certains apprentissages s'effaçaient assez vite (décomposition du mouvement en rotation translation par exemple) d'autres, au contraire, (angle de rotation ou longueur de la translation) n'ont pu être menés à bien par certains enfants, malgré les nombreuses répétitions du même type de problème : tourner de 90° et avancer de 80 pas.

Au total, même si les conclusions sont intéressantes, c'est surtout la transparence du comportement de l'enfant dans cette activité qui nous paraît fondamentale : en reprenant l'expression d'une institutrice observant un de ses élèves, nous dirons que « la pensée de l'enfant est mise à nu complètement ». Cela prouve que, dans certaines conditions, l'ordinateur peut devenir un incomparable outil dans l'étude des processus d'apprentissage (rôle des erreurs, comportement face à l'échec, etc.). En ce sens, son rôle est particulièrement important dans la formation des maîtres.

Une réflexion collective utilisée par l'Institut National de la Recherche Pédagogique comme introduction générale :

- si on avait un ordinateur, on n'aurait plus besoin d'aller à l'école !
- si on ne va plus à l'école, on n'a plus de problèmes
- mais si on n'a plus de problèmes on n'a plus besoin d'ordinateur.

Avant que nous soyons en mesure de publier une synthèse du rapport final, ces extraits peuvent déjà susciter des réflexions sur l'utilité de l'ordinateur telle qu'elle est perçue par les enfants, sur le pouvoir pédagogique de LOGO qui semble intéressant mais non universel et sur l'influence du mode d'implantation de l'ordinateur.

G. LAPLACE



L'apprentissage étaient personnelles, ont orienté l'œuvre de Papert. L'invention de LOGO a été une tâche qui a demandé quelques années de travail. Mais là, l'auteur s'est heurté à une difficulté majeure : LOGO ne se diffusait pas autant qu'il aurait dû. L'obstacle n'est pas une question d'argent ; actuellement, on peut envisager de construire en grande série un ordinateur ayant les moyens de faire LOGO pour une dizaine de milliers de francs ; cet ordinateur accompagnerait un élève pendant toute sa scolarité. Ce n'est pas non plus un doute sur l'efficacité de LOGO, qui fonctionne depuis plusieurs années dans différents établissements scolaires aux Etats-Unis, mais aussi en France, en Grande-Bretagne, en Allemagne et dans d'autres pays ; il n'y a cependant pas encore eu d'expérience pédagogique à grande échelle. Ce n'est pas non plus que LOGO va « dresser » les enfants ; au contraire, parmi les utilisateurs de l'ordinateur dans l'enseignement, LOGO est une des méthodes où cela se fait le moins.

Un retard culturel et social

Les obstacles sont d'ordre social : comment pourrait-on remanier complètement l'enseignement pour tenir compte de l'entrée de l'ordinateur ? Comment pourrait-on envisager des enseignements « sans programme obligatoire » ? Comment pourrait-il y avoir un enseignement sans que les élèves soient notés ? C'est, écrit Papert, un problème politique : pourquoi notre société refuse le changement radical dans les méthodes d'enseignement des mathématiques ? Pourquoi l'ordinateur est-il toujours dans notre société ce corps étranger, qu'on a simplement adapté à d'anciennes façons de voir et de penser ? Pourquoi nous, société humaine, ne sommes-nous pas capables d'intégrer les puissantes découvertes scientifiques de l'âge de l'espace ? En

outre, il n'existe pas, actuellement, la reconnaissance sociale de la nécessité de pédagogues-poètes-informaticiens capables d'adapter les contenus pédagogiques aux enfants : ceux qui auraient aimé faire ce métier sont donc obligés de rechercher d'autres insertions sociales ; cette absence de reconnaissance sociale entraîne une absence de compétences, qui, à son tour, rend plus difficile l'insertion de l'ordinateur dans l'enseignement.

Papert avance le phénomène AZERTY (voir encadré n° 2) pour expliquer la vogue du langage de programmation BASIC dans l'enseignement. Ce langage a des avantages certains : il peut fonctionner sur un ordinateur très petit, il peut s'apprendre rapidement, l'élève peut très vite obtenir des résultats, néanmoins, ce langage est pauvre, et surtout il n'a pas été conçu pour l'insertion de l'ordinateur dans notre culture. Le langage de programmation BASIC est à LOGO ce que AZERTY est au clavier idéal de la machine à écrire. En effet, le langage BASIC était adapté aux coûts élevés de la puissance informatique à la fin des années soixante, et encore plus aux maigres ressources des écoles. Depuis, le coût de la puissance informatique a considérablement diminué, et des langages informatiques beaucoup plus adaptés à l'enseignement, mais demandant des moyens matériels plus importants que ceux nécessaires pour le langage BASIC, sont à la portée des budgets scolaires. Néanmoins BASIC subsiste, comme subsiste le clavier AZERTY, il y a là un phénomène sociologique troublant.

