

Bibliothèque Nationale du Québec

29

Ordinateur et Éducation

Cahiers de l'ACFAS 1985



ASSOCIATION INTERNATIONALE DE PÉDAGOGIE EXPÉRIMENTALE DE LANGUE FRANÇAISE

Les Cahiers de l'ACFAS
No 29

Ordinateur et Éducation

Comité de rédaction: Pierrette Dupont
Pierre - H. Ruel
Guy Stringer
Faculté d'éducation
Université de Sherbrooke

Édition: L'Association canadienne-française pour l'avancement des sciences
2730, chemin de la Côte Ste-Catherine
Montréal H3T 1B7 (342-1411)

Distribution: Les Presses de l'Université du Québec
C.P. 250, Sillery, Québec G1T 2R1
Commandes sans frais téléphoniques:
1-800-463-4799

Cette publication a été rendue possible grâce à une subvention du Bureau de recherche de l'Université de Sherbrooke.

© 1985 Association canadienne-française pour l'avancement des sciences

Dépôt légal, 2ième trimestre 1985
Bibliothèque nationale du Québec
Bibliothèque nationale du Canada
ISBN: 2-89245-035-7

D8502094

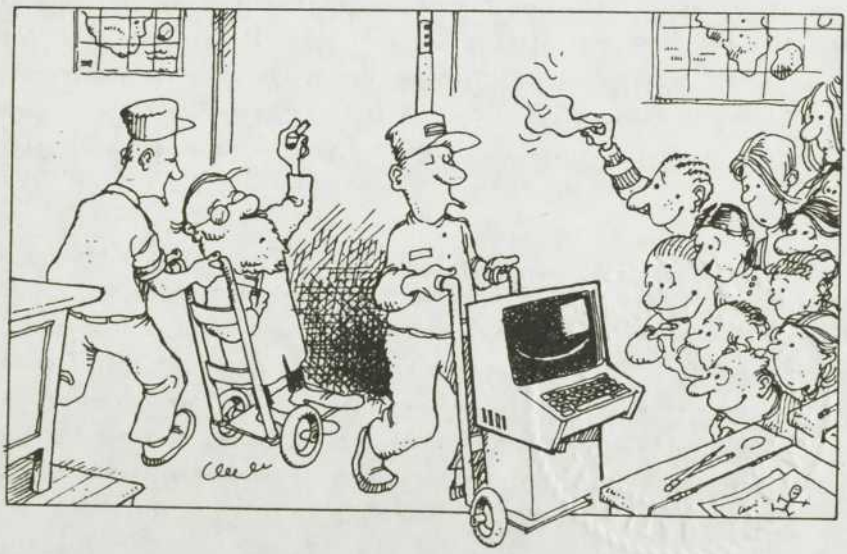
ORDINATEUR ET ÉDUCATION

Comité de direction du congrès

Marcellin Croteau
Jeanine de Lasalle
Marcel Delisle
Pierrette Dupont
René Lefebvre
Ronald Pépin
Gérard Poulin
Pierre-H. Ruel, président
Guy Stringer, trésorier

Actes du congrès de l'Association internationale de pédagogie expérimentale de langue française

tenu à la Faculté d'éducation de l'Université de Sherbrooke du 20 au 23 août 1984



PRÉSENTATION

Du 20 au 23 août 1984, l'Association Internationale de Pédagogie Expérimentale de Langue Française (A.I.P.E.L.F.) tenait à l'Université de Sherbrooke (Québec, Canada), dans les murs de la Faculté d'éducation, ses assises annuelles. Le thème du congrès, L'ordinateur: l'mirage pédagogique, souligne la présence et l'intérêt de l'Association aux évolutions constantes du monde pédagogique. Il marque aussi l'apport actif des membres de l'A.I.P.E.L.F. à ces évolutions, si l'on en juge par le nombre et le contenu diversifié des communications. Il convient de souligner que le thème du congrès fut choisi en février 1982.

Par ce thème, l'Association offrait aux participants du congrès une session de réflexion et d'échange sur l'état actuel et les perspectives d'avenir concernant la contribution de l'ordinateur au service de l'enseignement. Comme le constatera le lecteur, la conférence inaugurale de madame la présidente de l'A.I.P.E.L.F. le professeur Anna BONBOIR, la conférence de clôture de monsieur le professeur Gaston MIALARET, président fondateur de l'Association, et les contenus de la table ronde, présidée par monsieur le professeur Jean SIMON, soulignent et décrivent sans équivoque cet objectif principal du congrès. De même en est-il des diverses communications inscrites sous l'un ou l'autre des thèmes suivants: 1) l'ordinateur et le développement cognitif de l'enfant et de l'adolescent; 2) l'ordinateur et les didactiques relatives aux différents champs d'application; 3) le rôle de l'enseignant(e) et les nouvelles exigences de l'école, comme environnement éducatif. Voilà le contenu que propose ce numéro des Cahiers de l'ACFAS.

Les Actes du congrès, ORDINATEUR ET EDUCATION, que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui, offre aux lecteurs et aux lectrices le texte intégral de chacune de ces conférences et communications. Afin de respecter la pensée des auteurs, le Comité de rédaction des Actes a jugé préférable de n'apporter aucune modification, hors quelques corrections mineures, aux textes qui lui ont été soumis. Il m'est fort agréable, à ce point-ci, de souligner d'une façon toute particulière la contribution sans réserve à la

LB
1028.5
A77

publication de ces Actes d'une collègue et amie, madame Pierrette Dupont, professeur à la Faculté d'éducation de l'Université de Sherbrooke. Je lui suis personnellement très redevable du zèle, de l'énergie et du temps qu'elle a consentis à consacrer à cette tâche souvent lourde, toujours exigeante.

Je ne puis clore cette présentation sans exprimer certains témoignages de reconnaissance. En premier lieu, mes remerciements sincères s'adressent aux autorités de l'Université de Sherbrooke et de sa Faculté d'éducation, dont monsieur le vice-recteur Bernard BÉNARD et monsieur le doyen Valérien HARVEY, qui ont accepté de patronner ces assises scientifiques et ont mis à la disposition des organisateurs des ressources humaines et matérielles fort appréciables pour l'organisation et la tenue du Congrès. Il convient aussi de remercier les membres du Conseil d'administration du Congrès, représentants des facultés et départements d'éducation francophones du Canada, qui ont facilité une relation suivie entre leur organisme et les organisateurs du Congrès. De même, ma reconnaissance se dirige-t-elle vers mes collègues, membres du Comité de direction du Congrès, dont la collaboration toute entière a permis le succès de ces assises scientifiques. Enfin, un remerciement tout particulier à l'Association Canadienne Française pour l'Avancement des Sciences (A.C.F.A.S.) pour avoir accepté de publier les Actes du congrès dans les Cahiers de l'ACFAS et y avoir contribué financièrement.

En terminant, il me reste à formuler le souhait que les Actes de ce Congrès-1984 de l'A.I.P.E.L.F. apportent une réelle contribution à une meilleure conpréhension et à l'avancement de la pédagogie en micro-informatique et ce, au meilleur avantage, comme le souhaite le professeur MIALARET, du développement humain intégral de nos enfants et adolescents. Ici, dans l'expectative, une question se pose: en pédagogie, sommes-nous présentement "À la croisée des chemins" (Maritain)?

Pierre-H. RUEL
Président du Congrès

TABLE DES MATIÈRES

	Page
Allocution d'ouverture (Anna BONBOIR)	1

TABLE RONDE

Belgique (Jean DONNAY)	20
France (R. MORE)	30
Québec (Louise DUBUC)	39
Suisse (Julien FONJALLAZ)	47

I. L'ORDINATEUR ET LE DÉVELOPPEMENT COGNITIF

Apprendre la programmation, apprendre à faire faire. Une expérience en formation des formateurs. (Charles DUCHATEAU)	54
Didacticiel, programmation et interdisciplinarité (Claude JANVIER)	71
L'utilisation systématique des banques de données dans le développement de la pensée formelle - premiers pas de l'édumatique (Jan PALKIEWICZ)	94
Le jeune et l'enseignement assisté par ordinateur. (Claude GUILLETTE)	116
La programmation, moyen de (se) découvrir. (Julien FONJALLAZ)	130
Recherche en traitement de texte à l'école: techniques d'observation. Vidéo et Protocole d'analyse. (Christophe HOPPER)	137

II. L'ORDINATEUR ET LES DIDACTIQUES PARTICULIÈRES

Le traitement de texte avec les élèves en difficulté au niveau de l'écriture. (Jacques TARDIF)	156
L'évaluation de logiciels éducatifs à contenu d'enseignement. (Yves BEGIN, Mariel LECLERC)	165
Apprentissage de la notion de limite par la programmation en Logo. (Jacqueline GIARD)	184
Micro-informatique et notation. (Maxime BARET)	210
Evaluation en contexte scolaire d'un logiciel pour l'administration automatisée de tests. (Marie MAKDISSI)	218
L'utilisation de l'ordinateur dans l'enseignement du français. (Colette DUBUISSON)	237

Page

La classe Logo: quelques résultats observés des apprentissages et des interventions didactiques. (Ernestine LEPAGE, Hélène KAYLER, Jeanne d'Arc GIRARD, Richard ALLAIRE) 250

Pédagogie du langage Logo à la maternelle. (Angéline DEMERS, Benoit DUBUC) 276

Développement et expérimentation de quelques logiciels pour les élèves du secondaire professionnel en équipement motorisé et en hydrothermie. (Khamlay MOUNIVONGS, Marc FORTIN, Jean-Claude VACHON, Rodrigue ST-LAURENT) 284

Les mots du feedback dans la bouche d'un ordinateur. (Jean-Marie VAN DER MAREN) 293

Elargir le dialogue entre l'élève et l'ordinateur: une réalisation portant sur l'enseignement de la statistique. (Christian DEPOVER) 304

III. L'ORDINATEUR, L'ENSEIGNANT ET LES NOUVELLES EXIGENCES DE L'ÉCOLE, COMME ENVIRONNEMENT ÉDUCATIF

Une urgence: des études de cas sur l'implantation des micro-ordinateurs dans les écoles. (Yves POISSON) 331

Quelques compétences favorables à l'innovation apportée par l'informatique en classe (Jean DONNAY) 345

Le "folkware" ou l'importance du facteur humain dans le développement et l'implantation des applications pédagogiques de l'ordinateur (André GOYETTE) 355

Logo et la formation des enseignants: une analyse expérientielle (Benoît COTE) 368

La formation des maîtres doit-elle parler d'ordinateur (France LEVASSEUR-OUIMET) 390

Styles de programmation pour l'enseignant et pour l'élève: quelques hypothèses. (Jean-Luc HARDY) 412

Conférence de clôture. (Gaston MIALARET) 432

Les 30 ans de l'A.I.P.E.L.F. (Anna BONBOIR) 437

ALLOCUTION D'OUVERTURE

Anna Bonboir
Présidente de l'AIPELF
Université de Louvain-la-Neuve

1. Une technologie au service de la formation

À l'école, comme dans la vie quotidienne, on accepte l'affirmation selon laquelle "l'ordinateur fera bientôt partie du cadre journalier de chacun". Certains ajoutent qu'il en sera demain pour l'ordinateur comme il en est aujourd'hui du téléphone. Qui ne pourra s'en servir sera un marginalisé de la civilisation technologique du tout proche avenir.

À l'école donc de faire en sorte que ceux qui lui sont confiés ne deviennent pas des marginalisés. On ne pourrait, en effet, admettre que les nombreuses compétences patiemment construites à l'école ne puissent avoir leur pleine utilisation par défaut d'une maîtrise technologique. Mais on ne peut guère imaginer que l'utilisation de l'ordinateur à l'école puisse en soi, garantir toutes les acquisitions et la maîtrise qui correspondent à la finalité de l'école, en ses troncs communs et en ses sections spécialisées.

Dès lors, à quoi peut servir ... à quoi sert aujourd'hui et à quoi devrait servir l'ordinateur à l'école? Quelles sont ses potentialités actuellement reconnues et de quelles potentialités ceux qui le perfectionnent devraient-ils le doter?

Telles sont les questions auxquelles il faut apporter réponse si l'on veut que l'ordinateur soit un "bon serviteur" pour qui saura en user à propos et non le "mauvais maître" de ceux à qui il s'imposerait comme s'il portait en lui-même la clé de sa meilleure utilisation possible.

Réfléchir sur la relation "homme-ordinateur" et, en l'occurrence, sur la relation "élève-ordinateur" ou "enseignant-ordinateur" conduira aux choix et aux décisions concernant son utilisation. Réfléchir sur cette

relation, c'est évaluer l'impact du recours à l'ordinateur. C'est prendre les informations nécessaires à la décision d'y recourir ou non; d'y recourir avec ou sans aménagement des suggestions d'emploi qu'y ont jointes ses constructeurs; de l'utiliser comme élément unique d'une situation "enseignement-apprentissage" ou comme complément d'autres démarches, média ou technologies.

Dans le cadre de la pédagogie apparaît ainsi le problème de la formation de l'utilisateur qu'il soit enseignant ou élève. Il ne s'agit pas seulement d'initier à un usage conforme au mode d'emploi. Il s'agit de former des sujets autonomes dans la décision d'y recourir; des sujets capables d'exprimer leur demande de service, afin qu'une offre correspondante puisse, éventuellement, être envisagée; et pourquoi pas, au plus haut niveau, des sujets capables de construire l'offre correspondant à leur demande.

Une telle formation s'acquiert dans la pratique; on apprend en faisant, mais à une condition ... que la réflexion inspire l'action et que l'action inspire la réflexion. À cette condition seulement, l'homme sera le maître et non l'esclave.

2. L'ordinateur, une technologie parmi d'autres

Réfléchir sur l'introduction de l'ordinateur à l'école s'impose de façon aiguë. Cet impératif se justifie d'une double manière: la hâte qu'ont mise certains responsables de l'école à l'adopter sans préparation suffisante, parfois; le besoin de contribuer à l'insertion des élèves à une civilisation, qui l'inclut et confère pouvoir à ceux qui en maîtrisent les règles et le langage. Il s'agit d'une technologie d'aujourd'hui, de "la" technologie de demain, dit-on. On ajoute qu'avec l'informatique une ère nouvelle est née.

Un regard sur le passé suffit à rappeler qu'il y a deux décennies à peine l'ère de l'audiovisuel à l'école est née et que "la télévision à l'école" eut ses défenseurs tantôt avertis et souvent peu ou non avertis, de même que la "vidéo". Il s'agissait là de technologies pleines de

potentialités pour qui savait ou aurait su en user; pour qui pouvait et aurait pu faire se rencontrer projet pédagogique et ressources technologiques.

Qu'il s'agisse de l'ordinateur, technologie pédagogique, ou d'autres technologies, toutes participent au même type de réflexion, au principe de la réunion de deux éclairages assurés par la formulation de l'intention pédagogique et par la connaissance des possibilités techniques. Ces deux éclairages peuvent venir de la collaboration entre homme d'école et technicien.

3. Remarque générale: potentialités des technologies et objectifs pédagogiques.

3.1 L'apprentissage assisté par ordinateur

Que l'on compare l'ordinateur au téléphone pour en laisser pressentir l'utilité future semble particulièrement indicatif de la fonction qu'on lui attribue aujourd'hui et dans la société de demain. D'ailleurs, il est habituel que son usage réclame une liaison téléphonique ou un autre câble reliant l'usager à un central. Il s'agit d'outils permettant une "communication" définie dont une personne prend l'initiative pour des propos bien particuliers qui sont les siens.

La vie courante et les pratiques dont on a connaissance présentent l'ordinateur comme un outil ou un intermédiaire permettant, de façon générale:

- d'accéder à des renseignements (à des informations) qui ont été méthodiquement rassemblés, classés, identifiés et répertoriés; disponibles et libérables immédiatement, pour autant que la demande soit adressée selon les règles qui y donnent accès;
- d'accéder à certains services offerts à la clientèle de façon "standard", programmés de façon telle que puisse être reçue et enregistrée la demande et que l'ordre puisse être exécuté;
- d'accéder à certains services supposant la prise en considération d'une demande spécifique, présentée de façon analytique,

c'est-à-dire accompagnée des informations qui en feront saisir toute la particularité; dont le contenu et la forme correspondent à certains critères déterminés par le programme qui permettra de la traiter et d'y apporter réponse;

- de converser, selon certaines règles et en un langage approprié, avec un interlocuteur représenté par un programme, afin d'obtenir une aide définie qui facilitera, accélérera et optimisera les opérations que l'utilisateur se propose d'effectuer au cours d'une séquence qui le conduira au terme qu'il s'est fixé.

Il est normal que l'école où l'on apprend "par" la vie "pour" la vie, puisse offrir à l'élève la possibilité de sélectionner des activités profitant de ces potentialités.

Ainsi à titre d'exemples,

1. Dans une activité de lecture documentaire, au lieu de consulter lui-même le fichier de la bibliothèque, il pourrait obtenir, de façon globale, la liste des documents correspondant au thème qui l'intéresse, à la question précise qu'il doit traiter. Mieux encore, les documents proposés pourraient être accompagnés d'un bref résumé, voire d'un petit commentaire.

Pour accéder à une telle banque de renseignements ou d'informations, l'élève devrait être capable:

- d'enregistrer sa demande dans le code que suppose l'ordinateur et selon les règles du programme;
- de lire l'information qui lui est donnée.

Mais ceci n'est que l'aspect des choses lié aux automatismes. Avant tout, l'élève sera capable des opérations suivantes:

- analyser la situation ou le problème à propos desquels se documenter;
- choisir dans les éléments de cette analyse ceux pour lesquels une information est demandée, soit que ces éléments soient estimés les

plus importants dans l'ensemble, soit qu'ils soient privilégiés dans le projet individuel de synthèse, soit que l'on n'ait à leur sujet, en mémoire ou sous la main, aucune information ou connaissance; soit que l'on doive mettre à jour certaines références;

- critiquer, évaluer, choisir les informations que l'on retiendra pour l'objectif que l'on s'est fixé;
- intégrer l'information , la compléter, la réajuster au besoin par un nouveau recours à la banque d'informations, via l'ordinateur.

De telles compétences ne concernent pas directement l'usage de l'ordinateur, mais elles sont les conditions qui en feront un outil vraiment efficace. L'ordinateur ici se substitue à la surcharge de la mémoire sans remplacer tout à fait celle-ci; il dispense de la peine du travail matériel de recherche. Mais pour que ces avantages puissent être obtenus, il faut le travail préalable d'identification et de classement, de même que celui débouchant sur un programme opportun. Ceci réclame des élèves d'une génération, de leurs maîtres ou de personnes diverses, qu'ils sachent attribuer un sens aux documents, résumer l'essentiel, établir des catégories ou classer dans une ou plusieurs catégories appropriées selon le contenu concerné; qu'ils sachent enfin intégrer les sources nouvelles dans l'appareil.

On pourrait multiplier les exemples d'activités similaires dans des disciplines diverses du programme, mais il y en a d'autres.

2a) Des travaux personnels ont été réalisés selon un même plan. Chacun a développé les différents points à sa manière selon des sources diverses. On estime qu'une synthèse originale devrait être faite. Les textes personnels sont imprimés et grâce à l'ordinateur, on obtiendra la suite des compositions correspondant à chaque point.

Aux élèves de faire l'analyse et de proposer une synthèse point par point et de les articuler en une synthèse globale.

Ici, l'ordinateur remplira une fonction de présentation du matériel élaboré et classé.

L'élève devra être capable d'imprimer son texte et de demander à l'ordinateur la présentation de l'ensemble des productions point par point. En possession de ce matériel, il travaillera sous le mode qui lui est habituel, disposant ou non d'une analyse systématique des contenus.

2b) On voudrait illustrer une formule mathématique, voire on voudrait que l'élève puisse la découvrir, la construire. Une consigne lui est donnée. En l'appliquant, il verra apparaître sur l'écran associé à l'ordinateur les dessins ou figures, de même que les transformations que ses hypothèses introduisent ou que ses corrections entraînent.

L'élève pourra visualiser les résultats des opérations qu'il a imaginées, que l'ordinateur effectue pour lui et traduit graphiquement.

Dans les cas 2a) et 2b), l'élève demandera un service à l'ordinateur. En 2a), un service simple, standard, de présentation d'un matériel précis extrait d'un ensemble et présenté selon certaines classes ou catégories. L'élève sera dispensé de rassembler les parties du texte à traiter. En 2b), il s'agit d'un service de traduction en représentation visuelle de l'opération que veut effectuer le sujet et de son résultat. Dans l'un ou l'autre cas, l'élève demande le service dont il a besoin, alors qu'il fait un travail bien particulier. L'ordinateur ne lui apprend rien: il prépare un matériel ou il enregistre et fixe par l'image ce qui correspond aux opérations mentales ou au processus séquentiel incluant une suite d'opérations.

3. L'élève observe une plante et acquiert à son sujet une série d'informations. Il les confie à l'ordinateur dans un ordre défini. L'ordinateur les enregistre et envoie en retour l'identification de la plante en question ... ce que l'élève aurait pu faire à l'aide d'un livre préparé à cette fin. ("Petite flore" connue des générations précédentes).

L'élève a observé; il a confié ses observations à l'ordinateur qui rassemble les critères et identifie ... à moins qu'il dise ne pouvoir identifier et invite à réobserver soit l'ensemble, soit ce qui correspond à un ou plusieurs des critères retenus. L'ordinateur, ainsi, informe les

élèves de l'exactitude des informations rassemblées ou de leur inexactitude. Il opère une évaluation intégrée à la démarche afin qu'une correction soit possible.

4a) L'élève veut résoudre un problème qui suppose une longue série de calculs et qui peut être résolu de plusieurs manières ou avec un degré d'approximation plus ou moins fin des résultats successifs (ne garder que deux décimales pour le calcul numérique).

L'élève doit contrôler ses calculs. Il converse avec l'ordinateur qui enregistre ses propositions et les fixe en mémoire pour entrer dans l'opération suivante que suggère l'élève.

Non seulement, ici, il est admis que le cheminement et le degré de précision peuvent varier selon les personnes utilisatrices de l'ordinateur, mais la localisation des erreurs éventuelles dans le cheminement peut être précisée quelles que soient les limites dans lesquelles s'inscrivent les résultats, vu le degré de précision choisi.

4b) Les erreurs dans un cheminement ont été repérées et répertoriées selon un classement confié à l'ordinateur. L'élève qui est informé de ses erreurs (localisation et nature) interroge celui-ci sur ce qu'il doit faire. Il reçoit une suggestion pour la propre correction de ses erreurs: par exemple, voir telle partie spécifique de tel ouvrage ou matériel guidant l'apprentissage. Il fait cet apprentissage correctif et demande à l'ordinateur de l'interroger. Celui-ci lui présente des exercices correspondant à ce qu'il a appris et corrige les réponses de l'élève en lui montrant à nouveau ses erreurs et en lui suggérant où chercher le moyen de les corriger.

L'ordinateur a apporté une aide pour une évaluation intégrée au processus et sous forme interrogative.

5. L'élève voudrait combiner, de façon originale, diverses caractéristiques répondant à une série de critères, par exemple diverses manières pour un véhicule quelconque de se mouvoir; diverses manières de diriger ce

véhicule; diverses manières de concevoir l'habitacle; diverses manières de l'alimenter en énergie, etc. L'ordinateur associera en combinaisons successives les façons diverses de répondre à chacun des critères (déplacement, habitacles, etc.). Ces combinaisons seront autant de projets dont l'élève pourra apprécier la pertinence.

L'ordinateur n'a pas créé ou rendu l'élève créatif. Il a enregistré ses suggestions variées; il a réalisé les combinaisons possibles. À l'élève d'évaluer. L'ordinateur a contribué à la production de combinaisons nouvelles acceptables en proposant toutes les combinaisons possibles sans aucun préjugé! Toutes ne sont pas à retenir. L'homme (l'élève), au nom de ses théories implicites ou de ses préjugés, aurait peut-être exclu a priori certaines combinaisons pertinentes. De plus opérer toutes les combinaisons possibles selon plusieurs critères serait long et fastidieux sans cette aide technologique.

6. L'ordinateur peut simuler certaines situations présentées à l'élève invité à y réagir. Il peut ainsi permettre une relation proprement individuelle à cette situation dont la dynamique inclut les progressions et les retours en arrière du sujet. En ce sens, ce n'est plus une situation extérieure au sujet qui est simulée, mais une situation dont le sujet est une composante. C'est à nouveau un mode conversationnel qui définit la relation. On trouve cela dans certains jeux où les opérations sont comptées, annulées ...

3.2 Enseignement "assisté" par ordinateur et enseignement "par" ordinateur

Les exemples qui viennent d'être donnés concernent l'apprentissage assisté par ordinateur. L'ordinateur est un outil, un auxiliaire au service de celui qui a appris à apprendre ou à utiliser ses acquis; de celui qui est capable de faire exécuter, à propos, par une technologie de pointe, certaines tâches serviles, pour lesquelles elle a été conçue ou que sa flexibilité permet; de celui qui maîtrise les prérequis (connaissances, habiletés mentales, développement psychologique, y compris les aspects

motivationnels et ce qui a trait à l'image de soi et à la relation au succès ...) en rapport avec les activités concernées.

Ici, le sujet n'apprend pas "de" l'ordinateur ou "par" l'ordinateur. Il apprend par lui-même et il se fait assister selon ses choix et ses décisions. Il se donne certains objectifs et les poursuit à sa propre manière, de façon personnalisée, en accord avec son style d'apprentissage et à son propre rythme. Pour lui se posent les questions fondamentales soulevées par l'acte d'apprendre ou par le pouvoir d'assumer sa propre formation de façon autonome et responsable. Sont considérés tantôt les aspects reproductifs du savoir; tantôt la compréhension d'un savoir exposé et démontré (quel que soit le mode de présentation: oral, écrit, par l'image ...); tantôt le développement d'une pensée divergente, cohérente et fonctionnelle c'est-à-dire "créative" soit au niveau du produit de l'activité, au niveau du processus de réalisation ou au niveau de la saisie du problème et de l'interprétation des situations.

Selon cette conception, l'élève, agent de ses apprentissages, est aidé non seulement par l'ordinateur dont il sollicite les services, mais par le maître qui le guide dans ses processus mentaux.

Il convient de remarquer que l'expression "apprentissage assisté par ordinateur" n'a guère été utilisée. Par contre, l'expression "enseignement assisté par ordinateur" l'a été bien davantage. Ceci traduit plus le recours à un modèle pédagogique centré sur le travail du maître qu'il ne définit les potentialités essentielles de l'ordinateur. On se préoccupe davantage de la manière dont les maîtres enseignent - et, au besoin, l'ordinateur se substitue à eux - que de la façon dont les élèves apprennent. L'ordinateur apporte un complément à l'intervention du maître qui y reconnaît un moyen soit de parfaire la présentation de son message, soit d'en évaluer l'impact ou les fruits. Il arrive aussi que l'enseignement, avec évaluation intégrée, se fasse par ordinateur ou que certaines évaluations non intégrées à l'enseignement soient conçues de telle façon que le contrôle des réponses et l'attribution des notes se fassent en recourant à l'ordinateur.

Dans le premier cas, l'ordinateur participe au projet du maître, quels qu'en soient les fondements. Il est soit la seule technologie à laquelle l'enseignant recourt ou il fait partie d'un système multimedia conçu d'une manière telle que les objectifs que l'on s'est donnés soient rencontrés. Parfois, il se plie aux ordres de l'enseignant et d'autres fois, il se présente de façon rigide quant à l'usage que l'on peut en faire ... déterminant ainsi les décisions d'y recourir ou non: il s'impose avec ses programmes et le matériau didactique; on l'accepte ou on le refuse et il arrive qu'on le rejette après l'avoir accueilli dans les limites des consignes qu'il offre.

Sa rigidité en viendrait à modeler enseignement - et apprentissage correspondant; corrélativement, il infléchirait non seulement des acquis des élèves, mais les objectifs pédagogiques: révolte du "serviteur" à qui on laisse usurper la fonction de "maître"; de l'outil qui impose ce qui est à faire en imposant son usage! Il existe un remède: le rendre adaptable et former les utilisateurs d'une façon telle que leur intention prime. Mais encore faut-il qu'il ait été construit d'une telle façon que cette alternative soit possible! Les firmes commerciales ont souvent eu l'initiative offrant et stimulant la demande.

Le modèle retenu fut souvent celui de l'enseignement programmé ... du moins pour l'école primaire, qu'il s'agisse d'un premier enseignement ou d'un enseignement correctif. Comme tel, il participe à la critique positive et négative, que l'on peut adresser à l'enseignement programmé. Comme tel, il trouve sa place où interviendraient d'autres modes de présentation programmée d'une matière.

4. Ordinateur et enseignement programmé

4.1 Apprentissage, enseignement et programmation

Introduire l'ordinateur dans la pratique de l'enseignement programmé permet d'optimiser des situations que d'autres moyens n'auraient pu présenter d'une manière aussi conforme à la théorie sous-jacente.

L'enseignement programmé est inspiré des théories behavioristes. Il aboutit à l'automatisation d'une association précise entre certaine réponse et certaine situation la sollicitant. Le principe sous-jacent est celui du conditonnement opérant: une réponse est associée à un stimulus neutre au départ et auquel une signification est accordée du fait que l'association a été "renforcée" par l'approbation (bien ou mal; récompense ou punition) ou par l'information quant à l'utilité de la réponse ou quant à sa valeur pour un but déterminé. L'association entre réponse et situation prend un sens du fait des conséquences de l'action ou de la réaction. La réponse elle-même prend un sens pour le sujet ou bien elle tient sa seule signification de la gratification que représente la forme du renforcement.

Un répertoire de réponses à maîtriser est présenté à l'élève. Ayant pris connaissance des différentes possibilités, le sujet est invité à reproduire sa réponse (un même type de réponse) et à poursuivre dans le même sens. Informé du fait que sa réponse est erronée le sujet est invité à se corriger: retourner en arrière et recommencer en donnant une réponse différente ou désapprendre la liaison erronée et instaurer ensuite la liaison admise (feedback).

Les apprentissages simples consistent en une association unique (6 x 7 = 42). Les apprentissages complexes sont décomposés en leurs éléments ordonnés selon les exigences de l'exécution de l'exercice ou de la tâche et chacun de ces éléments fera l'objet d'une association "stimulus-réponse". Il s'agit de compétences successives, cumulatives à exercer et à reproduire dans l'ordre et sous le mode indiqué. La séquence est bien définie en sa chronologie. On peut retrouver ici le modèle de l'analyse de travail sous l'angle des mouvements et des temps (taylorisme dans l'industrie). Il s'agit d'une voie unique pour parvenir au terme de la tâche ou de l'apprentissage (objectif fixé), cette voie étant censée être la plus efficace pour tous. La décompositon ou le fractionnement de la tâche ou du contenu à apprendre sont eux aussi supposés constituer l'idéal pour tout sujet ayant fait la preuve de certaines connaissances ou compétences de départ, prérequises pour l'apprentissage ou l'activité considérée.

Ainsi donc,

- la matière (la tâche: l'activité proposée) est analysée dans le plus grand détail (objectif final, objectifs intermédiaires);
- les éléments sont ordonnés selon le principe logique qui veut que l'on passe du simple au plus complexe, du connu au non-connu; que chaque élément se greffe sur la maîtrise de celui qui précède et qui lui-même inclut ceux qui le précéderaient. Il est certains savoirs où le lien logique entre éléments n'existe pas vraiment (c'est le cas de certaines informations; d'un corpus d'éléments tels le vocabulaire, la terminologie, certaines conventions, etc.); il s'agit d'un savoir cumulatif que le sujet intégrera selon d'autres principes que celui de la logique interne à la matière et qui sont étrangers à l'enseignement programmé (ex.: centres d'intérêts ou projets pédagogiques, compréhension et interprétation d'événements, etc.)
- la distance entre éléments successifs est de longueur aussi restreinte que possible pour assurer à un maximum de sujets la réussite dans le passage d'une étape à l'autre;
- chaque réponse (ou comportement observable associé au stimulus) est renforcée immédiatement pour "asseoir" dans la mémoire la trace établie à l'origine de l'automatisme ou du réflexe.

On remarquera qu'une telle conception requiert certaines compétences de celui qui prépare le programme:

a) à propos des réponses attendues des élèves:

- connaissance des objectifs finaux et intermédiaires à inscrire de façon opérationnelle, dans la séquence à apprendre (analyse logique de la matière ou de la tâche);
- présentation des situations entraînant la réponse avec une grande probabilité;
- représentation de la réponse afin de l'enregistrer, de la contrôler, de l'évaluer sans aucune ambiguïté, c'est-à-dire avec une objectivité maximale, avant de la renforcer et de la fixer;

- énoncé de la consigne ou présentation de la situation pour que le sujet comprenne ce qu'il lui est demandé de faire, sans qu'on lui suggère la réponse attendue.

b) À propos de renforcement:

- choix du mode d'information relative au caractère correct ou incorrect des réponses;
- choix du mode d'information quant à la signification des réponses particulières pour l'élaboration de l'objectif final.

On remarquera qu'il s'agit vraiment du modèle accompli de la didactique. L'enseignement programmé en est une opérationnalisation bien précise. On peut en faire la critique sous un angle double: selon ce qu'il est, concrètement, et selon le modèle dont il est une expression concrète.

Nous adopterons d'abord le point de vue de la critique du modèle didactique. Ce modèle privilégie l'acte d'enseigner par rapport à celui d'apprendre activement; il privilégie le produit de l'apprentissage par rapport aux processus de l'apprentissage; il privilégie la réceptivité (avec l'engagement qu'elle peut certes, éventuellement, supposer) par rapport à l'initiative dans l'acte d'apprendre; il privilégie la "convergence" dans l'élaboration de la connaissance, par rapport à la "divergence" que pourrait en représenter certains cheminements individuels conduisant au terme souhaité; il privilégie la démonstration du savoir par celui qui sait par rapport à la découverte méthodique de ce savoir. Sans doute ce modèle écarte-t-il certains risques d'erreur ou de perte de temps et se justifie-t-il pleinement pour certains objectifs. Sans doute est-il ainsi, en son principe, accordé à l'impératif de l'efficacité et du rendement. Mais ce serait compter sans la dynamique propre aux sujets humains en ce qu'ils ont de commun avec leurs pairs et en ce qui les caractérise individuellement.

Alors, comment situer l'enseignement conçu selon le modèle envisagé relativement à l'objectif fondamental "Apprendre à apprendre"? Deux considérations s'imposent: il faut souligner qu'apprendre à apprendre suppose

que l'on apprenne aussi quelque chose; le pouvoir mental, de même que la pensée divergente, tiendront leur optimisation du champ d'informations sur lequel ils peuvent s'appliquer. Si on peut affirmer que l'instruction n'inclut pas nécessairement la formation, on ne peut guère imaginer une formation sans information, sans instruction. Si l'on peut exclure un modèle qui n'assurerait que l'instruction, il faut tout autant exclure un modèle qui prétendrait former sans instruire méthodiquement.

Ainsi dirons-nous qu'il importe que le sujet découvre la nécessité d'une connaissance (d'un objectif) et qu'il soutienne son effort dans la recherche capable de la préciser et de la fixer. Le sujet utilisera ensuite, de façon appropriée - convergente ou divergente - les acquis qu'il a intégrés et intériorisés.

La programmation est de nature à assurer le passage de l'étape de la prise de conscience de la nécessité ou de l'utilité ou de la fonctionnalité de telle connaissance à l'étape de la maîtrise accomplie de celle-ci. Ainsi conçue, elle guide l'enseignement; elle est une référence pour l'aide à l'apprentissage (analyse de la difficulté rencontrée); elle est une méthode de la planification de l'auto-apprentissage; elle inspire l'évaluation intégrée à l'apprentissage ou parallèle à celui-ci. La programmation ainsi conçue est une "méthode". Elle ne se confond pas avec l'une ou l'autre des applications, qu'il s'agisse des livres programmés, des programmes pour machines à enseigner ou de l'enseignement (programmé) par ordinateur.

Ici, comme c'était le cas pour l'apprentissage assisté par ordinateur, l'enseignement programmé distribué par l'ordinateur intervient dans l'acte de formation ou dans l'intervention suscitant l'apprentissage, comme une aide inscrite dans un plan d'ensemble. Il peut être le médiateur, le remplaçant du maître, pour certains secteurs des apprentissages; pour guider la construction analytique d'un savoir après la période de compréhension syncrétique (isoler la notion d'un ensemble "global") et avant la synthèse ou l'utilisation des notions de façon originale, cohérente,adaptée, c'est-à-dire créative. Il peut intervenir dans la présentation d'exercices accompagnés de renforcements. Il serait à la fois mode d'exercisation et

mode d'évaluation lorsque certaines catégories d'objectifs sont concernées. Il s'agirait d'une aide programmée apportée à certains moments de l'apprentissage. En ce sens, le recours à un matériel programmé a sa place. La méconnaître serait tout aussi fâcheux que si l'on estimait cette place exclusive. Confier cet aspect à l'ordinateur ne s'impose pas, mais se justifie, à des conditions bien précises, que l'utilisateur devra apprécier.

L'enseignement, l'apprentissage guidé par le maître et l'auto-apprentissage peuvent grandement bénéficier de la méthode de programmation et des programmes élaborés jugés adéquats et dont la valeur a été prouvée par les faits.

4.2 Justification de la préférence éventuelle donnée à l'ordinateur dans l'enseignement programmé ou dans l'aide programmée à l'enseignement ou à l'apprentissage

4.2.1 Programme linéaire

Un programme linéaire est une séquence d'éléments suivie par chacun de ceux qui apprennent. Deux sortes d'informations sont données: les unes concernent la situation entraînant la réponse du sujet; les autres sont relatives aux réponses attendues auxquelles celles données par le sujet doivent être confrontées tout au long de la progression, avant de passer d'un élément au suivant. Les éléments sont logiquement liés, impliquant chacun une difficulté supplémentaire par rapport à ce que requiert le précédent.

4.2.2 Programme à embranchements

Un programme à embranchements fournit l'occasion de progressions diverses.

En cas d'erreur, l'élève n'est pas confronté une nouvelle fois à la question qui l'a occasionnée. Il est engagé dans une progression qui exploite l'erreur commise. On se réfère à l'erreur (sa modalité) pour

l'éliminer (désapprendre) et rejoindre la progression initialement prévue par le programme. Il s'est agi d'un "détour" dirigé.

Si le sujet répond toujours conformément à ce que prévoyait le programme, sa progression se fait selon une séquence linéaire.

On remarquera que l'auteur d'un programme linéaire peut se contenter de l'analyse logique de ce qui est à apprendre. Par contre, l'auteur du programme à embranchements doit avoir une connaissance large des réponses fautives probables, afin d'orienter la progression des élèves qui commettraient ces erreurs. Cette exigence évoque les conditions liées à l'élaboration des distracteurs (réponses possibles, alternatives offertes) des tests comprenant des questions à choix multiples.

4.2.3 Choix multiples

Il y a quelque 50 ans, Pressey envisagea l'application de la technique du multiple choix, en usage dans les tests, à un système d'auto-instruction. Une question est énoncée. La réponse est choisie parmi un certain nombre d'alternatives dont la probabilité est connue (voire également probable). Dans le test, le sujet identifie la réponse correcte. Dans l'apprentissage, l'élève "devine" la réponse et fixe l'association se révélant correcte. Il s'agit d'un apprentissage par "essai et erreur", impliquant soit un choix au hasard, soit un choix motivé par l'une ou l'autre raison que peut donner le sujet.

L'ordinateur a souvent repris ce modèle en jugeant le manque de sérieux des élèves répétant un choix qui leur a été mentionné comme erroné. Il a aussi aidé à présenter les questions à choix multiples conçues pour une évaluation objective, à lire les réponses et à comptabiliser celles estimées fausses, corectes ou omises.

On notera précisément que le "multiple choix" constitue une forme particulièrement adéquate si l'on veut un programme à embranchements, exploitant l'erreur. On notera aussi que l'exploitation de l'erreur est difficile sans le recours à l'ordinateur.

Il conviendra d'ajouter que le problème réel, du point de vue "technique", consiste dans l'étude des erreurs et la construction des distracteurs. Mais la critique plus fondamentale est introduite par la question relative à la validité de la technique du "multiple choix", pour l'enseignement, d'une part, pour l'évaluation, d'autre part. L'objectivité de l'évaluation est garantie mais, dans certains cas, les objectifs sont-ils vraiment contrôlés? Cette question sera traitée ailleurs.

4.2.4 Ordinateur, programmes linéaires ou à embranchements; multiple choix

Si le programme linéaire peut aisément s'accommoder du livre programmé ou de la machine à enseigner mécanique, le programme à embranchements ne peut guère être géré autrement que par ordinateur. Les réponses possibles sont inscrites dans la mémoire de l'ordinateur. La prise en charge des élèves vaudra ce que vaut l'éventail des réponses possibles qu'il peut gérer.

L'avantage de l'ordinateur réside donc dans l'évaluation des réponses, assortie des ajustements que celles-ci requièrent: retour en arrière pour la progression linéaire; ajustement dans une interaction inspirée par la nature des réponses pour la progresion à embranchements. L'évaluation est intégrée à l'enseignement; elle est "formative" de la démarche d'apprentissage. Elle concerne celle-ci dans un ensemble ou en certaines de ses étapes, selon le plan que l'on a fait pour l'utilisation de l'ordinateur.

5. Conclusions introduisant à de nouveaux développements

L'examen du problème de l'introduction de l'ordinateur à l'école débouche sur quelques conclusions introduisant à des problèmes à prendre en considération dans la formation des enseignants.

1. L'ordinateur prend sa place dans le cadre d'un modèle pédagogique où l'acte d'enseigner et l'acte d'apprendre ont une signification précise. Former à l'usage de l'ordinateur passe nécessairement par une étude approfondie du modèle au service duquel on mettra l'ordinateur ou

l'informatique. On évitera la démarche inverse au risque de devenir l'esclave de l'outil et de voir les fins ou les objectifs déterminés par la nature du moyen.

2. L'ordinateur est au service de l'enseignant ou de l'élève. À chacun de savoir ce qu'il lui demande; à chacun de savoir si, pour certaines tâches, il accepte que délégation soit donnée à l'ordinateur (enseignement par ordinateur ou certaines phases de l'apprentissage présentées et gérées par ordinateur). Les moments, les théories et les lois de l'apprentissage constitueront le cadre théorique implicite dans lequel inscrire les décisions de recourir ou non à telle ou telle technologie, pour quel propos et sous quel mode précis.

3. Quoi qu'on lui demande, l'ordinateur ne trouve sa place que dans un projet bien élaboré dans le détail: activité planifiée; objectifs finaux et intermédiaires bien fixés et opérationnalisés (observables); situations présentées selon certaines règles et renforcements prévus .. Son utilisation est loin de se confondre exclusivement avec la pratique de l'enseignement programmé, bien que celui-ci soit ordinairement évoqué et entretienne avec lui des rapports privilégiés (programmes à embranchements, évaluation, renforcements, feedbacks, utilisation du "multiple choix").

4. L'ordinateur peut aider à faire un apprentissage personnalisé (voir apprentissage assisté par ordinateur), mais le fait d'utiliser l'ordinateur pour l'enseignement programmé ne garantit pas l'individualisation de l'enseignement. En effet, l'enseignement programmé suppose une voie unique dans la progression linéaire, dans la progression à embranchements, mode unique de correction d'une erreur définie qui peut cependant s'expliquer de façon diverse pour différents sujets ... mais il est vrai que la notion de processus mental est exclue du modèle ... Les objectifs, mais aussi les démarches sont communs pour tous les "consommateurs" du programme. Quant au rythme, il n'est pas non plus nécessairement adapté aux caractéristiques individuelles. De plus, une lenteur excessive est parfois tolérée chez certains.

5. Le recours à l'ordinateur peut, selon ce que l'on attend de lui, privilégier soit la réceptivité et la "réaction" aux situations proposées; soit l'activité, la prise de décision et la prise de risque, l'autonomie dans l'action, la créativité. Tout dépend du plan général et du service demandé à l'ordinateur.

6. Dans certains cas, l'ordinateur permet une évaluation rapide, aisée, objective. Le problème de la validité de cette évaluation lui est étranger: à celui qui évalue de savoir si son évaluation concerne bien ce qu'il veut évaluer ... c'est-à-dire apprécie la réalisation des objectifs qu'il avait fixés à son enseignement ou à son apprentissage.

TABLE RONDE

BELGIQUE

Jean Donnay
Charles Duchateau
Facultés Notre-Dame de la Paix, Namur

Si on devait caractériser le développement de l'utilisation de l'ordinateur dans l'enseignement primaire et secondaire en Belgique à partir des modèles descripteurs des processus d'utilisation et de diffusion du savoir de Havelock, c'est sans doute le modèle intitulé "Interaction sociale" qui décrirait le mieux ce qui s'est passé et se passe encore actuellement en Belgique.

En effet, la transmission du savoir se fait plutôt de personne à personne, de groupe à groupe à travers un réseau de communication diffus. Les initiatives dans le domaine de l'achat du matériel sont prises aussi bien par des groupes d'associations de parents que par des directions particulières d'écoles que par des enseignants eux-mêmes qui ont décidé d'investir dans ce domaine. En ce sens, cette innovation pédagogique-technologique ne suit pas le même chemin que celui suivi par l'audio-visuel et l'enseignement programmé qui procédaient plus d'un modèle de type politico-administratif. En cela, l'expérience est intéressante. Ce sont plutôt les pouvoirs publiques et les pouvoirs organisateurs qui suivent le mouvement. En Belgique, il y a plusieurs réseaux d'enseignement, plusieurs pouvoirs organisateurs formant un tissu scolaire assez complexe; ce type de structure n'est sans doute pas étranger à l'état actuel de l'utilisation de l'informatique dans les écoles perçu par certains comme anarchique et par d'autres foisonnant (la nuance est importante).

Le Ministre de l'Éducation Nationale a décidé de créer un réseau de centres d'information sur l'enseignement et l'apprentissage assistés par ordinateur intitulé réseau O.S.E. (Ordinateur au Service de l'Éducation). Ces centres sont logés dans les universités francophones les plus importantes de la communauté française de Belgique avec à leur tête les

responsables des centres de pédagogie et de didactique expérimentale. Ces cinq personnes constituent un groupe directeur qui coordonne les actions de chacun des centres régionaux. Il s'agit du professeur L. Vandevelde, de l'Université Libre de Bruxelles (président); du professeur G. De Landsheere, de l'Université de l'État à Liège; du professeur L. D'Hainaut, de l'Université de L'Etat à Mons; du professeur J. Donnay, Facultés Notre-Dame de la Paix à Namur; du professeur A. Martegani, de l'Université Catholique de Louvain.

Chaque centre a la responsabilité d'une partie des réseaux scolaires (officiels et libres) suivant les régions qu'il occupe. Chaque centre est supposé répondre aux attentes d'environ 600 à 800 écoles en plus d'organismes culturels s'intéressant à l'introduction de l'informatique dans l'éducation.

Ces centres créés en avril 83 ont pour mission:*

1° de réunir et d'enrichir une documentation aussi complète que possible sur l'EAO;
2° de répondre aux demandes d'information émanant des écoles, des associations de parents et plus généralement de tout individu ou organisme s'efforçant de promouvoir l'éducation scolaire ou extra-scolaire;
3° d'organiser des démonstrations d'EAO;
4° de promouvoir la recherche dans ce secteur: selon les crédits disponibles, le réseau mettra en oeuvre progressivement:
   — la formation des demandeurs;
   — l'étude des normes à proposer en vue de l'agréation des didacticiels.

Pour que les centres puissent remplir cette mission sur une base sûre, selon l'objectif formulé par le Ministre, il était indispensable que l'action soit accompagnée d'une réflexion sur l'objet même de leur mission.

---

* Extraits du Rapport déposé au Ministre de l'éducation, M. Bertouille.

Il a paru au groupe directeur que cette réflexion devait être un des aspects fondamentaux de son rôle.

Dans une innovation majeure telle que l'introduction de l'ordinateur dans l'école, on pouvait craindre de voir s'affronter des conceptions incompatibles et surgir des difficultés irréductibles au moment du choix des perspectives à suivre et des cadres de référence à adopter. Bien au contraire, à travers les échanges entre les responsables du réseau OSE, s'est dégagée de manière rapide et évidente une grande communauté de vue entre les membres du groupe sur tous les sujets abordés.

Cet accord sur les principes essentiels a d'autant plus d'intérêt qu'il s'est manifesté spontanément dans un groupe de personnes provenant d'universités différentes, appartenant à des disciplines distinctes et possédant des expériences diverses.

Perspectives principales en matière d'enseignement et d'apprentissage assistés par ordinateur

Les principes issus de notre réflexion peuvent se résumer ainsi:

1. Les ordinateurs et en particulier les micro-ordinateurs peuvent apporter une contribution fondamentale à l'éducation et le moment est venu de les intégrer dans le système éducatif.

2. Cette contribution se traduit en particulier par:
- la possibilité de donner à l'élève l'occasion d'exercer des activités particulièrement significatives qu'il serait impossible de réaliser autrement (simulation, modélisation, représentations, complexes);
- l'individualisation (du feedback, des stratégies, de la progression);
- l'occasion donnée à l'élève d'accéder à des structures de pensées nouvelles;

- l'efficacité de l'outil lorsqu'il est utilisé;
- le contact de l'élève avec une technologie avancée qui constituera un élément déterminant de son futur environnant.

3. Il est essentiel de toujours prendre en compte la dimension psychopédagogique des problèmes relatifs à l'E.A.A.O. et ce serait une erreur lourde de conséquences de les considérer seulement sur le plan technique ou se limitant à des considérations sur la matière traitée.

4. Les trois principales sources de déboires et d'échecs dans l'introduction d'une innovation pédagogique sont:

- une mauvaise préparation du "terrain" qui doit accueillir l'innovation;
- une déficience en qualité et en quantité des contenus pédagogiques;
- une intégration mal étudiée ou ne prenant pas assez en compte les contraintes matérielles, organisationnelles, psychologiques et sociologiques du milieu d'insertion.

5. L'expérience acquise dans d'autres domaines a montré que le software pédagogique proposé par les producteurs de matériels est toujours insuffisant en quantité, inadapté à nos enseignements et le plus souvent de qualité contestable.

En ce qui concerne l'enseignement assisté par ordinateur, cette situation se reproduit et le danger de voir se répandre les didacticiels de qualité pédagogique médiocre est d'autant plus grand que la réalisation de bons didacticiels est très difficile et qu'il est, par contre, relativement aisé de faire illusion dans ce domaine.

Politique du Réseau "OSE"

A. Le domaine d'action du Réseau est essentiellement l'enseignement et l'apprentissage assistés par ordinateur sous quelque forme que ce soit, à tous les niveaux d'enseignement et quelles que soient les matières concernées.

B. La mission du Réseau "OSE" est de donner de l'information et d'assurer une formation. Actuellement, faute des ressources nécessaires, elle est limitée à l'information. Cette limitation a seulement un caractère provisoire. Le besoin de formation est évident, la demande est grande et il est d'ailleurs parfois difficile de situer où s'arrête l'information et où commence la formation. Ainsi donc, bien que n'étant pas encore pratiquée par les centres "OSE", la formation des enseignants en E.A.A.O. et en informatique de base pour l'éducation est une préoccupation constante du Réseau.

C. Le groupe-directeur estime qu'une coordination des actions en matière d'EAO est indispensable si on veut éviter les gaspillages de ressources, l'incompatibilité des matériels et des didacticiels ainsi que l'inefficacité des actions. Il ne s'agit évidemment pas d'imposer un seul type de matériel ou un seul langage mais de favoriser une concentration des efforts sur quelques types de machines et quelques langages et d'assurer une certaine coordination, ne fût-ce qu'au sein de la même école.

D. La mise en oeuvre sur le terrain de l'E.A.A.O. pose de nombreux problèmes de nature opérationnelle et soulève de nombreuses difficultés. Il est dans la mission du Réseau "OSE" de promouvoir des recherches et de participer à des études qui feront apparaître plus clairement les questions et guideront les responsables dans le choix des solutions. L'importance et la portée de ces recherches requièrent le regroupement et l'harmonisation des efforts d'équipes universitaires qui ont acquis, par leurs recherches fondamentales et aussi en raison de leurs activités de développement antérieures, une vue claire et équilibrée des potentiels de l'ordinateur pour la pratique éducative.

E. La mission de chacun des centres a été précisée par le groupe-directeur de la manière suivante.

Les centres du réseau "Ordinateur au Service de l'Éducation" offrent les services suivants:

1. Ils mettent à la disposition des enseignants:
   - des micro-ordinateurs que les enseignants peuvent essayer avec l'aide d'une personne compétente;
   - des ouvrages à consulter sur place sur l'enseignement et l'apprentissage assistés par ordinateur, les ordinateurs et les langages de programmation;
   - des exemples de "didacticiels" c'est-à-dire de programmes d'enseignement ou d'apprentissage assistés par ordinateur;
   - des fichiers bibliographiques sur les essais et expériences tentés dans les écoles belges et étrangères, la théorie et la pratique de l'enseignement et de l'apprentissage assistés par ordinateur, la recherche en cette matière.

2. Des personnes-ressources compétentes fournissent aux enseignants des renseignements ou des conseils ou répondent à leurs questions dans les domaines suivants:

- l'utilisation de l'ordinateur comme moyen d'enseignement,
- l'emploi de l'ordinateur comme moyen d'apprentissage,
- le choix d'un matériel,
- le choix de didacticiels,
- l'élaboration de didacticiels,
- les possibilités de formation,
- la recherche en matière d'utilisation de l'ordinateur dans l'éducation.

3. Ils organisent des séances générales d'information et, dans la mesure du possible, peuvent se rendre sur place.

4. Les centres du réseau "Ordinateur au Service de l'Éducation" travaillent en collaboration étroite et publient des brochures susceptibles d'aider les enseignants dans leurs initiatives. Ils collecteront les informations provenant des établissements d'enseignement (besoins, projets, réalisations) afin de les répertorier et de les faire connaître à la communauté éducative. La stratégie générale utilisée par le Réseau O.S.E. peut être qualifiée de normo-rééducative voire de résolutions de problèmes, dans

la mesure où comme on peut le constater d'une part, il tend à répondre à des problèmes posés par la communauté éducative et d'autre part, prend des initiatives afin de stimuler les membres qui la composent. En outre, le réseau O.S.E. a pour mission d'établir des liaisons entre les différents partenaires de la communauté éducative susceptibles d'échanger leurs expériences, leurs productions afin d'en faire profiter le plus grand nombre. Après une année de travail, on peut tirer les leçons suivantes.

Les centres OSE ont servi de carrefours, où inspecteurs, chefs d'établissement, enseignants, parents et universitaires ont pu se rencontrer et échanger leurs questions, leurs attentes, leurs informations à propos des utilisations pédagogiques de l'ordinateur. Le réseau a également permis de mieux faire connaître les travaux réalisés dans les universités en matière de technologie de l'éducation, et d'orienter bon nombre d'enseignants vers des formations adaptées à leurs souhaits.

Si l'on considère le nombre et la variété des demandes adressées aux centres, il semble que la création du réseau OSE réponde bien à un besoin profond de la communauté éducative. L'ampleur de la demande a dépassé les prévisions. Les centres se sont vus poser des questions à la fois sur les matériels, sur les logiciels et les didacticiels, sur l'organisation d'un environnement pédagogique intégrant l'ordinateur.

Les ressources mises à la disponition du réseau ont à peine suffi à répondre aux questions et à réunir les informations nécessaires pour étayer les réponses. Les ressources allouées n'ont malheureusement pas permis d'accéder à toutes les demandes qui succédèrent tout naturellement aux premières informations.

Des chefs d'établissement et des enseignants souhaitent que les centres OSE organisent des animations dans leurs écoles; des associations de parents désirent également recevoir des chercheurs pour des débats et des démonstrations.

Bref, il existe une forte demande de décentralisation des activités.

De nombreux enseignants souhaitent pouvoir suivre des formations approfondies qui portent à la fois sur les techniques de programmation et sur les utilisations éducatives de l'informatique.

Les enseignants qui se sont déjà lancés dans la création de didacticiels sollicitent une aide à la fois technique et pédagogique pour la mise au point de leurs programmes.

Les enseignants qui seraient prêts à recourir aux utilisations pédagogiques de l'ordinateur demandent qu'on leur fournisse des programmes adaptés à leurs disciplines et qu'on les aide à exploiter au mieux les possibilités de cette nouvelle technologie de l'éducation.

S'ils disposaient des ressources suffisantes, les centres OSE pourraient sans aucun doute apporter des réponses à chacune de ces demandes. Le programme est certes vaste, mais comment mener une action cohérente sans négliger aucun de ces aspects?

Il conviendrait en tout cas que le réseau OSE puisse poursuivre sa mission d'information, plus que jamais nécessaire. Cette action devrait pouvoir s'identifier et s'élargir aux domaines suivants.

- Formation: il s'agirait d'offrir aux enseignants des formations spécifiquement adaptées à leurs besoins pédagogiques.

- Assistance aux enseignants: créer des programmes, utiliser l'ordinateur en classe sont des entreprises difficiles, où les meilleures volontés peuvent s'émousser faute d'un soutien adéquat. Les centres OSE devraient pouvoir offrir aux enseignants des ressources matérielles et humaines qui facilitent leurs initiatives novatrices.

- Stimulation de la création et de l'utilisation de didacticiels de qualité: à l'heure actuelle, les bons didacticiels sont encore

rares, et il serait illusoire de demander à chaque enseignant de reconstruire tous ses outils.

Ici quelques mesures d'urgence s'imposent:

a) Construction d'une banque de didacticiels existants; chacun de ceux-ci serait évidemment accompagné d'une fiche éducative.

b) Création de didacticiels de démonstration dans diverses disciplines, afin d'illustrer les diverses utilisations pédagogiques de l'ordinateur et de stimuler la créativité des enseignants. Ces programmes seraient réalisés en collaboration avec des spécialistes de diverses matières (universitaires, inspecteurs, enseignants).

c) Mise en place de structures assurant la diffusion la plus large possible des didacticiels existants. Cet objectif, vu la diversité des machines utilisées et leurs incompatibilités, nécessiterait que la "transportabilité" des programmes soit accrue.

- Équipement d'un bus qui faciliterait la mise sur pied d'animations décentralisées.
- Lancement d'actions de promotion des utilisations pédagogiques de l'ordinateur. Il s'agit ici de s'inspirer des actions entreprises dans d'autres domaines de l'activité informatique pour stimuler la créativité des utilisateurs. Il est proposé d'organiser un concours de didacticiels, ouvert à tous les enseignants, dont le jury serait constitué des membres du centre OSE et d'experts extérieurs. Les importateurs de matériel, avec lesquels le réseau a noué de bons contacts, seraient sollicités pour fournir les prix de ce concours.

Des recherches centrées sur le recueil d'informations lors de la mise en oeuvre de l'innovation pédagogique que constitue l'utilisation de l'informatique à l'école sont actuellement en préparation et devraient être opérationnelles dans les mois qui viennent. Ajoutons en terminant qu'il est difficile de faire une estimation correcte du taux d'utilisation de

l'informatique à l'école mais on peut avec une certaine assurance affirmer que l'emploi de l'informatique à l'école est largement minoritaire (didacticiels pauvres, matériel peu nombreux, anxiété provoquée par cette technologie, etc.). Cette situation tend à se modifier progressivement mais il ne faut pas s'attendre à un renversement de la situation dans un avenir immédiat. Nous pensons d'ailleurs qu'il ne faut pas brusquer les choses. Car en définitive, c'est l'enseignant lui-même au sein de sa classe qui finalement décide ou non d'innover.

FRANCE

R. Moré
Université Toulouse, Le Mirail

I. Histoire récente de l'enseignement assisté par ordinateur*

Vers la fin des années 60, il y a eu en France, dans les universités principalement, des expériences d'enseignement programmé sur ordinateur. Elles ont pris fin sur un constat d'échec: lorsque les professeurs de lycée, en collaborant avec les universitaires, ont voulu appliquer ces techniques avec leurs élèves, le rejet a été massif. Les reproches de rigidité, de pauvreté et finalement d'inefficacité ont été unanimes, ils ont mis un terme à ce type de recherche.

En 1970, par ailleurs, une expérience, dite des 58 lycées a été réalisée. Elle consistait à doter chacun de ces lycées d'un ordinateur moyen équipé de terminaux, et à former à la technique informatique des enseignants aussi bien littéraires que scientifiques. Cette expérience s'est poursuivie jusqu'en 1980, mais dès 1976 l'INRP (Institut National de la Recherche Pédagogique) était chargé de son évaluation. Il tirait un bilan tout à fait positif, mettant l'accent principalement sur l'utilisation pédagogique de l'ordinateur à travers l'ensemble des disciplines, plutôt que sur l'enseignement de l'informatique comme un matière autonome.

En 1980, plusieurs éléments venaient modifier la situation:

. La notion même d'E.A.O, qui au début des années 70 était timidement avancée, avait désormais pris du corps et on assistait à une nouvelle floraison d'applications. Cependant, par rapport à 1970, la problématique avait changé: l'expression d'E.A.O. confirmait le rôle d'appoint de l'ordinateur, sa contribution seulement partielle dans le processus d'apprentissage.

---

* Dans la suite de ce texte, E.A.O. sera mis pour Enseignement assisté par Ordinateur.

. Le développement de la micro-informatique permettait d'envisager l'équipement des établissements à un coût très inférieur. Il en résultait l'opération dite "des 10 000 micro-ordinateurs" dans l'enseignement secondaire.

. L'apparition de nouveau terminaux informatiques plus commodes que les anciennes machines à écrire permettait une communication beaucoup plus souple avec l'ordinateur et semblait mieux adapter celui-ci à l'enseignement.

. Les progrès des techniques informatiques aussi bien dans le domaine des logiciels que dans celui des matériels semblaient ouvrir de nouvelles voies dans l'utilisation pédagogique des ordinateurs.

Tous ces éléments nouveaux ont réellement renouvelé la problématique de l'E.A.O. Ainsi en 1984, il existe en France un grand nombre de recherches, d'applications, d'expériences. Les pouvoirs publics ont pris des initiatives très importantes, mais aussi les sociétés d'édition. Il semble que l'E.A.O. qui, à ses débuts, intéressait les seuls pédagogues et informaticiens, soit devenu désormais un enjeu économique.

II. Domaines d'utilisation et formes de l'E.A.O. en 1984

1. Les types d'E.A.O.

Nous trouvons d'abord le mode tutoriel, c'est l'ancien enseignement programmé. Des informations sont apportées (des items), puis des questions ou des exercices sont présentés et la qualité de la réponse (fournie le plus souvent selon le mode QCM) entraîne un certain déroulement du didacticiel*

Les didacticiels d'entraînement (drill and practice) sont extrêmement nombreux. Ils combinent principalement les exercices à trous et les QCM pour la reconnaissance des réponses.

---

* Un didacticiel est un programme informatique à but pédagogique.

La simulation donne lieu à de nombreuses réalisations depuis la simulation de machines (ordinateurs, commandes d'avion, etc.) jusqu'à la simulation de situations (décision de gestion, diagnostic médical, etc.).

Dans les programmes d'aide, l'ordinateur permet des calculs (statistiques sur un texte par exemple) ou des actions (coloriage d'un dessin), il s'agit alors de "travail assisté par ordinateur".

Ces quatre types d'E.A.O. se rencontrent isolément ou en combinaison dans des situations où le guidage est lui-même dosé.

Il faut ajouter à ces catégories, les expériences d'utilisation du langage LOGO. Ce langage d'accès très facile permet la construction d'algorithmes de dessin: il donne lieu à de très nombreuses expérimentations, de l'école maternelle jusque dans les collèges.

2. Matières donnant lieu à E.A.O.

On pouvait penser que les matières où le formalisme mathématique tient une place importante serait tout le champ d'application de l'E.A.O.

En fait, il n'en est pas ainsi. Non seulement dans l'étude du français ou des langues vivantes et du latin, mais aussi dans des matières telles que la géographie, les sciences économiques, les sciences naturelles, il y a eu de nombreuses réalisations.

Au-delà des matières de l'enseignement classique, on trouve toutes les simulations d'appareils ou de systèmes (circuits électriques, postes de surveillance d'installations, etc.) qui fournissent souvent d'excellentes machines d'entraînement.

Des didacticiels ont aussi été réalisés pour l'entraînement des réactions psychomotrices: la lecture rapide, la compréhension rapide, l'enchaînement rapide de commandes sont des domaines de choix pour l'E.A.O. En effet, les applications citées semblent difficilement réalisables sans l'intervention de l'ordinateur.

3. Populations concernées

Toutes les populations scolaires et étudiantes sont concernées par l'E.A.O.: on doit quand même noter une prépondérance des applications du niveau du collège ou du lycée.

Il avait d'abord paru que deux populations semblaient plus particulièrement concernées: le public des enfants handicapés et celui de la formation permanente. Il ne semble pas, à ce jour, qu'il y ait une production spécialisée très importante.

III. Quelques grands traits de la situation actuelle

1. Le CNDP et les enseignants

Après l'expérience des 58 lycées et dans le cadre de l'opération des 10 000 micro-ordinateurs, le CNDP a réalisé la centralisation, la standardisation et la diffusion des didacticiels.

Ainsi, il est actuellement possible d'avoir accès à des didacticiels portant sur toutes les matières classiques; ces programmes sont disponibles dans tous les CNDP et diffusés dans les établissements qui ont l'équipement matériel correspondant.

Ces programmes, qui sont techniquement très au point et traitent aussi bien de sujets très classiques (l'utilisation de l'article défini en anglais par exemple) que de thèmes plus originaux (conte à déroulement multiple de Queneau) suscitent cependant des réactions de déception chez les enseignants: ils laissent peu d'initiative à l'élève et ils permettent bien peu de chose qui ne serait réalisable avec un matériel moins coûteux (manuel ou autre).

2. Les actions des éditeurs

Par delà le marché de l'éducation nationale, il existe une autre clientèle, celle du grand public. C'est pourquoi les éditeurs ont mis en place une politique de conception et de réalisation de programmes d'enseignement. Pour n'en citer que deux, on peut mentionner Hachette qui joue la carte du langage d'auteur EURIDIS (langage de programmation simplifié permettant aux non informaticiens de créer des didacticiels) et Nathan qui lors de la rentrée scolaire 1984 proposera toute une gamme de didacticiels éducatifs. Cet éditeur semble avoir privilégié l'aspect ludique, très à la mode en France, qui, s'il rend l'utilisation plus attrayante, n'est pas d'une efficacité assurée, en ce qui concerne l'apprentissage.

3. La recherche universitaire

De nombreuses recherches ont eu lieu dans diverses universités, mais le projet de recherche le plus développé a été réalisé au laboratoire O.P.E (ordinateur pour étudiants) de l'Université de Paris VII sous la direction du professeur Le Corre. Plusieurs centaines de didacticiels, pour une large gamme de disciplines, ont été réalisés puis utilisés avec plusieurs dizaines de milliers d'étudiants. Ils sont écrits à l'aide d'un langage d'auteur et mis en oeuvre sur un ordinateur central auquel sont connectés des terminaux.

Ce système est une très grosse réalisation: outre l'accès à des centaines de didacticiels différents, il permet des réponses très libres de la part de l'étudiant et enregistre pour chaque utilisateur le chemin suivi, les réponses, le nombre de réponses justes, etc.

Le système mis en place à l'O.P.E. est opérationnel depuis 1968 mais n'a pas cessé d'être utilisé , amélioré, étendu et les universitaires ont toujours eu le souci de mener une réflexion didactique en rapport avec leur progession technique. Ce laboratoire est probablement en France celui qui possède le plus d'expérience en E.A.O.

4. L'action des pouvoirs publics

Elle est très importante et a pris diverses formes. Nous avons vu que le CNDP menait à bien diverses actions de centralisation, d'information, de diffusion.

Les pouvoirs publics principalement par l'intermédiaire de l'Agence pour le Développement de l'Informatique soutiennent la réalisation d'un langage d'auteur, le système DIANE qui sera ensuite largement diffusé à travers tout le réseau de l'éducation nationale. Ceci permettra sur une grande échelle la réalisation et la diffusion d'un grand nombre de didacticiels.

Le Ministère de la Recherche et de l'Industrie soutient un projet national d'E.A.O. où sont impliquées toutes les industries intéressées. Cela doit déboucher sur une véritable industrie des didacticiels.

Les pouvoirs publics ont aussi une politique d'équipement très prometteuse:

. Dans les trois (3) ans qui viennent, ils se sont engagés à placer 100 000 micro-ordinateurs dans les écoles élémentaires.
. Ils viennent tout récemment de décider d'équiper en micro-ordinateurs et vidéo-disques tous les collèges et lycées.

Il y a donc en France une politique très ambitieuse. On voit cependant qu'il s'agit d'un enjeu économique au moins autant que d'un enjeu pédagogique.

IV. Les perspectives, aperçus critiques

L'échec, en 1970, de l'enseignememt programmé sur ordinateur était dû principalement à la faiblesse des analyses pédagogiques réalisées à cette époque.

D'une part, on essayait de faire prendre à l'ordinateur la totalité du rôle de l'enseignant, d'autre part à cette époque, l'ordinateur était simplement un instrument de calcul, avec des procédures de communication très sommaires.

Actuellement la situation est beaucoup plus favorable. L'informatique a fait d'énormes progrès:

. L'ordinateur est devenu un remarquable outil de communication.

. L'apparition et le développement de langage d'auteur permet aux pédagogues d'écrire eux-mêmes leurs didacticiels.

. Les logiciels et les matériels offrent de plus grandes possibilités: les écrans sont très élaborés (couleur, vidéo, tactiles), les techniques de synthèse de la parole, de vidéo-disque offrent de nouvelles possibilités.

. L'ambition des pédagogues est beaucoup plus limitée: l'E.A.O. n'est plus qu'un moment de l'apprentissage. Pourtant, et cela peut paraître étonnant après presque vingt ans d'utilisation de l'ordinateur dans l'enseignement, les questions de fond relatives à l'E.A.O. n'ont toujours pas de réponse. Citons-en seulement quelques-unes.

. Lorsqu'un élève suit une séquence d'E.A.O., l'hypothèse d'apprentissage (le plus souvent implicite) est-elle vérifiée?

. Est-il possible d'apporter des connaissances nouvelles dans une séquence d'E.A.O.? Si oui, lesquelles? Sinon, l'E.A.O. est-il intéressant pour le contrôle des connaissances ou leur révision? Peut-on l'utiliser pour faire du sur-apprentissage?

. Lorsqu'un élève suit une séquence d'E.A.O., les activités intellectuelles suscitées sont-elles de nature à assurer l'apprentissage?

En simulation:

. L'élève devient-il familier du phénomène simulé ou du simulateur?

. Le modèle simulé est-il intéressant malgré l'abstraction, la réduction du phénomène?

. Certaines manipulations (en physique, en chimie) mobilisent les sens de l'élève (tactile, olfactif, etc.), ne faut-il pas absolument éviter de mettre cela sur ordinateur?

On pourrait allonger la liste des questions qui n'ont pas été encore abordées. En fait, toute la psychopégagogie de l'élève devant un terminal d'E.A.O. reste à faire. De même, certains schémas importants en E.A.O. doivent être mis à l'épreuve de procédures de validation du type de celles utilisées en pédagogie expérimentale. Tant que ces problèmes de fond n'auront pas été traités, les risques d'échec demeureront très importants.

Il faut y ajouter les problèmes d'utilisation des appareils, d'adaptation des enseignants. L'informatique est une technique délicate qui peut être impénétrable pour le non-initié. En France en ce domaine, un gros effort a été fait et se poursuit: des milliers d'enseignants ont été formés, d'autres sont en cours de formation. Malgré cela l'adaptation au matériel informatique demeure problématique.

À ce jour, alors que ces questions réellement centrales n'ont pas été posées, il y a en France une véritable course à l'équipement en matériel et en logiciel. L'enjeu industriel et économique est tel que l'on peut craindre que les problèmes de fond relatifs à l'E.A.O. soient esquivés et que seul le temps sépare le bon grain de l'ivraie.

V. Quel avenir pour l'E.A.O.?

Nous l'avons vu, en France, les pouvoirs publics jouent pleinement la carte de l'ordinateur outil pédagogique. L'équipement des établissements d'enseignement accompagne ce choix.

Il faut noter aussi que l'enseignement de l'informatique a fait son entrée dans les classes de seconde à titre expérimental.

Il est probable que seront menées de pair les deux lignes:

— l'enseignement de l'informatique,

— la pratique de l'E.A.O.

L'avenir de l'informatique dans les collèges et les lycées nous paraît assuré. Il n'en va pas de même et de fort loin pour l'E.A.O., pour, au moins, les raisons exposées plus haut. Il nous paraît donc important qu'à ce jour les pédagogues fassent des recherches, prennent la parole et disent leur opinion très fort, les informaticiens ayant déjà largement dit la leur.

QUÉBEC

Louise Dubuc
Ministère de l'Éducation, Québec

En lançant un plan d'action sur l'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques, le Gouvernement du Québec a affirmé, en juillet 1983, son intérêt pour les travaux des pionniers et manifesté sa volonté de voir s'intensifier le mouvement dans toutes les institutions éducatives. Les déclarations officielles ont reçu une grande publicité dans les divers média et soulevé de vives discussions dans tous les milieux. De ces échanges d'idées, enthousiastes aussi bien que polémiques, il ressort aujourd'hui un résultat très marqué. En l'espace de quelques mois, les ordinateurs se sont faits plus nombreux dans les écoles et la diversité de leurs utilisations va chaque jour en s'accroissant. C'est un rapide survol de cette diversité que je vais présenter pour essayer ensuite d'en extraire les lignes de force de notre appropriation de l'ordinateur en classe.

L'ordinateur au nivau primaire

On compte environ 1 500 ordinateurs dans les quelque 2 000 écoles primaires de la province. C'est donc dire qu'il n'y en a pas encore partout et qu'on a encore du chemin à parcourir avant que chaque enfant n'y accède régulièrement. Là où ils existent cependant, on remarque que les appareils sont utilisés avec une certaine originalité sur le plan pédagogique. Certaines expériences particulières constituent même, au moins potentiellement, les modèles d'intervention didactique du futur.

Tout d'abord, Logo. Il n'est plus surprenant pour personne d'entendre accoler les mots tortue et petite école. Depuis que Logo est accessible sur les micro-ordinateurs, il semble même qu'il soit pour certains l'unique logiciel qui permette de tirer parti des appareils au primaire. Cette idée, très répandue dans le monde occidental, a aussi une certaine vogue au Québec.

Plusieurs enseignants au primaire se servent de Logo pour amener agréablement les élèves à se sensibiliser à l'ordinateur. En laissant des enfants réaliser de simples projets de dessin avec la tortue, ils créent déjà les conditions dans lesquelles les élèves apprendront à manipuler un langage de programmation, à construire des procédures réutilisables, à analyser et découper leur problème en sous-problèmes. Ils acquerront aussi l'habitude de redresser leur cheminement intellectuel si, à tout hasard, les morceaux du dessin ne se composent pas de la façon escomptée.

Quelques enseignants plus aguerris à la puissance de Logo proposent à leurs élèves des projets qui s'appuient sur le traitement de listes. Certaines classes, par exemple, s'engagent ainsi dans des activités de génération de poésie par ordinateur qui sont des occasions d'une double réflexion sur le langage de la machine et sur celui de l'humain.

L'intérêt que présente Logo pour l'apprentissage des mathématiques a aussi amené plusieurs enseignants à développer ce type d'application.

On trouve un autre usage très répandu de l'ordinateur au primaire: celui de la manipulation des logiciels ouverts que sont le traitement de texte, le chiffrier électronique, les logiciels de communication. Le traitement de texte est un outil autour duquel peuvent s'articuler de nombreuses activités pédagogiques. La rédaction d'un journal d'école ou l'édition d'un collection de nouvelles en sont des exemples. Ces activités intéressent les enfants au plus haut point et leur donnent l'occasion de tenir des rôles sociaux qu'ils ont appris à priser: ceux de reporter, d'écrivain, de publiciste. Grâce au logiciel de traitement de texte, les enfants incarnent ces rôles avec d'autant plus de plaisir que la manipulation de la langue ne prend plus alors l'allure d'une feuille raturée, maculée de colle ou de liquide correcteur ou tristement perforée par l'abus de gomme à effacer. Sous des aspects ludiques non négligeables, l'élève, en plus d'apprendre un éventuel métier, se résigne plus aisément que jadis à maîtriser la pénible orthographe et la fastidieuse syntaxe. Mieux, il apprend à relire son texte avec un oeil critique pour en scruter la qualité sémantique. À ces apprentissages cognitifs, s'ajoutent aussi tous les apprentissages sociaux qui découlent de l'utilisation d'un traitement de texte dans

un but collectif. Le partage du travail, la critique constructive du résultat d'un pair, la discussion générale sur la signification d'un sujet littéraire peuvent tous se retrouver dans la rédaction en commun, d'un roman d'aventure par exemple.

Le chiffrier électronique a aussi la faveur de beaucoup des enseignants du primaire. Des logiciels comme Visicalc, Multiplan, Lotus 1-2-3 sont détournés quotidiennement de leur visée originelle pour servir à des fins pédagogiques. Alors que ces logiciels sont d'abord conçus pour automatiser les longs calculs des prévisions budgétaires, il est possible de les utiliser pour, prioritairement, organiser des informations et les manipuler. Par exemple, rien n'interdit de charger les cellules du chiffrier avec des informations structurées en lignes et en colonnes auxquelles on accédera ensuite par simple appel de données comme dans un tableau à double entrée. Pourquoi ne pas décider d'inscrire en abscisse tous les animaux du Québec et en ordonnée leur habitat? Une telle utilisation du chiffrier représente une puissante idée: l'organisation des données entraîne souvent un examen des caractères qui composent un concept et le retrait sélectif des informations permet de faire d'intéressantes comparaisons entre ces dernières.

Le logiciel de communication, couplé à l'un ou l'autre des précédents, offre aussi l'occasion d'activités pédagogiques enrichissantes. Une expérience menée au primaire dans la région de la Beauce a permis de mettre en liaison des élèves français et québécois. Outre que ce projet a suscité une appropriation enthousiaste de l'ordinateur et de ses logiciels, sans subordonner la première familiarisation à l'apprentissage d'un langage de programmation, il a provoqué chez les élèves une série d'apprentissages scolaires essentiels. Pour communiquer avec leurs collègues français, les élèves québécois ont entrepris des projets de recherche portant sur l'histoire, la géographie, l'environnement industriel de leur région. Ils ont même découvert avec étonnement les différences qui démarquent les deux systèmes éducatifs.

Les exemples précédents illustrent une certaine tendance très marquée au Québec à utiliser au primaire des logiciels d'application en dehors et

au-delà des prévisions de leurs concepteurs. Les avantages de cette façon de faire sont évidents. D'une part, l'économie de ce système: il y aura autant de manières d'employer un même logiciel qu'il y aura d'idées d'activités pédagogiques à conduire; d'autre part, la polyvalence du système: le même logiciel peut aider à passer en douce des contenus scolaires variés, rébarbatifs quand ils sont abordés de manière traditionnelle.

L'ordinateur au niveau secondaire

On dénombre aujourd'hui environ 6 500 micro-ordinateurs dans les 550 écoles secondaires québécoises. Ils servent principalement à l'enseignement de l'informatique dans le cours I.S.I., offert en option aux étudiants de secondaire IV et V (16-17 ans). Ce programme d'introduction à la science de l'informatique offre certaines particularités qui le distinguent des cours d'informatique habituels. Tout d'abord, ses objectifs ne sont pas de former les élèves à une discipline professionnelle mais plutôt de les familiariser assez empiriquement avec la science de l'informatique par le biais de l'apprentissage d'un langage de programmation. Contrairement aux programmes d'études des autres provinces ou pays, le programme I.S.I. n'est lié à aucune machine ou langage de programmation particuliers. De plus, la démarche selon laquelle l'élève acquiert la connaissance est moins liée à un enseignement progressif et canonique qu'à un apprentissage individualisé des concepts qui apparaissent nécessaires à chaque étudiant.

Ce renversement de vapeur par rapport aux autres programmes d'études de l'informatique au secondaire est déterminé par l'approche pédagogique particulière à I.S.I. Plutôt que de recevoir un enseignement de groupe, chaque étudiant apprend ce qui est requis pour la réalisation de son projet de programmation personnel. À l'expérience, cette formule pédagogique répond parfaitement aux besoins de chaque étudiant sans en léser aucun quant à la quantité et à la qualité des apprentissages. En effet, le projet personnel est l'occasion d'une recherche qui rapproche beaucoup les élèves les uns des autres pour partager la connaissance de l'ordinateur et du langage de programmation. En même temps, le projet laisse à chacun le loisir de définir le niveau d'approfondissement et de raffinement auquel il veut parvenir.

La très forte croissance de la clientèle du programme I.S.I. au cours des deux dernières années (3 000 en 82-83, 18 000 en 83-84) a presque surchargé les ordinateurs des écoles secondaires. C'est pourquoi il est difficile de parler d'autres tendances très prononcées dans l'utilisation des appareils ou de relater des expériences particulièrement marquantes dans d'autres disciplines. On sait, cependant, que les adolescents utilisent volontiers les logiciels de traitement de texte quand ils en ont la chance, ne serait-ce que pour s'épargner la recopie du brouillon de leurs travaux personnels.

Au niveau collégial

Près de 2 500 micro-ordinateurs équipent les 46 collèges d'enseignement général et professionnel (cegeps) du Québec. On les utilise en grande partie pour former les étudiants aux professions de l'informatique. Dans ce vaste domaine, on peut souligner une innovation québécoise au plan des programmes d'études: la concentration technologie de système du collège de Ste-Thérèse, qui forme des techniciens d'un nouveau genre, capables d'intervenir dans l'industrie de l'informatique avec une double compétence dans le matériel et le logiciel. Dans un monde où le "firmware" est de plus en plus considéré comme une option industrielle alléchante, ces personnels de l'informatique occupent une position de choix sur le marché du travail.

Au niveau collégial, l'ordinateur est aussi très présent dans les autres concentrations professionnelles. On l'y utilise comme un simple calculateur ou comme un outil indispensable dans toutes les disciplines où les progiciels sont nombreux et diversifiés. C'est le cas de tous les cours offerts en gestion et en techniques administratives, par exemple.

Au niveau universitaire

Le parc des ordinateurs est presque impossible à évaluer au niveau universitaire au Québec et ce, d'autant plus qu'on y trouve des appareils de tout acabit. Le phénomène informatique à l'université est d'ailleurs moins récent et moins brutal que dans les autres institutions éducatives,

dans la mesure où la tradition de recherche s'appuie depuis longtemps sur des calculs sophistiqués exigeant les ordinateurs.

On remarque cependant un très sensible accroissement de l'informatisation dans les facultés d'éducation depuis quelques années. Non pas tellement que l'ordinateur y soit utilisé pour l'enseignement et l'apprentissage des étudiants universitaires mais plutôt parce qu'on apprend de plus en plus à s'en servir pour créer du matériel didactique à l'intention des étudiants des autres niveaux d'enseignement. Cette évolution, spécifique surtout aux programmes de technologie éducative, est porteuse de plusieurs promesses. Premièrement, les futurs technologues de l'éducation apprennent ainsi à maîtriser une technologie d'avenir; deuxièmement, ils sont amenés à approfondir leur savoir des théories de l'apprentissage; troisièmement, ils redécouvrent eux-mêmes et remettent en valeur les connaissances des théoriciens de la didactique.

Lignes de force de l'appropriation de l'ordinateur à l'école

Cette dernière utilisation de l'ordinateur comme outil de conception de didacticiels termine le portrait schématique de l'utilisation de l'ordinateur dans l'enseignement au Québec. Il me reste maintenant à en extraire les lignes de force de notre appropriation du phénomène dans l'ensemble du système éducatif.

Un premier constat s'impose. Vous l'avez sans doute remarqué: je n'ai pas parlé de l'utilisation de l'ordinateur comme outil d'enseignement direct. Ce n'est pas pour suggérer un quelconque manque d'intérêt pour ces utilisations. Je crois au contraire qu'elles appartiennent à un certain futur de l'ordinateur à l'école, comme je l'indiquerai tout à l'heure. Si je n'en ai pas parlé, c'est que cette utilisation n'émerge presque pas dans notre environnement éducatif. L'ordinateur sert surtout à l'enseignement de l'informatique et à l'organisation d'activités pédagogiques impliquant des progiciels.

On peut avancer plusieurs hypothèses pour expliquer ce phénomène. La première est, sans conteste, la relative pénurie des logiciels éducatifs en

français, en particulier dans un contexte de marché segmenté par la diversité des appareils. Que cette pénurie soit attribuable à un certain mépris des enseignants pour des produits dans la lignée de l'enseignement programmé ou à un manque de concepteurs- pédagogues compétents reste encore mystérieux. Seul l'avenir pourra dissiper les doutes à ce sujet.

La deuxième hypothèse touche les enseignants. Bien que le mouvement de l'utilisation de l'ordinateur gagne du terrain, on constate encore quelques réticences chez certains enseignants qui se sentent menacés dans leur statut de détenteurs de savoir par l'ordinateur, moyen d'enseignement.

La troisième hypothèse concerne les outils eux-mêmes, en liaison avec la connaissance. L'univers explose sous la pléthore des écrits scientifiques; en conséquence, il est peut-être moins pertinent désormais de réécrire le savoir sous forme de didacticiels que de s'assurer de maîtriser les outils qui facilitent le travail intellectuel de quête et d'organisation de l'information.

Quelle que soit la raison du peu d'emploi des didacticiels, le fait est bien réel. Un deuxième constat se dégage de l'examen de la situation au Québec. La majorité des applications insistent sur l'apprentissage des enfants plutôt que sur l'enseignement des maîtres. Il ne peut évidemment pas être question de contester cette opinion; les écoles sont bien là pour que les enfants apprennent. Toutefois, l'insistance centrée exclusivement sur les apprenants nous prive d'explorer la science et son discours. Or, il se trouve que la science a une vie propre qui s'élabore pour beaucoup en dehors de la classe. Pour l'y faire entrer, il faut bien en avoir suivi l'évolution, à la fois au niveau des concepts nouveaux et à celui de leur restructuration la plus récente. De plus, les changements d'une science entraînent automatiquement une évolution parallèle de son mode de transmission caractéristique. En conséquence, il faut constamment que l'enseignant remette à jour sa pratique pédagogique pour appartenir à l'école de l'avenir plutôt qu'à celle de son enfance.

Je crois que les didacticiels peuvent rendre ces services en classe. S'ils sont bien conçus, ils porteront la marque des plus récentes

techniques pédagogiques et pourront enrichir et compléter l'enseignant. S'ils sont le produit de son propre travail, ils auront suscité chez le professeur une réflexion pédagogique poussée et un ressourcement scientifique fort appréciable.

C'est avec cette idée que j'aimerais conclure. On parle de plus en plus de systèmes-experts dans les revues spécialisées et les salons des promoteurs de l'informatique en éducation. Mais on oublie trop encore que pour être un expert en éducation, il faut justement conduire ces réflexions sur le savoir et sur son parcours qu'avaient mis en valeur les pionniers des machines à enseigner.

En plus de maintenir les autres utilisations de l'ordinateur en classe, il faut encore au Québec entreprendre un programme d'action sur les didacticiels pour tenir compte de cette dernière idée.

SUISSE

Julien Fonjallaz
Département de l'Instruction Publique, Genève

Une situation caractérisée par une grande diversité

Avant d'esquisser une sorte de panorama des interactions entre la recherche, l'enseignement et l'informatique, quelques points de repères s'imposent. On peut décomposer l'ensemble de la filière éducative en quatre domaines: l'enseignement enfantin, l'enseignement primaire, l'enseignement secondaire faisant partie du cycle obligatoire, l'enseignement gymnasial et professionnel, et pour terminer, l'université. La Suisse est un état fédéral et, à part le cas particulier des écoles polytechniques, l'enseignement reste de la compétence de chacun des états appelé canton. Cette particularité implique une grande diversité des systèmes scolaires. Si dans l'ensemble, l'université est gérée par le gouvernement cantonal ainsi que les écoles secondaires post-obligatoires (gymnase, école d'ingénieurs), l'autorité compétente concernant le niveau primaire ou le niveau secondaire obligatoire, est parfois la commune, le canton, ou encore parfois les deux. Une telle diversité de structures fait que plutôt qu'énumérer chacune des situations, il est plus intéressant d'en tirer des constatations globales.

A tous les niveaux, l'informatique s'introduit

Au niveau universitaire et dans l'enseignement à caractère professionnel gymnasial

Il y a une bonne dizaine d'années déjà que l'informatique s'est intégrée à ces domaines d'enseignement. L'ancienneté de ce phénomène n'empêche pas que l'introduction de l'informatique comme objet ou outil d'enseignement se poursuive.