Ancrages affectifs, blocages cognitifs

Papert rappelle, après Piaget, que les enfants apprennent beaucoup de choses sans avoir besoin d'aller à l'école : ils apprennent à connaître leur corps, à se déplacer, à se repérer dans l'espace, à

parler leur langue maternelle ; il rappelle aussi que les structures mathématiques de Bourbaki (structures d'ordre, topologiques et algébriques) sont vécues de bonne heure par les enfants. Mais alors que Piaget décrit des structures internes en interaction avec le monde extérieur, en mettant l'accent sur le développement intérieur, Papert favorise plus l'extérieur, et veut créer des conditions qui facilitent l'apprentissage. Telle est l'origine de la géométrie de la Tortue : le mathématicien Papert savait que la notion de différentielle était essentielle ; Papert, collaborateur de Piaget, a cherché quelque chose qui lui permette de lier ce qu'il y a de plus puissant dans la notion de différentielle avec des structures psychologiques fortes. Les milieux informatiques de Boston, avec l'aide de W. Feurzeig, les travaux du MIT, l'atmosphère de recherche à la fois gratuite et passionnée, la densité d'intelligence humaine et la richesse de moyens matériels ont permis les recherches qui ont abouti à la géométrie de la Tortue.

Si je compare la façon d'écrire, Papert, comme Piaget, utilise des cas plutôt que des statistiques ; en ce sens, il est proche de Piaget, qui relate les progrès de ses enfants ; mais dans ce livre court, les cas sont condensés à la « crise » ; le style d'écriture diffère de celui de Piaget ; l'affectivité des enfants, leurs efforts, leurs échecs, leurs attitudes sont montrées. Nous participons à l'excitation de Jenny (13 ans) qui DECOUVRE un jour, en faisant engendrer des phrases à l'ordinateur, « pourquoi il y a des noms et des verbes ». Papert insiste sur les ancrages affectifs des blocages cognitifs. Enfin, l'ordinateur intervient pour aider Papert (et pas mal d'autres adultes, aussi) à l'écriture de textes : il lui permet de polir longuement un texte dont la première version ne peut certainement pas être diffusée ; il suffit d'introduire les corrections, la machine enregistre, à nouveau la version qui peut être frappée automatiquement : cette fonction d'écriture par la machine faciliterait bien la vie aux enfants qui doivent péniblement recopier leur brouillon pour remettre un texte propre.

LE PHENOMENE AZERTY

AZERTY sont les premières lettres du clavier de machine à écrire. Initialement, les taquets de machines risquaient de s'emmêler si des touches étaient frappées à intervalles trop rapprochés : on a donc séparé les touches dont la frappe consecutive était fréquente pour augmenter l'intervalle de temps entre les déplacements des deux taquets. Depuis, la technique a supprimé ce risque ; néanmoins, la disposition des touches sur le clavier n'a pas changé, bien qu'elle diminue la vitesse de frappe des dactylographes actuels. Cette disposition inefficace est même devenue parfois, « la meilleure qui soit » : voilà comment naissent les mythes sociaux.

L'enfant, maître de son apprentissage

« *Jaillissement de l'esprit* » évoque « un lieu où naître », livre de Bruno Bettelheim (2), fondateur de l'école orthogénique de Chicago, qui a pour but de guérir des enfants gravement traumatisés sur le plan affectif. Ce projet thérapeutique induit des adaptations de l'environnement ; par exemple, les objets quotidiens seront beaux, le calcul montrant que la dépense supplémentaire entraînée est faible comparée au bénéfice thérapeutique ; en outre, chaque nouvel arrivant choisit la décoration de son lieu de vie ; enfin, tout le personnel de l'école, et même le personnel extérieur, participe à la tâche thérapeutique : Bettelheim obtient des pompiers de la ville qu'ils acceptent avec bonne humeur les fausses alertes, car leur venue rassure l'enfant qui les a appelés.

De même, il faut à l'enfant, pour apprendre les maths, un environnement favorable, c'est-à-dire adapté à sa tournure d'esprit et à ses désirs. Grâce à l'ordinateur, LOGO peut créer un très grand nombre de situations d'apprentissage différentes, et en particulier fournir un matériel qui s'adapte à la forme d'esprit des élèves : alors qu'actuellement ceux-ci doivent s'adapter aux enseignements tels qu'ils sont ; souvent, d'ailleurs, les échecs des enfants dénotent des qualités et des potentialités qui pourraient s'épanouir dans d'autres cadres ; par exemple, un enfant férù de logique n'arrivera pas à apprendre le français, parce que les exceptions y sont trop nombreuses.