Pour les gymnases, lycées dont les études mènent au baccalauréat, des réflexions sont menées pour introduire pour certains types de baccalauréat un enseignement d'informatique. Il existe d'autres projets visant à

apporter à tous les élèves de ces écoles une initiation à l'informatique (le projet appelé 24 heures).

Les années de fin de scolarité obligatoire

Que les élèves la passent dans le cadre d'un enseignement primaire ou secondaire, on constate qu'il existe dans chacun des cantons des projets visant à introduire l'informatique. Pour la plupart des états, on rencontre une nette préoccupation à définir d'abord la nécessité d'une telle introduction et de son contenu. Dans certains cas, il est regrettable de voir que certaines structures scolaires ont reçu un matériel plus ou moins important et ceci, en l'absence d'un ensemble d'objectifs clairement définis. Afin de mettre en commun les expériences et les compétences, la conférence des directeurs des départements de l'instruction publique (l'équivalent canadien de la conférence des ministres de l'éducation) oeuvre à la réalisation d'un cadre de collaboration. Cette structure est la seule permettant de respecter l'autonomie de chacun des états.

Pour les élèves plus jeunes

Quelques expériences ou études se déroulent actuellement afin de déterminer quelle sera la forme de l'introduction. Parallèlement, un important effort est fait pour assurer la formation des maîtres.

Et la recherche pédagogique?

Elle est assurée par différentes structures telles que certains instituts de facultés universitaires, que des centres de recherches psychopédagogiques reliés avec une école. Parmi les sujets de recherches, en priorité se trouve LOGO. Viennent ensuite des recherches sur l'évaluation des didacticiels. Quelle que soit la valeur des travaux en cours, on constate leur insuffisance en regard de l'importance à bien introduire l'informatique dans l'enseignement. En particulier, on manque d'évaluation au sujet de l'emploi de périphériques de communication tels que la souris, la table traçante ou les cartes verbales. D'autre part, la réalisation de

didacticiels de qualité passe par une meilleure compréhension des mécanismes d'apprentissage. Ainsi, il sera possible de répondre au thème de ce congrès.

Un exemple pour l'enseignement obligatoire

Le panorama que j'ai esquissé n'est pas du tout exhaustif. Aussi, vous comprendrez que même si j'ai pris certains renseignements pour le congrès de l'AIPELF, il m'est difficile, vu les diversités linguistiques et celles des structures administratives scolaires, de vous faire un état plus complet de la situation.

Aussi, je me concentrerais maintenant sur un projet que je connais bien, celui de l'introduction d'un cours d'initiation à l'informatique au Cycle d'orientation de l'enseignement secondaire de Genève. Cette école regroupe les degrés 7, 8 et 9 de la scolarité, le 9^{e} est celui de la fin de la scolarité obligatoire. Avant de le présenter, je tiens à préciser que les concepts qui le sous-tendent sont différents des projets des autres cantons.

Les objectifs

En mars 1983, l'étude du projet d'introduction d'un cours débute. En se basant sur l'expérience acquise pendant plus de dix ans et en tenant compte des innovations les plus récentes, en particulier celle de la micro-informatique, un ensemble de buts généraux sont définis. Ils doivent rendre les élèves capables de:

- savoir utiliser l'informatique en tant qu'outil de résolution de problèmes,
- savoir utiliser des applications de l'informatique dans leur vie scolaire quotidienne,
- pouvoir évaluer, en connaissance de cause, l'usage de l'informatique dans la société.

Le programme d'étude

Le programme d'étude s'organise en trois modules. Les cours facultatifs gardent leur place même si leur contenu est modifié. Deux modules facultatifs permettront, à ceux qui le désirent, d'aller plus loin dans la découverte de l'informatique et cela dès que le premier module aura été suivi.

Pour favoriser le travail pratique, l'enseignement de l'informatique se fait en demi-classe et, pour aborder des travaux d'une certaine importance, par groupe de deux heures. Tous les modules ont la même dotation horaire, deux heures sur un semestre. On a voulu que deux élèves travaillent par micro-ordinateur. Ainsi, ils discuteront ensemble afin de réaliser leurs travaux pratiques et négocieront leur stratégie en fonction des réactions de la machine.

Cette décomposition du plan d'étude par modules, un par degré du cycle d'orientation, a été réalisée pour s'adapter aux capacités et aux intérêts des élèves. Ainsi, en 7^e, le premier module réalise le premier contact avec un micro-ordinateur et exerce des notions élémentaires de programmation. Il s'agit plus que d'apprendre à programmer, et le choix du langage LOGO, enseigné dans une stratégie d'éveil, apportera un terrain favorisant les aptitudes à la manipulation formelle. Remarquons qu'un programme constitue un texte soumis à des règles syntaxiques et dont les conséquences à l'exécution (l'aspect sémantique) sont univoques. Quels que soient les domaines (textes, nombres, sons ou images), cette activité forme l'élève à l'organisation de son travail (analyse des tâches puis synthèse des procédures élémentaires construites pour les réaliser) et la mise au point de programmes exerce le raisonnement hypothético-déductif. Ce cours a été placé à dessein en 7^e car il coïncide avec le développement psychogénétique des élèves qui abordent, vers cet âge, le stade des opérations formelles (cf. les travaux de Jean Piaget). Les connaissances acquises acquises par l'élève lui permettent de développer des applications qu'il aura imaginées ou qui auront été sollicitées par le maître.

En 8e, le deuxième module apporte des connaissances générales sur ce qu'est l'information et montre les différents dispositifs permettant de la traiter. Des exemples issus de la vie quotidienne permettent aux élèves d'évaluer les dangers potentiels de l'emploi des ordinateurs. L'apprentissage de ces notions est associé à celui d'outils tels que le traitement de texte, le tableur électronique, la gestion de banques de données et l'éditeur graphique. En 8e année, ces utilitaires sont présentés aux élèves qui s'exercent à les employer dans le cadre de leur vie scolaire quotidienne. En 9e, on les étudie à nouveau mais dans le cadre de leur emploi professionnel.

Le troisième module, celui de la 9e, étudie les applications de l'informatique dans la société. À cet âge-là, les élèves sont ouverts à cet aspect car le choix de leur avenir professionnel se pose. Par des travaux pratiques et des visites, ils acquièrent des connaissances leur permettant de comprendre l'usage de ces machines et leur importance dans la vie professionnelle. Aborder l'étude de ces activités humaines en analysant les liens entre les formes d'organisation et le traitement des informations nécessaires à leur réussite peut se faire très pratiquement. Cette approche a déjà été réalisée, avec succès, dans des cours facultatifs et constitue un moyen intéressant de découvrir la réalité d'une société. À cet égard, on saisit bien le lien entre cette approche et l'orientation professionnelle. En outre, ils seront familiarisés avec des applications répandues telles que l'emploi de banques de données, du traitement de texte et de services faisant partie de la télématique comme le VIDEOTEX. Une information de caractère civique s'y intègre tout naturellement et les élèves sortant du cycle connaissent leurs droits en matière de respect de la sphère privée.

En résumé, ces objectifs visent à former des élèves sachant utiliser les nouvelles technologies à bon escient. Et pour cela, la méthodologie du cours de culture informatique se base essentiellement sur l'activité de l'élève. Car c'est en référence à son propre vécu que l'on peut acquérir un bon jugement sur l'emploi de l'informatique et que l'intégration de ce nouvel outil se fera le mieux dans la société.

Le cycle d'orientation regroupe des élèves de profils parfois très différents. Le cours d'initiation s'adresse à tous: des expériences ont montré que les élèves, même peu scolaires, peuvent tirer profit de l'emploi de l'ordinateur dont l'usage n'est pas réservé aux "petits génies".

Le calendrier d'introduction

Le cours est introduit dans un tiers des 17 collèges chaque année. Il comporte un enseignement sur les 3 degrés. Donc, en commençant en septembre 1985, tous les élèves sortant, en juin 1990, du cycle d'orientation auront suivi l'ensemble du programme d'initiation à l'informatique.

Conclusion et perspectives

La volonté d'avoir défini ce processus non comme l'introduction de l'ordinateur à l'école, mais comme l'informatisation de certains aspects de la vie scolaire est bien plus qu'une querelle de mots. Aborder l'informatique comme culture implique la définition de sa philosophie. Globalement, celle-ci vise à diffuser l'emploi des nouvelles technologies de l'information pour des raisons démocratiques et à permettre d'acquérir un outil qui, bien employé, simplifiera (on pourrait dire aussi amplifiera) la vie de beaucoup de personnes.

D'autre part, le fait d'avoir introduit l'informatique comme un objet d'enseignement n'empêche pas son emploi comme moyen. Les maîtres reçoivent, lors de leur recyclage les préparant à enseigner l'initiation à l'informatique, une formation à l'usage comme moyen. Et les connaissances acquises permettront, à certains d'entre eux, de participer à la réalisation de didacticiels.

Remarque: pour une définition plus précise du programme d'étude, consulter dans "Informatics in Elementary Education", publication de l'IFIP (International Federation for Information Processing) chez North-Holland (1984), l'article de l'auteur intitulé "Introduction to informatics: an educational approach to a syllabus for middle school".

I- L'ORDINATEUR ET LE DÉVELOPPEMENT COGNITIF

APPRENDRE LA PROGRAMMATION: APPRENDRE À FAIRE FAIRE

Une expérience en formation des formateurs

Charles Duchateau
Faculté Notre-Dame de la Paix, Namur

La situation actuelle de l'informatique dans l'enseignement en Belgique

Sans qu'il soit question de tracer ici un portrait exhaustif et nuancé de la situation belge, je voudrais apporter un certain nombre de remarques qui préciseront le contexte dans lequel l'expérience relatée s'inscrit.

La charrue avant les boeufs

C'est probablement, en peu de mots, la comparaison qui résume le mieux la situation. Après une longue période de sommeil, on assiste depuis trois ou quatre ans à une explosion de l'intérêt pour l'informatique dans l'enseignement. J'ai tenté d'analyser ailleurs (cf. (1),) les causes de ce soudain réveil; ce qu'il faut en dire, brièvement, c'est que

1) l'informatique pénètre dans les écoles le long de trois grands axes:

- comme outil de gestion et d'aide à l'administration
- comme outil d'aide à l'enseignement et à l'apprentissage (EAO, AAO, ...)
- comme discipline autonome, enseignée pour elle-même, au même titre, par exemple, que l'histoire ou la biologie.

C'est surtout ce dernier aspect que je retiendrai ici, essentiellement parce que l'expérience de formation relatée tente d'abord d'apporter une réponse adéquate aux demandes pressantes des enseignants chargés du cours d'informatique.

En ce qui concerne les autres aspects (qui ne seront pas directement abordés), il faut cependant savoir que depuis plusieurs années un service centralisé d'aide à la tenue des listes d'élèves et à la gestion du

personnel enseignant existe dans l'enseignement de l'état: des terminaux sont répartis dans les grands centres scolaires et permettent la préparation à distance des listes et documents nécessaires aux écoles. Dans l'autre réseau d'enseignement (le réseau libre) des tentatives sont actuellement menées pour doter les établissements de logiciels communs qui pourraient tourner sur des ordinateurs acquis dans les écoles (avec les problèmes de compatibilité soulevés par cette approche).

Je n'évoquerai guère non plus les problèmes liés à la confection et à la diffusion de didacticiels, parce que son examen me paraît moins urgent et parce qu'aucune politique globale ne sous-tend leur création et leur échange. Les quelques produits existants sont le fait d'équipes ou de personnes souvent isolées et on ne peut certes pas parler, jusqu'à présent, d'une modification sensible ou généralisée des stratégies des enseignants intégrant ce nouvel outil.

2) Le mouvement d'intérêt pour l'informatique est parti de la base: bien souvent des élèves eux-mêmes ou de quelques professeurs dont c'était le hobby. Les parents d'élèves, persuadés que "l'informatique c'est l'avenir", ont également contribué à précipiter le mouvement, de même, on s'en doute, que les fabriquants et vendeurs de matériels. Le résultat c'est un équipement des écoles dans l'anarchie, où l'on a cru que l'achat de matériel allait résoudre les problèmes, où rien (ou presque) n'a été prévu pour la formation des maîtres que ce soit dans le domaine de l'EAO (la production de didacticiels restant de toute manière confidentielle) ou dans celui de la formation des enseignants chargés (parfois malgré eux) du cours d'informatique.

3) L'enseignement de l'informatique prend des formes très diverses depuis la fréquentation d'un club créé dans l'école jusqu'à la proposition de 8 heures de cours/semaine (sur un total de 36 heures/semaine) obligatoires dans certaines options groupées de l'enseignement technique. Et cela en passant par l'organisation d'une heure d'activités libres ou complémentaires ou encore deux heures d'option complémentaire. De même, les niveaux d'études accompagnés d'une "formation" à l'informatique sont divers ainsi que la durée de cette "formation" (entre une et quatre années). Tout ce

détail pour montrer que qualifier la situation de "floue" me semble un doux euphémisme.

4) En ce qui concerne la formation des maîtres et les directives disponibles, on peut reprendre à son compte une assertion de P. Deussen, qui parlant de la situation en RFA, en 1973 disait alors:

> "In nearly all cases, the teachers are completely untrained in the field; they never have good knowledge of the subject nor any experience teaching it. Furthermore, elementary and, in particular, standardized textbooks do not yet exist. Thus the teacher willing to acquaint himself with informatics is faced with a tremendous collection of books without, at the same time, being offered any systematic guidance trough the subject."
> (cf. (2), page 75)

J'ajouterai que, trop souvent, les possibilités de formation des enseignants déjà en place, offertes par les universités sans concertation et sans qu'un curriculum n'ait été défini, étaient du genre "Venez trois jours, on vous apprendra BASIC". Je vous laisse deviner ce que pouvait devenir, dans certains cas, la "formation" à l'informatique dispensée aux élèves.

5) Depuis deux ans, le Ministère de l'Éducation Nationale a créé un réseau de centres, baptisés OSE (Ordinateur au Service de l'Éducation) et décentralisés dans les diverses institutions universitaires de la partie francophone du pays. La mission première de ces centres est de répondre aux demandes d'information émanant de la communauté scolaire tant en ce qui concerne les problèmes de matériels que ceux de logiciels et didacticiels. Il est possible que ces centres soient également à l'avenir chargés de la formation des enseignants.

6) Si les responsables s'évertuent trop souvent à courir derrière un mouvement qui a pris naissance et s'est amplifié sans leur intervention, la demande de formation émanant des enseignants était et reste énorme. Les motivations sont fort diverses: on y démèle peur, curiosité ou intérêt. Les demandes sont rarement formulées avec précision, faute de savoir de la

part des demandeurs ce qu'ils sont en droit d'attendre. Mais, fort souvent, les enseignants en place sont prêts à investir un temps non négligeable à l'acquisition de cette formation supplémentaire dont ils délimitent a priori avec peine les objectifs et les contours.

7) Depuis peu, le mouvement d'intérêt touche également l'enseignement fondamental. Mais, jusqu'à présent l'entrée de l'informatique s'y fait de manière marginale et confidentielle et est généralement le fait de quelques instituteurs passionnés.

Il y aurait encore beaucoup à dire sur le portrait ainsi esquissé: il faudrait y apporter des nuances et y inclure les expériences menées, mais si le mot "foisonnement" me paraît bien rendre compte de la situation, il faut sans doute y ajouter "désordonné" et "brouillon".

L'expérience du CEFIS

Face à cette demande indifférenciée mais énorme de formation de la part des enseignants en place dans le secondaire (cycle d'étude de 12 à 18 ans), j'ai entamé, il y a trois ans, une expérience de formation à l'informatique des enseignants volontaires dans le cadre du CEFIS (Centre pour la Formation à l'Informatique dans le Secondaire) créé aux Facultés Universitaires Notre-dame de la Paix à Namur.

Les contraintes de l'action

Dans un premier temps et pour parer au plus pressé (puisque la plupart des demandes émanaient de professeurs de mathématiques chargés d'un cours d'informatique sans que cette dernière ne figure dans leur fomation initiale) il s'agissait de proposer une initiation à l'informatique et plus spécifiquement à la programmation. Les impératifs suivants étaient dès lors primordiaux:

- Il n'était pas question d'une formation lourde qui aurait mobilisé de nombreux enseignants universitaires pour doter les enseignants- apprenants d'une formation large et complète à la fois dans le champ de

l'informatique elle-même et dans celui de ses rapports avec l'enseignement de l'apprentissage. C'est en effet sur leurs heures de loisirs que les candidats à cette formation devraient prendre le temps nécessaire à celle-ci, tout en gardant une occupation à temps plein par ailleurs. Il fallait faire vite et bien, en parant au plus urgent.

- Dès lors, l'accent devait être placé sur les méthodes et les concepts et non sur les particularités et les recettes. Il était important de doter les apprenants-adultes de méta-règles, qui permettent à la fois de prendre le recul nécessaire vis-à-vis des apprentissages proposés et le transfert des habiletés acquises. C'eut été tromper les enseignants que de centrer la "formation" sur la connaissance d'une machine (qui ne serait pas nécessairement celle qu'il retrouverait dans leur école) ou la découverte d'un langage qui serait peut-être dépassé ou obsolète dans quelques années.
- Si l'analyse des problèmes devait prendre le pas sur l'apprentissage d'un langage de programmation et la maîtrise des commandes d'un ordinateur, on ne pouvait frustrer les apprenants en repoussant trop loin le codage de vrais programmes et l'accès aux machines.
- Si, dans la perspective d'un apprentissage correct de la programmation, le langage PASCAL paraissait souhaitable pour le codage terminal des analyses menées, le caractère fort répandu sur la plupart des micro-ordinateurs du langage BASIC devait conduire à laisser aux apprenants (après une séance d'information) le choix du langage retenu. Cependant, surtout dans le cas du BASIC, ce choix ne pouvait contaminer la phase d'analyse qui devait, autant que possible, rester indépendante du langage de programmation.
- Des impératifs de digestion progressive des concepts et la nécessité d'ancrer des attitudes s'accommodaient mal d'un apprentissage condensé sur une courte période. Ce qui se conçoit pour une information portant sur un lexique des termes informatiques ou l'apprentissage de la syntaxe d'un langage, n'est pas défendable lorsqu'il s'agit de développer chez l'apprenant des attitudes et des modes de pensée nouveaux. La formation de base s'étend donc sur une année entière et se répartit en 15 séances de quatre heures chacune comportant à la fois cours et travail sur micro-ordinateur.

- Afin de permettre à des adultes, souvent timorés, enseignants de surcroît et donc perturbés par le fait de se retrouver en situation d'apprenants, de manifester leurs questions et leurs incompréhensions, il était impératif d'éviter les rassemblements en grands auditoires mais plutôt de favoriser les échanges par une répartition en groupes d'une vingtaine d'apprenants.
- Il fallait éviter l'écueil de se limiter à une formation "technique", en laissant, comme c'est trop souvent le cas dans les activités de formation continuée, les enseignants formés seuls et démunis face à une connaissance toute neuve d'une part et des besoins d'intégrer celle-ci à leur pratique professionnelle d'autre part.
- Au plan du contenu, il fallait éviter un amalgame entre informatique et mathématique, surtout dans le cas d'un public constitué en grande partie de mathématiciens, souvent chargés conjointement de l'enseignement des mathématiques et de l'informatique. Il fallait, même si cela les conduisait à un sentiment d'insécurité, marquer nettement la césure existant entre ces deux disciplines.
- Enfin, il fallait, parallèlement à la formation dispensée, mettre à la disposition des enseignants la documentation et les sources bibliographiques nécessaires à une recherche personnelle et à un approfondissement de cette formation.

Voilà quelques-unes des contraintes déterminantes qui devaient être prises en compte. D'autres sont apparues en cours d'action mais surtout il était important de provoquer, aussi souvent que possible, les réactions et jugements critiques des apprenants.

L'expérience

En trois ans, plus de 300 enseignants ont participé à la formation proposée. Comme je l'ai déjà souligné, ils étaient en majorité enseignants en mathématique et, pour moitié, chargés du cours d'informatique.

Répartis en groupes d'une vingtaine de personnes, ils ont suivi 15 séances de quatre heures étalées sur une année et consacrées à la fois à un apprentissage théorique et au travail sur micro-ordinateur (Apple II). Si cette initiation se centrait essentiellement sur l'apprentissage de la

programmation, quelques séances supplémentaires permettaient, au cours d'une seconde année, de parfaire la connaissance du langage choisi ainsi que d'entrer plus profondément dans la découverte de l'architecture d'un ordinateur.

Si la formation initiale faisait peu de place aux problèmes spécifiques des enseignants (sauf dans le choix des exemples traités), les enseignants-apprenants étaient encouragés, à l'issue de celle-ci, à se constituer en petits groupes de travail où, ensemble, ils décidaient du problème qu'ils allaient s'attacher à traiter. Deux grandes orientations se sont fait jour:

- la confection de programmes d'aide à l'enseignement (et pour être plus précis, d'aide aux enseignants);
- une réflexion assortie d'expérimentation dans les classes sur les problèmes posés par l'enseignement de l'informatique.

Les travaux réalisés dans ces groupes ont débouché sur plusieurs publications où les principes méthodologiques développés dans le cours d'initiation sont clairement mis en évidence et conduisent, dans le cas des programmes d'EAO par exemple, à des produits réellement "portables", étant donné le soin avec lequel l'analyse a été menée et le dossier d'accompagnement rédigé.

Les conclusions

Bien que l'expérience continue, on peut (et on doit, dans une perspective d'évaluation) tirer quelques conclusions.

1) Malgré la longueur et l'étalement de la formation proposée, le nombre d'abandons est faible (entre 10 et 15%).
2) L'accent mis sur une approche inductive, qui part des problèmes et des exemples, pour faire découvrir les concepts et les méthodes est apprécié des participants.

3) Les apprenants regrettent le temps trop court consacré au travail sur micro-ordinateur, essentiellement lorsque leur école n'est pas équipée de matériel.
4) Ils négligent les possibilités de documentation et de lecture à leur disposition et se contentent fort souvent de ce qui leur est fourni dans le cadre des cours.
5) Les inscriptions de nouveaux se font essentiellement suite à une "publicité" de bouche à oreille.
6) Après une première vague constituée essentiellement de professeurs de mathématique, une seconde vague beaucoup plus diversifiée apparaît à présent.

Après ces considérations factuelles mais bien nécessaires pour cerner le cadre de l'expérience, j'en viens à présent à l'essentiel: les grandes idées sous-jacentes à la formation proposée aux enseignants et l'organisation de celle-ci. Je vais tenter de montrer en quoi l'apprentissage de la programmation conduit à des problèmes réellement neufs et en quoi il est formatif.

Apprendre à programmer, c'est apprendre à faire faire

> "... La seule façon d'en sortir, c'est de maîtriser le processus de programmation, qui est beaucoup plus que la codification d'un algorithme (c'est-à-dire la description d'une méthode de calcul) dans un langage approprié. Il faut en finir avec l'empirisme inorganisé, trouver et enseigner des méthodes de travail éprouvées telles qu'un programme soit juste par construction, et fonctionne du premier coup. Un énorme effort de recherche a été entrepris dans ce domaine. Il est encore loin de son terme, mais on peut déjà dégager:
>
> — le développement de méthodes de spécification (définiclaire et précise du problème à résoudre)
> — le développement de méthodes de construction de programmes
> — la mise en évidence de règles d'écriture."
>
> J. Arsac dans (4)

> "Pendant de nombreuses années et même pour certains encore, programmer a consisté, après une analyse du problème à ce

qui se traduit par ce qu'on appelle un organigramme, à écrire des instructions dans un langage choisi, à faire compiler par l'ordinateur le programme, à corriger les erreurs syntaxiques détectées par le compilateur et à essayer, une fois que le programme est apte à être exécuté, les jeux de données. Si les résultats fournis par la machine ne sont pas satisfaisants, on essaye, par tâtonnements, de détecter les erreurs et de les corriger. Dès que les résultats sont ceux espérés, on admet que le programme est correct. Or comme l'a souligné E. Dijkstra "tester un programme peut servir à prouver qu'il contient des erreurs, jamais qu'il est juste."
Mais alors, comment programmer correctement? En acquérant un mode de pensée nouveau, permettant de concevoir et d'exprimer des algorithmes et cela indépendamment de tout langage de programmation. En effet, la programmation ne consiste pas seulement à écrire des instructions dans un langage de programmation choisi, mais aussi à traduire sous forme d'algorithme le problème que l'on a à résoudre."

J. Vignes dans la préface de (5).

"It can therefore be assumed that we have to develop an improved didactical and methodical way of teaching programming, if we want the next generation of programmers not to fall into the same mistakes as the existing one. This generation has been trained to focus on the computer itself, the miraculous instrument of the 50's. It was to be learned, how to use the computer, the gift from heaven, and not how to solve a problem. Step by step programming tools were developed which came closer to the problem formulation and departed from thinking in terms of machine instructions."

F.L. Bauer dans (6)

"L'apprentissage direct de la syntaxique d'un langage induit chez l'analyste-programmeur une attitude intellectuelle consistant à penser son problème séquentiellement, pas à pas, polarisé et obnubilé qu'il est par la traduction sous forme d'instructions élémentaires des traitements à réaliser. En particulier, la séquence d'instructions successives constitue pour lui la règle, la rupture de séquence étant une sorte d'exception qu'il découvre au fil de son analyse, et à laquelle il fait face tant bien que mal. Il se raccroche un peu au hasard à une séquence précédente, ou bien il laisse en suspens une branche qui devra être connectée en un point quelconque et quasiment imprévisible dans la suite logique. Nous sommes en présence d'une démarche au coup par coup, dénuée de tout comportement stratégique."

P. Senicourt et M. Massiou dans (7)

Voilà, en quelques larges traits esquissés par d'autres, la "philosophie" sous-jacente à la formation souhaitée.

Encore faut-il, convaincu de la nocivité d'une approche qui se centre sur l'apprentissage d'un langage et la maîtrise des commandes d'un ordinateur, faire partager cette vision par des apprenants qui, intoxiqués par les messages réducteurs des média ou par d'autres expériences (malheureuses) de "formation"* font rimer "informatique" avec "Basic" et "programmation" avec "ordinateur".

En deça des stratégies employées, deux idées fondamentales sous-tendent l'apprentissage proposé:

- la nécessité d'une perception claire des étapes obligées du traitement informatique d'un problème;
- la prise de conscience que l'essentiel du travail de programmation consiste à rédiger une marche à suivre pour faire traiter l'information par un exécutant.

Les étapes obligées du traitement informatique d'un problème

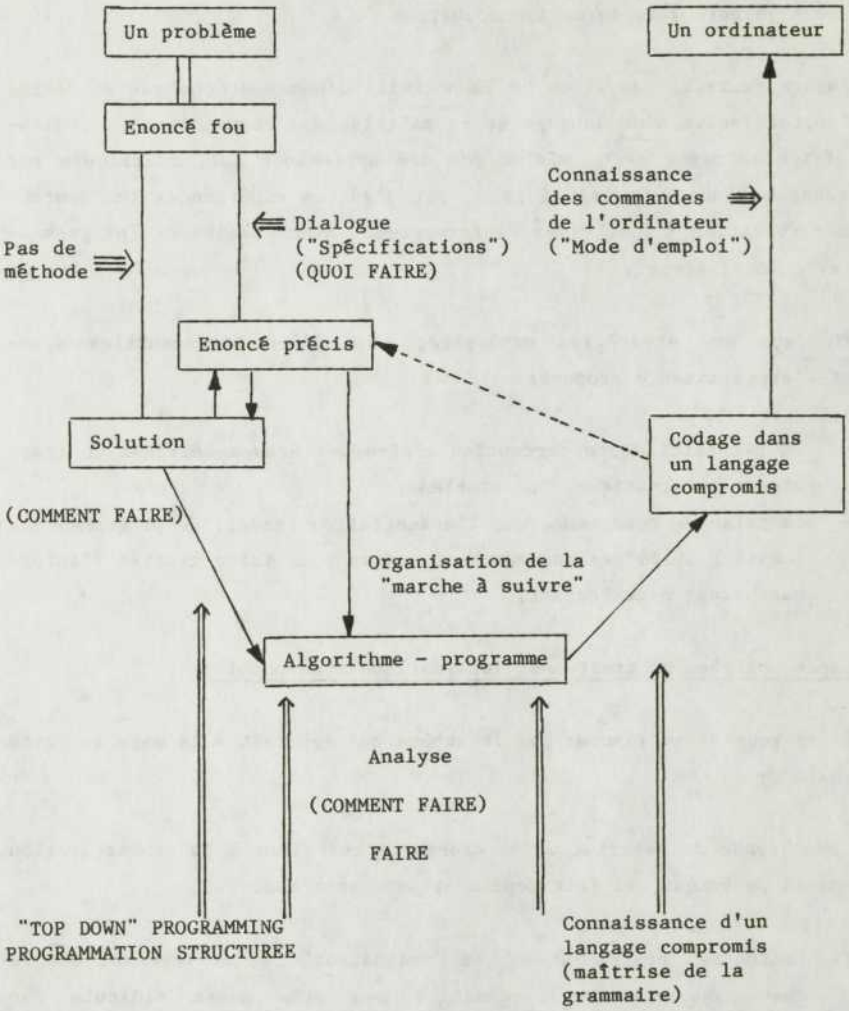
Elles peuvent se résumer par le schéma qui apparaît à la page suivante (cf. (8)):

Si la sécheresse de description du processus qui tient à la schématisation en gomme la dynamique, il fait cependant percevoir que:

1) Confondre "programmation" et "ordinateur" (en ne retenant que la queue du processus), c'est à peu près aussi ridicule que

---

* "Venez trois jours, on vous apprend BASIC!"


Un problème
Enoncé fou
Pas de méthode
Dialogue ("Spécifications") (QUOI FAIRE)
Enoncé précis
Solution
(COMMENT FAIRE)
Un ordinateur
Connaissance des commandes de l'ordinateur ("Mode d'emploi")
Codage dans un langage compromis
Organisation de la "marche à suivre"
Algorithme - programme
Analyse
(COMMENT FAIRE)
FAIRE
"TOP DOWN" PROGRAMMING
PROGRAMMATION STRUCTUREE
Connaissance d'un langage compromis (maîtrise de la grammaire)

d'identifier "littérature française" et "machine à écrire". Si l'un des bouts de la chaîne est bien l'ordinateur qu'il est impératif d'arriver à commander (cela, on ne l'a jamais perdu de vue), il ne faut pas oublier qu'au début du processus il y a forcément un problème à résoudre et à traiter (et cela, au niveau de l'apprentissage de la programmation, on l'a trop souvent passé sous silence).

2) La connaissance d'un ou plusieurs langages de programmation — ce langage "compromis" à mi-chemin entre notre manière de dire les choses et celle que la machine "comprend" — et la maîtrise de l'un ou l'autre ordinateur — la connaissance du mode d'emploi — sont des conditions nécessaires à l'activité de programmation. Mais il ne faut pas en faire des conditions suffisantes. Ce serait confondre maîtrise de la grammaire et capacité de tenir un discours cohérent que d'assimiler la programmation à la connaissance d'un langage compromis.

La clé d'un apprentissage réussi, c'est de percevoir, d'admettre et d'inclure dans l'action le fait que le processus est à prendre par le bon bout: du côté "problème" et non du côté "machine".

Trois questions phares sont là pour guider le cheminement.

Quoi faire?

Il est vrai que le problème se présente tout d'abord sous la forme d'un énoncé flou de la tâche à réaliser (ou plutôt à faire réaliser). Il est donc indispendable dans un premier temps de préciser le plus exactement possible ce qui est attendu. Il serait illusoire de s'embarquer dans la recherche d'une solution avant même d'avoir dit à quoi on cherche une solution.

C'est une des difficultés que de faire percevoir à des débutants qu'on confronte d'abord avec des problèmes simples, la nécessité de cette étape. Il est vrai qu'elle revient au galop dans le cadre des groupes de travail où plusieurs enseignants doivent s'accorder sur un sujet précis: elle

prend alors une grosse partie du temps de l'étude et les enseignants sont tout étonnés de voir que les vrais problèmes sont des problèmes d'enseignement et de pédagogie (savoir ce qu'on veut enseigner et/ou faire apprendre) avant d'être des problèmes d'informatique.

Comment faire?

Lorsque l'on sait exactement quoi faire, il faut alors s'interroger sur la solution proprement dite. Comment, sans l'ordinateur, s'y prendrait-on pour effectuer la tâche précisée ou pour résoudre le problème posé? Cette solution est-elle efficace? En existe-t-il d'autres? Voilà quelques-unes des questions attachées à cette étape. Ici aussi, on constate vite que la nécessité ultérieure de faire traiter le problème par l'ordinateur (de "faire faire") renvoit l'apprenti-programmeur au problème lui-même. Pour confectionner un programme d'EAO en géographie, il faut d'abord percevoir clairement comment bien enseigner la géographie: on ne peut expliquer à "un autre" (l'ordinateur) comment faire pour nous des choses que nous sommes incapables de démêler. La phrase clé ici, c'est d'être capable de passer de l'implicite à l'explicite.

C'est, au dire des enseignants-apprenants, souvent habitués à dire simplement "faites comme moi", une révélation que de percevoir combien d'implicites se cachent dans leurs actes d'enseignement. Comme le disait l'une de ces enseignantes:

> "Apprendre à donner un ensemble d'instructions à une machine incapable de déduire, d'interpréter et de créer constitue une fameuse épreuve pour celui dont le métier est justement d'instruire de jeunes esprits.
>
> Sous cet aspect, l'informatique devient une discipline. Elle crée l'habitude de bien préciser le cadre de travail, d'envisager toutes les limites et les contraintes, de décomposer un mécanisme en ses rouages élémentaires, de micrograduer les difficultés étape par étape.
>
> Cette discipline apprend à être explicite. Il ne faut pas réduire les capacités de compréhension des élèves à celle d'une machine mais, trop souvent, l'enseignant ne révèle

> pas les processus mentaux qui sont à la base de son habileté à calculer ou à raisonner."
>
> M. Cnudde dans (11)

Comment faire faire

Vient alors l'étape cruciale et fondamentalement neuve, la phase spécifique liée à l'impératif du traitement par l'ordinateur: il ne suffit pas d'être capable de résoudre le problème posé, il faut le faire résoudre par cet exécutant docile qu'est l'ordinateur. Il faut passer du faire au faire faire; organiser la solution imaginée en une marche à suivre, une série d'instructions mariées entre elles par des structures de contrôle, en un mot un programme précis et exhaustif.

La maîtrise de cette étape, coeur du processus, est facilitée par l'emploi de méthodes que les informaticiens eux-mêmes ont mis bien longtemps à dégager de leur pratique, mais qui sont à présent admises et reconnues: l'approche descendante et l'utilisation de structures de contrôle convenables.

Je manque de temps et de place ici pour développer en détail tous les aspects liés à cet apprentissage du faire faire. Le lecteur intéressé pourra consulter (9) et (10) pour un approfondissement de ces notions.

Les exigences et les apports du faire faire

Cette activité, toute neuve pour les enseignants-apprenants, amène à un mode de pensée nouveau. En tout cas, ils ont le sentiment d'apprendre quelque chose de nouveau comme le montrent les quelques réflexions suivantes, faites à l'occasion d'une évaluation, et représentatives de l'opinion d'une majorité d'entre eux:

> "Ayant participé à d'autres "soi-disant" recyclages (plus courts), c'est la première fois que j'apprends vraiment quelque chose."

"Après avoir vu et entendu beaucoup de bavardage autour de la programmation ou de l'informatique, on a enfin découvert une pensée informatique."

"J'ai été très satisfaite d'avoir pu apprendre ici à faire l'analyse d'un problème à faire résoudre par l'ordinateur."

Voici, me semble-t-il, quelques habilités spécifiquement développées par l'apprentissage du "faire faire":

1) D'abord, comme je le soulignais plus haut, la contrainte d'expliciter l'implicite, bien résumée dans l'assertion suivante:

> "Solving a problem gives you the solution.
> Knowing how you solved the problem gives you a program."
>
> M. James dans (12)

Il est en quelque sorte indispensable de passer du rôle d'acteur à celui de metteur en scène, du rôle d'interprète à celui de compositeur. La programmation amène ainsi à prendre un recul suffisant vis-à-vis de la tâche, puisqu'on doit la faire exécuter par "un autre".

2) Le caractère exhaustif de la marche à suivre permettant de faire effectuer une tâche demande qu'on embrasse l'ensemble des "circonstances" dans laquelle cette tâche peut se dérouler: c'est une école de rigueur et de "prévoyance" comme d'imagination et de créativité.

3) Il est une autre difficulté importante qui surgit lors de la rédaction d'une marche à suivre. C'est qu'il s'agit d'une activité où l'on doit prévoir et maîtriser un déroulement dans le temps. On est forcé d'indiquer de manière statique (sur une feuille de papier) des ordres qui seront exécutés de manière dynamique. Cette difficulté est évidemment liée à l'emploi des structures de

contrôle (itération, alternative, appel de procédure, ...). Elle oblige à une pensée "anticipative" et organisatrice.

4) L'approche descendante, qui scinde un problème complexe en éléments plus simples, qui part de la tâche et va d'affinements en affinements vers les actions élémentaires dont est capable l'exécutant, est l'un des aspects malaisés à dominer par les apprenants. Ils ont tendance en effet à se raccrocher aux instructions élémentaires et à exprimer d'emblée la tâche en ses constituants ultimes et cela d'autant plus que les problèmes initialement traités sont de petite taille.

   Et cependant, l'attitude "descendante" est l'une de celles dont le transfert à Et cependant, l'attitude "descendante" est l'une de celles dont le transfert à d'autres domaines est le plus payant.

Voilà quelques-unes des difficultés de cette activité: elles en font les écueils mais aussi la richesse et le caractère formatif.

Conclusion

Il m'aurait fallu dire encore comment les idées essentielles de cette formation s'incarnaient dans des stratégies d'apprentissage, quel est le déroulement programmé; dire que l'acquisition d'attitudes et de savoir-faire prime sur le contenu, la découverte des concepts sur la maîtrise des outils. (Cf. (9)).

Je ne me suis pas intéressé à une informatique-outil observée du point de vue de ses utilisateurs, mais plutôt à l'informatique-moteur de nouveaux modes de pensée, envisagée du point de vue des concepteurs. C'est une occasion inespérée, comme l'a montré l'expérience menée, de rénovation et de progrès ... à condition que l'accent soit mis sur l'essentiel (les concepts et les méthodes) et non sur l'accessoire (la technique et les "recettes").

Bibliographie

DUCHATEAU, C., L'informatique, technique nouvelle ou nouvel humanisme. Mathématique et Pédagogie, 43, septembre 1983, pp. 23-43.

DEUSSEN, P., Informatics in High Schools. in W.M. Tursky (Ed), Programming Teaching Techniques, North-Holland Publ. Co., 1973, pp. 75-80.

What is computer science or informatics, in W.M. Tursky (Ed), Programming Teaching Techniques, North-Holland Publ. Co., 1973, p. 208.

ARSAC, J., Et si on essayait d'écrire de bons programmes..., Education et Informatique, Avril 1980, pp. 35-41.

LAURENT, J-P., Initiation à l'analyse et à la programmation, Dunod, Paris, 1982.

BAUER, F.L., Top down teaching of informatics in secondary school, in O. Lecarme and R. Lewis (Editors), Computers in Education, North-Holland Publ. Co., 1975, pp. 53-61.

SENICOURT, P., MASSIOU, M., Logic Basic, PSI, Paris, 1983.

DUCHATEAU, C., Introduction à la programmation, Mathématique et Pédagogie, 39, Décembre 1982, pp. 35-75.

DUCHATEAU, C., Programmer! Pour une découverte des méthodes de la programmation, Wesmal-Charlier, Namur, Belgique, 1983.

DUCHATEAU, C., Incursion au pays du faire faire, CEFIS, Facultés N-D de la Paix, Namur, Belgique.

CNUDDE, M., DECLOUX, C., DELACHARLERIE, A., La fonction du premier degré, Travaux du groupe "Informatique au service du Secondaire inférieur", Programmes d'aide à l'enseignement, CEFIS, FNDP, Namur, Belgique, 1983.

JAMES, M., Elegant programming, Computing Today, Août 1982, pp. 24-37.

DIDACTICIEL, PROGRAMMATION ET INTERDISCIPLINARITÉ

Claude Janvier
Université du Québec à Montréal

I. Présentation d'un didacticiel

Mathématiques et apprentissage

Les mathématiques sont généralement conçues comme des connaissances renfermées dans des manuels ou des traités. L'aspect proprement dynamique du développement de concepts, de l'évolution de processus cognitifs échappe souvent au grand nombre qui se laissent séduire par la rigueur du "système".

Il est vrai que les entreprises structuralistes des mathématiques modernes n'ont rien fait pour démentir ces a priori. Bien au contraire, un trop grand nombre de pédagogues nous ont laissé croire que la cohérence axiomatique allait nous mener droit au "paradis terrestre" de la mathématique pour tous.

Cette conception simplificatrice de la mathématique s'écroule pour peu que l'on examine l'utilisation que l'on fait de ces connaissances et la manière dont s'élabore leur apprentissage. En d'autres mots, les processus cognitifs mis en oeuvre lors de la résolution de problème ou lors de l'appropriation de concepts mathématiques, ne peuvent être assimilés à une gestion (mentale) rigoureuse de symboles abstraits. Comme le souligne René Thom (1974) menant une charge contre la réforme de l'enseignement des mathématiques en France.

"Le vrai problème qu'a à affronter l'enseignement des mathématiques n'est pas le problème de la rigueur, mais le problème de la construction du "sens", de la "justification ontologique" des objets mathématiques ... la

pensée du mathématicien n'est jamais une pensée formalisée. Le mathématicien donne un sens à toute proposition ...".

Guy Brousseau (1983) fustige également les prétentions de "l'axiomatisme" en prolongeant les réflexions de Thom.

"La construction axiomatique, écrit-il, suggère un apprentissage féérique où le volume des connaissances - immédiatement acquises, structurées, utilisables et transférables - gonfle dans un terrain vierge".

Il s'emploie par la suite à élaborer une signification pour le mot "sens".

"Le sens d'une connaissance mathématique se définit ... non seulement par la collection des situations où le sujet l'a rencontré comme moyen de solution, mais aussi par l'ensemble des conceptions, des choix antérieurs qu'elle rejette, des erreurs qu'elle évite, les économies qu'elle procure, les formulations qu'elle reprend ..."

Il en dégage comme conséquence que l'adéquation que l'on fait entre algorithme servant à l'établissement d'une formule et algorithme utilisée pour l'acquisition d'un savoir est dénuée de fondement.

Du simple au complexe

Dans une mathématique primitive, le sens que l'on donne aux objets est surtout conféré par une adéquation vérifiable à la réalité que l'esprit par la mathématique schématise. Si l'on accorde quelque croyance à la loi de la récapitulation de Haeckel (reprise par Darwin et Piaget), une mathématique chronologiquement primitive autant pour chaque homme que pour l'humanité tire son sens dans ce continuel aller-retour entre réalité et conception.

L'histoire nous fournit des témoignages nombreux comme celui du nombre considéré comme quantité ou magnitude, entraînant des justifications

géométriques à des énoncés arithmétiques. Conception doit être entendue dans son sens large de concepts, schémas ou de construits mentaux.

On s'écarte d'une mathématique primitive (et certains diront que l'on a alors une véritable mathématique; mais là n'est pas la question) lorsque ce qui confère un sens aux objets de pensée est un système structuré d'interrelations de construits "plus près de la réalité". On peut alors parler d'objets de deuxième ou de troisième ordre ou encore de différents niveaux d'abstractions. Cependant, tout comme le souligne l'extrait de Brousseau (1983) la construction du sens se fait de toute façon à travers un processus de validation appartenant en propre au dynamisme du questionnement en mathématique. Ce processus s'appuie sur la cohérence du système et sur la capacité prédictive des objets symbolisés.

Cette insistance à considérer la construction du sens comme essentielle à l'activité mathématique au sens large, nous amène à remettre en cause l'approche théorie-pratique dans l'enseignement des mathématiques, approche qu'on peut qualifier de paradigme dominant. Cette approche présuppose une construction "a posteriori" et par la pratique du sens à donner aux éléments et relations élaborés dans la théorie. Également, et un peu comme un corollaire, elle nous amène ainsi à voir dans une équation utilisée en sciences (électricité, mécanique, équilibre chimique ...) une application (a posteriori) d'objets signifiants par ailleurs. En travaillant au niveau des signifiants (tout en évacuant les signifiés), l'enseignement des sciences est d'autant plus déficient qu'il conduit à des schémas stéréotypés peu efficaces.

Pour un bon didacticiel, un premier ingrédient: une théorie de l'apprentissage

Cette longue mise au point se veut à la fois une introduction visant à mieux faire comprendre les objectifs du didacticiel que nous présenterons plus loin et à illustrer la nécessité d'une réflexion théorique préalable

avant d'entreprendre la conception d'un logiciel. Nous estimons que les chercheurs ou équipes qui travaillent à l'élaboration de didacticiel doivent situer leur action par rapport à une notion d'apprentissage riche (et non forcément unique) inspiré par les travaux de la psychologie cognitive. ("Inspiré" avons-nous écrit).

Pour ce qui nous concerne, nous avons déjà vu plus haut que l'apprentissage efficace des mathématiques exige une appropriation active de la part de l'apprenant, dans un processus d'élaboration fondamentalement dialectique d'un réseau de connaissance qui se réorganise au gré des nécessités de préciser, généraliser, refondre des éléments déjà appropriés.

Nous aimerions ajouter deux remarques. D'abord, un tel réseau de connaissance forme un ensemble de modèles explicatifs efficaces montrant une certaine cohérence. Ainsi, les résultats de l'apprentissage: compréhension et action efficace restent toujours perfectibles. On a repris à profusion l'idée chère à Piaget du rôle central de l'action dans l'apprentissage. Soulignons comme deuxième remarque et sans fournir d'arguments, que les conditions sont nombreuses pour que dégénère l'action par rapport aux objectifs visés. Nous pensons à tout ce matériel de manipulation ayant inondé nos écoles. Quant à nous (et qu'on nous excuse de ne pas citer Piaget), l'action devient féconde entre autres lorsqu'elle est guidée par une intention qui non seulement la personnalise mais confère également un caractère de nécessité à ses résultats.

La notion du cercle

Le didacticiel traite de quelques propriétés du cercle, objet géométrique familier que nous allons maintenant sommairement examiné.

La mathématique nous a habitué à associer au mot cercle, un ensemble de points équidistants d'un point appelé centre. Or cette définition ne retient de la richesse sémantique du cercle que la propriété d'équidistance. Est-il vraiment nécessaire de voir ou de trouver le centre, pour

affirmer qu'une figure est un cercle? Quelles sont les conceptions associées à la notion de cercle? Quels sont les critères qui permettent de le distinguer d'autres figures? Ces questions ont fait l'objet d'une étude remarquable par Artigue et Robinet (1982) qui ont répertorié les conceptions mises en oeuvre par les élèves de 10-12 ans dans différentes situations.

Nous nous limiterons à l'examen de deux de ces conceptions, soit celle de la "courbe qui tourne toujours égale" (désignée A) et celle de la courbe qui coïncide toujours quand on la glisse sur elle-même (désignée B). En d'autres mots, certains élèves conçoivent qu'une caractéristique essentielle du cercle est sa courbure (sa manière de tourner) toujours constante. D'autres dans certaines épreuves utilisent le fait qu'un cercle quand il tourne sur lui-même présente toujours la même image, ce qui n'est pas le cas des polygones ou ellipses (par exemple).

L'énoncé de ces conceptions s'avère difficile, car elles apparaissent chez les élèves comme des conditions nécessaires mais non suffisantes leur permettant d'affirmer qu'une courbe fermée n'est ni un cercle, ni un arc de cercle. Ces conceptions dépendent énormément du cheminement provoqué, non seulement par l'apprentissage scolaire mais aussi par le type d'épreuve soumis aux élèves.

Les épreuves

Pour examiner la présence ou l'absence de ces conceptions chez les élèves, nous avons, "inspiré" par Artigue et Robinet (1982), mis au point deux épreuves administrées lors d'entrevues. Étant donné la nature de l'article, nous en donnerons une description brève.

Dans l'épreuve des couronnes, l'élève reçoit une enveloppe dans laquelle se trouvent trois couronnes de carton qui chacune a été coupée en sept morceaux, (voir figure 1). Il manque un morceau à une couronne (la grande) mais l'élève n'en sait rien. Ce qui fait l'objet d'observation pour

examiner le fonctionnement des conceptions, est la manière de construire les couronnes et la façon dont le morceau manquant est tracé.

Quant à l'épreuve de la spirale (voir figure 2), l'enveloppe contient une spirale de carton (d'épaisseur à peu près égale à celle des couronnes) coupée en morceaux et l'élève doit également reconstruire la spirale.

L'expérience nous a montré que l'épreuve de la spirale met surtout en oeuvre la conception reliée à la courbure, alors que l'épreuve des couronnes fait appel à la conception A,

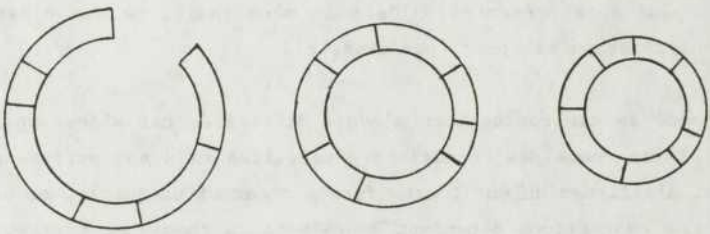


Figure 1: Épreuve des couronnes

Un didacticiel pour développer la conception B

Nous avons jusqu'ici bien mis en évidence la contribution de la psychologie cognitive et d'une analyse épistémologique de la notion de cercle (réalisée grâce au concours implicite de Artigue et Robinet) comme toile de fond explicite à la conception du didacticiel que nous nous apprêtons à décrire. Nous croyons que si le mot pédagogie a un sens, il s'applique bien à l'art d'aligner quelques trouvailles heureuses qui actualise un processus d'apprentissage stimulant (intéressant), rentable et conforme à des objectifs prédéfinis.

La figure 2 montre une manette à bouton circulaire qui a été le point de départ d'une aventure de création (qui respecte toutes les règles: incubation, essai, digression, etc.). La première idée a consisté à associer manette et cercle, plus précisément; à relier "tourner la manette" et "dessiner un cercle". En réalité, nous avons imaginé faire compléter des arcs de cercle apparaissant à l'écran en tournant le bouton de la manette. Voir figure 2.

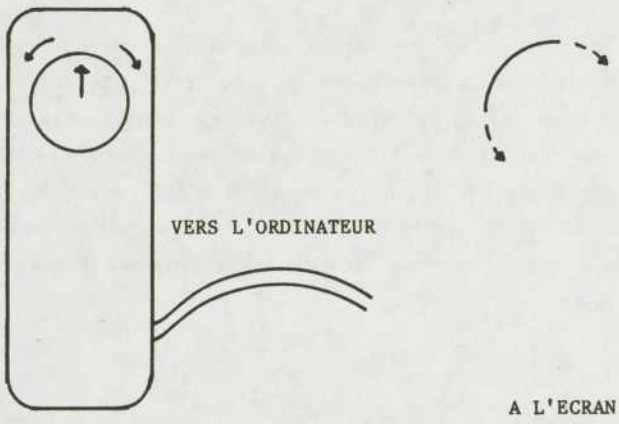


Figure 2: Manette à bouton circulaire et arc de cercle à compléter

Selon que le bouton est tourné dans un sens ou dans l'autre, l'arc est complété en conformité avec ce mouvement. Remarque importante: l'arc reste toujours visible car il est rouge alors qu'il est complété en blanc.

Nous avons jusqu'ici tout ce qu'il faut pour un ennuyeux didacticiel de laboratoire. On explique d'abord à l'élève qu'il va développer une conception de la notion de cercle, on le met au bouton n fois (on pourra faire varier n) et ensuite on passe aux épreuves. Voilà où peut mener (et on mène trop souvent) la pratique des objets de comportement "microscopiques".

Introduire de l'intérêt et par ce, enrichir le sens déjà présent dans l'exercice, voilà la prochaine étape que nous qualifierons de pédagogique. Chaque lecteur peut à ce stade mettre à l'épreuve ses qualités de pédagogue en inventant sa propre didactique. Il s'agit en effet, de concevoir une quelconque "vocation" pour ce cercle avant, pendant, ou après qu'il ne soit tracé.

Quant à nous, nous proposons ce que nous avons retenu sans rentrer dans les détails de l'élaboration.

Ce que l'on peut faire avec un cercle c'est de le rendre tangent à une droite ou c'est de le faire passer à un, deux ou trois points. Tel est le filon que nous avons exploité. D'abord le déplacer selon quatre directions (haut, bas, gauche, droite) en utilisant autant de boutons du clavier. Il faut d'abord le déplacer, car dès qu'on complète l'arc de cercle la figure s'immobilise. Déplacer pourquoi? Il faut que le cercle résultant soit aussi tangent que possible de deux droites étant apparues aléatoirement à l'écran. Voir figure 3.

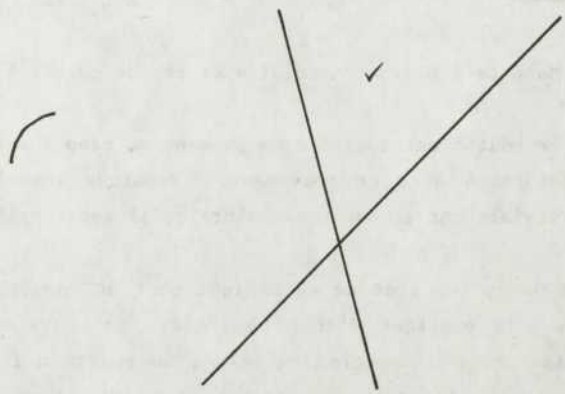


Figure 3: L'arc à gauche doit être amené dans la portion du plan marqué d'un "V". Ensuite, il doit être complété de manière à être tangent aux deux droites.

Ensuite, arrivent les idées de varier la forme et la position relative de l'arc par rapport aux deux droites qui elles aussi prennent des positions diverses. On a donc l'idée d'une hiérarchie de difficulté qui sied bien à l'idée de transformer le tout en un jeu. L'élève a donc un nombre d'essais quelconque et il se mérite à chaque coup un score calculé à partir du "degré de tangence"*. Par exemple, la tangence parfaite donne 1 000 points. Par la suite, on remplace les deux droites par un point et une droite, et par deux points. Il faut alors que le cercle résultant soit tangent à la droite et passe par un point. Dans le deuxième cas, il doit simplement passer par les deux points.

Résultats et observations

Nous avons au printemps 1984, expérimenté avec un nombre limité d'élèves le didacticiel que nous venons de décrire. Nous avons utilisé l'épreuve de la couronne selon une méthodologie favorisant l'interaction d'élèves. Étant donné l'objectif de cet article, nous allons présenter sommairement les résultats des épreuves et les quelques observations.**

a) Les élèves qui ont "joué" deux à deux ont manifesté un intérêt soutenu pour le jeu tout au long des vingt-cinq minutes allouées.
b) Le didacticiel a donné lieu à beaucoup d'échanges accompagnés de vérifications avec les mains à l'écran, vérification présageant le mouvement entrevu.
c) La notion de réussite de l'épreuve de la couronne dépendant d'un bon nombre de facteurs, il nous fut impossible d'établir une supériorité du groupe expérimental sur le groupe témoin, la taille de ces groupes étant d'ailleurs petite (12 versus 12). Nous avons

---

* Évalué par une formule utilisant l'inverse de la "distance du cercle" aux droites.

** La revue "petit x" éditée à Grenoble par Nicolas Balacheff présentera un compte rendu détaillé de cette recherche abordant plus en détail la notion de conception.

cependant gagné la conviction que le développement d'une conception par ce type de logiciel exige une fréquentation plus assidue. Une seule période ne suffit pas.

d) Nous avons malgré une préexpérimentation des épreuves de la couronne constaté une hybridation très grande entre les types de conception et noté une grande importance des stratégies de solution utilisée par les élèves. Ceci entraînera l'examen de notre grille d'observation.

e) Nous avons découvert que le didacticiel développait également deux concepts non prévus dans nos objectifs: la notion de tangence et celle de pente (mesure mathématique de l'inclinaison d'une droite). En effet, les très jeunes ont eu à se préciser leur notion de tangence et tous ont eu à déplacer un arc déjà tangent à une droite pour rendre le cercle tangent à l'autre. Il fallait alors déplacer le cercle selon l'inclinaison pour le maintenir tangent. Nous avons eu alors des commentaires tels: "pour le garder tangent, deux à gauche et trois en haut".

On est souvent porté à croire que l'interactivité d'un didacticiel se mesure à la complexité des réponses d'élèves qu'il peut analyser pour réagir. L'observation des jeunes à l'oeuvre nous a montré comment la richesse des liens entre ordinateur et utilisateur peut également se mesurer par la qualité et la subtilité de la démarche d'essais et erreurs suscitée par le didacticiel. Dans le cas présent, la forme finale du cercle constitue une réaction très efficace de l'ordinateur bien qu'il n'implique aucune analyse de réponse.

La grande simplicité du didacticiel n'aura pas échappé au lecteur. Il exige une mémorisation rapide de quelques règles et permet une activité intellectuelle stimulante. Nous avons précisément voulu présenter ce didacticiel pour bien montrer qu'il est possible par des moyens simples (et sans programmation) de faciliter l'apprentissage de notions mathématiques qu'on saurait difficilement réaliser autrement.

II. Les didacticiels novateurs et l'école

La description un peu longue du didacticiel nous permet d'aborder de front la réaction du milieu scolaire à ce type de didacticiel. La première remarque des enseignants à ce type de logiciel concerne la place qu'ils peuvent lui réserver dans leur enseignement.

Comme il ne correspond pas au paradigme "théorie-pratique" dominant dans le milieu scolaire, ils s'interrogent sur le rôle qu'il peut y jouer. Nous nous étonnons d'ailleurs que l'on dénonce régulièrement la pauvreté des didacticiels en circulation, et que l'on s'en prenne toujours depuis des années déjà à cette production incontrôlable de didacticiels "drill and practice". Il faudra faire beaucoup pour la formation des enseignants et transformer les lois tacites du milieu scolaire pour que l'ordinateur y joue un rôle renouvelé.

Ce type de didacticiel nous montre que l'ordinateur peut nous permettre une exploration guidée d'un micro-monde ayant ses lois, son déterminisme (souvent calqué sur la réalité que l'image schématise). L'école est-elle prête à ajuster son action pour prendre en compte de meilleures et plus nombreuses occasions d'explorer?

Ce genre de didacticiel entraîne également l'explosion des concepts. On peut s'imaginer des jeux semblables (toujours minimalement axés sur une forme de simulation) en biologie, physique, linguistique, grammaire, phonétique, etc. L'ordinateur permet donc de faire véritablement de la science ou des connaissances, une systématisation en modèle explicatif raffiné de conceptions riches et éparses. Nous sommes-nous suffisamment occupés de nos écoles pour qu'elles en soient rendues à ce stade?

Cet état de fait se traduit chez les enseignants par un accueil enthousiaste (on sent que l'école a besoin d'un nouveau souffle) mais mitigé des didacticiels novateurs. En général lors des congrès où ils sont présentés, bon nombre d'enseignants nous manifestent leur intention de les utiliser dans des activités para-scolaires ou extra-scolaires, pour divertir les "professionnels-courts" (les scolairement irrécupérables à qui on

"offre" le programme court), comme activités complémentaires pour les groupes rapides. Bref, toujours en marge du déroulement normal. On constate que le monde de l'école n'est pas prêt.

Par ailleurs, un groupe plus imposant d'enseignants, désarmé face à l'étonnante simplicité du didacticiel se montre moins accueillant. Il y en a même qui nous connaissant de longue date viennent s'excuser de ne pas pouvoir y trouver de qualités pédagogiques et avouer ne pas en comprendre les objectifs. Ce sont là tous des enseignants de mathématique et de sciences qui déplorent que les étudiants n'aient pas à programmer.

Comme le souligne Hatfield (1984) (nous traduisons): "les enseignants de mathématique ont dans l'ensemble introduit la programmation (programming) dans leur enseignement ... Cependant, (tout se déroule) dans des conditions telles que la programmation devienne une fin plutôt qu'un moyen".

Nous nous permettons d'analyser davantage les tenants et aboutissants d'une telle attitude pour mieux montrer sa ténacité. Remarquons tout d'abord que le micro-ordinateur a fait son apparition dans les écoles avec une réputation d'appareil ou d'instrument "scientifique". La compartimentation disciplinaire des programmes d'enseignement (même au niveau primaire) porte naturellement les différents agents du milieu de l'éducation à associer le micro-ordinateur à la discipline qui en fait son objet d'étude, à savoir l'informatique. Contrairement aux appareils audiovisuels qu'on pouvait vaguement par le passé, rattacher aux arts ou aux sciences des communications (psychologie ou philosophie), les ordinateurs font une entrée tout à fait disciplinaire. C'est ainsi que les élèves, malgré les voeux pieux des ministères et de leurs agents, sont avant tout appelés à s'inscrire au cours d'informatique pour mieux connaître par l'apprentissage d'un langage de programmation, la machine et son utilisation. En plus des objectifs utilitaires évidents, étant donné la présence de plus en plus grandissante des ordinateurs dans la pratique de tous les métiers, on souligne aussi le caractère formateur du contact avec la machine.

Il y a eu, rappelons-le, une conversion récente de plusieurs professeurs de mathématique et de sciences à l'informatique, provoquée par un

besoin subit d'enseignants d'informatique (souvent accompagné dans quelques pays par une diminution des clientèles scolaires du niveau secondaire). L'informatique pour plusieurs fait revivre les espoirs des mathématiques modernes. Plusieurs sont bien tentés de voir dans l'informatique, les mathématiques du futur. Comme la machine est "mathématique", s'entretenir avec elle ne devrait-il pas être une activité propice au développement de la pensée mathématique. En effet, vue du dehors, l'activité mathématique se caractérise par du traitement de symboles abstraits et par une démarche rigoureuse. Programmer un ordinateur correspond magnifiquement à cette description. Toutes les instructions constituent une symbolisation abstraite avec laquelle il faut jongler avec une précision absolue. La machine aime la rigueur, ne pardonne pas la moindre ambiguïté.

Cependant, comme nous l'avons souligné en s'appuyant entre autre sur Thom (1974) et Brousseau (1983), cette conception structuraliste de la mathématique correspond peu à l'activité intellectuelle qui accompagne sa construction et même son utilisation.

Par ailleurs, il n'en demeure pas moins que dans cette société qu'est l'école, un groupe bien restreint d'enseignants se sont assurés le contrôle des micro-ordinateurs et commandent ainsi le respect. Le sort de l'informatique comme instrument de changement de l'école se joue dans le cadre de cette rivalité entre ceux qui contrôlent et ceux qui utilisent (peu nombreux) de l'informatique.

Nous avons vu que les potentiels utilisateurs (les non-matteux!) démarrent avec le handicap d'une pédagogie à formuler. Quant aux "contrôleurs", le maintien de leur ascendant requiert le statu quo face au rôle de la programmation.

III. Le grand débat de la programmation et quelques conséquences

Beaucoup de grands noms semblent faire résider dans la programmation d'ordinateur, le plus gros des retombés pour l'éducation (tout au moins mathématique et scientifique) de l'informatique. C'est ainsi que dans Papert et al. (1979), Papert (1975), aucune ouverture n'est faite à des utilisations autres que la programmation. Il nous apparaît normal que l'activité "principale" de l'informaticien en général pèse lourd dans sa formulation d'un jugement pédagogique. On constate malheureusement que la réaction de plusieurs face au "didacticiel sans programmation" relève du réflexe ou de l'anathème.

Un débat à venir

Nous croyons que le débat capital visant à établir les aspects formateurs ainsi que les limites intrinsèques de l'utilisation des langages de programmation est évacué des rencontres, à cause du caractère proprement interdisciplinaire des questions qu'il implique. Par exemple, L.G. Tesler dans le numéro du Scientific American de septembre, se livre à une étude comparative de divers langages de programmation. Il y englobe même des ensembles de codes qu'il désigne d'emblée comme langage de programmation. Pour pouvoir faire progresser le débat, cet article aurait dû s'inspirer de la linguistique et surtout de la science des communications, pour incorporer dans son analyse l'utilisateur et ses échanges (relations) avec la machine. Peut-on par exemple, considérer comme langage de programmation, les six codes du didacticiel "le cercle est une roue": "haut", "bas", "gauche", "droite", "tourne dans le sens horaire" et "tourne dans le sens anti-horaire"? Nous avons là une syntaxe simple, une grammaire ténue et sans doute une pragmatique très mince. Comment assimiler d'autres didacticiels à vingt, cinquante ou cent codes à des langages de programmation? Quel bénéfice en tire-t-on? Nous sommes démunis face à ces questions. Pour étendre le domaine des questions sous-jacentes au débat (ce que nous réaliserons plus loin), il nous faut aborder auparavant deux questions capitales: le "contact" avec la machine, aussi appelé "l'interface personne-machine" et la limitation des langages face aux objets traités. Pour cette dernière question, nous prendrons à titre d'exemple le langage Logo.

L'interface personne-machine ou quand le clavier disparaît

Au cours des dernières années, l'ordinateur s'est rapproché de son utilisateur. Avec l'avènement du micro-ordinateur, est disparu le pénible rituel des cartes à perforer et des inextricables messages d'erreurs à découvrir. La conversation directe est rendue possible grâce au clavier et à l'écran. Ce que l'on veut conserver peut toujours être imprimé. Les échanges se font bien entendu dans le langage de l'ordinateur. Les langages de programmation plus appropriés à la conversation (interprétés et non compilés) se prêtent mieux à cette utilisation: BASIC et LOGO, par exemple.

Avec l'arrivée récente de Macintosh de Apple, grand bouleversement: l'écran installe sa suprématie. En tout temps, l'ordinateur est relié à un gadget nommé souris que l'on tient à la main devant soi. En déplaçant la souris sur la table, on déplace une flèche à l'écran. Un grand nombre de commandes se trouvent aussi à l'écran dans des cases. Pour les exécuter, il suffit de bien placer la souris (pour que la flèche soit dans la case voulue) et d'appuyer sur un bouton se trouvant sur la souris. Le système est bien efficace mais plus complexe d'utilisation qu'un crayon-pointeur* (light-pen) qui nous permet de la même manière de désigner n'importe quel point de l'écran. Ces crayons-pointeurs sont relativement peu coûteux (100$). Quant aux écrans tactiles, ils nous permettent d'utiliser nos doigts comme pointeurs mais à un coût prohibitif (plus de 10 000 $). Telles sont à notre sens les conditions matérielles qui placent la programmation traditionnelle dans une position défensive. Plusieurs enseignants s'étant mis péniblement à l'apprentissage de BASIC ou LOGO s'interrogent sur leur démarche. D'autres n'ayant pas encore pris de décision sur leur perfectionnement sont maintenant sceptiques face aux langages de programmation. Il est difficile de prévoir quelle forme revêtira dans les écoles le choc entre les supporteurs du contact direct et ceux des langages de programmation. Nous savons déjà qu'il sera possible bientôt de se créer un programme LOGO en utilisant uniquement l'écran. On assiste donc à une "récupération" du contact direct par les défenseurs de la programmation.

---

* Traduction personnelle

Cependant la question fondamentale reste la même: que gagne-t-on à programmer un automate, qu'on lui écrive, lui sessine ou dicte son programme? On peut en effet consirérer que dans quelques années, l'ordinateur saura entendre nos instructions (dans son langage).

Le langage et ses objets

Tesler (1984) met bien en relief les spécificités des langages de programmation les uns par rapport aux autres. L'expression "génie d'une langue" semble pouvoir s'appliquer. Cependant, face à des objets d'apprentissage comme la géométrie, la logique, la grammaire, la notation musicale, le calcul ... les langages LOGO, LISP, PASCAL, BASIC et ses variantes ont aussi des caractéristiques qui spécialisent ces objets. Nous prendrons LOGO pour illustrer cet aspect.

LOGO et la géométrie

Nous restreindrons notre examen au domaine de la tortue du langage LOGO, négligeant ainsi les traitements de liste et les évaluations numériques.

Nous rappelons qu'il s'agit d'un ensemble d'instructions, nous permettant de déplacer une tortue à l'écran. Des tortues existent qu'on peut déplacer sur le plancher mais plus couramment elles apparaissent à l'écran en revêtant la forme triangulaire d'une pointe de flèche.

On peut donc la faire avancer, reculer d'un nombre de pas qu'il faut lui spécifier. Elle peut tourner à gauche ou à droite d'un angle qu'on lui fournit. Chaque action se fait en succession. Comme la tortue cache sous sa carapace "un crayon toujours bien aiguisé" qu'elle lève ou descend sur commande, on peut aussi la faire dessiner. De plus, en tout temps elle connaît son orientation, sa position et peut nous les révéler. On peut aussi lui donner la direction et la position que l'on veut. Elle peut répéter toute série d'instruction et même répéter une répétition. L'animal connaît aussi l'algèbre, la trigonométrie et beaucoup de mathématiques. On peut la faire avancer de "x", de $x^2 + 1$, de sinus x. Il faut bien entendu

lui dire que vaut x. La tortue a aussi une très bonne mémoire. Elle nous permet de résumer en un mot toute série d'instruction qu'on veut lui donner. On peut alors lui commander ÉTOILE ou encore ARBRE. L'animal est très patient car il accepte qu'on lui impose des conditions avant qu'il n'agisse, comme par exemple, si tu es mal orienté, n'avance pas, etc. La bête est aussi récursive, mais nous ne nous attarderons pas sur ce grand trait d'intelligence, étant donné la portée de cet article.

Elle est aussi un peu capricieuse, car elle n'obéit qu'à des commandes très précises telles: AVANCE 50 GAUCHE 90 AVANCE 100 DROITE 45 qu'elle excécute en succession. C'est ainsi que AVANCE 50 GAUCHE 120 AVANCE 50 GAUCHE 120 AVANCE 50 GAUCHE 120 lui fera tracer un triangle équilatéral si son crayon est déjà descendu (le 50 signifie la distance de 50 points sur l'écran et le 120 signifie 120°).

Dans l'esprit de ces promoteurs et de son créateur, LOGO fournit aux jeunes et aux moins jeunes, un micro-monde rationnel, cohérent avec lequel ils sont appelés à interagir. C'est un peu l'analogue (en plus abstrait) des tiroirs, portes, boîtes, poignées dont les enfants d'environ un an réussissent à percer le secret. On reconnaît une classe de codes appropriés et les possibilités multiples d'utiliser l'action dans un processus de validation d'hypothèse à réaliser. Le micro-monde primitif de LOGO est géométrique (il peut devenir mécanique). La grande hypothèse de S. Papert, c'est que le micro-monde de LOGO permet de développer une forme de pensée abstraite fondée sur la notion de procédure et un apprentissage actif de la géométrie. Nous commencerons par examiner la géométrie.

Une géométrie constructiviste et algorithmique

LOGO nous convie à redécouvrir le monde en parcourant des objets comme la tortue. Ainsi un carré qui était une figure plane avec des côtés égaux et des angles droits à chaque coin devient: RÉPÈTE 4 (AVANCE 50 DROITE 90) ce qui signifie, répéter quatre fois ce qui est entre crochets. L'analyse géométrique de LOGO est fondamentalement analytico-constructiviste car l'analyse qui est imposée est celle de la construction et non pas celle des rapports du carré aux autres objets. On constate que

l'appartenance du carré à la famille des rectangles est moins immédiate. Le carré LOGO n'est ni un rectangle compressé, ni un losange écrasé. Or, la pensée géométrique utilise couramment le raisonnement analogique, le raisonnement sur le cas semblable. LOGO favorise peu une conception gestaltiste des objets géométriques. Il convient de mesurer les aspects formateurs de cette analyse nouvelle que permet sa démarche constructiviste. Avec Macintosh et les crayons-pointeurs, un traitement plus synthétique des objets géométriques est rendu possible. On peut par exemple, étirer un carré pour en faire un rectangle, tordre un rectangle pour en faire un parallélogramme, faire pivoter un cercle pour produire une ellipse. On peut, à partir d'un segment donné faire tracer un triangle ayant son troisième sommet au point que l'on touche avec son doigt (écran tactile) ou avec un crayon- pointeur. À chaque nouvelle position du crayon-pointeur apparaît "un triangle" dont le troisième sommet bouge, en déplaçant le crayon-pointeur sur l'écran. Un carré peut également devenir l'intersection de deux bandes que l'on déplace à notre guise.

Les langages structurés spécialisent les objets. Cette analyse très brève d'une géométrie "à la LOGO" a montré de quelle manière l'élève est amené à refaire ou reconstruire le réel géométrique. Il apparaît clairement que LOGO n'est pas la panacée et doit se situer en complémentarité par rapport à une approche moins analytique à la géométrie. Les positions doctrinaires en faveur du micro-monde LOGO ne sont pas sans nous inquiéter.

Les autres langages ou (d'autres aspects de LOGO) d'une manière semblable spécialise les domaines du savoir dont ils doivent favoriser l'apprentissage. On peut penser à LISP ou LOGO pour les structures grammaticales, BASIC ou PASCAL pour les mathématiques, LOGO pour la cinématique. Dans ce dernier cas, il nous semble que l'essentiel de la cinématique soit bien cerné, pour les autres, certaines études devraient être revues (par une analyse détaillée des objets d'apprentissage) en regard des particularités des langages et des autres ressources qu'offre l'ordinateur. Voilà un premier défi interdisciplinaire auquel est conviée la psychologie cognitive.

Ne donnons qu'un seul exemple en utilisant LOGO. Rares sont ceux qui s'étant brièvement familiarisés avec ce langage ne constatent pas sa

capacité à présenter la notion de variable algébrique dans un contexte limpide. Cependant, aussi rares sont ceux des chercheurs qui affirment avoir démontré l'acquisition du concept. Le groupe de chercheurs réunis à deux rencontres internationales auxquelles nous avons participé récemment, émettaient tous des réserves. À vrai dire, la question fondamentale dépasse les frontières d'une discipline. En dépit de plusieurs recherches intéressantes, (Freudenthal, Collis, Wagner ...) il nous reste beaucoup à savoir en terme de fonctionnement cognitif sur la notion de variable algébrique et son appropriation.

Les théories de l'apprentissage

Dans ce qu'il permet d'interactions avec l'élève, le micro-ordinateur rend plus transparent que jamais le (ou les) processus d'apprentissage. Il appartient à une approche interdisciplinaire de mieux définir cette notion encore vague d'interface, d'étudier les systèmes d'échange incluant symboles, gestes, sons, mouvements, etc. reliant l'apprenant et l'ordinateur. Les thèses de Luria sur la nécessité du discours plus ou moins intériorisé pour le développement de la pensée enfantine (si elle s'applique aux enfants de six à dix ans) et les travaux récents sur le rôle du langage comme agent régulateur dans certains processus cognitifs, ne sont pas suffisamment pris en compte. Ces théories suggèrent en effet des conflits cognitifs continuels entre le discours "intérieur" utilisant la langue maternelle et le langage de programmation avec ses formulations algorithmiques souvent loin de l'action propre du sujet. Voilà une hypothèse que nous amènent à formuler nos observations et les comptes rendus de recherche sur le langage LOGO.

L'image

Le micro-ordinateur a amené une transformation majeure dans l'exposition ou la présentation des objets d'apprentissage.

Avec son écran, il permet d'animer ce que le maître devait autrefois rendre dynamique par la suggestion des mouvements des mains. Cependant, comme l'a montré Claudine Mary (1984) s'inspirant des travaux de

G. Jacquinot (1977), l'image animée qu'elle soit concrète ou abstraite comporte beaucoup plus de conventions et d'intentions que le concepteur ne l'imagine. Nos travaux récents avec N. Berdnarz et Bernadette Janvier examinent les artifices (que nous désignons sous le vocable d'interventions didactiques) permettant de rendre ce mouvement signifiant.

Dans ce domaine si vaste, nous tentons de mesurer l'efficacité des accélérations, des clignotements, des balises sonores, des insertions explicatives de nature symbolique ou linguistique ... Il s'agit là de problèmes qui dépassent la sémiologie étant donné le caractère omniprésent de l'apprentissage dans nos analyses. Nous croyons que seule une démarche interdisciplaire à laquelle sera associée la psychologie cognitive pourra amener des progrès dans l'examen de ces questions si complexes. Nous comptons donc beaucoup sur la précieuse collaboration de nos collègues psychologues.

Les machines à enseigner

Une certaine psychologie nous a amené l'enseignement programmé et toutes ses variantes. Depuis vingt ans, c'est le modèle "pédagogique" qu'ont suivi principalement les concepteurs de didacticiel.

Le développement des machines à enseigner n'a peut-être pas besoin d'une certaine autre psychologie mais de plusieurs psychologues, qui font de l'apprentissage leur domaine de recherche. En effet, nous croyons qu'il existera de telles machines à enseigner qui parlent, qui entendent, qui lisent, qui illustrent et qui animent, avant qu'une théorie générale de la connaissance et de l'apprentissage voit le jour. Nous souhaitons que sauront répondre nombreux à l'appel, les psychologues conscients de la complexité des processus de la pensée humaine. Il est capital, en effet, de faire contrepoids aux paradigmes de la théorie (réductioniste) du "information processing". La construction de machines à enseigner devrait amener l'éclosion de théories locales nous permettant de distinguer automate et intelligence, s'il y a lieu!

IV. Du bon didacticiel aux langages d'auteur

Mais entre temps restera à alimenter ces machines de plus en plus sophistiquées en didacticiels de qualité.

Nous avons déjà vu comment la psychologie cognitive était amenée à jouer un rôle de premier plan dans la formulation de théories de l'apprentissage et par une collaboration à des analyses épistémologiques poussées. Nous avons également examiné au début de cet article les apports de la pédagogie et des différentes didactiques disciplinaires.

Soulignons également la nécessité d'une conceptualisation assez poussée de l'objectif à poursuivre. Il faut dépasser le niveau des mots. Pour nous, l'épreuve de la couronne a été le fondement même de la conception. Cette évaluation doit être dynamique, animée l'équipe de conception et être à l'affût des sous-produits découlant normalement de toute séquence riche d'apprentissage interactif.

Et finalement, il n'y a pas de didacticiel sans programmation de didacticiel. Par exemple, notre didacticiel sur le cercle fut réalisé en PASCAL. Nous ne pouvons en général consacrer beaucoup de temps à la production de didacticiel. Comme nous disposons de moyens financiers, nous pouvons recourir aux services d'étudiants qui collaborent avec nos équipes. Il faut cependant que l'informatique soit à la hauteur de l'imagination des concepteurs. Et c'est là, que devient nécessaire une connaissance générale des capacités de l'ordinateur, des caractéristiques graphiques de la machine et du langage utilisé. C'est ainsi que l'on s'assure que l'irréalisable le devient, car on peut ajuster minimalement le projet initial sans écarter l'essentiel. Autrement, et des discussions avec des collègues l'on montré, l'informaticien voit très souvent les caractéristiques qui rendent des séquences irréalisables sans entrevoir d'alternatives acceptables.

Nous croyons que la conception de didacticiel devrait être la tâche de petites équipes interdisciplinaires. Par ailleurs, nous sommes bien conscient des grandes difficultés que rencontrent les enseignants à incorporer

dans leur enseignement des didacticiels qu'ils n'ont pas conçus. Ceci explique une accélération récente dans le développement de nouveaux langages d'auteur, logiciels qui permettent de réaliser soi-même sans programmation son propre didacticiel. Nous voilà donc revenu à la machine à enseigner mais qu'utilise l'enseignant pour en faire son collaborateur.

Les premiers langages d'auteur, on l'imagine facilement, ne permettaient que de réaliser un enseignement programmé standard. Les plus récents que nous avons vus permettent une présentation très visuelle des objets d'apprentissage. La conception des langages d'auteur constitue pour nous un autre défi interdisciplinaire de taille. On retrouve dans l'idée même de "préparer" un ordinateur pour qu'il puisse plus facilement être programmé pour une leçon spéciale, l'ensemble de toutes les questions débattues dans cet article: théories de l'apprentissage, pédagogie active et interactive, rôle du visuel ... Tel est à notre sens un autre domaine de recherche des plus passionnants et qui exige une concentration interdisciplinaire efficace.

Conclusion

Nous avons tenté dans cet article de montrer quelques grands défis que pose, à la pédagogie aux différentes didactiques, à la psychologie cognitive, à l'informatique et aux sciences du langage, des communications et de l'information, l'apparition du micro-ordinateur en particulier à l'école. Il nous est permis d'espérer que les problèmes nouveaux posés à la communauté scientifique entraîneront une pratique plus ouverte de l'interdisciplinarité. On peut en effet, souhaiter que le dilemme entre "construire la science" (en théorie) et résoudre un problème soit tranché en faveur du problème à résoudre. La situation commande que nous dépassions le niveau de l'application des théories et que nous nous attaquions au ré-examen des modèles théoriques. Or, c'est dans la formation que reçoivent les étudiants de nos universités que notre capacité à s'adapter réside. Laisserons-nous à l'informatique et aux théories de l'intelligence artificielle (considérées comme science) la mission délicate de déterminer l'éducation de demain.

Bibliographie

ARTIGUE, M. et Robinet, J. (1982). Conceptions du cercle chez les enfants de l'école élémentaire. Recherche en didactique des mathématiques. Vol. 3.1.

BROUSSEAU, Guy (1983). Les obstacles épistémologiques et les problèmes en mathématiques. Recherche en didactique des mathématiques. Vol. 4.2.

HARTFIELD, Larry (1984). Use of computers in mathematics education in Moyen et Medias dans l'enseignement des mathématiques. Acte de la 34è rencontre de la C.I.E.A.E.M. Edité par A. Rouchier. UER Sciences Université d'Orléans.

MARY, Claudine (1983). Le film et l'enseignement des mathématiques: Analyse théorique et expérimentations. Mémoire de Maîtrise présenté à l'Université du Québec à Montréal. (Copie disponible sur demande).

JACQUINOT, G. (1977). Image et Pédagogie. Presses Universitaires de France.

PAPERT, S. et al. (1979). Final Report of the Brookline Logo Project. A.I. Memo 545. Artificial Intelligence Laboratory, M.I.T.

PAPERT, S. (1974). Teaching Children Thinking. Journal of Structural Learning. Vol. 4.

TESLER, L.G. (1984). Programming Languages. in Scientific American. Vol. 251, No. 3. Septembre.

TOM, René (1974). Mathématiques modernes et mathématiques de toujours. in Pourquoi la mathématique? Collection 10-18. Union Générale d'Edition. Paris.

L'UTILISATION SYSTÉMATIQUE DES BANQUES DE DONNÉES DANS LE DÉVELOPPEMENT DE LA PENSÉE FORMELLE - PREMIERS PAS DE L'EDUMATIQUE

Jan Palkiewicz
Université du Québec à Montréal

Introduction

L'Association internationale de pédagogie expérimentale de langue française en proposant comme thème du congrès 1984: "L'ordinateur, virage ou mirage pédagogique", soulève, en fait, deux prolèmes fondamentaux: le problème du virage technologique lui-même et le problème, qui nous concerne plus particulièrement, celui de la mutation de notre système éducatif en cette fin du deuxième millénaire. J'aborderai ces deux problèmes dans le cadre du sous-thème du "développement cognitif". Il est clair, toutefois, que les idées qui seront émises s'intègrent aussi dans les autres sous-thèmes du congrès.

Cette communication n'a pas la prétention de livrer les résultats d'une recherche déjà effectuée auprès des adolescents. Notre préoccupation dans ce domaine est assez récente mais elle s'inscrit dans une démarche vieille déjà de 20 ans, qui a débuté par la planification, en 1965, des écoles polyvalentes de la Rive-Sud de Montréal, qui s'est continuée dans leur adaptation continuelle aux besoins des jeunes et qui maintenant se poursuit dans la formation des enseignants à l'Université du Québec à Montréal et plus particulièrement dans mon implication dans la "formation lourde" des agents multiplicateurs. Donc, je n'ai pas de résultats concrets à communiquer quant aux banques de données. Cependant, j'ai fait un essai très prometteur en introduisant dans la pédagogie de Freinet le traitement de texte en remplacement de l'imprimerie traditionnelle à encre. Ma communication sera davantage l'exposé d'une vaste recherche qui débutera dans quelques semaines.

I. Innovations technologiques comme indicateur pédagogique

L'économie mondiale ralentit. Parallèlement à ce ralentissement surgissent de nouvelles technologies, comme l'informatique et la micro-électronique. Existe-t-il un lien entre la crise économique et l'émergence de nouvelles technologies?

À regarder certaines dates, à les associer à des événements mondiaux, il semblerait exister des "régularités". 1830-1840, 1870-1880, 1910-1920, 1940-1950 qui sont des années de guerre et de crises, alternent avec des années de faste et de prospérité. 1980-1990, années d'une guerre réelle mais non déclarée, présagent-elles une période de plein emploi et de richesse pour nos enfants? Telle était, il y a quelques années la préoccupation du néerlandais Van Gelderen, puis celle du soviétique Kondratyev, de l'autrichien Schumpeter et de l'américain Kuznets, prix Nobel 1971.

L'invention de la machine à vapeur a provoqué l'essort du textile et la révolution des métiers à tisser. Le chemin de fer a entraîné l'explosion des industries liées à l'acier. L'électricité et le moteur à explosion ont bouleversé les transports. L'électronique aura-t-elle la même influence? Nul ne peut donner une réponse univoque. Aucune innovation ou séries d'innovations ne peut avoir actuellement une importance telle qu'elle provoque des variations périodiques et des discontinuités affectant le développement global de l'économie.

> "La multitude des inventions et des innovations introduites en permanence ici et là se neutralisent mutuellement; un développement régulier de l'économie prise dans son ensemble en résulte, même si l'on peut noter quelques ruptures".[1]

Mais poser le problème de cette façon c'est se piéger soi-même. Le développement technologique n'est qu'un sous-ensemble d'un système plus vaste que nous devons prendre en considération et relativiser. En effet, la société québécoise peut être considérée comme formée de sous-systèmes dont les plus importants sont:

- le sous-système extérieur,
- le sous-système économique,
- le sous-système technologique,
- le sous-système des valeurs,
- le sous-système spatial et
- le sous-système écologique,

que nous pourrions représenter selon le schéma explicatif de son fonctionnement avancé par le groupe interuniversitaire de prospective québécoise GIPQ (voir figure 1). L'avenir d'un tel système peut-être étudié selon deux méthodes[2], soit en envisageant les avenirs logiques par des scénarios exploratoires ou des scénarios tendantiels à partir:

- de l'ensemble des "possibles" (tout ce qui n'est pas logiquement impossible ou auto-contradictoire),
- de l'ensemble des "possibles",
- de l'ensemble des "probables" à l'intérieur desquels se trouvent le et les scénarios tendanciels,

soit en envisageant les "avenirs alternatifs".

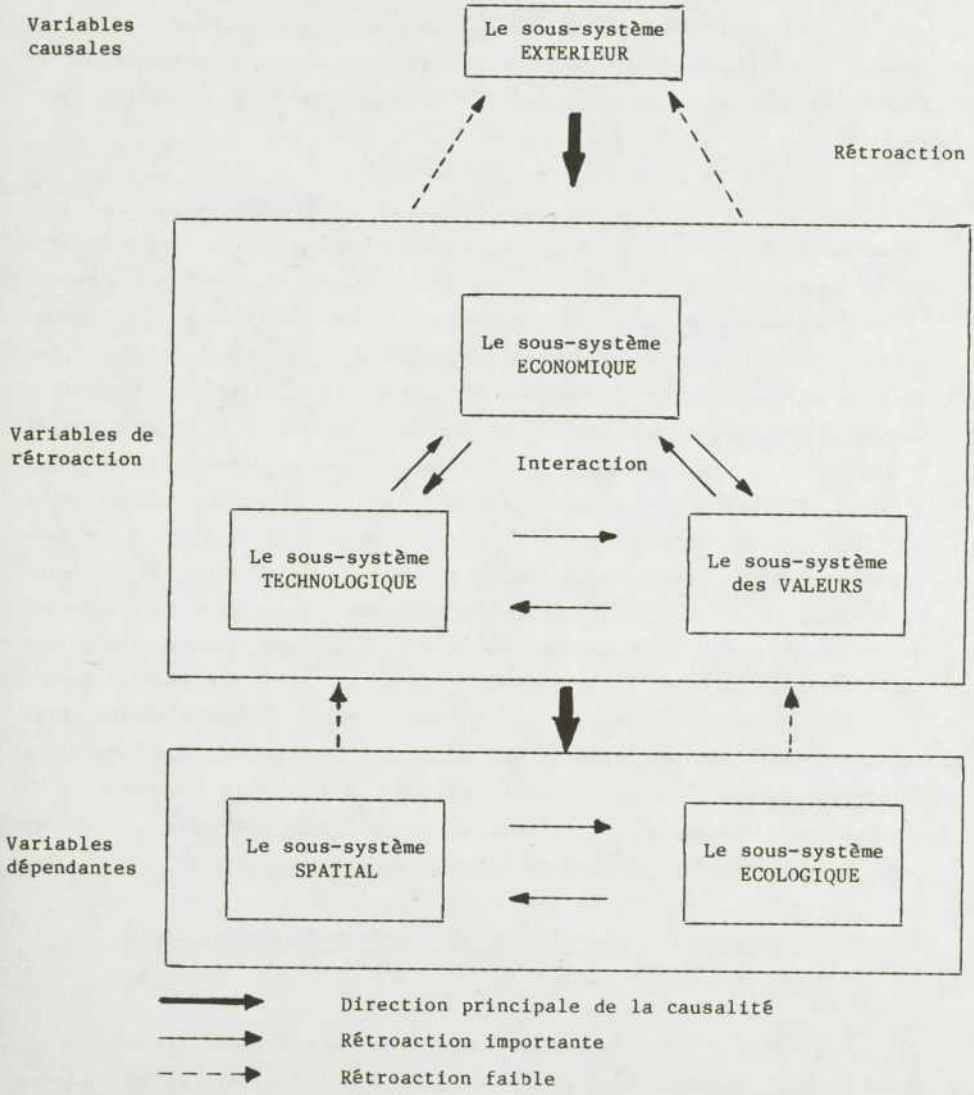
Selon le scénario des avenirs logiques du Québec:

- les tendances lourdes se maintiendraient bien que des faits de porteurs d'avenir peuvent rendre probable le renversement de certaines tendances lourdes;

- il n'y aura pas d'interventions majeures des gouvernements susceptibles de modifier profondément les règles du jeu. La campagne électorale en cours confirme cette tendance lourde par son manque d'imagination politique. Rarement avons-nous eu le privilège d'être si peu dérangés dans la quiétude de nos vacances;

- le système socio-économique assurera sa pérennité, sans mutations violentes, comme par le passé.