Il est vrai que les enfants de l'école orthogénique sont bien plus gravement atteints, et aussi de façon beaucoup plus visible que les « cas » évoqués par Papert. Ces enfants néanmoins sont handicapés dans notre société, qui privilégie les capacités d'apprentissage des mathématiques, et le seront encore plus par le sentiment d'incapacité qui, leur vie durant, les empêchera de se lancer victorieusement à la conquête du savoir.

À l'école orthogénique, c'est l'enfant qui a raison — quoi qu'il fasse : il arrive que des éducateurs se laissent battre par des enfants pour comprendre le sens de ces coups, et s'en servir ensuite pour améliorer leur connaissance de l'enfant afin de le guérir. Papert est convaincu que c'est l'enfant qui est la maître de son apprentissage ; ce qui lui manque, c'est de pouvoir mettre ses théories (et l'enfant n'en manque pas !) à l'épreuve de la réalité ; il faut que l'enfant puisse se servir de ses « points forts », de ce qui actuellement a du sens pour lui pour entrer dans le monde du savoir. L'ordinateur, par sa flexibilité, se prête aux projets de l'enfant, et lui permet d'en trouver qui corresponde à ses goûts ; l'ordinateur crée d'une certaine façon un environnement adaptatif.

Les limites de LOGO

LOGO apporte une aide pour acquérir la connaissance de processus réputés abstraits grâce à des moyens concrets. LOGO ne peut pas remplacer tout l'affectif nécessaire pour un harmonieux développement du petit de l'homme.

En outre, pour être utilisé efficacement, LOGO demande actuellement la présence d'un pédagogue expérimenté. Celui-ci doit connaître la matière qu'il enseigne ; il doit en outre avoir lui-même appris LOGO, avoir été capable de l'intégrer dans ses connaissances, et d'en avoir tiré une méthode d'enseignement. Pour cela, il aura dû vouloir apprendre une méthode nouvelle, se former lui-même, et appartenir à un groupe où l'on étudie et expérimente. De fait, l'enfant qui travaillera LOGO actuellement aura comme tuteur un enseignant qui s'intéresse à la pédagogie.

Choisir les environnements pédagogiques

Papert insiste sur les résistances à l'innovation. Il les a senties, vécues lui-même : LOGO n'a pas encore « percolé ». Il écrit que ces résistances pourront être vaincues s'il se lève une nouvelle espèce de parents-concernés-informaticiens, qui choisiront eux-mêmes les environnements pédagogiques qui conviennent le mieux à leurs enfants.

Je voudrais, à cette occasion, poser le problème du **changement radical** dans notre société : est-il possible de changer fondamentalement quelque chose dans notre société ? Est-il possible, plus modestement, d'essayer sérieusement un

nouveau système qui a fait ses preuves de façon expérimentale et, en fonction des résultats obtenus, DECIDER un changement ? Notre société est-elle capable de porter un regard extérieur sur elle-même et d'introduire rationalité et volonté dans les choix qu'elle fait ? Ou bien sommes-nous victimes du déterminisme aveugle, des pesanteurs sociologiques, et seront nous entraînés vers l'abîme par la puissance même de notre technologie ? J'ose croire que nous pourrions l'éviter ; mais à condition d'agir vite.

Claude RISO-LEVI

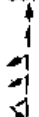
1) *Le Jaillissement de l'esprit* ordinateurs et apprentissage, traduit de l'anglais par RH Vassalo-Villauneau, Flammarion (70 F environ).
Collection « Réponses », Robert Flammarion, éditeur.

Le langage LOGO

Les exemples suivants donnent une idée des différents concepts qui forment la puissance du langage LOGO.

1) Tracer un triangle en mode pilotage :
L'élève frappe Il voit sur l'écran

AVance 100
GAuche 120
AVance 100
Gauche 120
AVance 100



2) Définir une procédure :

POUR TRIANGLE
REPETE 3
AV 100
GA 120
FIN

Maintenant la machine « connaît » le mot TRIANGLE. Quand l'élève frappe au clavier le mot TRIANGLE, le triangle apparaît à l'écran.

3) Introduction de variable :

POUR TRIANGLE : L (L pour longueur du côté)
REPETE 3
AV : L
GA 120
FIN
TRIANGLE 50
tracera un triangle dont le côté mesurera 50 unités.
TRIANGLE 10
tracera un triangle dont le côté mesurera 10 unités.

4) Récurrence :

POUR POLY : L : ANGLE
AV : L
GA ANGLE
POLY : L : ANGLE
FIN

est une procédure qui définit un polygone régulier si la valeur de la variable ANGLE est un diviseur de 360.
POLY 100 120
tracera indéfiniment un triangle de 100 unités de côté.
POLY 1 1
tracera une figure ayant 360 cotés de longueur 1 unité, et qui ressemblera fort à un cercle.