FIGURE 1
SCHEMA EXPLICATIF DU FONCTIONNEMENT DU
SYSTEME SOCIO-ECONOMIQUE QUEBECOIS



Dans cette perspective, la population du Québec régresse par rapport à la population canadienne, le vieillissement constituant la toile de fond de l'évolution socio-économique. Le Québec continue d'importer sa technologie de l'extérieur. Par contre, on assiste au développement de l'industrie de recyclage et de l'industrie des communications. La situation de l'emploi demeure peu reluisante. Les conflits des valeurs s'accroissent et le Québec est progressivement intégré à la néo-société de consommation nord-américaine.

Selon le scénario des "avenirs alternatifs", l'ensemble des sous-systèmes est fortement influencé par le sous-système des valeurs à l'initiative des gouvernements. Il s'appuie sur des "porteurs d'avenir" et la volonté des décideurs de changer le déroulement des événements. Un "Québec maximal"[3] est un Québec où la petite taille est valorisée, le développement est axé sur les PME et la décentralisation administrative. Le "Québec maximal" est marqué par la polyvalence dans la culture, la religion et l'école. Le "Québec maximal" fait une large place au sens de l'innovation et à la créativité, à la participation à la vie politique, économique et sociale. Quelle implication sur le système scolaire peuvent avoir ces deux scénarios? Impliquent-ils un virage pédagogique? Qu'il s'agisse des "avenirs logiques" ou des "avenirs alternatifs", une constante ressort constamment: un besoin impérieux d'adaptation tant fonctionnelle que structurelle. Certes, de tout temps l'homme a dû s'adapter à son environnement. L'adaptation aux conditions est le propre des systèmes intelligents. Plus un système est évolué, plus il est capable d'adaptation. Les machines intelligentes sont celles qui sont capables d'analyser le feed-back et de corriger en conséquence leur action. Si un jour nous assistons à un virage pédagogique se sera celui du développement de l'intelligence.

II. Où en sommes-nous dans notre connaissance du développement de l'intelligence?

Sans refaire l'historique de l'évolution de nos connaissances sur le développement intellectuel, il me semble nécessaire de situer les grandes étapes, afin de nous entendre sur le sens des mots, surtout quand il s'agit de l'intelligence.

Pour la clarté de l'exposé, nous pourrions distinguer quatre courants dans l'étude du fonctionnement cognitif et de la connaissance intellectuelle:

1. Le courant des études quantitatives du développement cognitif.
2. Le courant des études qualitatives du fonctionnement cognitif.
3. Le courant des styles perceptivo-cognitifs.
4. Le courant des interventions gouvernementales dans le développement cognitif.

Ces quatre courants continuent d'évoluer parallèlement. Nous nous attarderons plus particulièrement sur le dernier en ce qu'il touche à la pédagogie.

Le premier courant, celui des études quantitatives, nous est bien connu par les tests d'intelligence, le QI, les discussions sur la constance et sa signification socio-culturelle. Là n'est pas notre problème, au moins pour aujourd'hui.

Le deuxième courant, celui de l'étude des stades du développement cognitif tel que présenté par Jean Piaget et du développement de sa pensée et du langage dans la perspective théorique de Vygotsky, nous touchent davantage en ce qui regarde l'utilisation de la technologie micro-informatique. Une brillante application de ces théories a été faite par Seymour Paper par la création du Langage Logo. Son ouvrage, le Jaillissement de l'esprit[4] s'inscrit, d'Une façon exemplaire, dans le sous-thème de ce congrès portant sur le développement cognitif.

Le troisième courant, s'applique à étudier l'influence des styles percepto-cognitifs sur le fonctionnement intellectuel. Plusieurs approches ont d'ores et déjà été utilisées, comme la réflexivité-impulsivité, la dépendance-indépendance du champ et la symbologie proposée par le Dr. Hill[5].

Enfin, le quatrième courant concerne les interventions gouvernementales faites dans le but de développer l'intelligence afin de répondre aux exigences d'un monde en évolution. Des pays entiers comme le Libéria et le Vénézuéla, ont conçu de vastes programmes de développement de l'intelligence à tous les âges de la vie. Un rapport très intéressant a été soumis à cet effet par Milton Schwebel de Rutgers University, à l'Unesco en 1983[6].

Quelles conséquences pouvons-nous tirer pour la pédagogie de l'ensemble de ces études? D'abord, que l'intelligence peut être améliorée: c'est la conclusion à laquelle arrive Pinillos[7] après une étude faite dans six pays d'Europe sur le développement intellectuel à l'aide de techniques psychopédagogiques. Cependant, ces méthodes sont encore très insuffisantes. Récemment, un éclairage nouveau est venu de la biologie. Jean-Pierre Changeux, dans l'Homme neuronal[8], propose une explication qui aura, sans doute, des conséquences sur nos interventions pédagogiques: "Apprendre, c'est stabiliser des combinaisons synoptiques préétablies". La fonction d'apprendre est une fonction fondamentale du système nerveux central. Elle est accomplie par les cellules nerveuses ou neurones et par leurs prolongements dentriques ou axoniques. L'essentiel de l'apprentissage se situerait donc au niveau des synapses. Apprendre équivaut à "modifier" temporellement le système neuronal en créant des circuits particuliers par stabilisation d'un réseau de neurones: en établissant donc des connexions stables à partir d'une multiplicité de contacts transitoires. Ce mécanisme s'accomplit grâce à une activité génétique et épigénétique. L'assemblage de la machine cérébrale qui rend compte de la capacité d'apprendre est réalisée définitivement avant la naissance, mais le découpage des graphes s'effectue au cours de la croissance: c'est la part de l'épigenèse, formation d'une organisation par interaction avec l'environnement au cours du développement. Tout comportement, tout acte, toute sensation s'explique par la mobilisation des neurones composant un réseau particulier. Les représentations mentales peuvent exister sous trois formes: le percept, l'image de mémoire et le concept. Le percept résulte d'une activité due à une stimulation provenant du monde extérieur. L'image mentale, ou image de mémoire, requiert la stabilisation sélective du couplage entre les neurones qui composent l'assemblée du percept, stabilisation qui produit une

justification, rendant l'assemblée indépendante du monde extérieur et qui s'accompagne aussi d'une simplification et d'un élagage. Le concept est un objet de mémoire qui ne possède plus au mieux, qu'une faible composante sensorielle et qui recrute des neurones dispersés dans des aires multiples. Le concept apparaît comme une image simplifiée, squelettique, réduite aux traits essentiels, formalisée. De nombreuses combinaisons "germent". Tel est le travail du langage de la pensée. Mais ce langage ne mérite son nom que lorsque nait véritablement le sens, qui provient de l'organisation et de la régulation, grâce à quoi les objets mentaux produits spontanément vont s'enchaîner selon un ordre logique en étant coordonnés. La conscience est précisément ce système de régulation global qui porte sur les objets mentaux. Mais cette régulation repose sur des mécanismes que la machine cérébrale impose. Cependant, c'est la volonté qui trace la frontière entre le délire et la pensée. C'est la volonté d'être attentif qui se traduit dans et par l'exercice de la fonction de comparateur de l'encéphale. Apprendre, c'est stabiliser des réseaux de neuronnes: penser c'est être capable de combiner attentivement les assemblées de neurones stabilisées. Apprendre à penser, c'est apprendre à être attentif, à la fois aux objets (apprendre) et aux idées (penser). Plus on est capable de diversifier et de différencier ces combinaisons plus on est intelligent.

Ce bref survol nous conduit aux sources mêmes de la pédagogie. Nous travaillons avec des enfants, des adolescents et des adultes. Le plus clair de notre temps se passe à essayer de faire "comprendre" quelque chose. "Comprendre" signifie établir une relation entre une nouvelle expérience et l'ensemble de ce que l'on sait déjà, établir une relation entre deux structures neuronales. Nous essayons de faire "comprendre" pour faire "apprendre". "Apprendre" c'est plus que comprendre, car l'apprentissage implique un changement, une transformation de ce qui déjà est connu, la transformation d'une structure neuronale. Mais comprendre, c'est aussi donner un sens. Ce que l'on ne peut pas relier ensemble n'a pas de sens. La connaissance, c'est un certain sens que nous donnons au monde. Ce qui est important pour nous, éducateurs, c'est de savoir comment les enfants acquièrent cette connaissance du monde, comment ils l'organisent. En cela, les enfants sont de véritables scientifiques qui élaborent et modifient continuellement leur théorie du monde suite à leur expérience.

Dans la structure cognitive, faite de réseaux stabilisés, nous trouvons des catégories ou des façons de regrouper les êtres selon qu'ils sont perçus semblables ou différents.

Ce sont des percepts, des images mentales ou des concepts, selon leur degré d'abstraction. Nous attribuons des traits distinctifs à ces catégories et nous mettons les catégories en relation. C'est par les multiples façons dont nos catégories sont reliées les unes aux autres que nous donnons un sens à notre environnement. Ces relations nous permmettent de faire la somme des expériences passées, de donner du sens au présent et d'anticiper le futur. Nous pourrions développer ainsi l'inclusion des classes, les relations de propriété, de causalité, de finalité ou d'explication.

Il est important de préciser que le percept est une décision du cerveau; le pourquoi de cette décision nous échappe pour le moment. Nous ne percevons pas tout ce qui se présente devant nos yeux et nous n'écoutons pas tout ce que nous entendons. Le cerveau décide de ce qui est devant nous à partir des informations qu'il reçoit et des attentes qu'il a. Une prise de décision implique une sélection parmi un ensemble limité de possibles. Les questions sont posées sur la base de la connaissance acquise. Elles tentent de relier le nouveau au déjà connu. L'incertitude serait la gamme des questions que le cerveau pourrait poser, l'ensemble des possibles parmi lesquels il choisit. Quand nous portons attention à quelque chose, nous avons dans la tête une gamme limitée de possibles. Nous ne considérons pas les possibles dont la probabilité est très faible. Ce à quoi nous ne pouvons donner un sens, est du "bruit". C'est un signal qui ne porte pas d'information. Le bruit est fonction de ce que nous ne savons pas. Ces considérations très abrégées et très schématiques nous introduisent au coeur de notre problématique.

III. Banque de données, outil de développement de la pensée formelle

Comment modifier la structure cognitive dans le sens du développement cognitif et de l'apprentissage, c'est-à-dire:

1. Comment et au moyen de quels instruments nouveaux pouvons-nous établir des catégories cognitives (percepts, images mentales, concepts)?

2. Comment diversifier et différencier les traits distinctifs de ces catégories?

3. Comment développer des relations de plus en plus opérantes entre les catégories cognitives?

Nous nous limitons ici au développement cognitif, étant très conscient que ce n'est pas l'unique domaine qui concerne l'éducation.

Nos hypothèses de travail sont:

1. L'utilisation des banques de données enrichira d'une façon statistiquement significative, le nombre de catégories cognitives (surtout des concepts) utilisées par les élèves.

2. L'utilisation des banques de données développera d'une façon statistiquement significative l'habileté à préciser le sens des concepts utilisés.

3. L'utilisation des banques de données développera d'une façon statistiquement significative l'habileté à établir des relations entre catégories cognitives (relations de contingence, de causalité, de finalité, d'induction, de déduction, etc.).

Le choix des hypothèses est justifié par les principes mêmes qui sont à la base d'un curriculum fondé sur le développement cognitif: multiplicité de concepts, leur spécification à l'aide de traits caractéristiques et leur mise en relation.

Ces hypothèses répondent aux préoccupations pédagogiques et culturelles de l'école d'aujourd'hui: la pauvreté du langage utilisé par les

jeunes, l'absence de culture, l'absence de rigueur logique dans l'argumentation, etc.

Il est clair qu'il n'existe pas de moyen miraculeux de développer les structures cognitives, mais certaines approches semblent plus efficaces que d'autres. Nous pensons que l'utilisation des banques de données est un de ces moyens.

L'intégration de l'informatique dans les différentes branches de l'activité humaine a produit la robotique, la bureautique, la télématique, la productique, etc. Nous assistons aux premiers pas de l'Edumatique, nom qu'avec les Drs. Legendre et Desautels j'ai donné dans le Plan SEDUCATION[9] à l'intégration de l'informatique aux activités éducatives.

De plus en plus l'informatique est utilisée dans les différents sous-systèmes de l'infrastructure pédagogique. L'édumatique n'est donc pas une nouvelle branche que nous voudrions introduire au programme de formation. C'est l'utilisation de ce puissant instrument qu'est l'ordinateur dans nos pratiques éducatives. C'est ainsi qu'à côté des laboratoires de physique, de chimie et de biologie, doivent être créés des laboratoires d'édumatique où les micro-ordinateurs serviront non seulement à l'initiation aux sciences de l'informatique, mais permettront d'aborder différemment les autres matières au programme scolaire, comme l'histoire, la géographie, l'initiation à la technologie, etc. Dans ce qui suit nous n'allons envisager qu'une des activités des laboratoires d'édumatique; l'utilisation des banques de données, plus particulièrement les banques de données documentaires (bibliographiques), laissant de côté les banques de données factuelles, dont l'utilisation demande une approche légèrement différente.

Les objectifs pédagogiques que nous poursuivons dans l'utilisation des laboratoires d'édumatique sont nécessairement ceux de la matière au programme, mais dans une perspective claire et explicite:

1. de faire acquérir des faits, des notions et des concepts dans un domaine donné,

2. de caractériser ces faits, ces notions et ces concepts d'une façon aussi précise que possible,

3. d'établir des liens et des relations entre ces faits, ces notions et ces concepts (diversifier et différencier les structures cognitives) en suscitant les opérations hypothético-déductives de la pensée formelle.

Piaget définit les opérations "comme des actions qui sont intériorisables, réversibles et qui se coordonnent en systèmes caractérisés par des lois applicables à la structure de l'ensemble"[10]. Elles sont intériorisables au sens où elles peuvent être actualisées dans la pensée; elles sont réversibles, c'est-à-dire, que composables de toutes manières, elles ont complète liberté de retour. Ce sont des transformations d'une structure en une autre, soit par modification de la "forme", soit par substitution portant sur le "contenu". Les opérations hypothétiques sont celles où le sujet subordonne le réel au possible, c'est-à-dire: "qu'il tend de lui-même à insérer les liaisons supposées au premier abord réelles dans l'ensemble de celles qu'il reconnaît possibles, de manière à choisir ensuite les vrais par l'examen de certaines transformations effectuées au sens précisément de ces liaisons possibles"[11]. La déduction est ici entendue au sens d'un procédé de pensée par lequel on conclut rigoureusement de propositions prises pour prémisses à une proposition, qui en résulte nécessairement, en vertu des règles logiques.

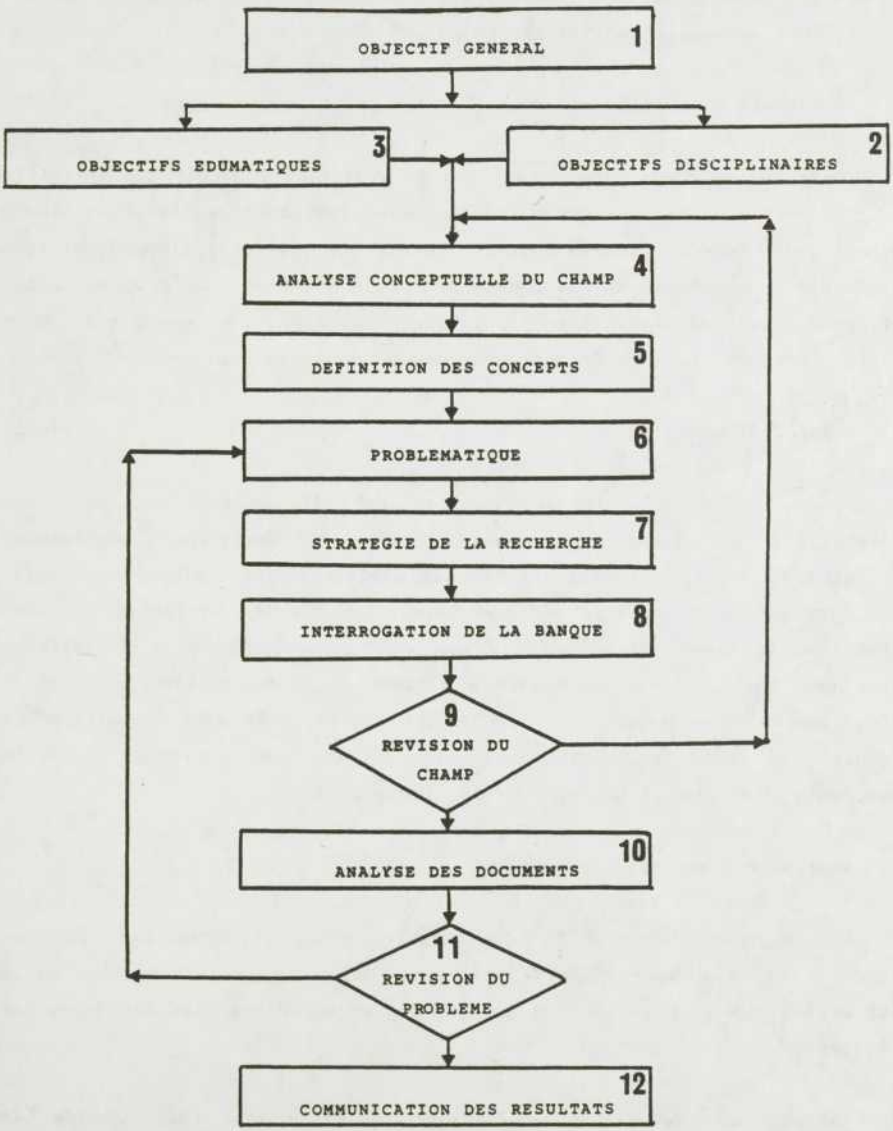
Les opérations hypothético-déductives sont donc des transformations auxquelles la pensée procède sur des relations entre les objets ou les actions, à partir de ce que pourraient être ces relations. Elles ont les quatre caractères suivants: 1) ce sont des actions de la pensée, 2) transformant des relations en d'autres relations, 3) en considérant l'ensemble des possibles, 4) de façon ordonnée. Ces transformations s'actualisent particulièrement dans les opérations combinatoires et dans la logique de probabilité qui est la mise en relation des cas favorables et des cas possibles.

Cette partie de notre communication s'inscrit dans la phase expérimentale de notre recherche. Elle vise à définir d'une façon opérationnelle les objectifs pédagogiques de chacune des séances de laboratoire, mais toujours en relation avec les objectifs de la matière considérée, à préciser les étapes à suivre et les rétroactions à intégrer dans l'ensemble de la démarche. Le schéma qui suit pourrait rendre compte de cette démarche; le postulat qui soutient ce schéma est que chaque média développe une habileté ou une classe d'habiletés particulières: autrement dit que les média ne sont pas interchangeables.

Notre erreur a été de considérer les média comme interchangeables et de confier, par exemple à la télévision, la solution de problèmes — ce qu'elle ne peut absolument pas faire —. Elle donne l'information mais ne rend pas absolument capable de solutionner les problèmes. Tous les média appellent un choix: regarder un évènement à travers les textes d'un écrivain ou par le truchement de diapositives. Chacun mettra l'accent sur ce qu'il croit le plus important, sur ce qu'il veut que vous portiez attention. Un texte peut décrire cent fois mieux un repas gastronomique qu'une séquence de film où le cinéaste favorise les aspects perceptibles.

Le schéma de la page suivante représente un ensemble d'opérations que nous décrirons brièvement:

SCHEMA


OBJECTIF GENERAL
1
OBJECTIFS EDUMATIQUES
3
OBJECTIFS DISCIPLINAIRES
2
ANALYSE CONCEPTUELLE DU CHAMP
4
DEFINITION DES CONCEPTS
5
PROBLEMATIQUE
6
STRATEGIE DE LA RECHERCHE
7
INTERROGATION DE LA BANQUE
8
9
REVISION DU CHAMP
ANALYSE DES DOCUMENTS
10
11
REVISION DU PROBLEME
COMMUNICATION DES RESULTATS
12

1. Objectif général

Cette opération rejoint l'un des objets généraux que l'on peut trouver au début de tout programme du Ministère: objectifs de développement biologique, intellectuel, culturel, spirituel et social.

2. Objectifs disciplinaires

Chacune des disciplines inscrites au programme poursuit les objectifs qui lui sont propres. Le grand problème avec lequel est confrontée l'école actuelle est de savoir quels sont les transferts possibles d'une discipline à l'autre de manière à ne pas condamner les jeunes à un simple survol encyclopédique sans véritable formation. Nous emprunterons un exemple à l'écologie: récupération des déchets ménagers ou domestiques.

3. Objectifs édumatiques

Comme nous l'avons dit précédemment les média ne sont pas interchangeables. En choisissant l'instrument "Banque de données" nous poursuivons un but très précis: l'exploitation des processus que soustend cet outil. Notre hypothèse de travail est que l'exploitation des banques de données développe la pensée formelle dans son aspect combinatoire et probaliste. Dans une étape ultérieure de notre recherche, les objectifs édumatiques d'utilisation des banques de données seront intégrés dans une taxonomie inspirée de celle de Bloom pour ce qui est de l'apprentissage et de la taxonomie de Hughes et Miller pour le développement.

4. Analyse conceptuelle du champ

Cette opération nous fait pénétrer dans la structuration même des concepts se rapportant à un sujet donné. Il est très formateur de faire établir un réseau de notions et de concepts et d'indiquer les liens qui les unissent.

Ainsi, par exemple, si en écologie nous voulions faire aborder le sujet de la "récupération des déchets", le champ conceptuel s'y rapportant

pourrait prendre la forme suivante (figure 2). L'élève doit distinguer ce qui précède de ce qui suit; ce qui est opération de ce qui est simple catégorie; représenter les liens qui pourraient exister entre les notions. C'est un exercice d'une très grande valeur pédagogique.
(Figure 2, page suivante)

5. Définitions des concepts

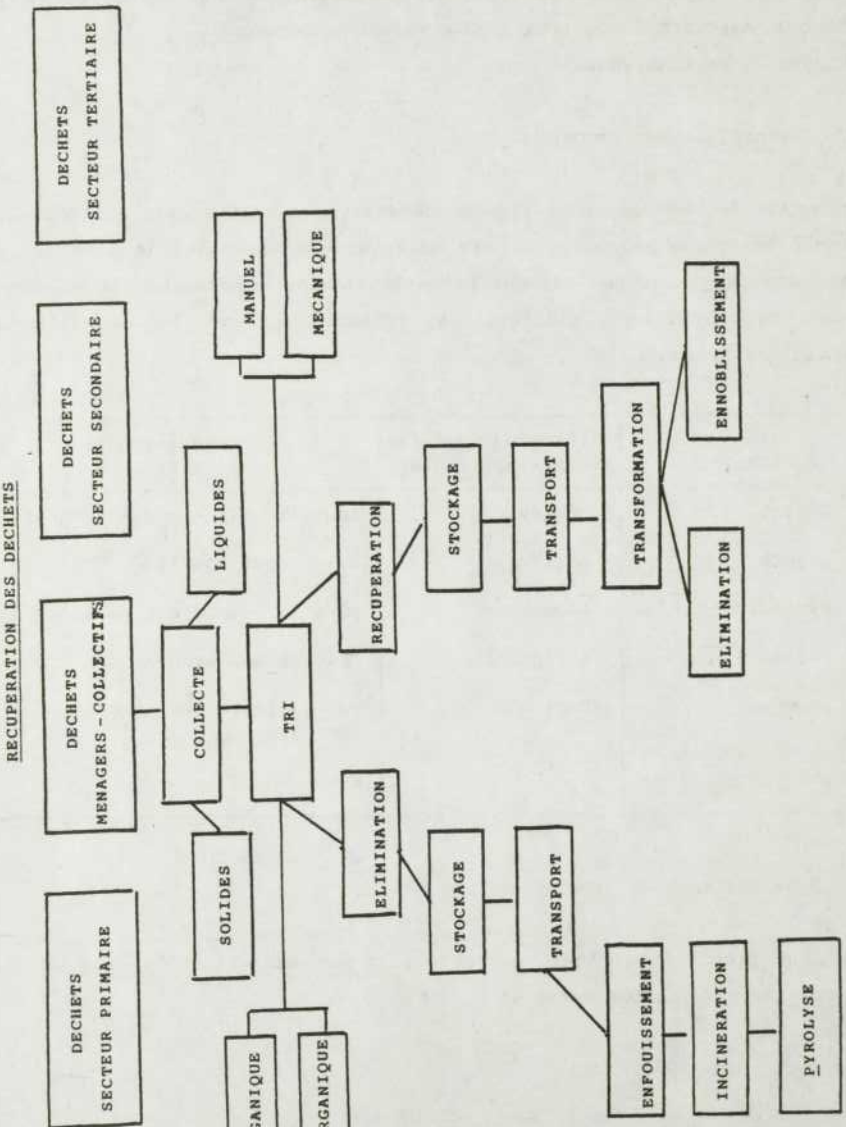
Afin de développer la rigueur nécessaire à tout niveau qui dépasse le simple empirisme primaire, il est nécessaire de préciser le sens des mots en leur attribuant des catégories immédiatement supérieures et en donnant leurs caractéristiques distinctives. C'est ainsi que l'on pourrait faire le tableau suivant:

Termes à définir	Catégories immédiatement supérieures	Caractéristiques distinctives
Déchet	Résidu	inutilisable - que l'on jette
Ordure	Résidu	sale - qui souille
Dépotoir	Lieu	où l'on dépose des déchets
Poubelle	Récipient	destiné aux ordures
Eboueur	Personne	qui collecte les déchets ménagers
Déchets organiques	etc.	etc.

6. Problématique et hypothèses

Une problématique qui pourrait avoir une signification dans un cours d'écologie serait, par exemple:

FIGURE 2


RECUPERATION DES DECHETS
DECHETS SECTEUR PRIMAIRE
DECHETS MENAGERS - COLLECTIFS
DECHETS SECTEUR SECONDAIRE
DECHETS SECTEUR TERTIAIRE
COLLECTE
SOLIDES
LIQUIDES
TRI
MANUEL
MECANIQUE
ORGANIQUE
INORGANIQUE
ELIMINATION
RECUPERATION
STOCKAGE
TRANSPORT
TRANSFORMATION
ENNOBLISSEMENT
ELIMINATION
STOCKAGE
TRANSPORT
ENFOUISSEMENT
INCINERATION
PYROLYSE

"Quels sont les déchets qui pourraient être ennoblis après traitement"? Une première hypothèse n'est souvent qu'une des pistes possibles. Elle sera modifiée par les résultats de la recherche.

7. Stratégie de la recherche

Cette opération a pour but de préciser l'objet des interrogations de la banque de données. Cette stratégie consiste à faire l'analyse conceptuelle de ce qui est cherché et à traduire cette analyse en termes utilisés par la banque de données que l'on veut consulter. L'analyse conceptuelle est facilitée par les opérations no 4 et no 5.

On fait la liste des termes qui recouvrent le plus l'objet de la recherche en allant du plus important au moins important. Dans le cas de notre recherche, nous aurions:

Déchets ou ordures
Déchets domestiques ou ménagers
Transformation ou traitement
Récupération ou utilisation

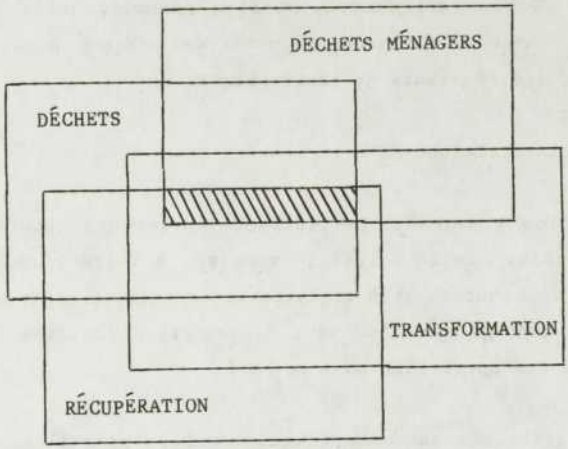
Ces termes seront associés deux à deux selon cet ordre:

1. Déchets
2. Déchets ménagers
3. Déchets et tranformation
4. Déchets et récupération

pour obtenir le nombre de documents que renferme la banque concernant ces champs de connaissance. Mais on peut aussi les associer tous à la fois, selon une seule combinaison:

Déchets — ménagers — transformation — récupération

Le diagramme de Venn visualiserait la situation de la façon suivante, montrant:



que dans l'ensemble "déchets" ce qui nous intéresse, ce sont les transformations qui impliquent une récupération de déchets ménagers.

Cette nomenclature doit ensuite être traduite en termes du thésaurus que l'on a l'intention de consulter.

8. Interrogation de la banque

Cette opération pose le problème de la banque que nous pouvons interroger. Certes, il existe au Canada et surtout aux États-Unis de nombreuses banques de données, mais elles sont en langue anglaise. Depuis cette année, Informatech donne accès à plus de 18 millions de références, grâce à QUESTEL, des banques documentaires québécoises comme le RADAR, qui dépouille et analyse 150 périodiques québécois avec bibliographie multi-disciplinaires, HISCABEQ, bibliographie d'histoire de l'Amérique française, histoire du Canada et plus spécifiquement du Québec, ENVIRODOQ, qui traite des études, des rapports d'impact, relevés d'inventaire touchant à tous les aspects de l'environnement québécois, inventaire bio-physique du territoire, qualité de vie, pollution et éco-systèmes.

INFORMATECH donne aussi accès à des banques internationales comme PASCAL, dans le domaine scientifique et technique, CIS, sur la sécurité et

l'hygiène au travail, FRANCIS, banque de données consacrée aux sciences humaines et sociales, BIBLIOCOM, banque de données française sur la communication, etc, etc.

Bien sûr, il faudrait toucher ici des problèmes du coût, mais en comparaison de ce que nous coûtent les laboratoires de physique, de chimie et de biologie, c'est une dépense minime quand la recherche est bien organisée.

9. Révision du champ

Dans toute recherche, après interrogation de la banque apparaîssent de nouveaux concepts, de nouveaux termes mais surtout on prend conscience que le champ est beaucoup plus vaste que l'on ne croyait. Il faut alors décider si on élargit la recherche, si on la modifie et tient compte des nouvelles dimensions. S'il en est ainsi, on reprend les opérations précédentes.

10. Analyse des documents

Ici, on étudie dans un premier temps, les abstracts qu'éventuellement on a demandés à la banque d'imprimer. Dans un deuxième temps, on cherche les documents suivant les indications obtenues et on procède à leur analyse, en fonction de la problématique. Cette opération demande la connaissance des techniques d'analyse de texte que l'on devrait donner au niveau secondaire.

11. Révision du problème

L'analyse des textes et de la documentation suggère très souvent la modification de la problématique du début. On reprend donc les opérations avec les nouveaux éléments introduits en 8.

12. Communication des résultats

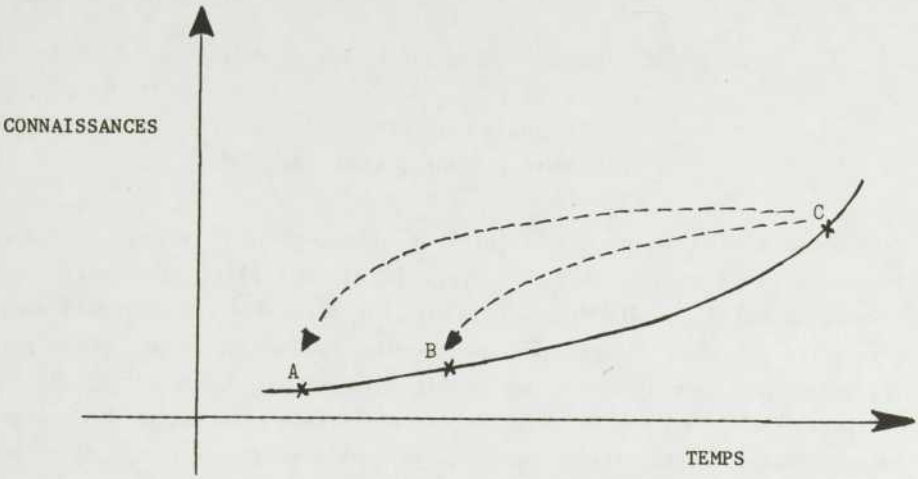
Une fois en possession de la documentation, il faut communiquer les résultats de sa recherche d'une façon claire et objective, en l'articulant dans un texte comprenant l'introduction, le développement et la conclusion.

Quels résultats attendons-nous de cette démarche? Nous anticipons un développement de la pensée formelle substantiellement supérieur à celui que procure le travail en laboratoire de physique ou de chimie. C'est notre intention de mesurer, par des tests appropriés, le niveau de la pensée formelle, avant et après, de plusieurs groupes d'élèves, dont les uns utiliseraient le laboratoire d'édumatique, les autres les laboratoires de physique ou de chimie et enfin, un dernier groupe qui lui, n'irait ni dans l'un ni dans l'autre catégorie de laboratoires, pendant le même laps de temps. Il est entendu que les élèves seront choisis dans la même école. On tiendra compte, de plus, de l'âge, du sexe et du milieu socio-économique de la famille. Des analyses seront ensuite faites pour savoir s'il y a des différences statistiquement significatives.

Conclusion

Ceux qui ont déjà essayé de faire travailler les élèves sur des recherches me diront que cela ressemble à une méthode traditionnelle de recherche et que l'on ne voit pas ce que la banque de données informatisée ajoute.

Au delà de la rapidité de traitement, il y a un problème plus profond que j'essaie de résoudre, en proposant l'utilisation des banques de données. La situation des connaissances dans le monde pourrait être représentée de la façon suivante: (voir figure page suivante) en portant le temps sur l'axe des X et le développement des connaissances sur celui des Y. Les connaissances augmentent et s'élargissent. Dans le système scolaire actuel, nous reprenons toutjours en A pour aller vers B. Mais comme les connaissances s'accroissent, nous restons à la préhistoire et les élèves n'arrivent pas à donner du sens à ce qu'on leur enseigne à l'école. Ils



s'installent dans un désintérêt et une démotivation sans cesse grandissants. La banque de données permet de partir de l'actualité, qui est au coeur de ce qui se passe maintenant, et de revenir en arrière, si nécessaire. Cette approche demande une très vaste culture de la part des enseignants, mais elle ouvre aux élèves de nouveaux horizons, suggère de nouvelles hypothèses. Elle produit, par le biais des connaissances, une structuration cognitive semblable à celle qui se passe grâce aux processus des opérations formelles. De plus, la consultation des banques de données devient non seulement une nouvelle manière de faire, mais aussi une nouvelle manière d'être face face à l'information, la manière de l'homme intelligent qui planifie son action, qui soupèse toutes les possibilités, qui tire des conclusions appuyées sur les travaux des experts d'hier et d'aujourd'hui.

LE JEU ET L'ENSEIGNEMENT ASSISTÉ PAR L'ORDINATEUR

Claude Guillette
Université du Québec à Montréal

Depuis longtemps dans l'histoire de l'éducation, il est dit que les éducateurs se sont préoccupés du jeu. On dit que Platon conseillait de donner des noix aux enfants pour les aider à apprendre les mathématiques. À la suite de grands pédagogues comme Comenius, Rousseau, Fröbel, Montessori, Piaget et bien d'autres, les enseignants ont peu à peu adopté l'idée qu'il fallait tenir compte des intérêts naturels de l'enfant et des stades de son développement; ils ont alors plus ouvertement intégré des activités ludiques à leur enseignement.

Une meilleure compréhension du jeu peut nous venir soit d'une connaissance plus approfondie de ce qu'est le jeu, soit de l'observation de son influence sur l'élève-joueur ou soit de l'examen de la situation de l'éducateur qui tente d'en tirer des avantages spécifiques. C'est ce que nous tenterons de faire dans cet article. Nous définirons le jeu tel qu'il est perçu en milieu scolaire puis nous considérerons les effets qu'il peut avoir sur les élèves en regard de certains facteurs des plans cognitif et affectif; tout cela pour renseigner le praticien de l'éducation qui pourrait être tenté d'intégrer le jeu.

1. Définition du jeu

Donner une définition générale du jeu paraît téméraire. Schlosberg (1947) considère le jeu comme un "concept flou, et scientifiquement inutile" alors que Millar (1968), avant d'en préciser bien des facettes, parle de "poubelle linguistique où l'on jette pêle-mêle les divers types de comportements". La difficulté de définir le jeu vient surtout du fait que la plupart des activités humaines peuvent s'appeler des jeux ou être considérées comme tels. Millar (1968) pour définir le jeu parle de "différence paradoxale qui existe entre le jeu et le comportement sérieux correspondant" (p. 273). À voir se battre deux individus, il prend généralement peu

de temps pour savoir s'ils jouent l'agressivité ou s'il y a grave danger de blessures.

Dans le jeu, il y a distraction de l'action et cette forme d'activité peut paraître inutile et pour le moins difficile à préconiser en milieu scolaire où l'on invite généralement à distinguer le travail du jeu. Une telle conception fait qu'on se pose encore dans certains milieux sérieusement la question: peut-il y avoir vraiment un jeu dans une classe ou ce jeu ne serait-il pas une façon de "décrocher" de la réalité scolaire? Carlson (1969) croit que oui et dit que c'est par là même que se trouvent récupérées à des fins pédagogiques les énergies investies dans le jeu. Cet effet de "halo", comme Carlson l'appelle, résulte de la concentration des énergies de l'enfant sur une activité considérée comme agréable.

Quand le jeu est ainsi décrit, toute situation peut devenir un jeu et ce n'est que la réaction de l'individu dans une activité qui dira si l'activité est ou non ludique. Ainsi, autant un élève impliqué dans un jeu, même en milieu scolaire, peut "décrocher" de son contexte "sérieux", autant un autre qui n'y ressent pas la même implication peut supporter la réalité et ne pas la considérer comme un jeu. Il serait donc prudent de ne parler de jeu en éducation que comme une circonstance bien individuelle qui n'est réalisée que dans la mesure où l'individu la perçoit comme telle. Cependant, en quête d'une définition du jeu lui-même, nous ne pouvons nous arrêter au "hic et nunc" de tous les sujets qui s'y adonnent.

1.1 Caractéristiques du jeu

Cette distraction de l'action qu'est le jeu met en évidence ce qui compte avant tout dans le jeu: l'existence d'un certain nombre de règles implicites ou explicites connues du ou des participants. Ces règles structurent cette distraction en vue d'un but et autorisent un plus ou moins grand nombre de stratégies ou de façons d'utiliser ces règles à son profit. Selon que l'on considère surtout le jeu à règles implicites ou à règles explicites, on serait tenté d'orienter la réflexion vers l'une ou l'autre des deux théories suivantes qui ont eu, sur l'éducation en général, une

influence marquante: soit vers la théorie du jeu de Piaget, soit vers la théorie des jeux de Von Neumann et Morgenstern.

Chez Piaget (1946), le jeu est intégré aux divers stades du développement de l'enfant. C'est généralement hors du jeu que l'enfant trouve les règles de son jeu: en frappant son hochet, il apprend à être une cause, en imitant sa mère, il consolide ses expériences émotionnelles. Piaget considère le jeu comme fonctionnel; c'est le lieu où l'enfant, dans son processus d'assimilation, transforme l'information reçue pour l'harmoniser à ses besoins individuels.

À l'opposé, pour Von Neumann et Morgenstern, le jeu existe dans ses règles explicites et dans l'ensemble des stratégies qui en découlent. Seris (1974) l'explique ainsi:

> Aux règles explicites du jeu, la théorie associe l'ensemble de toutes les manières de jouer une partie de bout en bout, la liste de toutes les stratégies; elle déduit du catalogue des coups autorisés par les règles, tableau de toutes les parties possibles, sous la forme développée de l'arbre du jeu ou sous la forme condensée la matrice des stratégies (p. 10).

Cette théorie conduit à une compréhension mathématique du jeu et à la limite, "il n'est plus besoin de jouer. Calculons!" (Série, p. 10). Cependant, cette théorie reconnaît pour l'instant ses limites dans sa prise en considération des intérêts de joueurs, de l'antagonisme de leurs manoeuvres, dans la plus ou moins grande étendue de leurs informations, etc.

Ces deux théories, malgré tout l'intérêt et les nombreuses recherches qu'elles ont suscités ne nous offrent pas les balises nécessaires à une définition du jeu: l'une donne une explication purement mathématique du jeu alors que l'autre explique le jeu dans les stades de développement de l'enfant.

En anglais, quand on parle de jeu, on peut faire une autre distinction car on dispose de deux mots: "play" et "game" que nous traduisons tous les deux par jeu. En général, le jeu (play) recouvre davantage d'activités de

toutes sortes alors que jeu (game), même s'il marque une certaine nuance de divertissement, est surtout rattaché à l'idée de stratégie, de performance, de compétition. Pour nos besoins en milieu scolaire, nous parlerons de jeu dans cette dernière acceptation et comme Dunathan (1978) nous considérons que:

> La compétition est le principe premier du jeu (game). Sans compétition une activité qui ressemble à un jeu est quelque chose d'autre. Les joueurs compétitionnent d'abord avec eux-mêmes, ensuite avec les autres participants et enfin avec tous les autres (p. 14).

Carlson (1969) qui considère tous les jeux comme des simulations de guerre identifie deux formes de jeux: les "free games" et les "rigid games" selon que les décisions sont imposées aux joueurs davantage par la subjectivité d'un arbitre plutôt que par des règles rigides qui prévalent dans la mise en place, le déroulement et le dénouement d'un jeu. Nous ne croyons pas qu'il faille parler en tout temps de simulation en parlant de jeu et c'est pourquoi il est d'abord utile de bien faire remarquer la distinction entre jeu et simulation.

Il peut y avoir jeu sans simulation tout comme simulation sans jeu. Jeu et simulation sont des activités autonomes qui peuvent être regroupées. Tournier (1978) dans Typologie des formules pédagogiques, fait, au sujet de simulation et de jeu, la distinction suivante:

> Une simulation consiste à élaborer un modèle reproduisant une situation réelle aussi fidèlement que possible, et ce, dans le but de permettre une étude ou une confrontation avec les divers aspects de cette situation sans qu'il soit nécessaire d'entrer directement en contact avec le monde réel. ... Ils (les jeux éducatifs) peuvent être définis comme une compétition entre adversaires soumis à certaines règles et dont l'objectif est de gagner (p. 249-251).

C'est à Stolovitch et Thiagarajan (1978, 1980) que nous devons d'avoir plus clairement expliqué le jeu tel qu'il est utilisé en milieu scolaire, à des fins pédagogiques. Dans Instructional Simulation Games, ils ont défini le jeu de simulation par cinq attributs critiques: un conflit, des règles,

une règle de clôture et une situation inventée auxquels s'ajoute un attribut dit "correspondance" qui identifie la simulation.

Cette définition par les attributs critiques du jeu de simulation ouvrait la voie à une autre forme assez semblable de jeux éducatifs que, les premiers, ils ont identifiés comme "frame games". Les attributs critiques de ceux-ci sont sensiblement les mêmes, sauf la "correspondance" qui a trait à la simulation et ils en ajoutent deux qui sont: les objectifs d'apprentissage et la changeabilité des contenus. Comme l'"Instructional Simulation Game" a aussi des objectifs pédagogiques, c'est la possibilité pour un même jeu de recevoir une grande variété de contenus qui fait la spécificité du "frame game". C'est dans ce sens que nous parlons de structure ludique. À la rigueur, cette nuance toute théorique ne porte pas à conséquences dans l'utilisation pratique du jeu. Un jeu de simulation pourrait être à simulations variables et un "frame game" pourrait présenter, par exemple, une situation de conflit en étroit rapport avec la réalité. Somme toute, dans les deux cas, il s'agit de jeu et les caractéristiques propres au jeu s'appliquent; il n'est qu'à préciser ici que le jeu en milieu scolaire peut tirer avantage soit de la simulation porteuse d'informations, soit d'une extension possible à divers contenus aussi porteurs d'informations.

2. Le jeu et ses effets

Voyons maintenant les conclusions d'un certains nombre d'études sur l'utilisation du jeu en milieu scolaire en nous attardant plus particulièrement aux attitudes développées par le jeu et aussi à la performance d'apprentissage et à la rétention. Nous considérerons plus particulièrement certaines expériences d'utilisation du jeu intégré à l'ordinateur.

2.1 Le jeu et les attitudes

Le jeu à l'école semble d'abord avoir un impact au plan affectif. En général, il y a entente chez les chercheurs pour dire que le jeu génère de l'enthousiasme et une certaine excitation particulière à chaque individu pour le temps que dure le jeu. Boocock (1966) a expérimenté trois jeux de

simulation. Elle a trouvé un degré élevé de motivation et les élèves ont réagi positivement à la simulation. Cherryholmes (1966) dans l'examen de cinq recherches est arrivé à la même conclusion. Lorsqu'ils ont fait usage d'ordinateurs pour administrer le jeu, Wing (1962), Lunetta (1972), Pollak (1972), McWeeney (1974) et Guillette (1982) ont trouvé les mêmes indications de plaisir, de satisfaction et d'intérêt des sujets. Cependant, il est peu de chercheurs qui ont mené une analyse très approfondie de l'implication des sujets dans le jeu qui permettrait de mesurer ces marques de motivation de façon précise. Inbar (1968), dans l'exploitation du jeu de simulation "Disaster Game", a fait de l'"enjoyment" la base de comparaison des autres variables de sa recherche. Pour mesurer cet "enjoyment", Inbar s'est servi des facteurs suivants qu'il a mesurés avant et après l'expérience:

- l'appréciation antérieure des joueurs pour la matière,
- les prédispositions des sujets pour le jeu,
- les caractéristiques des groupes dont les sujets étaient membres.

Malgré sa difficulté à déterminer la façon significative des différences entre ses groupes "high enjoyment" et "low enjoyment", il a pu vérifier des différences significatives d'apprentissage favorisant le groupe le plus motivé. Cependant, quand il discute les résultats de son étude il fait remarquer que l'"enjoyment" est un phénomène variable pour chacun des participants et possiblement différent à chaque instant du jeu.

L'attitude des élèves face au jeu est le plus souvent positive et plus élevée pour ceux qui ont participé à une situation intégrant le jeu mais il n'est pas toujours évident que les élèves développent une attitude plus positive pour la matière enseignée par le jeu. Baker (1966), Cordtz (1969), Stadsklev (1969), DeVries et Edwards (1973) et DeVries (1976) ont trouvé une plus forte préférence pour le cours et son contenu chez les sujets placés dans une situation ludique alors que Hart (1969), Lloyd (1970), Allen et Main (1973), Guillette (1982) n'en ont pas trouvé. Levingston (1970) a trouvé que des étudiants de douzième année, malgré une attitude favorable au jeu, se sont trouvés un peu moins intéressés au sujet de l'apprentissage des problèmes des pauvres après avoir joué à "Ghetto". Dans une étude

postérieure (1972), il n'a pas trouvé d'augmentation significative de l'intérêt pour la politique dans des classes d'un "junior high school" où l'on avait joué à "Democracy". Moore (1981) non plus, n'a pu trouver une amélioration significative de l'attitude face aux mathématiques pour des étudiants préuniversitaires qui avaient joué à "Poe" et à "Equations" par ordinateur.

Avec des élèves plus lents, Burges (1969) avait pour hypothèse que l'utilisation de jeux à contenus variables en enseignement des mathématiques améliorerait l'attitude des élèves face aux mathématiques, sans réduire leur rendement. Il a confirmé son hypothèse mais il n'a pu établir de relation significative entre l'habileté des élèves ou leur performance et cette nouvelle attitude face aux mathématiques.

Pour résumer la question des nouvelles attitudes suscitées par le jeu, un groupe de chercheurs (Dennis et al., 1979) sont arrivés aux conclusions suivantes. En se basant sur un ensemble de recherches sur le jeu, deux grandes deux grandes conclusions semblent ressortir:

1) le jeu génère plus d'intérêt que les autres activités de la classe conventionnelle,
2) le jeu n'est pas nécessairement meilleur que les méthodes plus conventionnelles en ce qui a rapport au contenu (p. 9).

2.2 Le jeu et l'apprentissage

En plus de susciter une motivation observable et de développer quelquefois des attitudes positives chez les sujets, le jeu mobilise les compétences intellectuelles (Humphrey et Sullivan, 1970) des sujets, le plus souvent parce qu'il ramène l'apprentissage à un niveau plus concret et à une utilité immédiate. Dans le jeu, l'élève est constamment en interaction avec les éléments du jeu et les personnes impliquées (Van Der Eyken, 1968), et l'apprentissage se développe par le fait que l'élève en a besoin pour résoudre le conflit à son avantage. Le jeu tend à augmenter l'attention nécessaire (Denny et Adelman, 1955, Denny, 1964) et à réduire la

distraction en faveur d'une concentration sur la tâche (Fink, Sitko, Semmen et Shuster, 1971).

Le jeu donne surtout l'occasion à l'élève de découvrir par lui-même, "il le met dans une situation où il doit répondre, découvrir par lui-même le résultat de son action et d'abstraire le rapport entre les éléments en présence" (Hogan, p. 242).

La plupart des recherches appliquées ont mis en comparaison soit l'emploi de jeux de simulation, soit l'emploi d'autres formes de jeux ("non-simulated games, competitive games, games of skill, team-games-tournament", etc.) par rapport à l'apprentissage. Quand les comparaisons portent sur des groupes-contrôle sans traitement aucun (Boags, 1970, McWeeney, 1974), cette comparaison montre un gain significatif d'apprentissage pour ceux qui ont joué.

Qu'en est-il lorsque l'on compare des groupes utilisant le jeu avec des groupes traités par d'autres méthodes d'enseignement? Harvey (1970) en sciences, a tenté de déterminer sur le plan cognitif et affectif les effets des jeux de simulation pour des étudiants noirs américains. Il a trouvé que ceux qui ont participé à un jeu de simulation ont obtenu des scores significativement plus élevés au post-test que ceux qui ont reçu un enseignement "lecture-discussion method". Conte (1968) et Mulherin (1971) pour leur part ont trouvé que le jeu de simulation "Life Career" a rapporté un gain significatif sur le plan de la connaissance ou de la prise de conscience face à leur avenir. Par ailleurs, Curry et Brooks (1971) en utilisant aussi "Life Career" n'ont pas trouvé que ce jeu de simulation était plus efficace que le "teacher-directed method" pour acquérir des informations sur les carrières. Stadsklev (1970) qui a conduit une recherche mettant en cause l'apprentissage de la constitution américaine par le jeu ou par une méthode de lecture n'a constaté aucune différence significative entre les deux groupes en ce qui a trait à l'acquisition des faits et des concepts. Wing (1962), Duke (1964), Baker (1966), Boocock (1966) et McWeeney (1974) ont trouvé des gains significatifs d'apprentissage dans des conditions un peu semblables alors que Garvey et Seiler (1966), Burgess

(1969), Gardner (1972), Wentworth (1972), Hazen (1974) et Moore (1981) n'en ont pas trouvé.

Walling (1976) pour sa part, a montré la valeur du jeu intégré dans une approche pédagogique plus globale. Ce "full progressing" était composé de quatre séquences d'éléments d'enseignement: lecture, discussion, jeu de simulation et "postgame discussion". Quand il a comparé ce qu'il appelle cet "idéal teaching model" à un enseignement partiel: soit "lecture- discussion", soit "lecture-game", soit "lecture only", il a pu confirmer son hypothèse: les sujets traités par ce "full processing of a simulation game teaching" arrivent à tous les niveaux du domaine cognitif (Bloom), à un apprentissage significativement supérieur à ceux traités par l'un des enseignements partiels.

Dans l'ensemble, les recherches pour déterminer par comparaison l'efficacité sur le plan cognitif, de méthodes qui comportent des situations de jeu par rapport à d'autres qui n'en comportent pas, ne sont pas concluantes. Cependant, deux constatations se dégagent quant au gain d'apprentissage dans des situations de jeu. D'abord, il y a des situations où l'exploitation du jeu semble plus favorable et où la forme du jeu a une plus grande influence. L'exploitation du jeu avec des élèves moyens ou faibles semble produire des gains d'apprentissage plus fréquents (Farran, 1968; Burgess, 1969; Generes 1977) et en plus, elle offre à ces mêmes sujets la possibilité de développer une attitude positive (Farran, 1968; Burgess, 1969). De plus, le "frame game" ou ce qui peut lui être apparenté, par opposition au "simulation game" arrive à de plus fréquents gains d'apprentissage surtout quand la compétition s'exerce dans un nombre-restreint (1 à 6) de sujets (Winroth, 1970; Pollak, 1972; McWeeney, 1974; Fisher, 1975). Generes (1977) n'a pas trouvé de différence significative lorsqu'il a évalué la performance en mathématique pour des sujets moyens placés dans un "team-games competition" et alors qu'il en a trouvé pour des sujets placés dans un "instructional game with an individual competition". Dans le même sens, Fisher (1975) conclut en disant que "le résultat de son étude semble favoriser la compétition interpersonnelle" (p. 47).

La seconde constatation nous permet d'indiquer ici ce que nous allons expliciter plus loin: quand l'ordinateur est mis à contribution pour administrer les situations de jeu, il s'ensuit plus fréquemment des gains d'apprentissage significatifs.

2.3 Le jeu et la rétention

Même si la majorité des chercheurs ont mesuré, par l'apprentissage, les retombées pédagogiques d'une utilisation du jeu, quelques-uns ont aussi mesuré la rétention.

En 1965-66, Baker a fait une étude comparative des effets d'un jeu de simulation ("Pre-Civil War") sur deux groupes de sujets avec jeu par rapport à deux groupes d'un enseignement conventionnel. Même si ses groupes avec jeu ont connu une différence significative par rapport au groupe sans jeu, au plan de l'apprentissage, il signale une plus grande perte de rétention pour ceux qui ont joué (p. 140), ce que l'auteur ne s'explique pas (p. 141).

Bagley (1973) a voulu utiliser de diverses façons le jeu de simulation "Gold Miners and Merchants" pour en mesurer l'influence sur l'apprentissage et la rétention. Il n'a trouvé aucune différence significative. Quant à Pierfy (1972) et Hazen (1974), ils arrivent, au sujet de la rétention, à des conclusions semblables. Pierfy a comparé le jeu de simulation "Sailing Around the World" et un enseignement programmé pour enseigner les mêmes notions de géographie. Hazen s'est servi du jeu "Dirty Water" qu'elle a mis en rapport avec une forme d'enseignement de la biologie appelée: "question-answer approach". Les résultats n'indiquent pas de différence au plan de l'apprentissage mais des différences significatives au plan de la rétention pour ceux qui ont joué.

3. Le jeu et l'enseignement assisté par ordinateur

Dans l'approche tutorale de l'enseignement assisté par ordinateur, la principale caractéristique de l'ordinateur, celle qui le distingue des autres moyens technologiques comme le film, la télévision ou

l'enregistrement sonore, c'est sa prise en charge par le truchement de l'informatique d'une communication plus ou moins sophistiquée où l'utilisateur est responsable du déroulement du programme. Cette imitation du dialogue maître-élève nous autorise à parler de simulation à un premier degré. En effet, le participant est comme en présence de la "voix du maître" qui l'appelle par son nom, lui pose des questions et réagit à ses réponses. Quand un jeu informatique est inséré dans une telle situation, les effets du jeu concourent aussi à l'implication des participants (Pollak, 1972; Lunetta, 1972; McWeeney, 1974; Guillette, 1982) qui souvent établissent des rapports entre eux et un personnage imaginaire représenté par l'ordinateur; il est alors permis de parler de simulation à un second degré.

Dans une recherche faisant utilisation de jeux de simulation, déjà en 1962, Wing a fait usage d'ordinateurs. Il a remarqué chez tous les sujets traités une motivation prononcée qu'il n'est pas sans attribuer à l'effet d'Hawthorne. Quant à l'apprentissage, ses résultats sont partagés; le groupe de sujets qui a joué à "Sumer" a fait un gain significatif d'apprentissage par rapport au groupe-contrôle mais non pas dans un second jeu appelé: "Sierra Leone". À la fin de son étude, Wing a mis en évidence non seulement les effets du jeu de simulation intégré à l'ordinateur mais aussi les qualités de l'ordinateur utilisé à des fins de recherches pédagogiques:

> L'ordinateur offre un moyen remarquable pour comparer le méthodes d'enseignement sous des conditions stables; l'enfant n'étant pas influencé par la personnalité et les techniques d'enseignement d'un maître intervenant (p. 162).

Dans des programmes de jeux dit "learning" ou "static" pour le développement de l'intelligence, Peelle (1971) n'a pu faire ressortir de différences significatives au niveau de la compréhesion, pour les divers groupes soumis à divers programmes. Deux autres chercheurs, Pollak (1972) et Lunetta, (1972) ont participé au développement et à l'évaluation de programmes qui mettaient à contribution l'ordinateur. Pollak a proposé une nouvelle ressource didactique qu'il a appelé: "a computer-augmented science learning game model". Ce type de jeu a de particulier que de trois à six joueurs sont appelés à soumettre une réponse à un problème posé par

l'ordinateur. En une deuxième étape, chaque joueur peut se rallier à une solution trouvée par un autre joueur ou en proposer une autre. L'ordinateur détermine ensuite le ou les gagnants et dit le pourquoi de leur succès. Pollak parle souvent de simulation et il est clair que dans son programme, où il est question de molécules et d'atomes, il pourrait y être substitués bien d'autres contenus; ceci nous laisse voir un premier emploi de "frame game" pour ordinateur. Selon les conclusions de son étude, la structure ludique utilisée a créé un environnement favorable à l'apprentissage et les sujets qui ont joué ont appris significativement plus que ceux qui n'ont pas joué.

Lunetta a développé et évalué une série de "computer simulated dialogs" avec réponses comptabilisées pour l'enseignement de la physique au "high school". Trois groupes ont été formés; un groupe avec dialogues-ordinateur et des films en boucle, un deuxième groupe avec jeu simulation sans ordinateur et les mêmes films et un troisième groupe avec intervention d'un maître et le matériel de laboratoire conventionnel. Il a constaté que les sujets du premier groupe ont eu une performance significativement meilleure que les deux autres groupes, de même que le deuxième groupe par rapport au troisième.

McWeeney (1974) s'est attaqué plus directement à la comparaison des "simulated games" aux "non-simulated games" présentés par ordinateur. Six niveaux d'apprentissage (Bloom) ont servi à mesurer les qualités respectives de ces deux types de jeux. Dans tous les cas, quel que soit le type de jeu, il y a eu un gain significatif d'apprentissage mais le groupe avec "non-simulated games" s'est révélé significativement supérieur au groupe "simulated games" pour l'un des deux thèmes proposés ("bibliography") et pour un des deux semestres où a eu lieu l'expérimentation.

Le jeu intégré dans des programmes d'ordinateur a aussi été étudié en considérant moins ses effets sur l'apprentissage que les éléments d'attrait qui dans les jeux sont susceptibles de susciter l'intérêt de ceux qui s'y adonnent. Malone (1980) après avoir ordonné les préférences de soixante-cinq sujets parmi vingt-cinq différents jeux d'ordinateur, est arrivé à isoler "des caractéristiques que les jeux plus populaires possèdent et que

n'ont pas les moins populaires" (p. 14). En effet, les corrélations faites entre un certain nombre de caractéristiques de ces jeux et le taux des préférences exprimées par les sujets ont permis de déterminer certaines de ces caractéristiques comme statistiquement significatives. Ainsi, les caractéristiques suivantes sont significatives au niveau $p < 0,01$: que le jeu ait un but (ce qui est généralement un gain) ($r = 0,65$), que l'ordinateur conserve les scores ($r = 0,56$), qu'il ait des effets sonores ($r = 0,51$) et que des effets aléatoires soient intégrés dans le jeu ($r = 0,48$). Malone a par la suite analysé certains jeux utilisés en éducation (Breakout, Dart) par rapport à ces caractéristiques afin de trouver un modèle pour la construction de jeux favorisant l'apprentissage. C'est ainsi que Malone affirme en conclusion de son étude: "les mêmes caractéristiques qui font le jeu informatique plaisant, ce sont les mêmes qui peuvent rendre le jeu didactique informatisé intéressant" (p. 55).

En résumé, dans une approche tutorale d'enseignement assisté par ordinateur, l'ordinateur qui permet une situation expérimentale particulièrement objective, accentue la simulation du dialogue maître-élève. Par l'insertion du jeu qui possède certaines caractéristiques, l'ordinateur reçoit un dynamisme qui active la motivation de l'élève et peut dans bien des cas stimuler l'apprentissage.

Références

BOOCOCK, Sarane S., SCHILD, E.O. Simulation games in learning. Beverly Hills, California: Sage Publications Inc. 1968.

CARLSON, E. Learning through games. Washington, D.C.: Public Affairs Press. 1969.

CHERRYHOLMES, Cleo H. Some current research on effectiveness on educational simulation: Implication for alternative strategies. American Behavioral Scientist, October, 1966, 10, 4-7.

CLARK, R.E. Do Students enjoy the instructional method form which they learn the least? Paper presented at the annual Convention of the American Educational Research Association, Boston, April. 1980.

DeVRIES, David L. Student Teams Can Improve Basic Skills. Eric ED136130. 1976.

DUNATHAN, A.T. What is a game? Audiovisual Instruction. May, 1978, 23, 14-15.

FISHER, Judith E. The effects of variant forms of competition on the cognitive learning outcome of an educational game played by college students in english classes. Ph. D. dissertation, University of Southern California, 1975. University Microfilms International, 75-28623.

GENERES, Louis F. The effects of instructional games and a competitive reinforcement pattern on the learning of basic multiplication facts and algorithms for middle-grade mathematics students. Ed. D. dissertation, University of New Orleans, 1977. University Microfilms International, 78-09779.

GUILLETTE, Claude. Effets de structures ludiques dans des programmes d'enseignement assisté du micro-ordinateur pour l'apprentissage de l'orthographe du français. Thèse de doctorat inédite, Université de Montréal, 1982.

LEIF, J., BRUNELLE, L. Le jeu pour le jeu. Paris, Armand Colin, 1976.

LIVINGSTON, Samuel A. Simulation games and attitude change: attitudes toward the poor. Report no. 63. Baltimore: the John Hopkins University, Center for Social Organization of Schools, 1970.

LUNETTA, Vincent-N. The design an evaluation of a series of computer simulated experiments for use in high school physic. Ph. D. Dissertation, University of Connecticut, 1970. University Microfilms International, 73-5241.

MALONE, Thomas W. What makes things fun to learn? A study of intrincally motivating computer games. Ph. D. Dissertation, Stanford University, 1980. University Microfilms International, 80-24707.

MILLAR, Suzanna. La psychologie du jeu. Traduit par G. Rintzler. Paris: La Petite Bibliothèque Payot, 1968.

POLLAK, Richard A. The development, implementation, and evaluation of a computer-augmented science learning game model in an adaptive system. Ph. D. Dissertation, University of Pittsburg, 1972. University Microfilms International, 73-4124.

STOLOVITCH, Harold D., THIAGARAJAN, Sivasailam. Instructional simulation games. New Jersey: Englewod Cliffs, 1978.

STOLOVITCH, Harold D., THIAGARAJAN, Sivasailam. Frame games. New Jersey: Englewod Cliffs, 1980.

TOURNIER, Michèle. Typologie des formules pédagogiques. Québec: Ministère de l'Éducation, Direction générale de l'enseignement collégial, 1978.

LA PROGRAMMATION, MOYEN DE (SE) DÉCOUVRIR

Julien Fonjallaz
Département de l'instruction publique, Genève

Nos rapports avec les ordinateurs

Les interactions entre les activités humaines et les machines à traiter de l'information croissent sans cesse. Les développements prévisibles à court terme (ordinateurs de la cinquième génération, vidéodisques réécrivables, communications orales full-duplex, etc.) ne feront qu'amplifier ce phénomème. Que l'introduction d'une nouvelle technologie change certaines de nos habitudes, cela n'apporte rien de nouveau. La nouveauté réside dans le fait que l'ordinateur, ce produit sophistiqué de la science moderne, engendre, chez les humains, des attitudes tout à fait ambivalentes, ambiguës et par là même, troublantes. Grosso modo, deux sentiments s'affrontent: la peur et la vénération.

Il semble que nous ayons peur de la venue d'un monde déshumanisé (cf. 1984 de G. Orwell), où l'homme se serait robotisé au contact de l'ordinateur. Ce dernier serait en train d'acquérir une âme alors que l'homme, lui, perdrait la sienne. La sophistication croissante des ordinateurs amplifiera encore cette sorte de crise d'identité.

Quant à la vénération, il serait rassurant de pouvoir penser qu'elle serait seulement l'apanage de quelques ignares. Elle se manifeste, en particulier, par le sentiment que le recours généralisé à l'ordinateur est le moyen, pour les sociétés industrielles, de sortir de la crise actuelle. Bien sûr, des motifs d'ordre économique interviennent également. Mais n'est-ce pas un des motifs inconscients qui poussent certains gouvernements à mettre en action d'importants plans, en les justifiant souvent par cette alternative brutale: "l'ordinateur ou le chaos"? N'est-ce pas aussi le même sentiment qui incite certains parents à exiger, pour

leurs enfants, des connaissances informatiques qui seront censées les mettre à l'abri des aléas de la vie?

Quel paradoxe! Le summum de la technologie provoque une renaissance de l'animisme ancestral, en attribuant à des machines le pouvoir de décider de notre salut. L'ordinateur, le grand sorcier des temps modernes?

Cette perception de l'ordinateur comme thaumaturge n'empêche pas l'existence d'une composante anthropomorphique. Que de fois, ne réagit-on pas envers lui par la colère, si ce n'est par la bouderie? Et ces réactions ne sont pas le propre de débutants. Elles révèlent le fait qu'on pense que l'ordinateur n'exécute pas les tâches demandées, exprès pour ennuyer. Et que signifie le fait de l'avoir élu "Homme de l'année" (cf. Time, janvier 1983)? Sans vouloir expliquer ce phénomène, il faut reconnaître que les capacités de calcul et de mémorisation des ordinateurs sont, si on y réfléchit bien, troublantes. Peut-être sommes-nous moins étonnés par le calcul car, depuis le 17ème siècle, nous avons eu le temps de nous accoutumer au fait que des machines puissent en faire. Mais la mémoire! Il y a quand même de quoi être troublé par ces petites puces qui contiennent des millions et des millions d'informations! On serait tenté de faire des complexes si nous ne savions pas que la mémoire humaine (naturelle) et celle des ordinateurs (artificielle) sont qualitativement différentes. Pour ces derniers, l'information, après avoir été conditionnée, est stokée dans des cellules à l'aide d'un calcul d'adressage. À chaque moment, on peut donc localiser toute l'information et par conséquent y avoir accès. Fait caractéristique: il n'y a aucune interaction entre les cellules-mémoires, sauf par l'action d'un programme. Cette fiabilité et cette rapidité à accéder à l'information serait pour nous, pauvres humains, le motif de nouveaux complexes. Rédigeant cette conférence, je me mets à penser à la "Madeleine de Proust". Est-il possible de programmer une machine qui associerait des faits tels que l'écrivain les décrit dans la "Recherche du temps perdu"? Eh bien! force est de constater que cela se fait sans peine à l'aide d'une technique dite des pointeurs, qui est à la base des banques de données relationnelles.

Bien, et alors? Que l'homme ait inventé des machines qui, dans un domaine particulier, soient plus performantes que lui, cela n'est pas nouveau. Oui, mais des machines qui imitent son intelligence! Peut-on dire que les ordinateurs soient intelligents? D'abord, qu'est-ce que l'intelligence? Je me garderai de répondre à cette question, mais on peut constater que dans l'analyse de nos rapports avec les ordinateurs:

- il est difficile d'éviter une vision anthropomorphique (par exemple, la comparaison de la mémoire humaine à celle de l'ordinateur, com- me je viens de le faire);
- le trouble provient d'une nouvelle révélation des limites à la connaissance de l'homme. Si on y réfléchit bien, le problème ne réside pas dans l'ordinateur, mais dans le fait de constater à quel point nous sommes ignorants de la façon dont nous fonctionnons!

La relation homme-machine dans la programmation

L'image que beaucoup ont de l'ordinateur fait que, lors de leur premier contact avec lui, ils s'attendent à ce que la machine fasse tout. Leur première expérience leur montre que cela n'est pas vrai. Alors, déçus, ils affirment qu'elle ne fait rien. En fait, l'ordinateur fera ce qu'on lui demande de faire dans les limites matérielles et logicielles du système à disposition. Le programmeur se trouve en face d'un territoire dont les limites, en plus de celles précitées, sont les siennes. Elles se rapportent à sa perspicacité, à son intérêt, à son esprit de découverte et à sa persévérance. L'intensité de l'interaction entre un individu et un ordinateur peut donc aller de la froideur à un enthousiasme créateur. Il faut garder à l'esprit que création et originalité ne sont pas synonymes. Lorsque, par exemple, un enfant découvre qu'il faut faire tourner la tortue de 90° pour faire un carré, socialement on le sait depuis longtemps. Mais à son échelle, il a fait acte de créativité. À ce propos, la réalisation d'un atelier LOGO regroupant des enfants et des adultes a montré, entre autres choses, que ces derniers savent que l'angle vaut 90°. Non pas parce qu'ils l'ont découvert, mais parce qu'on le leur a dit! Dans le vocabulaire piagétien, l'adulte a imité alors que l'enfant a assimilé.

Par sa propre activité et dans un processus heuristique, il a construit une connaissance. Le fait d'employer un tel processus comme média pédagogique ne peut que faire bondir de joie tout enseignant fatigué d'élèves récitant par coeur leurs leçons. D'une part, on peut comprendre pourquoi des gens, tel le professeur Weizenbaum (MIT), qui n'ayant pas perçu ce phénomène, dénigrent tout apport pédagogique à l'activité de programmation. D'autre part, ce distinguo entre l'imitation et l'assimilation explique pourquoi certains adultes "paniquent" dans l'apprentissage de la programmation. Les connaissances acquises par imitation deviennent rapidement inopérantes lorsqu'il s'agit de les programmer. Dans une certaine mesure, on peut paraphraser le dicton "c'est au pied du mur, qu'on voit le maçon", pour dire "dans l'activité de la programmation, on distingue vite ce que l'on sait de ce que l'on croit savoir".

Nous savons tous l'importance de la verbalisation, la capacité à l'expression. C'est un objectif pédagogique majeur. La programmation serait-elle un moyen d'exercer la verbalisation? La capacité de s'exprimer est-elle un prérequis à la programmation? Peut-on dire: qui s'exprime bien, programme bien, programme allègrement! J'en ai le sentiment depuis une expérience que j'ai eue. Dans le cadre d'un cours à des adultes en formation continue de programmeur-analyste, j'avais proposé de faire un programme qui localise une sous-chaîne de caractères dans une chaîne. Ou si vous préférez, trouver un mot dans un texte. Je remarquai que les étudiants séchaient et, en discutant avec eux, je réalisai que d'une part ils avaient compris l'énoncé du problème et que d'autre part, leurs difficultés ne provenaient pas de lacunes dans les connaissances informatiques. Ils savaient manipuler ces chaînes de caractères et les index. Je demeurai perplexe, car trouver un mot dans un texte, un enfant sachant lire sait le faire. Alors? Je leur proposai donc de trouver, dans une des feuilles du cours, un mot. Tous l'ont fait et par conséquent, tous possédaient un algorithme de recherche. Le fait d'avoir effectué cette recherche a déclenché non la découverte d'algorithmes qu'ils avaient déjà, mais sa prise de conscience. En ayant suivi du doigt les lignes du texte, leur expérience leur a permis d'être conscients de la façon dont ils procédaient et le reste s'est fait presque sans peine.

La programmation implique donc la verbalisation des algorithmes et de cette étape dépend tout le processus. Le fait qu'il faille traduire l'algorithme du langage naturel au langage de programmation n'est plus qu'un exercice de syntaxe. De cette expérience, j'ai retenu deux choses:

1) nous avons tous dans l'esprit des milliers d'algorithmes que nous sommes capables d'exécuter, sans savoir comment ils procèdent;
2) pour permettre la prise de conscience de l'algorithme, il faut le faire exécuter par le sujet. Ainsi, lorsque je demande à des élèves de faire, par exemple, un programme qui calcule les diviseurs d'un nombre, au cas où ils sont bloqués, je les envoie au tableau noir pour faire des exercices. Puis, après, je leur demande d'exprimer leur démarche. Ceci fait, ils sont prêts à aller le dire à l'ordinateur.

Dans cette situation, le programmeur connaît l'algorithme. Mais s'il ne le sait pas, que faire? Il y a bien sûr l'algorithme qui consiste à aller copier la solution. Mais si elle n'existe pas ou si l'on veut la découvrir par soi-même, existe-t-il un algorithme permettant de rechercher des algorithmes? Non, bien sûr. Et c'est pour cela que nous faisons tous appel à des méthodes heuristiques.

Mais c'est une autre histoire et ce que l'on peut surtout en retenir, c'est qu'un enseignement doit à la fois favoriser la capacité d'appliquer des algorithmes, mais également de les rechercher, ce qui implique un mélange de processus à la fois algorithmiques et heuristiques. Dans ce dernier cas, n'oublions pas que l'ordinateur est un très bon outil d'exploration d'heuristique.

Au contact de la machine, nous devons modifier notre façon de penser

Dans la programmation, la plus grande difficulté ne réside donc pas dans le codage de l'algorithme, mais dans sa conception ou sa prise de conscience s'il est déjà connu. La structure des ordinateurs est telle que nous devons raisonner différemment lorsque nous travaillons avec lui, ou

sans lui. Sa force réside dans sa vitesse qui lui permet d'itérer un calcul ou une procédure des millions de fois en un temps très court. Les humains évitent les procédures itératives pour des raisons évidentes. Aussi, les capacités itératives et récursives des ordinateurs font qu'à leur contact, nous devons imaginer des algorithmes qui ne sont pas propres à la façon naturelle de procéder de l'être humain. Sans entrer dans la discussion de ce phénomène, je tiens à dire qu'il est une des difficultés pédagogiques majeures dans l'enseignement de la programmation (en particulier, est-il possible d'introduire la récursivité sans faire référence à la mathématique, en partant de la vie quotidienne des élèves?) et qu'il montre que nous devons parfois modifier notre façon de penser lorsque nous avons recours à des ordinateurs. Cette interaction n'a donc pas seulement une dimension syntaxique, mais également logique.

L'interaction entre homme-machine: une communication entre des humains

L'ordinateur est employé de plus en plus comme moyen de communication. Dans la programmation, même seul face à la machine, par le fait que nous utilisons un logiciel écrit par des humains, nous communiquons avec eux. Nous sommes donc en contact avec l'auteur de logiciel, comme nous le sommes avec l'auteur d'un livre. Fondamentalement, c'est donc le même processus même si l'interactivité du logiciel modifie la qualité de cette communication.

L'ordinateur, deus ex machina ou machina ex dei?

On constate que l'interaction entre les humains et les ordinateurs, autant au niveau collectif qu'individuel, a une grande intensité et que cette dernière ne peut que croître.

Que pouvons-nous en conclure? Que pouvons-nous espérer d'une telle interaction homme-machine touchant les domaines économique, culturel, social et même philosophique, et aboutissant à remettre en question l'image que nous avons de nous-mêmes? Eh bien, si nous faisons l'hypothèse raisonnable que les ordinateurs n'ont pas d'âme et si nous sommes capables de voir

qu'ils sont des machines bêtes qui n'exécutent que ce que nous leur demandons de faire, alors l'analyse de nos interactions avec ces machines devient un superbe révélateur de nous-mêmes. Cela signifie que nous avons là un puissant moyen d'exploration et de compréhension de l'Homme par l'analyse de ses rapports avec les ordinateurs, un miroir à haute résolution. En particulier, quelle aubaine pour tous ceux qui, psychologues, pédagogues et épistémologues sont confrontés aux problèmes de la création et de la transmission des connaissances humaines! Et si l'image que nous percevons n'est pas toujours flatteuse, n'en accusons pas les ordinateurs!

RECHERCHE EN TRAITEMENT DE TEXTE A L'ECOLE: TECHNIQUE D'OBSERVATION VIDEO ET PROTOCOLE D'ANALYSE

Christophe Hopper
Université de Montréal

Le présent article passera en revue les avantages présumés du traitement de texte (TdeT) pour le jeune scripteur et décrira rapidement une recherche exploratoire en traitement de texte scolaire pour présenter une technique d'observation vidéo, avec son protocole d'analyse associé, qui peut constituer un outil de travail valable, non seulement pour le chercheur, mais éventuellement pour l'enseignant et l'élève aussi.

1. Traitement de texte à l'école

Le traitement de texte (TdeT) a été accueilli récemment en milieu scolaire francophone comme une application pédagogique de l'ordinateur (APO) parmi les plus prometteuses et les expériences pédagogiques se multiplient rapidement, tant au Québec qu'en Europe francophone. Signalons au départ qu'il s'agit, dans la perspective de cet article, du TdT comme outil pour écrire et apprendre à écrire le français et non pas de l'enseignement du TdeT dans les programmes scolaires de secrétariat et de commerce.

1.1 Une innovation qui retient l'attention

Le National Survey of School Uses of Microcomputers (Cohen, 1984: 17) indique que, même si le TdeT était pratiqué dans seulement 3% des écoles primaires et 7% des écoles secondaires des Etats-Unis, il était utilisé dans quatre de six écoles d'avant-garde, objets de l'étude, jugées exemplaires dans leur exploitation pédagogique de l'ordinateur. Adopté tôt par des agents d'innovation et de diffusion en éducation, le TdeT gagne rapidement des adeptes, notamment depuis la commercialisation, au printemps de 1983, du Bank Street Writer, le premier logiciel de TdeT conçu spécifiquement pour usage scolaire.

Le TdeT s'impose comme APO pour quantité de raisons:

1) C'est un outil aussi universel que le crayon ou la machine à écrire. Il peut servir autant en sciences qu'en français, autant chez les enfants du primaire que chez les adultes des cours du soir.

2) Contrairement aux didacticiels, il ne perd pas son utilité quand un contenu d'enseignement donné a été assimilé. Le TdeT est un contenant plutôt qu'un contenu qui grandit au rythme des capacités de l'usager.

3) Le recours au TdeT, en contribuant à la maîtrise de la langue écrite, répond à une mission traditionnelle de l'école, celle d'apprendre à écrire, contrairement à d'autres APOs souvent perçues par certains enseignants et parents comme des nouveautés ou des modes qui passent à côté de l'essentiel.

4) Le TdeT est l'application la plus répandue en bureautique, celle que le public connaît le mieux et dont il aurait sans doute tendance à favoriser l'implantation dans les écoles.

5) L'enseignant qui s'intéresse au TdeT n'a pas besoin d'avoir des connaissances poussées en informatique ou de se sentir partisan d'un crédo pédagogique particulier, souvent implicite dans d'autres APOs, telle la centration sur l'apprenant en LOGO ou la centration sur l'objet d'enseignement dans le cas des didacticiels.

1.2 Avantages du TdeT en contexte d'apprentissage

Quand on considère comment l'enfant apprend à écrire à l'école, les avantages présumés du TdeT semblent assez évidents.

Par tradition, l'apprenti scripteur est censé apprendre à écrire du texte continu par des essais répétés; il produit un texte, le maître suggère des corrections et l'élève est généralement invité à la fin du processus à corriger son premier essai ou parfois à recopier intégralement son texte. Si l'élève participe volontiers à des activités d'expression écrite, la

correction et le recopiage le rebutent. C'est pourtant cette révision systématique qui serait susceptible d'assurer des apprentissages significatifs et c'est sans aucun doute pour cette raison que le maître accorde justement autant d'importance à des tâches que l'élève trouve souvent fastidieuses. Sans la correction des fautes d'orthographe, des tournures boîteuses, des mots mal employés, des redondances, comment pourrait-on espérer que l'élève s'améliore d'une rédaction à l'autre?

De plus, il est difficile pour l'élève d'exécuter en cours de rédaction des corrections importantes, même quand il en voit la nécessité. Ajouter une nouvelle information dans le texte existant, supprimer des mots inutiles, changer l'ordre des arguments ou des évènements, remplacer une circonlocution par un terme plus précis et plus concis, voilà autant d'opérations qui impliquent généralement la reprise du texte ou d'une partie du texte quand on écrit à la main.

Par ailleurs, le jeune rédacteur doit se préoccuper en même temps et de la forme et du fond de son texte. L'attention nécessaire portée à la forme vient souvent interrompre le développement des idées.

Prises dans leur ensemble, ces contraintes concourent à réduire l'importance de la révision dans le processus de rédaction du jeune scripteur, comme si son premier jet devait être en même temps le produit fini, alors que c'est la révision qui constitue le coeur même de l'apprentissage de la composition écrite.

Le TdeT sur micro-ordinateur offrirait idéalement la possibilité de remettre la révision au centre du processus de rédaction. Il facilite et accélère la révision systématique du texte, mettant de puissantes opérations de révision à la portée de l'enfant. L'élève peut apporter à son texte toutes les modifications voulues et, quand il en est satisfait, en sortir une copie à l'imprimante, sans jamais être obligé de recopier son travail.

1.3 Une recherche exploratoire

L'enthousiasme pour une nouveauté pédagogique qui peut paraître prometteuse ne nous excuse pas, en tant que chercheurs et éducateurs, de la nécessité d'engager une étude réfléchie sur ses supposés bienfaits. Il faut savoir dépasser le stade de l'engouement et des témoignages vibrants si nous voulons apprendre comment les jeunes scripteurs se servent du TdeT en contexte scolaire, comment ils en bénéficient et, plus important encore si nous voulons réaliser des progrès sensibles, comment ils ne bénéficient pas pleinement du potentiel que leur offre le TdeT comme outil d'apprentissage et d'écriture.

Christophe Hooper a conduit pendant l'année scolaire 1983-1984 une expérience sur les applications pédagogiques de l'ordinateur, principalement dans le domaine du français. Il s'agit d'une recherche exploratoire qui visait, non pas à confirmer ou à infirmer des hypothèses prédéfinies, mais plutôt à tirer une vue d'ensemble sur comment l'enfant se sert effectivement du TdeT pour écrire à l'école, en vue d'identifier des pistes utiles tant en interventions pédagogiques qu'en termes d'élaboration d'hypothèses de recherche pour des projets futurs. Ce projet, réalisé à l'école St-Alexandre de la commission scolaire Long-Sault à Lachute (Québec), impliquait Huguette Gauthier pour le traitement de texte et Pauline Chénier pour les didacticiels et LOGO, ainsi que leurs élèves de 5è année (10-11 ans), avec le soutien de Pierre Achim, conseiller pédagogique en français, et de Pierre Chartrand, directeur d'école.

Subventionné par le Ministère d'éducation du Québec dans le cadre du Programme de perfectionnement des maîtres en français primaire, le projet de Lachute diffère de bon nombre d'expériences pédagogiques avec l'ordinateur. Il ne s'est pas fait dans un camp d'été ou à l'université, mais dans une vraie école. Il n'a pas impliqué un petit groupe, mais toute une classe. Il n'a pas visé surtout des enfants en difficulté ou des surdoués, mais des élèves réguliers d'une classe hétérogène. Il n'a pas duré quelques semaines ou quelques mois, mais presque toute l'année scolaire.

L'expérience n'a pas été tentée pour une fois seulement et à côté de l'enseignement régulier; elle continue encore cette année; elle s'intègre dans les habitudes régulières de la classe et cherche à tenir compte des matières qu'il faut enseigner. On se sert du traitement de texte comme outil d'écriture. Il sert donc pour le français écrit et pour les autres matières où l'élève a besoin d'écrire. Les sujets de rédaction peuvent en effet être choisis non seulement en fonction du français, mais aussi selon les thèmes suggérés par d'autres matières.

L'école St-Alexandre, qui jouit d'une équipe dynamique et du soutien actif des parents, a été dotée d'un laboratoire de 15 Apple qui est occupé du matin au soir. Tous les élèves, de la maternelle jusqu'en 6e année, avaient droit à au moins une session de LOGO par semaine et en prime, à des périodes d'accès libre en dehors des heures de classe. C'est donc dans un cadre particulier, qui paraît encore exceptionnel, que l'expérience s'est déroulée.

1.4 Observations

Au départ le lecteur est invité à constater l'écart entre les réactions positives des enfants (voir "Ce qu'en disent les enfants", en annexe) et certaines de nos observations qui mettent en relief les difficultés qu'ils rencontrent à se servir efficacement du TdeT pour produire du texte. Par ailleurs, il est utile de se rappeler que les constats qui suivent, bien que découlant d'une observation suivie, n'ont pas la rigueur d'une étude expérimentale soigneusement contrôlée.

Nous observons que:

1) Les élèves maîtrisent sans difficulté les commandes du traitement de texte;
2) il est difficile d'affirmer que les élèves écrivent généralement mieux mais ils écrivent plus longtemps et par conséquent davantage;
3) les élèves se servent moins des commandes les plus puissantes;
4) les jeunes scripteurs ont, comme d'habitude, une certaine difficulté à réviser;

5) la génération des idées demeure parfois difficile;
6) le recours au traitement de texte n'est pas sans créer de nouveaux problèmes, par exemple, la perception par l'enseignant d'une tâche accrue de correction puisque les enfants écrivent davantage;
7) les besoins des jeunes scripteurs appellent un nouveau type de logiciel de traitement de texte scolaire (ex.: aides interactives à la planification, à la révision et à la génération du texte).

2. Technique d'observation vidéo

2.1 Besoin d'un outil d'observation

Les commentaires des enfants indiquent assez clairement qu'ils ont tendance à évaluer trop positivement leur expérience du traitement de texte à l'école (voir en annexe "Ce qu'en disent les enfants"). Ils se font l'écho fidèle des consignes pédagogiques que nous leur prodiguions, notamment sur l'importance de la révision, consignes qu'ils avaient pourtant une certaine difficulté à mettre en application. L'enthousiasme d'une expérience vécue collectivement semble rendre les enfants peu enclins à la critique. Faut-il s'en étonner? Il ne faudrait pas en conclure que les commentaires des enfants sont sans intérêt. C'est plutôt que le questionnement direct, même individuel, fournit peu d'informations utiles sur comment les enfants se servent du TdeT en contexte scolaire. Par ailleurs, la recherche indique assez clairement que les apprenants ne sont pas toujours conscients de ce dont ils auraient besoin pour apprendre plus efficacement (Carrier, 1984) ni des difficultés qu'ils ont effectivement rencontrées en cours d'apprentissage. Il faut également faire la distinction entre, d'une part, ce que les jeunes scripteurs peuvent désirer ou souhaiter en termes d'aide et, d'autre part, ce dont ils auraient effectivement besoin (Pinola, 1984). Ces contraintes obligent de conclure à l'inefficacité du questionnement direct comme outil principal d'observation.

Nous avons visiblement besoin d'outils d'observation qui permettent une analyse plus fine des phénomènes en cause si nous voulons décrire comment de jeunes scripteurs produisent du texte à l'aide du TdeT. Seule une description plus juste contribuera à la compréhension de l'influence du TdeT sur les processus de rédaction des enfants, à l'amélioration des stratégies d'intervention pédagogique et d'organisation de la classe et à la conception de logiciels de TdeT améliorés offrant des aides interactives de planification, de structuration et de révision du texte.

L'observation participante et l'étude de cas sont des voies de recherche prometteuses, même s'il faut craindre que l'implication du chercheur dans la réussite pédagogique de l'expérience, surtout dans le cas d'une innovation qui provoque tout l'enthousiasme, risque de compromettre la valeur des observations recueillies. Il ne faut pas confondre ces deux formes de recherche avec les témoignages d'expériences pédagogiques auxquels ont donné lieu les premier essais du TdeT en classe (cf. Bradley, 1982; Gula, 1982; Kleimann et Humphries, 1982; Wresch, 1982).

L'utilisation de "think aloud protocols" s'est répandue comme voie de recherche sur les processus cognitifs qui sous-tendent la composition (cf. Flower et Hayas, 1981; Bereiter et Scardamalia, 1982) et certains chercheurs proposent d'utiliser de tels protocoles en recherche sur l'usage du TdeT en contexte scolaire. Cette approche se résume essentiellement à l'observation du sujet en cours de rédaction et, à des moments jugés opportuns par le chercheur, au questionnement du scripteur sur des évènements survenus pendant l'acte d'écrire. Des questions typiques peuvent être du genre: pourquoi avez-vous rayé ce mot? quand vous avez arrêté d'écrire tantôt, à quoi pensiez-vous? qu'est-ce qui vous a fait penser de changer tel mot par tel autre mot? L'analyse des séances enregistrées révèle une riche source d'informations sur les processus cognitifs et les stratégies de rédaction ainsi que des pistes utiles à la formulation d'hypothèses de recherche. La plupart des recherches utilisant ce procédé ont eu comme sujets des scripteurs adultes ou des étudiants universitaires. Il y a lieu de croire cependant que son utilisation avec de jeunes scripteurs risque de créer des interférences avec les processus qui font l'objet de l'observation. En effet, la recherche indique que les jeunes scripteurs peuvent

réussir indépendamment des tâches distinctes (ex.: orthographier, générer des idées, classer des arguments par ordre d'importance, etc.), mais ne pas réussir ces mêmes tâches quand il faut les faire toutes en même temps, par exemple, en rédigeant une argumentation écrite. Ceci conduirait à ce que Bereiter et Scardamalia (1982) appelaient une surcharge cognitive ("cognitive overload"). La tâche de répondre en cours de rédaction aux questions de l'observateur pourrait vraisemblablement contribuer à une surcharge cognitive, déformant ainsi les stratégies de rédaction qui font l'objet de l'observation.

Levin, Boruta et Vasconcellos (1983) ont utilisé, en rapport avec leurs expériences avec le Writer's Assistant, une technique par laquelle ils ont intercepté et enregistré les signaux correspondant aux touches du clavier frappées par les jeunes scripteurs en cours de rédaction. Ce procédé fournit une indication du développement du texte et de certaines opérations effectuées pendant la session. La cueillette n'interfère pas avec la rédaction en cours, mais elle ne fournit aucune information sur la motivation des gestes posés par le scripteur. De plus, elle ne se prête pas à une vision dynamique du texte en développement, les pauses et la vitesse de rédaction ne sont pas indiquées, toutes les informations recueillies sont consacrées de façon linéaire et par conséquent les gestes du scripteur ne sont pas immédiatement interprétables.

2.2 Vers une technique d'observation vidéo simple

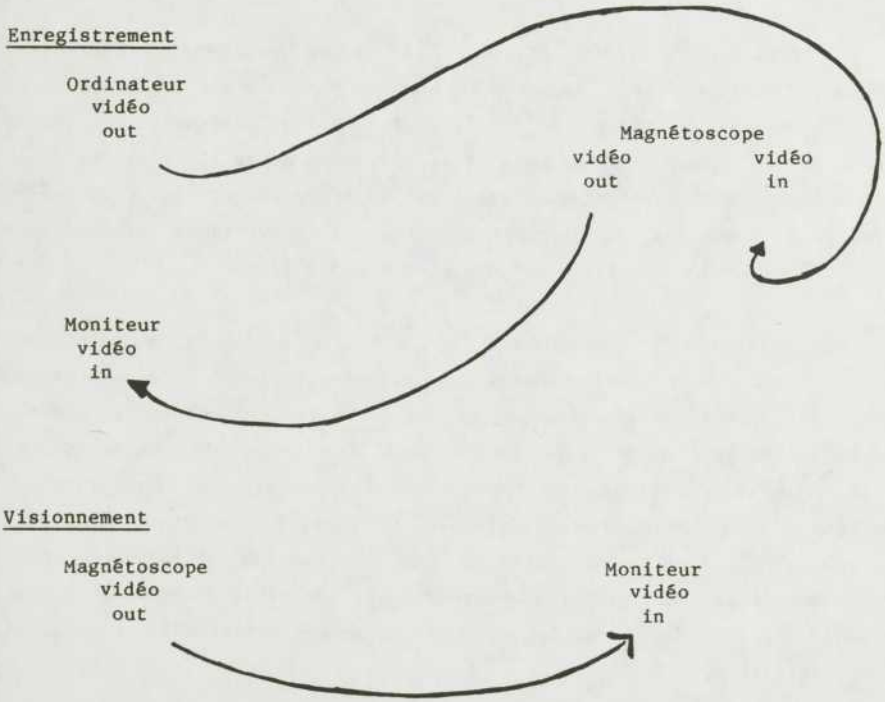
Des chercheurs de l'Institut National de la Recherche Scientifique (Education) ont mis au point des techniques d'observation vidéo dont ils se servent notamment pour l'évaluation de didacticiels. Le graphique de Jean-Marc Dumas, agent de recherche à l'INRS-Education, qui paraît en Annexe 2, illustre la technique d'enregistrement où l'image-écran fixe est superposée d'une image prise par la caméra.

Les deux images superposées fournissent des informations complémentaires. L'image-écran fixe permet de capter tout ce qui se passe à l'écran. L'image prise par la caméra peut prendre l'environnement immédiat dans

lequel le scripteur travaille. De cette façon, il est possible d'éclairer l'interaction entre l'usager et l'ordinateur, visible à l'écran, par la prise en compte des évènements du milieu immédiat: consultation entre coéquipiers, pause pendant que le maître explique une consigne, interruption du travail en cours par un autre élève.

Il existe également une technique à image simple qui permet d'intercepter le signal vidéo entre l'ordinateur et le moniteur.

FIGURE 1: Procédé à image simple



C'est cette technique qui a été mise à l'épreuve dans le cadre du projet de Lachute. Il s'agit en somme de l'enregistrement de l'image-écran fixe signalé plus haut.

La technique à image simple ne fournit pas autant d'information que la technique à images superposées. L'information fournie est cependant riche et se prête à une analyse qui éclaire les stratégies de rédaction employées par les enfants en écrivant. On obtient le profil dynamique du "texte-en-train-de-se-faire", qui se déroule en temps réel et qui permet d'observer non seulement toute la génération du texte mais aussi toutes les opérations (reprise, consultation du plan, substitutions...) faites par le scripteur en cours de rédaction. Une analyse qui porte sur la copie écrite à la fin de la rédaction ne donne qu'une représentation du produit; la technique vidéo à image simple permet d'observer le processus de la rédaction.

L'enregistrement vidéo, utilisant la caméra, est déjà utilisé comme technique de recherche. Un inconvénient qu'on évite en recourant à la technique à image simple est qu'il n'y a ni caméra ni caméraman pour déranger le sujet. Comme on intercepte le signal vidéo entre l'ordinateur et le moniteur sans caméra, l'enregistrement est imperceptible du point de vue du sujet et le chercheur n'a donc pas à craindre d'interférence créée par une technique d'observation perturbatrice ("obstrusive").

Par ailleurs, la technique à image simple est très peu onéreuse. Contrairement à la technique à images superposées, elle ne nécessite pas le recours à un équipement spécialisé et coûteux. Non seulement n'a-t-on pas besoin de caméra, mais aussi peut-on utiliser de simples magnétoscopes relativement peu coûteux, de type non-professionnel, que l'on retrouve couramment dans les écoles primaires. De plus, le chercheur n'est pas obligé de se convertir en caméraman pour les besoins de la cause ni de devoir mobiliser d'autres personnes pour cette tâche: il demeure libre pour se consacrer aux tâches qui lui reviennent, soit l'organisation matérielle et l'observation.

Quand on travaille dans une école, il est à peu près impossible de penser filmer plus d'un événement à la fois en utilisant les moyens techniques habituels. Non seulement est-il difficile de s'assurer les équipements spécialisés et le personnel technique nécessaires, mais aussi est-il difficile d'utiliser dans une classe "normale" deux ou trois caméras à la

fois, faute de place. Le chercheur qui utilise la technique à image simple n'est limité, à toutes fins pratiques, que par le nombre de magnétoscopes qu'il pourra emprunter: il pourrait sans difficulté enregistrer en même temps cinq élèves en train d'écrire à l'aide du traitement de texte. En outre, la technique est assez simple pour qu'on puisse charger les sujets eux-mêmes de faire l'enregistrement. L'expérience démontre que des élèves de onze ans, tant les filles que les garçons, peuvent assumer cette tâche sans difficulté.

2.3 Vers un protocole d'analyse d'enregistrement vidéo à image simple

La figure 2, à la page suivante, présente la grille de consignation des observations et, en guise d'illustration, l'analyse de quelques séquences de rédaction d'une élève de 5e année (10-11 ans). Le lecteur se servira du protocole d'analyse d'enregistrement vidéo, représenté par la figure 3, ci-après, dont les clés de lecture permettent de saisir le sens de l'analyse de l'exemple fourni par la figure 2.

Le protocole présenté ici doit être considéré comme un prototype. Certains aspects de la grille de consignation des observations pourront sans doute être améliorés à la lumière d'expériences futures. (Nous tenons, par ailleurs, à signaler la contribution de Fernand Roy, professeur à l'INRS-Education, et de Marie-Marthe Hébert, candidate au doctorat à l'Université de Laval, à l'élaboration du prototype. Il va sans dire que l'auteur demeure seul responsable de tout défaut de conception que le lecteur y décèlera).

2.4 Perspectives de développement de la technique et du protocole.

L'idéal serait de développer des outils de recherche qui puissent, en même temps, contribuer à l'apprentissage. Or, du point de vue pédagogique, la technique est assez facile pour que les élèves puissent la maîtriser. Ceux-ci ont pris d'ailleurs un plaisir évident à revisionner leurs propres textes au magnétoscope. Pour que la technique puisse servir efficacement comme outil d'objectivation pour permettre aux élèves de se rendre compte

FIGURE 2: GRILLE DE CONSIGNATION DES OBSERVATIONS

P ___ de ___

Nom _____ Tâche _____ Fichier _____ Rédigé __/__/__ Analysé __/__/__

Activité			Modifications			Précisions, commentaires
P/H M r	TX opérations: P - + R objets: G c m e b	Référence au texte	. mineures F O L	. lexicales O G S L	. autres A S	
541 561 +10 etc.157	P TX		FF F? OG OG			Consultation du plan, ensuite du texte, retour au plan, retour à la fin du texte, changement de paragraphe.
585 597	P TX - 2m → - 2m →	coton ouatés - pas sûre de l'orthographe, elle retranche. et des - incapable de récupérer, elle	F			Remonte dans le texte, consulte le plan, change de paragraphe.
suite +57 -ball 184			FFF(OG) F FF	retranche encore et recule pour mettre le point. S?		
654 665 +6	P TX - 3c	m-o-n → Pierre (monsieur?)	F OG	SL? mais plus que ça		Consultation du plan
681	P					Pause imposée, consigne du professeur attente du temps de révision.

FIGURE 3

PROTOCOLE D'ANALYSE D'ENREGISTREMENT VIDEO

Grille prototype

P/H Piétage ou Heure: 13 pieds au computer ≅ 30 sec.
(soit 1 pied ≅ 2.3 sec.)

M Total cumulatif des Mots

r Mot de repère

Séquence de rédaction = pause et toute activité qui la suit jusqu'à la pause suivante.

ACTIVITE:

TX Produire du TeXte, y compris corriger des fautes de frappe, etc.

P Pause > 10 clignotements du curseur, c'est-à-dire un peu plus de 5 secondes.

R Révision délibérée: l'élève abandonne la production de texte pour se relire et modifier le texte.

G Gestion: sauver, ramener un fichier, consulter le catalogue, imprimer le texte.

Opérations:		Objets:	
-	supprimer	c	caractère
+	ajouter, insérer	m	mot
-X, +Y	remplacer X par Y	p	proposition
↷	déplacer	b	bloc

EX.: - 3c = suppression de 3 caractères

FIGURE 3 (suite)

MODIFICATIONS

mineures F = Faute de frappe, y compris les fautes de "clavier"

OL = Orthographe Lexicale ou d'usage

OG = Orthographe Grammaticale, y compris ponctuation

lexicales SL = Substitution Lexicale
Ex.: - "...grand", + "énorme"

AS = Ajout Simple, insertion
Ex.: "...grand" + "très grand"

autres Modifications touchant à la cohésion, à la cohérence, à la structure des phrases ou du texte, adaptation du discours à l'intention de communication, à l'interlocuteur, aux conventions littéraires et stylistiques, etc.

---

de leurs stratégies de révision et de les améliorer, il faudrait qu'elle soit complétée par un protocole simple qui focalise et guide leur auto-observation. La forme que devrait prendre un tel protocole reste à définir et pourrait faire l'objet de recherches subséquentes. Il est concevable que, à la place d'un protocole unique, il soit plus approprié, en fonction des caractéristiques des apprenants, de proposer des ensembles différents de pistes d'observation selon le degré d'expertise du jeune scripteur. Une approche pédagogique intéressante serait sans doute de jumeler, pour le période de visionnement du texte au magnétoscope, des élèves de force inégale. Cette approche mettrait peut-être plus en relief les stratégies de rédaction différentes employées par les jeunes scripteurs et pourrait contribuer à aider l'élève faible à adopter des stratégies employées par l'élève fort.

Du point de vue technique, il devrait être possible d'enregistrer à l'aide d'une avalière et d'une interface appropriée la trame sonore qui accompagnerait l'image et qui fournirait une information plus complète. Peut-être serait-il possible d'entraîner les élèves à verbaliser ce qu'ils font en rédigeant, ce qui ressemblerait un peu à la situation créée par le "think aloud protocol". Cette modification de la technique exigerait une modification substantielle du protocole. Il faudrait également évaluer si l'ajout de la trame sonore apporte des informations suffisantes pour justifier pareille complexification. On peut envisager comme objet de recherches ultérieures la comparaison du rendement, en termes d'informations utiles à la recherche, d'un enregistrement avec et sans trame sonore.

En conclusion, il est permis de croire que le développement de la technique d'enregistrement vidéo et du protocole qui l'accompagne pourra contribuer tant à la pratique pédagogique qu'à l'outillage du chercheur. Comme le note Amarel (1983: 17):

> "As the future beckons with appealing promises, the present use of computers in classrooms easily slips out focus. To blur the line between the possible and the available, to mistake sophisticated technology for sophisticated instruction, and to assume productive outcomes when students communicate with computers is all too tempting".

Pour conjurer pareille tentation et pour évaluer objectivement l'impact réel des applications pédagogiques de l'ordinateur en général et du traitement de texte en particulier, le chercheur a effectivement besoin de se doter d'outils de recherche adéquate.

Références

AMAREL, Marianne (1983), "The classroom: An instructional setting for teacher, students, and the computer", in Classroom computers and cognitive sciencee, (Wilkinson, Alex Cherry, editor), New York: Academic Press, pp. 15-29.

BEREITER, C., SCARMADALIA, M. (1982), "From conversation to composition: the role of instruction in a developmental process", in R. Glaser (ED), Advances in instructional psychology (Vol. 2), Hillsdale, N.O.: Lawrence Erbaum Associate.

BRADLEY, Virginia (1982), "Improving students' writing with microcomputers", Language Arts, Vol. 59, No 7, Oct. 1982. pp.732-743.

CARRIER, Carol (1984), "Do learners make good choices?", Instructional Innovator, Feb. 1984, pp. 15-17, 48.

FLOWER, L. & HAYES, J.R. (1981), "A cognitive process theory of writing", College composition and communication, Vol. 32, No 4, Dec. 1981.

GULA, Robert J. (1982), "Beyond the typewriter", Classroom computer news, May/June 1982.

KLIEMANN, Gleen & HUMPRIES, Mary (1982), "Word processing in the classroom", Compute, March 1982, No. 2.

LEVIN, James A., BORUTA, Marcia & VASCONCELLOS, Mary (1983), "Micro- computer-based environments for writing: a writer's assistant", in Classroom computers and cognitive science, (Wilkinson, Alex Cherry, editor), New York: Academic Press, pp. 219-231.

PINOLA, Mary (1984), "Instructional resources: How to start a needs assessment", Instructional innovator, Feb. 1984, pp. 40-45.

WRESCH, William (1982), "Computers and english class: finally beyond grammar and drills", College english, Vol. 14, No 5.

ANNEXE 1: CE QU'EN DISENT LES ENFANTS

Extraits du compte rendu de Marie-Marthe Hébert d'une discussion avec les élèves, le 17 mai 1984, lors de la visite d'une équipe de l'Institut National de la Recherche scientifique - Education.

Aimez-vous plus le français depuis que vous utilisez le traitement de texte pour composer?

Oui (réponse massive de la classe)

Une intervention du professeur titulaire de la classe permet de savoir que c'est déjà plus difficile de les faire composer en utilisant crayon et papier: "il faut négocier" dit-elle, en riant.

Pourquoi?

On n'est pas obligé de tout effacer pour corriger.
J'aime mieux sur ordinateur que sur papier: pas besoin de crayon, c'est moins fatiguant, je vois le texte sur l'écran.
On voit mieux le texte: sur l'écran et sur imprimante.
Temps sauvé
Feuille plus propre, pas d'effaçage ni rature.
C'est plus rapide.
Ça permet de sauver le texte sur disquette.

Combien de textes avez-vous produits depuis que vous utilisez le traitement de texte?

Une vingtaine chacun.

Quel genre de corrections faites-vous?

Ponctuation
Pluriel
Verbes
Orthographe
Ajouts de mots
Ajouts d'idées

Comment se font les corrections?

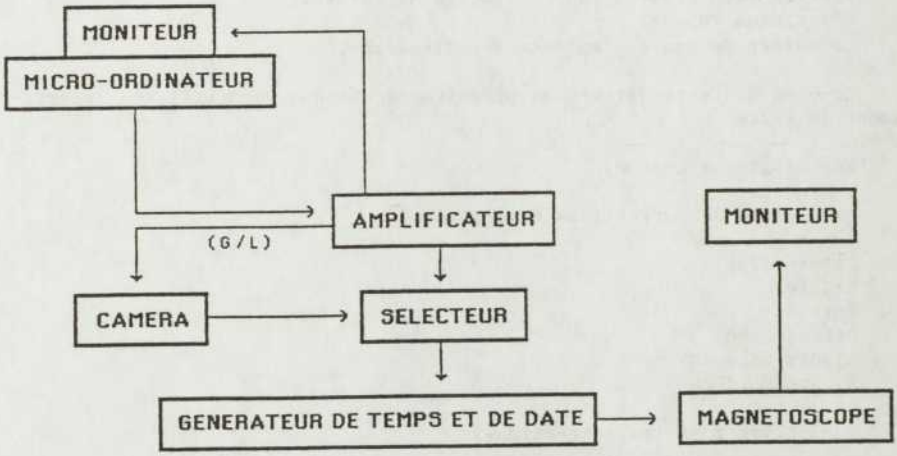
J'écris tout le texte, je corrige après.
Je recherche les fautes moi-même.
Je fais faire le relevé de mes fautes par une camarade.

Pour un doute, je consulte le dictionnaire ou la grammaire.
Je fais sortir le texte sur imprimante, puis je corrige et je retourne au traitement de texte.

ANNEXE 2: TECHNIQUE A IMAGES SUPERPOSEES

EQUIPEMENT AUDIO-VISUEL

Dans le but de décrire ce que l'on voit sur le moniteur d'un micro-ordinateur et les comportements de l'utilisateur, nous avons enregistré simultanément deux images, c'est-à-dire le signal vidéo qui donnera l'image sur le moniteur est d'abord capté sur l'amplificateur, et simultanément, les comportements de l'utilisateur sont filmés au moyen d'une caméra. Afin de faciliter l'analyse, nous y avons ajouté un générateur de temps et de date. Le schéma suivant illustre le cheminement des signaux vidéo.



Jean-Marie Dumas, agent de recherche, INRS-Education

II- L'ORDINATEUR ET LES DIDACTIQUES PARTICULIÈRES

LE TRAITEMENT DE TEXTE AVEC LES ÉLÈVES EN DIFFICULTÉ AU NIVEAU DE L'ÉCRITURE

Jacques Tardif
Université de Sherbrooke, Canada

Dans le présent atelier, nous poursuivons l'objectif de démontrer que le traitement de texte est un outil très efficace pour les élèves de l'école primaire qui présentent des difficultés au niveau de l'écriture. Ces élèves sont sans cesse arrêtés, dans leur production écrite, par les comportements moteurs exigés. Leurs difficultés motrices les empêchent de développer la perception qu'ils peuvent produire ou créer à l'écrit.

Le traitement de texte que nous avons privilégié est le Bank Street Writer. Puisqu'il n'existe présentement aucun traitement de texte de langue française spécifiquement confectionné pour les élèves de l'école primaire, nous n'avons pas hésité à retenir le Bank Street Writer qui contient un nombre limité de commandes. Le choix de cet instrument soulève cependant certaines interrogations puisqu'il est impossible d'utiliser un certain nombre de marques fréquentes dans le français écrit (ex.: les accents).

Quelques jours avant la présentation de cet atelier, nous avons cependant reçu l'information que la société Quebits venait de produire un nouveau logiciel appelé "Méga-Texte". Il s'agit d'un traitement de texte pour enfants sur Apple, utilisant des jeux correcteurs, de la couleur et un jeu de commandes simplifiées. Nous n'avons toutefois pas eu l'occasion d'évaluer la valeur de ce traitement de textes.

Dans le cadre de cet atelier, il est très important que les participants comprennent que nous ne désirons pas faire la promotion d'un traitement de texte ou d'un logiciel en particulier. Nous voulons insister plutôt sur la pertinence et l'efficacité d'un type de logiciel pour des élèves en difficulté au niveau de l'écriture. Notre choix du Bank Street Writer ne résulte que de la disponibilité des logiciels en regard des élèves concernés.

1. Sources de renseignements

Dans un domaine aussi récent que les applications pédagogiques de l'ordinateur, particulièrement avec des élèves en difficulté d'adaptation et d'apprentissage, les recherches rigoureuses et longitudinales sont rarissimes, voire inexistantes. La majorité des intervenants, chercheurs ou éducateurs, sont encore à des phases exploratoires.

Est-ce à dire qu'il faille attendre des résultats de recherche(s) systématique(s) avant de passer à l'action sur le plan pédagogique? Nous ne le croyons pas. Nous croyons plutôt qu'il est important d'intervenir en prenant en considération des démarches tentées dans divers milieux, en vérifiant leurs orientations et en analysant les premiers résultats produits au niveau du développement affectif, cognitif et scolaire des usagers. Selon nous, avant que des recherches rigoureuses confirment ou infirment les attentes escomptées, il est essentiel d'intervenir avec nuance et mesure.

C'est dans cet esprit que nous présentons cet atelier. Nous n'avons pas de résultats mirobolants de recherche à vous transmettre; nous n'avons pas de méthodes rompues à vous proposer; nous ne disposons pas de techniques miraculeuses. Cependant, il nous a été donné de rencontrer des élèves en difficulté au niveau de l'écriture, de prendre connaissance d'expériences réalisées auprès de ces élèves en utilisant un traitement de texte et de pouvoir discuter de ces démarches avec quelques intervenant(e)s de la ligne de front.

Ce sont là nos sources d'informations. Nous avons réfléchi sur ces expériences, nous avons fait une synthèse de ces réflexions et nous désirons vous transmettre brièvement cette synthèse.

2. Conception de l'utilisation de l'ordinateur

Dans un premier temps, il nous semble essentiel de vous signaler notre conception de l'utilisation de l'ordinateur à l'école. Ce n'est pas un phénomène du hasard si nous avons arrêté une bonne partie de nos énergies professionnelles sur le traitement de texte.

Selon nous, l'ordinateur est un outil pour l'élève et c'est le seul rôle qu'il devrait occuper à l'école et dans la classe. Le maître n'a pas besoin de l'ordinateur pour faire répéter des exercices aux élèves; le cahier d'exercice ou le livre y parvient probablement mieux. Le maître n'a pas besoin de l'ordinateur pour présenter une partie du curriculum aux élèves; il assume généralement très bien cette tâche et d'une façon beaucoup moins morcelée que l'ordinateur. Et nous pourrions poursuivre cette énumération en considérant chacune des fonctions ou chacun des rôles généralement dévolu à l'ordinateur dans l'école ou dans la classe.

L'ordinateur est un outil, c'est-à-dire qu'il s'agit d'un instrument fonctionnel. L'élève a besoin d'une banque pour enregistrer des données, les traiter ou les conserver, l'ordinateur est un outil qui permet de répondre à ce besoin. L'élève doit rédiger un message, une lettre ou un texte; l'ordinateur, par le biais du traitement de texte, est un outil qui permet de répondre efficacement à ce besoin. Ces deux exemples illustrent notre conception des applications pédagogiques de l'ordinateur. Bien que nous n'ayons pas le temps, dans le cadre de cet atelier, de nuancer davantage notre conception, nous devons affirmer que nous ne reconnaissons aucun autre rôle à l'ordinateur dans l'école et dans la classe, si ce n'est l'apprentissage de la programmation structurée.

3. Définition sommaire des élèves en difficulté au niveau de l'écriture

C'est dans cet esprit et selon cette conception que nous trouvons particulièrement appropriée et efficace l'utilisation d'un traitement de textes avec des élèves en difficultés au niveau de l'écriture.

Qui sont ces élèves? Ce sont des élèves dont la qualité de l'écriture est déficiente alors qu'aucun déficit neurologique ou intellectuel important n'explique cette déficience. Ces élèves sont référés pour écriture illisible ou trop lente, ces difficultés handicapant la marche normale de leur scolarité. Dans la majorité des cas d'élèves en difficulté au niveau de l'écriture, l'organisation de la page est très mauvaise, les espaces entre les mots sont souvent absents et la forme des lettres est irrégulière ou escamotée.

Ce sont là les principaux symtômes de l'élève en difficulté au niveau de l'écriture. Nous aurions pu également parler d'élèves présentant des difficultés au niveau de l'orthographe; cependant, il aurait fallu discuter d'une symptomatologie différente et nous n'avons pas le temps requis dans le cadre de cet atelier pour introduire toutes les nuances nécessaires, et, par ailleurs, fort importantes.

4. Conséquences des difficultés au niveau de l'écriture

Pour un élève de l'école primaire, les difficultés au niveau de l'écriture ont des conséquences sur le plan de la scolarisation, de l'intégration sociale et de la personnalité. Nul n'ignore l'importante accordée par l'école au langage écrit — lecture et écriture — et la majorité des observateurs sont convaincus du clivage social opéré par la réussite au niveau du langage écrit. Dans cette perspective, l'échec au plan de l'écriture a des conséquences plutôt désastreuses sur la poursuite de la scolarisation. Nous n'avons qu'à nous représenter la fréquence quotidienne d'écriture dans une classe.

De plus, la présence de difficultés au niveau de l'écriture limite l'intégration sociale de l'élève puisqu'il est l'objet de retard et d'attention spéciale. Il risque également d'être catégorisé et étiqueté autant par ses pairs que par le maître.

Enfin, sur le plan personnel, l'élève en difficulté au niveau de l'écriture risque de devenir de plus en plus inhibé face à l'acte d'écrire et il développe la perception de plus en plus enracinée qu'il ne peut produire

ou créer à l'écrit. Sa perception de lui-même en regard de l'écriture est très négative et il est peu motivé pour ce type d'activités.

Ce sont là, brièvement énoncées, les principales conséquences résultant de difficultés au niveau de l'écriture. Ces conséquences ont un impact très important sur l'élève qui réalise que sa participation à la vie scolaire et sa réussite sont de plus en plus bloquées au fur et à mesure où il franchit les échelons de l'école. De plus, la ségrégation qui s'opère par les pairs et l'enseignant(e), étant donné les difficultés rencontrées, provoque des conséquences qui devraient être considérées beaucoup plus attentivement que la mention que nous pouvons en faire dans le cadre de cet atelier.

5. Le Bank Street Writer

Les difficultés de l'élève ainsi que les conséquences que nous venons d'énumérer nous paraissent pouvoir être complètement éliminées par l'utilisation d'un traitement de texte simple et puissant, à la portée de l'élève. Dès le début de l'école primaire, l'élève peut utiliser un traitement de textes et nous avons effectivement vu des élèves employer efficacement un traitement de texte dès l'âge de six ans.

Le problème n'est pas de savoir si les élèves de six ans peuvent utiliser ou non un traitement de texte adapté. Le problème réside au niveau du comment l'utilisation de cet outil fonctionnel peut se réaliser. De plus, les enseignant(e)s soulèvent toujours une question fort importante en regard de l'utilisation du traitement de texte: à quel moment l'élève doit-il développer l'écriture manuelle?

Comment est-il possible d'introduire et d'utiliser le traitement de texte avec des élèves en difficulté au niveau de l'écriture? Il faut être conscient que le nombre d'élèves en difficulté à ce niveau est extrêmement restreint. Il ne s'agit pas d'une symptomatologie très courante. Il serait fort étonnant de rencontrer plus de deux élèves par degré scolaire pour chacune des écoles. Ce nombre est d'ailleurs très peu conservateur.

Chaque classe où se trouve un élève en difficulté au niveau de l'écriture doit bénéficier d'un ordinateur en permanence. L'enseignant(e) ne tente pas d'initier l'élève en difficulté à l'écriture manuelle, mais le familiarise à l'utilisation du traitement de texte. À toutes les occasions où cet élève doit réaliser une tâche d'écriture, il utilise l'ordinateur pour accomplir le travail exigé ou souhaité. Il s'agit d'une utilisation discrète qui ne perturbe pas le fonctionnement de la classe, si ce n'est l'envie que suscite ce privilège chez les autres élèves ne manisfestant aucune difficulté spécifique au niveau de l'écriture.

La familiarisation de l'élève en difficulté à l'utilisation du traitement de textes est simple et rapide. Le nombre de commandes est très réduit et elles sont constamment présentes sur l'écran cathodique. Par conséquent, pour l'enseignant(e), initier un élève au Bank Street Writer exige beaucoup moins de temps et d'énergie que d'initier un élève à l'écriture manuelle.

À quel moment l'élève doit-il développer l'écriture manuelle? Nous n'aurions pas l'idée d'enlever la calculatrice électronique à l'enfant déficient mental, ni la canne blanche à l'enfant aveugle, ni les prothèses auditives à l'enfant sourd. Pourquoi faudrait-il enlever le traitement de textes à l'enfant qui éprouve des difficultés au niveau de l'écriture? Personnellement, nous croyons que l'enfant devrait pouvoir en bénéficier durant toute sa scolarité et, probablement, durant toute sa vie. Utiliser le traitement de texte sera d'autant plus facile que la miniaturisation des ordinateurs est de plus en plus accentuée.

Si l'élève en difficulté au niveau de l'écriture devait perdre le droit d'employer un traitement de texte, il ne devrait pas le perdre avant le début de la quatrième année. À cet âge, le développement moteur de l'élève lui permettrait probablement de développer rapidement les actes moteurs requis au tracé des lettres. Cependant, il regrettera certainement le retour à l'ère préindustrielle après avoir connu l'ère post-industrielle.

Nous reconnaissons que cette question est fort importante pour l'enseignant(e) qui est à la recherche d'interventions auprès d'élèves en diffi-

auprès d'élèves en difficulté au niveau de l'écriture. Cette question l'oblige à reconsidérer sa conception de l'école et, à la limite, du citoyen de l'an 2 000.

Dans le cadre de l'atelier, nous avons brièvement démontré le fonctionnement du Bank Street Writer. il deviendrait toutefois rapidement fastidieux pour le scripteur de présenter les détails de l'utilisation de ce traitement de texte et très exigeant pour le lecteur de parcourir une liste peu signifiante en soi. Cette présentation serait très technique et redondante par rapport au manuel d'accompagnement. Dans cette perspective, au lieu de décrire chacune des commandes du Bank Street Writer, nous préférons référer le lecteur au manuel d'accompagnement de ce logiciel.

6. Conséquences de l'utilisation du Bank Street Writer

Grâce à l'utilisation du Bank Street Writer, l'élève en difficulté au niveau de l'écriture est complètement libéré de la contrainte et de la hantise de l'acte moteur assurant le tracé de la forme des lettres. Il n'a plus à tracer de lettres, il n'a qu'à peser légèrement sur une touche. L'élève n'a plus à se préoccuper de la reproduction adéquate ou non d'une forme; les lettres sont visuellement disponibles, il n'a qu'à faire une sélection. Il nous semble très important de faire observer jusqu'à quel point la tâche de l'élève est facilitée par cette opération de sélection. L'activité d'écriture n'est plus une activité où l'élève en difficulté désirant écrire un mot cherche mentalement la forme des lettres à mettre sur papier, trace ces lettres et s'interroge sur leur exactitude. Au lieu de réaliser cette série d'opérations, l'élève regarde les lettres disponibles sur le clavier et sélectionne celles qui lui paraissent constituer le mot ou la phrase qu'il veut produire. L'écriture elle-même, par le biais d'un traitement de textes, devient une tâche de reconnaissance visuelle et de sélection de graphies disponibles.

L'élève en difficulté au niveau de l'écriture est également libéré de la tâche d'organisation spatiale de son texte. Le traitement de texte lui permet une organisation spatiale très facilitée étant donné les commandes disponibles. De plus, il peut organiser spatialement le texte à la fin de

sa production. L'élève ainsi libéré est beaucoup plus disponible à la création.

Dans la perspective des conséquences signalées précédemment, il nous paraît essentiel d'insister sur le fait que, libéré des contraintes motrices, l'élève en difficulté au niveau de l'écriture est disponible pour la production et la création à l'écrit. Avant l'utilisation du traitement de textes, sa production était sans cesse inhibée, voire complètement bloquée, par les exigences des actes moteurs requis. Ainsi, le traitement de texte devient un moyen extrêmement puissant pour assurer l'accroissement de la motivation à écrire de l'élève en difficulté.

De plus, à l'instar de tout utilisateur d'un traitement de texte, les productions écrites de l'élève en difficulté sont beaucoup plus nuancées et riches étant donné les possibilités d'ajouts de retraits, de réorganisations, de corrections inhérentes au traitement de texte. D'ailleurs, l'aliénation reliée à la réécriture du produit final est complètement disparue puisque l'imprimante réalise complètement le travail.

Selon nos observations, l'utilisation du traitement de texte réduit, voire élimine complètement, les difficultés de l'élève qui présente des problèmes au niveau de l'écriture. Cette résultante favorise l'intégration scolaire et sociale de l'élève en difficulté. Les probabilités de catégorisation et de ségrégation sont également réduites. Il est cependant important de réaliser que l'élève en difficulté au niveau de l'écriture bénéficie toujours d'une mesure spéciale, mais ses productions sont équivalentes sinon supérieures, à celles de ses pairs. Le problème de l'enseignant(e) est celui de faire comprendre et accepter par les autres élèves de la classe le rationnel permettant à l'élève en difficulté, au niveau de l'écriture, d'être un utilisateur privilégié du traitement de texte.

Enfin, nous ne pouvons passer sous silence le fait que l'élève en difficulté au niveau de l'écriture, par le biais du traitement de texte, a inversé sa perception de lui-même par rapport à la production écrite et qu'il se reconnaît des habiletés spécifiques à ce niveau.

Conclusion

À la suite de ces observations et de ces réflexions, il peut sembler que le traitement de texte et plus particulièrement le Bank Street Writer produisent des résultats faramineux avec des élèves en difficulté au niveau de l'écriture. Cette conclusion est véritable dans le cadre des interventions pédagogiques dont nous avons pris connaissance. Nous voulons cependant souligner, que ces interventions présentaient une caractéristique commune: les enseignant(e)s et les intervenant(e)s étaient très motivé(e)s en regard de l'utilisation du Bank Street Writer et ils (elles) anticipaient des conséquences très positives de cette intervention. Les recherches en éducation ont démontré que ce système d'attente et ce genre de motivation sont des variables importantes à considérer dans la discussion des résultats d'interventions pédagogiques.

Dans la poursuite de nos recherches, nous nous interrogeons maintenant sur la nécessité d'employer un traitement de texte confectionné spécifiquement pour des enfants. Il serait peut-être préférable d'utiliser un traitement de textes plus puissant et d'introduire graduellement les diverses possibilités. Les élèves pourraient en développer une maîtrise progressive.

ÉVALUATION DE LOGICIELS ÉDUCATIFS À CONTENU D'ENSEIGNEMENT ("DIDACTICIELS")

Yves Bégin
Mariel Leclerc
Institut national de recherche scientifique - Éducation, Québec

Introduction

Dans cet exposé, nous nous proposons de décrire une méthodologie d'évaluation de didacticiels développée au laboratoire d'évaluation de didacticiels de l'INRS-Éducation à Québec, depuis septembre 1983. Ce travail se poursuivra au cours de la prochaine année. Nous ferons d'abord état de la littérature de rcherche dans ce domaine en ayant recours à l'étude effectuée par Lise Saint-Laurent[1] à la demande de l'INRS-Éducation. Par la suite, nous examinerons plus en détail la méthodologie développée par une équipe de recherche du "Northwest Regional Education Laboratory", parce que cette méthodologie a profondément influencé la nôtre. Nous décrirons ensuite notre méthodologie et illustrerons par exemple le résultat de sa mise en application pour l'évaluation d'un didacticiel québécois.

L'évaluation de didacticiels dans la littérature de recherche nord-américaine récente

Dans un écrit intitulé L'évaluation de didacticiels, Lise Saint- Laurent identifie quatre groupes qui ont déployé des efforts considérables pour structurer une démarche d'évaluation de didacticiels. Ces groupes sont les suivants le "National Council for Teachers of Mathematics" (NCTM)[2], "Educational Product Information Exchange" (EPIE)[3], le projet du "Northwest Regional Educational Laboratory" connu sous le nom "Microcomputer Software and Information for Teachers" (MicroSIFT)[4], et le "Computer Technology Project"[5] du département d'éducation de la province d'Alberta.

Le projet albertain s'inspire étroitement des projets américains MicroSIFT et EPIE. En ce qui concerne les projets américains, on peut

discerner deux tendances principales. La tendance analytique est proposée par l'"Educational Product Information Exchange". Cette approche nécessite des ressources considérables. Les évaluateurs doivent répondre à près d'une centaine de questions. Les préoccupations principales sont la rigueur scientifique de la démarche et le caractère exhaustif de l'évaluation. La thèse de doctorat de Vicki L. Blum[6] illustre cette approche. La version finale du questionnaire construit à l'intention des évaluateurs comprend huit sections: identification et autres informations, buts poursuivis, contenus, méthodologie, moyens d'évaluation, congruence du design" de l'enseignement, usage du didacticiel, résumé de l'évaluation.

La deuxième tendance est représentée par le projet MicroSIFT. Les responsables de ce projet ont cherché à développer une procédure d'évaluation qui pourrait être utilisée facilement par les enseignants. Voici comment Lise Saint-Laurent décrit cette procédure: "Le guide d'évaluation de MicroSIFT, publié en 1982, comprend quatre étapes. La phase de présélection vise à discriminer les programmes rencontrant des critères minima de qualité pédagogique, de compatibilité avec le micro-ordinateur et de facilité d'opération. La deuxième étape consiste dans la description du produit. On y spécifie le format du programme, son but pédagogique, ses techniques, le type de logiciels, les documents d'accompagnement, etc. Cette description est faite par le personnel de MicroSIFT. La troisième phase, l'évaluation comme telle, est effectuée par au moins deux enseignants [ ]. Cette phase peut inclure ou non l'observation de l'étudiant utilisant le didacticiel. Le résultat de cette opération sera une valeur numérique calculée à chaque item et une valeur totale pour chaque programme. Les programmes qui n'obtiennent pas une valeur minimale ne sont pas publiés. Un expert de l'équipe MicroSIFT évalue aussi le programme. Il fait également la synthèse qui deviendra l'évaluation officielle de MicroSIFT pour ce didacticiel. Enfin, la quatrième étape consiste dans l'évaluation en profondeur. Elle serait utilisée quand une étude supplémentaire est nécessaire à cause de la complexité du didacticiel ou de la quantité de matière couverte. L'évaluation en profondeur peut se faire par didacticiel ou bien par des comparaisons prétest et post-test"[7].

On trouvera en annexe I le formulaire d'évaluation de MicroSIFT que l'enseignant doit remplir lorsqu'il participe à la troisième phase de ce processus d'évaluation. On notera les points suivants au sujet de ce formulaire: la partie principale est composée de 21 questions regroupées de façon claire en trois catégories; 3 questions portent sur le contenu du didacticiel; 11 questions concernent les caractéristiques pédagogiques; les 7 dernières questions portent sur les aspects techniques. Le répondant doit indiquer son niveau d'accord ou de désaccord avec les questions.

Ces trois catégories de questions (contenu, caractéristiques pédagogiques et aspects techniques) sont ensuite utilisées spécifiquement pour obtenir du répondant trois estimés de la qualité du didacticiel à l'aide des nombres de 1 à 5 (voir annexe 1, en haut, à droite). Suite à ces évaluations par catégorie, le répondant doit porter un jugement global sur le didacticiel en choisissant l'une des catégories suivantes: hautement recommandé, recommandé à certaines conditions, non recommandé (voir annexe 1, section "recommandations").

Le répondant doit ensuite produire un commentaire écrit au sujet des quatre demandes suivantes qui lui sont faites:

1) Décrire le mode d'utilisation du didacticiel qui peut être envisagé dans le contexte d'une classe.
2) Estimer la durée d'utilisation du didacticiel par l'étudiant.
3) Indiquer les points forts du didacticiel.
4) Indiquer les points faibles du didacticiel.

Le rapport d'évaluation diffusé par MicroSIFT aux enseignants qui forment sa clientèle est précédé d'une description exhaustive du didacticiel évalué. Le rapport d'évaluation proprement dit met en évidence les réponses obtenues aux questions portant: 1) sur l'estimé du temps nécessaire à l'étude du didacticiel par les élèves pour en maîtriser le contenu; 2) sur les divers usages possibles du didacticiel; 3) sur les points forts et les points faibles du didacticiel. Les cotes obtenues suite aux 21 questions spécifiques posées aux évaluateurs sur différents aspects du

didacticiel sont présentées comme un sommaire de l'évaluation. Le rapport se termine par la recommandation des évaluateurs.

MicroSIFT et l'approche méthodologique développée à l'INRS-Éducation

L'approche méthodologique développée au laboratoire d'évaluation de logiciels et de didacticiels de l'INRS-Éducation est le résultat d'un travail d'équipe coordonné par Mariel Leclerc. Ont participé à ce travail d'une façon régulière les personnes suivantes: Yves Bégin, Richard Bertrand, Aline Bouliane, Marie Makdissi, Fernand Roy et Lucien Vachon. Lucien Vachon est professeur à l'Université du Québec à Trois-Rivières. Les autres membres de l'équipe sont chercheurs à l'INRS-Éducatin. Ont aussi participé aux travaux Jean-Louis Plante, de l'Université du Québec à Rimouski, Gilles Dussault, Denis Rhéaume, Raja Hammoud, Jean-Marc Dumas et Denis Michaud, de l'INRS-Éducation.

Nous avons été considérablement influencés par les travaux accomplis par les chercheurs du "Northwest Regional Educational Laboratory" (MicroSIFT). Les principales contributions de ce groupe de recherche nous paraissent être les suivantes. Premièrement, les problèmes liés à la description du didacticiel ont été clairement distingués des problèmes d'évaluation. Cette prise de conscience a conduit les chercheurs de MicroSIFT à produire un formulaire pour la description du didacticiel qui est distinct du formulaire servant à l'évaluation. Nous avons grandement bénéficié de cette distinction. Cela nous a conduits à rechercher la collaboration d'un organisme qui assumerait la responsabilité de la description des didacticiels que nous évaluons. La Centrale des Bibliothèque du Québec, qui possède une riche expertise dans la description de matériel pédagogique, a accepté de se prêter à cette collaboration. Nous avons conclu une entente avec elle à cet effet.

Il est probable que le résultat de cette collaboration (description et évaluation de didacticiels) soit distribué dans le système scolaire grâce à l'assistance d'un troisième organisme, la Direction des services informatiques aux réseaux (D.S.I.R.). Cet organisme présente l'avantage de servir de lien informatique entre les commissions scolaires et les ministères de

l'Éducation. Il y a donc de fortes chances que nos travaux soient connus de ceux auquels nous les destinons et que les rétroactions obtenues nous permettent d'apporter des améliorations à notre méthodologie.

La seconde contribution importante de MicroSIFT est d'avoir établi clairement que l'évaluation de didacticiels ne peut pas se limiter à l'évaluation de l'ordinateur comme moyen d'enseignement, mais qu'elle doit s'étendre aussi, d'une part, à l'évaluation du contenu enseigné par l'intermédiaire du didacticiel, et, d'autre part, à l'évaluation de l'approche pédagogique qui a été adoptée pour enseigner ce contenu. Nous reconnaissons donc à MicroSIFT le mérite d'avoir établi clairement le caractère tridimensionnel de l'évaluation des didacticiels. Il n'est pas suffisant d'évaluer l'utilisation qui est faite de l'ordinateur (pour cette raison, l'évaluation ne peut pas être confiée aux seuls informaticiens); il faut évaluer le contenu enseigné et l'approche pédagogique utilisée. Cela est une conséquence du fait que le didacticiel n'est pas, comme plusieurs autres moyens audiovisuels, un outil destiné aux enseignants; c'est essentiellement un outil de l'enseignemement individualisé. En d'autres termes, le didacticiel permet à l'enseignant de confier à ses élèves la responsabilité de s'administrer eux-mêmes l'enseignement. D'où le droit et le devoir qu'a l'enseignant de disposer des moyens d'évaluer le contenu présenté dans les didacticiels, ainsi que l'approche pédagogique. Le ministère de l'Éducation du Québec reconnaît d'ailleurs dans ses règlements que la pédagogie utilisée en classe est la prérogative de l'enseignant comme professionnel de l'enseignement.

Le troisième mérite de MicroSIFT est d'avoir développé une approche qui rend nécessaire la collaboration des enseignants à l'évaluation. Même si c'est un expert de MicroSIFT qui rédige le texte final de l'évaluation, ce texte doit refléter les évaluations effectuées par les enseignants. Dans la méthodologie que nous développons, nous voulons nous assurer qu'au moins une enseignant fasse partie de l'équipe d'évaluateurs.

La méthodologie développée par MicroSIFT nous paraît donc constituer une contribution remarquable. Cependant, elle comporte aussi certaines limites à nos yeux. La principale de ces limites est l'absence de l'élève

dans le processus d'évaluation. Il est vrai qu'un rôle lui est réservé à la quatrième étape, mais cette étape n'a pas encore été opérationnalisée par MicroSIFT, qui semble y voir une montagne de difficultés. L'élève est l'utilisateur du didacticiel. Nous pensons qu'il est nécessaire de valider le processus de l'évaluation auprès de l'élève d'une façon ou d'une autre. Cette validation pourrait se faire par l'utilisateur du prétest et du posttest. L'on pourrait aussi utiliser un questionnaire, ou observer le comportement de l'élève pendant qu'il utilise le didacticiel.

À l'INRS-Éducation, nous avons choisi d'exiger de chacun des membres de l'équipe d'évaluation qu'il observe au moins un élève chaque fois qu'il évalue un didacticiel. Les évaluateurs doivent pouvoir répondre en connaissance de cause à la question suivante: "Comment réagissent les élèves à l'utilisation de ce didacticiel?". Nous avons constaté à l'expérience que nos experts peuvent difficilement prévoir quelles seront les réactions des élèves devant un didacticiel. Ils sont parfois obligés de modifier substantiellement leur jugement suite à une telle expérience. L'observation du comportement de l'élève, soit directement, soit par l'intermédiaire d'enregistrements magnétoscopiques, nous paraît donc un outil de validation de l'évaluation d'une très grande importance et d'une très grande pertinence. Ronald G. Ragsdale insiste beaucoup sur ce point dans son livre Evaluation of Microcomputer Courseware: "The important point to reiterate is that actual observation of student interaction with courseware is an essential and irreplacable component of the courseware development and evaluation processesÿ8. Au cours de la prochaine année, nous projetons de définir un protocole pour structurer les séances d'observation des évaluateurs.

La seconde critique que nous adressons à MicroSIFT porte sur l'utilisation des questions ouvertes. De telles questions sont posées aux évaluateurs en ce qui concerne les usages possibles du didacticiel dans le contexte de la classe. On demande aussi d'indiquer les points forts et les points faibles du didacticiel. Nous sommes d'avis que des questions ouvertes devraient plutôt être posées en rapport avec les dimensions les plus importantes de l'évaluation: l'évaluation du contenu, l'évaluation de l'approche pédagogique adoptée et l'évaluation de l'utilisation qui est

faite de l'ordinateur. Voici les trois questions que nous posons aux évaluateurs pour couvrir ces trois dimensions:

1) Le contenu est-il conforme à ce que l'on connaît de ce savoir?
2) Le didacticiel est-il conforme à une démarche pédagogique acceptable?
3) Le micro-ordinateur est-il utilisé de façon appropriée?

Nous sommes d'avis que les trois questions mentionnées ci-dessus représentent les interrogations majeures des enseignants au sujet de tout didacticiel et que les réponses à ces questions par l'intermédiaire d'un document rédigé constituent la partie la plus importante de l'évaluation.

Nous désirons faire le commentaire suivant au sujet de l'approche pédagogique (deuxième question ci-dessus). Nous pensons qu'il est très important de ne pas promouvoir une théorie particulière de l'enseignement ou de l'apprentissage, et de laisser à chaque évaluateur l'entière liberté de s'exprimer en fonction de ses convictions et pratiques personnelles. Il est souhaitable pour la qualité de l'évaluation que les évaluateurs représentent un large éventail de points de vue et que tous ces points de vue puissent être discutés librement. Rien n'est plus dangereux d'une pédagogie qui prétend avoir découvert la vérité.

Notre troisième point de désaccord avec la méthodologie de MicroSIFT porte sur la question suivante: qui doit évaluer le didacticiel? MicroSIFT demande, au minimum, à deux enseignants d'effectuer l'évaluation., Ces évaluations sont lues par un expert de MicroSIFT. Cet expert est chargé d'effectuer sa propre évaluation et de rédiger la fiche d'évaluation finale qui synthétise les évaluations individuelles.

L'on voit que l'expert de MicroSIFT porte le jugement final sur le didacticiel. Nous pensons que cette responsabilité est trop lourde pour être attribuée à un seul individu. Elle doit être confiée à une équipe. Cette équipe doit se composer au minimum de quatre personnes: un enseignant, un expert du contenu, un expert en enseignement et apprentissage et un expert en applications pédagogiques de l'ordinateur.

Cette équipe doit approuver le texte final de la fiche d'évaluation et la cote globale attribuée au didacticiel. Les cotes retenues sont les suivantes: 1) non recommandé; 2) acceptable; 3) recommandé; 4) fortement recommandé.

Il est souhaitable que le texte de l'évaluation porte la signature des membres de l'équipe qui l'ont approuvé, puisque l'on peut assumer qu'une équipe différente aurait nécessairement produit un texte différent et aurait peut-être aussi accordé une cote globale différente au didacticiel. Il est permis d'affirmer que la richesse d'un tel type d'évaluation réside dans l'accord intersubjectif qui s'établit entre les participants au cours du processus d'évaluation. L'évaluation vaut ce que valent les expertises des personnes réunies, ainsi que la qualité de leur collaboration. Inutile d'insister sur le fait que ce processus comporte aussi ses propres limites et ses risques d'accidents de parcours.

Ce processus d'évaluation évoque presque inévitablement à nos yeux celui qui est utilisé dans plusieurs pays pour évaluer les projets de recherche qui postulent des subventions des gouvernements ou des fondations. On pourrait penser que l'élite scientifique des divers pays du monde a réussi depuis longtemps à mettre en place un processus d'évaluation des projets de recherche parfaitement objectif.

Tel n'est pas le cas. Une tâche de cette nature dépasse les possibilités de la sciences. Ce que nous pouvons faire de mieux pour évaluer un projet de recherche, c'est de rassembler des experts qui connaissent le domaine et de s'inspirer de leurs avis souvent contradictoires pour prendre une décision qui sera toujours sujette à l'erreur. L'évaluation de matériel pédagogique et l'évaluation de didacticiels sont évidemment différentes de l'évaluation de projets de recherche. Cependant nous pensons qu'il est utile de faire une analogie entre les deux types d'activité pour saisir la difficulté de la tâche d'évaluer un didacticiel.

Gabriel Della-Piana[9], pour sa part, préfère l'analogie avec la critique littéraire ou la critique de films. Son but, en développant cete analogie, est de montrer que nous aurions avantage à emprunter aux domaines

des arts et des lettres leurs techniques d'évaluation. Ces techniques pourraient donner de la profondeur et de nouvelles dimensions à nos évaluations soi-disant scientifiques.

Della-Piane rappelle un fait que les chercheurs en éducation préféreraient souvent oublier: "Une technologie achevée, qui fait l'unanimité et permet de formuler des prescriptions d'enseignement à partir d'une base théorique solide ou sur un fondement empirique éprouvé: cela n'existe pasÿÿ0. En conséquence, il faut, selon lui, nous contenter de rendre la structure du didacticiel transparente à l'utilisateur par l'intermédiaire de l'évaluation, de telle sorte que l'utilisateur puisse comprendre le didacticiel. Car les évaluations que nous faisons à l'intention des enseignants ne sauraient dispenser ces derniers d'effectuer les leurs. Notre prétention se réduit à leur offrir matière à réflexion. Qu'on nous permette de citer ici le paragraphe final de l'article de Della-Piana intitulé Film Criticism and Micro-computer Courseware Evaluation:

> "Notre thèse est à l'effet qu'il y a un besoin très urgent dans le domaine de l'évaluation des programmes sociaux, et cela comprend l'évaluation des ensembles d'enseignement assisté par ordinateur. Ce besoin consiste à "illuminer" la structure du programme, à aider l'utilisateur éventuel à saisir comment le programme fonctionne, à le démystifier, à rendre son fonctionnement transparent. Il n'existe pas de technologie qui permette de déterminer les meilleures structures possibles de l'enseignement. En conséquence, la tâche de l'évaluation se réduit à illuminer les structures qui nous aident à voir comment un certain type de didacticiel parvient à accomplir ce qu'il accomplit"[11]

Pour Della-Piana, l'évaluation doit tendre à devenir une représentation signifiante du didacticiel. Son mot préféré pour exprimer cette intuition est le mot "portrayal". Il suggère par là que, le didacticiel étant une création pédagogique, l'évaluation consiste à en faire saisir l'élément créateur et original. L'évaluation, elle aussi, est oeuvre de création. C'est une oeuvre de création au service d'une autre. Après avoir donné une représentation valable du didacticiel, l'évaluateur peut situer les défi-

ciences et les limites du didacticiel dans une perspective, permettant ainsi au lecteur de peser le pour et le contre.

Procédure d'évaluation de didacticiel au laboratoire de l'INRS-Éducation

La discussion que nous avons faite du modèle MicroSIFT dans la partie précédente de cet exposé nous a permis de présenter les raisons qui nous ont conduit à concevoir le modèle qui est utilisé au laboratoire d'évaluation de logiciels et de didacticiels de l'INRS-Éducation. Nous allons maintement donner une vue d'ensemble de la démarche commandée par ce modèle. Nous présenterons ensuite, à titre d'exemple, le produit concret de l'évaluation d'un didacticiel conformément à cette démarche.

I. Le responsable du laboratoire et son assistant font une sélection des didacticiels qui paraissent posséder les qualités minimales pour être soumis au processus d'évaluation.

II. Une équipe d'évaluateurs est recrutée comprenant au minimum quatre personnes: un expert du contenu, un expert en apprentissage-enseignement, un expert en applications pédagogiques de l'ordinateur et un enseignant.

III. Chaque évaluateur doit examiner le didacticiel et les documents d'accompagnement en vue de répondre, par écrit, aux cinq questions suivanes:

1. L'enseignant présenté respecte-t-il le bon usage de la langue française?
2. Le contenu est-il conforme à ce que l'on connaît de ce savoir?
3. Comment réagissent les élèves à l'utilisation de ce didacticiel?
4. Le didacticiel est-il conforme à une démarche pédagogique acceptable?
5. Le micro-ordinateur est-il utilisé de façon appropriée?

Voici quelques remarques au sujet de ces questions.

La première question touche à un domaine extrinsèque au processus d'évaluation pédagogique proprement dit. Cependant, nous avons jugé nécessaire de l'introduire étant donné le haut degré de "conscientisation" des Québécois concernant leur langue.

Les questions 2, 4 et 5 réfèrent aux trois dimensions majeures de l'évaluation de didacticiels qui ont été identifiées par MicroSIFT: évaluation du contenu, de l'approche pdéagogique et de l'utilisation de l'ordinateur. Jusqu'à ce jour, nous avons préféré laisser le soin aux experts d'ajouter ou non des sous-questions en ce qui concerne le contenu, la pédagogie ou l'utilisation de l'ordinateur. Blum a montré qu'une grille exhaustive contiendrait près d'une centaine de questions. Nous pensons qu'une telle abondance de questions peut alourdir inutilement la démarche d'évaluation.

Nous souhaitons que les experts répondent à toutes les questions, même s'ils ont été recrutés pour répondre plus particulièrement à l'une ou l'autre question. Cependant, les experts ne sont pas obligés de répondre à toutes les questions, sauf la troisième. L'observation de l'élève nous paraît un élément indispensable.

IV. Les évaluateurs distribuent leur texte aux autres membres de l'équipe.

V. Une réunion des évaluateurs est convoquée où chacun commente ses propres réponses aux questions posées. Au cours de la discussion qui suit, l'on tente de dégager les points d'accord dans les réponses à apporter aux cinq questions posées. Notre courte expérience de ce processus nous permet de dire qu'il est relativement facile d'établir un consensus.

VI. L'on cherche à s'entendre sur la cote globale qui sera attribuée au didacticiel. Les possibilités sont les suivantes: non recommandé, acceptable, recommandé, fortement recommandé. Il est relativement facile d'obtenir un consensus, lorsqu'on dispose des réponses apportées aux cinq questions.

À noter qu'un didacticiel peut se voir attribuer la cote "non recommandé" pour des raisons extrinsèques à la langue et à la pédagogie, s'il encourage les stéréotypes sociaux, sexistes, ou autres, ou s'il emploie le langage ou la symbolique de la violence, comme c'est souvent le cas dans les jeux sur ordinateur. Il est possible qu'une question supplémentaire portant sur les valeurs véhiculées par le didacticiel soit ajoutée pour stimuler la vigilance des évaluateurs. Cependant, la question du respect des valeurs peut aussi être considérée comme une condition préalable indispensable pour que le didacticiel soit soumis à l'évaluation.

VII. Suite à la réunion d'évaluation, le secrétaire du groupe rédige le texte de l'évaluation selon les directives qu'il a reçues du groupe. Ce texte est ensuite soumis pour approbation à chacun des évaluateurs.

VIII. Le texte de l'évaluation est envoyé à la Centrale des Bibliothèques du Québec, qui se charge de faire la description du didacticiel et de joindre l'évaluation à la description pour publication.

IX. Le secrétaire du groupe d'évaluation dresse une liste des remarques formulées par les évaluateurs. Ce document est plus détaillé que le texte de l'évaluation proprement dit. Dans l'espoir que ces remarques puissent être utiles aux éditeurs du didacticiel, elles leur sont envoyées avec le texte de l'évaluation. Nous sollicitons en retour les commentaires des éditeurs.

À ce jour, quatre didacticiels ont été évalués selon cette procédure. Ces didacticiels sont les suivants:

Auteurs(es)	Titres	Éditeurs
Claudette Lecompte	Logique et math.	Puce
Jérôme I. Weintrub Paul Foster	J'explore l'espace en calculant	Vifi Sogiciel
Emmanuel Chénard Dolores Thibodeau	Homophones grammaticaux	Éditions FM
J. Conrad	Savoir compter	Computerre

Voici maintenant, à titre d'exemple, le texte de l'évaluation du didacticiel Logique et Math.

Évaluation du didacticiel

Logique et mathématiques

Claudette Lecompte
Puce

Cote: acceptable

1. L'enseignement présenté respecte-t-il le bon usage de la langue française?

Les évaluateurs pensent que l'enseignement présenté respecte d'une façon générale le bon usage de la langue française. Cependant, le langage rudimentaire employé nuit à la bonne compréhension et à la clarté du didacticiel. De plus, on remarque un manque d'uniformité dans la composition des différentes parties.

2. Le contenu est-il conforme à ce que l'on connaît de ce savoir?

Le évaluateurs pensent que la présentation du contenu comporte des lacunes. Ce qui est présenté comme un diagramme de Carroll n'en est pas un. La façon d'illustrer le diagramme d'Euler-Venn n'est pas conforme à ce qui est présenté dans les écoles. Le mot "coordonnées" utilisé dans les instructions n'est pas approprié. Enfin, étant donné que le jeu occupe une place centrale dans le didacticiel, il devrait faire l'objet, nous semble-t-il, d'une justification explicite.

3. Comment réagissent les élèves à l'utilisation de ce didacticiel?

Tous l'ont apprécié. On note toutefois que lors qu'une première utilisation du didacticiel, les élèves ne peuvent fonctionner seuls. Une fois initiés, ils aiment utiliser le didacticiel, surtout le jeu.

4. Le didacticiel est-il conforme à une démarche pédagogique acceptable?

Les évaluateurs pensent que le didacticiel est conforme à une démarche pédagogique acceptable. Cependant, le jeu, qui recèle des ressources pédagogiques importantes, devrait être davantage exploité et explicité par l'auteure. La partie Déroulement et règle du jeu du guide devrait apparaître à l'écran. De plus, l'introduction et les exercices devraient être présentés comme une préparation au jeu.

5. Le micro-ordinateur est-il utilisé de façon appropriée?

Les évaluateurs pensent que le micro-ordinateur est utilisé de façon appropriée en ce qui concerne les éléments suivants: consultation rapide du tableau S.O.S., effets sonores et visuels qui plaisent à l'élève, facilité de sortir du jeu en tout temps. Cependant, un manque de raffinement technique se manifeste, par exemple, par des affichages simultanés et contradictoires et par des figures qui sont présentées comme distinctes, mais qu'il est difficile de percevoir comme telles à l'écran.

Noms des évaluateurs:

INRS-Éducation: BÉGIN, Yves, BERTRAND, Richard, BOULIANE, Aline, LECLERC, Mariel, MAKDISSI, Marie, ROY, Fernand.
Université du Québec à Trois-Rivières: VACHON, Lucien.

L'éditeur de ce didacticiel a reçu cette évaluation, ainsi que la liste détaillée des remarques faites par les évaluateurs. Dans la lettre où il accuse réception de notre évaluation, il nous exprime sa reconnaissance et souligne l'apport précieux que constitue pour lui l'information reçue. Nous espérons que les autres éditeurs recevront nos évaluations avec le même esprit de collaboration et d'ouverture. Nous comptons beaucoup aussi sur les réactions des enseignants dans les écoles qui utiliseront nos évaluations pour améliorer notre méthodologie.

Dans une communication[12] qu'elle donnait au congrès annuel de L'"American Educational Research Association" en avril 1983, Vicki Blum Cohen témoigne du fait que l'institut américain "Educational Products Information Exchange" semble s'orienter vers une procédure très proche de celle que nous avons élaborée, tout en continuant d'utiliser une grille très détaillée: formation d'un groupe d'experts semblable au nôtre; observations d'élèves dans le but explicite d'apporter une information susceptible de nuancer l'avis des experts. Cependant, les observations des élèves sont recueillies postérieurement à l'évaluation des experts. Un questionnaire rempli par les élèves ayant utilisé le didacticiel s'ajoute aux observations. Le rapport d'évaluation est soumis aux évaluateurs avant d'être publié par l'institut EPIE.

Conclusion: une hypothèse à vérifier

Quelque chose d'extraordinaire semble se produire lorsqu'un enfant s'assoit devant un ordinateur personnel ayant en mémoire vive un logiciel éducatif d'une qualité le moindrement acceptable. L'adulte qui observe

l'enfant dans cette situation reçoit la révélation de l'extraordinaire vivacité de l'intelligence enfantine. Les théories du développement de l'intelligence sont bien incapables de rendre compte de ce phénomène. Tout se passe comme si les tâches scolaires qui ont l'imprimé comme support principal ne constituaient pas un stimulant suffisant pour permettre à la majorité des jeunes intelligences réunies dans les classes de prendre leur essor vers le monde de l'esprit, le monde des arts et des sciences, le monde de l'écriture, de la poésie ou des mathématiques ou un autre monde encore qu'elles pourraient inventer. Il est notoire que nos systèmes scolaires n'atteignent leurs objectifs que pour une faible proportion des populations qui leur sont confiées. Vingt pour cent peut-être. Nos enfants seraient-ils dans les classes comme des oiseaux en cage? Présents physiquement par la contrainte, mais mentalement absents par absence de défi jugé valable par eux. Même si l'ordinateur personnel ne représentait une solution valable que pour un faible pourcentage additionnel de nos populations scolaires, il vaudrait la peine que nous nous y intéressions sérieusement.

C'est une hypothèse de cette nature que nous voulons contribuer à vérifier, à l'INRS-Éducation, dans notre laboratoire d'évaluation de logiciels et de didacticiels. Pendant plus d'une décennie, plusieurs des membres de notre équipe ont travaillé à construire un système d'enseignement individualisé pour l'école primaire à l'aide de l'imprimé et des moyens audiovisuels. La disponibilité nouvelle de l'ordinateur personnel et le caractère inévitablement individualisé qu'il donne à l'enseignement nous incitent à penser que nous n'avons pas oeuvré en vain et que nous verrons se répandre l'enseignement individualisé au cours des prochaines années. Nous sommes très désireux d'établir des liens de collaboration avec d'autres groupes de recherche dans la francophonie. Nous espérons que ce congrès nous en fournira l'occasion.

Références

1. SAINT-LAURENT, Lise, L'évaluation de didacticiels, INRS-Éducation, R-176, 1984.

2. HECK, W.P., JOHNSON, J. et KANSKY, R.J. Guidelines for Evaluation Computerized Instructional Materials. Reston, VA: NCTM, 1981.

3. BLUM, Vicki Lynn, Evaluating Instructional Software for the Microcomputer: an Analytical Evaluation Procedure. Columbia University Teachers College, Thèse de doctorat, 1982.

4. MICROSIFT, Evaluator's Guide for Microcomputer-Based Instructional Packages. Édition révisée, 1983, Publication par "International Council for Computers in Education, University of Oregon".

5. Alberta Education, Evaluator's Guide for Microcomputer-Based Courseware, développé par la "Program Development Division" du département d'éducation de la province d'Alberta (le guide ne porte pas de date).

6. BLUM, Vicky Lynn, op. cit.

7. SAINT-LAURENT, Lise, op. cit. p. 11

8. RAGSDALE, Ronald G., Evaluation of Microcomputer Courseware. The Ontario Institute for Studies in Education, Computer in Education Series, Toronto, 1982. Voir pages 49-50.

9. DELLA-PIANA, Gabriel M., Film Criticism and Microcomputer Courseware Evaluation. Dans New Directions for Program Evaluation: field assessments of innovative evaluation methods, no 13, San Francisco: Jossey Bass, March 1982, pp. 11-28.

10. "There is no agreed-upon, theoretically sound, complete, or empirically based technology for instructional prescriptions". Della-Piana, Gabriel M. op. cit. p. 20. La traduction est de nous.

11. "Our thesis is that there is one most pressing need in the evaluation of social programs, including the evaluation of computer-based instructional packages, and that need is to illuminate the structure of the program, to help us see how it words, to demystify it, to make its workings transparent. There is no technology for prescribing optimum stuctures for instruction. Thus, in evaluation, all we can is illuminate structures that help us see hos a piece of the courseware does wat it does". Della-Piana, Gabriel M., op. cit. p. 27. La traduction est de nous.

12. COHEN, Vicki Blum, A Learner-Based Evaluation of Microcomputer Software. Communication présentée au congrès annuel de l'American Educational Research Association", Montréal, avril 1983, Document ERIC ED 233 693.

microSIFT COURSEWARE EVALUATION

NORTHWEST REGIONAL EDUCATIONAL LABORATORY

Package Title _____ Producer _____

Evaluator Name _____ Organization _____

Date _____ ☐ Check this box if this evaluation is based partly on your observation of student use of this package.

SA-Strongly Agree A-Agree D-Disagree SD-Strongly Disagree NA-Not Applicable

Please include comments on individual items on the reverse page.

CONTENT CHARACTERISTICS

1. SA A D SD NA The content is accurate. (p. 16)
2. SA A D SD NA The content has educational value. (p. 16)
3. SA A D SD NA The content is free of race, ethnic, sex and other stereotypes. (p. 16)

INSTRUCTIONAL CHARACTERISTICS

4. SA A D SD NA The purpose of the package is well defined. (p. 17)
5. SA A D SD NA The package achieves its defined purpose. (p. 17)
6. SA A D SD NA Presentation of content is clear and logical. (p. 17)
7. SA A D SD NA The level of difficulty is appropriate for the target audience. (p. 18)
8. SA A D SD NA Graphics/color/sound are used for appropriate instructional reasons. (p. 18)
9. SA A D SD NA Use of the package is motivational. (p. 19)
10. SA A D SD NA The package effectively stimulates student creativity. (p. 19)
11. SA A D SD NA Feedback on student responses is effectively employed. (p. 20)
12. SA A D SD NA The learner controls the rate and sequence of presentation and review. (p. 20)
13. SA A D SD NA Instruction is integrated with previous student experience. (p. 29)
14. SA A D SD NA Learning can be generalized to an appropriate range of situations. (p. 29)

TECHNICAL CHARACTERISTICS

15. SA A D SD NA The user support materials are comprehensive. (p. 30)
16. SA A D SD NA The user support materials are effective. (p. 31)
17. SA A D SD NA Information displays are effective. (p. 31)
18. SA A D SD NA Intended users can easily and independently operate the program. (p. 32)

QUALITY

Write a number from 1 (low) to 5 (high) which represents your judgment of the quality of the package in each division:

_____ Content Characteristics

_____ Instructional Characteristics

_____ Technical Characteristics

RECOMMENDATIONS

☐ I highly recommend this package.

☐ I would use or recommend use of this package with little or no change. (Note suggestions for effective use below.)

☐ I would use or recommend use of this package only if certain changes were made. (Note changes under Weaknesses or Other Comments.)

☐ I would not use or recommend this package. (Note reasons under Weaknesses.)

19. SA A D SD NA Teachers can easily employ the package. (p. 34)
20. SA A D SD NA The program appropriately uses relevant computer capabilities. (p. 34)
21. SA A D SD NA The program is reliable in normal use. (p. 35)

Describe the potential use of the package in classroom settings:

Estimate the amount of time a student would need to work with the package in order to achieve the objectives:
(Can be total time, time per day, time range or other indicator.)

Strengths:

Weaknesses:

Other Comments:

On the following pages you will find the *Courseware Description Form* and the *Courseware Evaluation Form*.

Permission is given to reproduce both forms.

APPRENTISSAGE DE LA NOTION DE LIMITE PAR LA PROGRAMMATION EN LOGO

Jacqueline Giard
Collège de Sherbrooke

S'il faut en croire les études menées au cours des dernières années, l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques dans les Collèges du Québec ne se font pas sans difficultés, ainsi qu'en témoigne le taux combiné d'échecs et d'abandons qui "au niveau provincial, se maintient bien au-dessus de 30%, et peut dépasser, dans certains endroits, les 50%." (Tran, Noircent, 1980)

Diverses hypothèses ont été avancées quant à la nature et aux causes des difficultés auxquelles les étudiants ont à faire face dans l'apprentissage des mathématiques, et qu'ils ne se sentent pas aptes, ou qu'ils ne réussissent pas, à surmonter. Les études que nous avons consultées à ce sujet, (Charbonneau et al., 1978; Nadreau, 1980; Tran, 1980 relient ces difficultés à un manque de maîtrise des connaissances préalables aux cours de mathématiques de niveau collégial, ainsi qu'à des méthodes de travail peu efficaces. D'autres études, (Desautels, 1978; Tellier, 1979; Torkia-Lagacé, 1981) portant sur l'apprentisage en milieu collégial, après avoir établi l'existence d'un lien entre le niveau de développement des structures de la pensée et le degré de réussite scolaire, attribuent ces difficultés à un manque de maîtrise des opérations du stade formel de la pensée selon Piaget.

Il est certain que l'enseignement des mathématiques tel que dispensé actuellement au niveau collégial repose sur l'hypothèse que les structures du raisonnement formel sont déjà en place, ou qu'elles se développeront automatiquement. En conséquence, le développement intellectuel ne constitue pas un objet de préoccupation, et la plus grande partie du temps et des efforts sont consacrés à l'acquisition d'un contenu et d'habiletés mathématiques déterminés. Mais si ces activités font appel à des structures inexistantes ou insuffisamment développées, il est à craindre qu'une bonne partie de cet enseignement ne produise pas les effets escomptés. Pour

favoriser chez l'étudiant un meilleur apprentissage des mathématiques, il semble donc qu'il faille lui proposer une démarche qui tienne compte du niveau de développement actuel de ses structures cognitives, mais surtout qui favorise la maturation de ces structures intellectuelles qui augmenteront sa capacité à apprendre et, par la suite, ses chances de succès.

Cette conclusion est soutenue par les travaux de Papert qui dans Mindstorms a fait connaître au monde une théorie "ouvrant de nouvelles perspectives en éducation, axées sur la création de conditions dans lesquelles les modèles intellectuels prennent place." Les idées de Papert étant, croyons-nous, suffisamment connues de cet auditoire, nous nous bornerons à mentionner ici que ce sont elles qui ont lancé cette recherche sur l'apprentissage des mathématiques en milieu collégial dans la direction de l'apprentissage par la programmation.

L'ordinateur est utilisé dans les collèges du Québec depuis une dizaine d'années environ, sur une échelle restreinte plutôt qu'expérimentale, car le contrôle et l'évaluation qui doivent accompagner les situations expérimentales ont souvent fait défaut. Dans le domaine de l'enseignement des mathématiques, l'ordinateur a été utilisé, au début principalement comme:

- instrument d'enseignement dispensé sous forme tutorale
- instrument de calcul, surtout dans les cours de statistiques
- répétiteur d'exercices
- simulateur, pour l'apprentissage d'algorithmes
- banque de questions, pour la composition, l'administration et la correction de tests.

La vogue actuelle est à la production et à l'utilisation de logiciels et de didacticiels de toutes sortes, ainsi qu'on a pu le constater au Colloque 84 de l'Association pour les applications pédagogiques de l'ordinateur au post-secondaire: sur 35 ateliers, 29 traitaient de la construction, de l'évaluation ou de l'utilisation de ces outils d'enseignement.

Nous reconnaissons que ces diverses applications pédagogiques de l'ordinateur ont le mérite de permettre la présentation d'exemples plus nombreux et plus variés, d'augmenter la puissance de calcul et de traitement des données, d'initier l'étudiant à l'utilisation de l'ordinateur, et somme toute, de donner un caractère "up-to-date" aux cours traditionnels. L'enseignement assisté par ordinateur que permettent logiciels et didacticiels augmente la versatilité de cet outil, et autorise un peu plus d'initiative de la part de l'apprenant qui doit faire des choix, prendre des décisions, fixer des paramètres et interpréter des résultats. Comme tel, il a certainement sa place à l'école d'aujourd'hui.

Cependant, et même s'il était normal que l'apprivoisement de l'ordinateur passe par son intégration aux pratiques éducatives traditionnelles, on a peine à croire qu'un outil technologique aussi puissant ne soit pas à l'origine d'un renouvellement beaucoup plus important des approches pédagogiques. À cause de l'absence de données à ce sujet, on est porté à se demander quelles peuvent être les retombées de ces activités, dont on ne conaît pas trop bien les objectifs ni la façon de les intégrer à une démarche d'apprentissage cohérente, sur l'acquisition des connaissances et des habiletés à caractère mathématique. Peut-on raisonnablement attendre des résultats, sur le plan du développement intellectuel, d'une situation d'apprentissage qui nécessite si peu d'activité de la part de l'apprenant?

Toutes ces considérations issues à la fois des difficultés rencontrées dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques au niveau collégial, et des préoccupations actuelles quant à l'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques, nous ont conduite à explorer la question à savoir si et comment il était possible de recourir à la programmation en LOGO sur micro-ordinateur pour enseigner et apprendre le calcul différentiel.

Le choix du langage LOGO a été influencé bien sûr par la théorie de "l'apprentissage efficace" de Papert. Mais il y avait aussi au départ le souci d'assurer une certaine cohérence dans la formation des étudiants. Le plan du développement de l'informatique en milieu scolaire, mis de l'avant par le Ministère de l'Éducation du Québec en 1983, prévoit l'initiation à la programmation et à l'utilisation du micro-ordinateur à l'aide du langage

LOGO dans les écoles primaires et secondaires. Or il n'existe actuellement au niveau collégial aucune préoccupation visant à préparer le milieu à recevoir ces futurs étudiants, et à leur proposer une démarche leur permettant d'utiliser cette nouvelle compétence. Le langage LOGO ne serait-il pas à la hauteur de la tâche? Papert affirme que LOGO est compatible avec les idées fondamentales en mathématiques que sont les concepts du calcul infinitésimal. Voilà pourquoi nous avons conçu ce projet de recherche dont les objectifs étaient de:

- construire une séquence didactique visant à l'acquisition de la notion de limite par la programmation en LOGO sur micro- ordinateur;
- expérimenter cette séquence en situation de classe, de façon à évaluer l'apprentissage qui en résulte, et à dégager les caractéristiques de cette démarche.

Comme on le constate, cette recherche n'est pas encore la recherche expérimentale au sens strict qui permettrait de connaître les avantages de cette démarche d'apprentissage sur les méthodes plus traditionnelles. Nous croyons que l'expertise actuelle en apprentissage par la programmation n'aurait su mener à des mesures significatives du rendement académique. Ce projet ne comportait pas non plus d'objectif de mesure du développement intellectuel. La maturation des structures est un processus lent que ne sauraient forcer les quinze heures consacrées à l'apprentissage de la notion de limite. Nous avons voulu que cette recherche à caractère exploratoire aide à déterminer si l'utilisation de l'ordinateur peut mener à une conception différente et plus épistémologique de l'apprentissage. Avant d'évaluer l'outil, il convenait de le construire.

Au cours de cet exposé, nous verrons brièvement les résultats de l'analyse du champ conceptuel de la notion de limite, sur lesquels ont été appuyés les choix didactiques préalables à la construction de la séquence. Nous décrirons ensuite le contenu de cette séquence, pour en arriver à la conduite de l'expérimentation et aux conclusions que celle-ci a permis de dégager.

Champ conceptuel de la notion de limite

L'étude du développement historique de la notion de limite a montré comment quatre grandes familles de concepts tirés de la métaphysique, de la géométrie, de la théorie des nombres et de la physique ont donné naissance à autant de familles de problèmes dont la solution devait ultérieurement mener à la définition de la notion de limite.

Au départ, les concepts d'infini, de continu, de divisibilité du temps et de l'espace intégrés au champ des mathématiques grecques provoquèrent, en géométrie, l'apparition des problèmes de mesure et d'approximation de grandeurs géométriques bornées de frontières non rectilignes. Les tentatives de rectification des courbes, de quadrature des surfaces et de calcul des volumes de révolution aboutirent à la méthode d'exhaustion par laquelle les mathématiciens grecs et particulièrement Archimède arrivèrent à des résultats forts précis, en dépit de leur refus de l'infini. Transposés dans le domaine des nombres, ces mêmes concepts menèrent à la découverte des irrationnels, découverte qui sema le doute sur la possibilité de faire correspondre un nombre à toute grandeur géométrique. Les tentatives de solutions de problèmes par des méthodes numériques plutôt que géométriques firent apparaître les idées de suites et de séries, mais encore une fois, la difficulté de manier le concept d'infini empêcha de reconnaître que la somme d'un nombre infini de termes puisse être finie. On voit donc que l'idée de limite, présente dans les mathématiques grecques, ne fut jamais clairement explicitée, et que jamais ces mathématiciens n'effectuèrent le passage à la limite.

L'étude du mouvement amorcée au Moyen-âge posa les problèmes de la vitesse instantanée d'un mobile et de sa direction à un instant donné de sa trajectoire. On s'attaqua aux problèmes de construction de la tangente et de la normale à une courbe, ainsi qu'à la détermination des maxima et des minima. Sous l'impulsion de Fermat, le XVIIe siècle connut une véritable éclosion des méthodes infinitésimales destinées à résoudre les problèmes à l'ordre du jour. Faisant un peu la synthèse de toutes ces méthodes, Newton et Leibniz, indépendamment l'un de l'autre et à peu près simultanément, élaborèrent ce qui fut appelé le calcul. Au cours de ce siècle, les

mathématiciens et les physiciens, maniant les infiniment petits et les infiniment grands, les rapports de quantités infinitésimales, la dérivée et l'intégrale, apprirent à construire la tangente et la normale à une courbe, à calculer des extrema, des surfaces, des approximations de courbes par la tangente et l'asymptote. La notion de limite n'était pas encore définie explicitement, mais on l'utilisait implicitement dans tous ces problèmes, ainsi que dans l'étude de la convergence et de la rapidité de convergence des suites et des séries.

L'application des techniques du calcul, qui donnaient des résultats si appréciables dans la solution des problèmes à l'ordre du jour, fut suivie d'une investigation destinée à donner plus de rigueur aux concepts qu'elles maniaient si librement. Elle permit de dégager le concept unification de fonction, et enfin celui de limite, sur lesquels l'analyse fut fondée.

La généralisation du concept de limite et l'apparition de la notion d'espace topologique permirent au XIXe siècle l'unification des concepts de la géométrie et de l'analyse. Par le biais de la topologie, la notion de limite trouva des applications dans tous les secteurs des mathématiques.

Ce bref survol historique, en présentant les concepts reliés à la notion de limite, souligne la complexité de cette notion, ce qui explique en partie les difficultés qu'éprouvent en général les étudiants à l'appréhender dans un premier cours de calcul. Mais comme elle est au coeur de l'analyse, il importe de tout mettre en oeuvre pour que les étudiants acquièrent une certaine aisance dans la manipulation du concept et des opérations qu'il nécessite. Nous croyons qu'une approche tenant compte du développement historique de cette notion serait de nature à offrir un bon support à l'intuition.

Il importe de remarquer que la notion de limite, que l'on considéra longtemps comme un concept géométrique, vu la nature des problèmes qui la faisaient pressentir, ne fut connue et correctement définie qu'après sa transposition au domaine numérique. Cette hésitation à passer des grandeurs aux nombres est l'un des obstacles épistémologiques identifiés par Bernard Cornu (1983) dans une recherche sur la notion de limite, les autres étant:

- l'aspect méthaphysique de la notion de limite qui fait référence aux idées d'infini et de continu;
- les notions d'infiniment grand et surtout d'infiniment petit;

"Une quantité est quelque chose ou rien", écrivait d'Alembert. Quelle est au juste la nature de ces quantités qui ne sont pas nulles, puisqu'on peut les utiliser comme diviseurs, mais qui sont suffisamment petites pour qu'on puisse les négliger dans une somme?

- le fait que la limite puisse être atteinte, dans le cas de la limite d'une fonction constitue en un point, par exemple, ou pas, dans le cas de limites infinies, ou de limite d'une suite;
- le paradoxe apparent que présente une série infinie dont la somme est finie;
- les formes indéterminées obtenues dans le calcul des limites, en particulier la forme 0/0 obtenue dans le calcul de la dérivée.

Dans la construction de la séquence didactique, nous avons tenu compte de l'existence de ces obstacles épistémologiques qui, d'après Cornu, persistent à des degrés divers dans les conceptions propres des élèves même après l'apprentissage.

Construction de la séquence didactique

Cornu (1983) définit une séquence didactique comme "une activité qui s'insère dans le cadre d'un cours avec une certaine durée, et qui permet d'observer les comportements des élèves dans le cadre d'une progression."

Celle que nous avons construite pour les fins de cette recherche avait pour objectif:

- sur le plan conceptuel, de mettre en place une bonne connaissance intuitive de la notion de limite, et d'introduire une certaine formalisation de la notion;
- sur le plan opératoire, de rendre l'étudiant apte à utiliser ce concept dans le calcul de la limite d'une fonction, et de lui faire prendre conscience que la limite est un outil utile, voire indispensable dans la solution d'une grande variété de problèmes.

À la lumière de ces objectifs, et des études qui précèdent, les choix suivants ont été faits:

Approche méthodologique

Selon un principe cher à Piaget, la connaissance est un processus actif au cours duquel l'apprenant construit lui-même ses propres structures intellectuelles en s'appropriant le matériel présenté par la culture ambiante. Mais l'observation pratiquée dans les classes de mathématiques révèle souvent des étudiants passifs et peu motivés par la conquête du savoir. Et pour cause ... Boschet (1983) remarque que "l'enseignant se met souvent en scène personnellement en situation de démonstration mathématique. L'étudiant apparaît comme un interlocuteur passif, il a très peu d'occasions de s'engager personnellement dans les écrits mathématiques."

Les cours théoriques ont peu de chances d'atteindre leurs ojbectifs quand ils apportent des réponses à des questions que l'étudiant ne s'est même pas posées. L'apprentissage par la programmation, structuré de façon à permettre l'exploration individuelle du concept de limite et des concepts qui lui sont reliés, avant toute forme de mise en commun et de formalisation, paraissait de nature à rendre, selon les termes de Freudenthal (1973), "l'apprentissage actif possible, et impossible l'apprentissage passif." De la sorte, nous espérions faire de l'étudiant le moteur du processus d'acquisition de connaissances. La séquence didactique devrait servir de déclencheur à cette activité, en le plaçant dans un état de questionnement.

Choix des activités d'apprentissage

"Un élève ne fait pas de mathématiques s'il ne pose et ne résout des problèmes", écrit Brousseau (1983). L'approche par la résolution de problèmes est apparue d'emblée comme étant la plus apte à provoquer l'activité de l'étudiant.

Les problèmes élaborés à cette intention sont de ceux qui:

- motivent l'étudiant à apprendre une connaissance nouvelle, en le plaçant dans une situation telle que la connaissance à acquérir soit la seule ou la plus apte à régler la situation problématique (prob. 1, 2);
- mènent à la découverte et à l'acquisition d'un nouveau concept (module 2);
- permettent d'appliquer les concepts nouvellement acquis (prob. 5.1.1 et 5.1.2);
- obligent l'étudiant à classifier ses nouvelles connaissances, à les intégrer à celles qu'il possédait déjà, à reconnaître les situations où elles peuvent être utiles (prob. 9,11 a et b).

De plus, pour que l'activité de résolution de problèmes puisse mener à des acquisitions réelles, il paraissait nécessaire que l'étudiant puisse faire l'expérience d'un certain succès. Voilà pourquoi certains problèmes ont reçu un traitement explicite et détaillé sous forme de multiples questions qui guident l'étudiant vers la solution. Laissé à ses propres moyens, avec la difficulté additionnelle de la programmation, il eut été à craindre qu'il n'abandonnât trop facilement la partie.

Dans la même perspective, il apparaissait également important que l'étudiant puisse appuyer son travail sur ses connaissances antérieures. La notion de limite était pour lui une notion entièrement nouvelle; il fallait qu'elle se situe dans le prolongement naturel de ses connaissances spontanées ou acquises. D'où de fréquentes incitations à utiliser ses connaissances en géométrie, en algèbre, en trigonométrie et en géométrie analytique.

Degré de formalisation

La notion de limite, pressentie dès l'antiquité et utilisée sous diverses formes à partir du XVIIe siècle,ne fut définie formellement qu'au XIXe siècle par Weierstrass. La définition formelle n'est donc pas nécessaire à la compréhension de cette notion, ni même au calcul des limites, si l'on accepte d'énoncer les propriétés de la limite sans les démontrer.

Faut-il alors introduire la formalisation de la notion dans un premier cours de calcul, et si tel est le cas, jusqu'à quel degré?

La formalisation traduit la préoccupation de faire du langage un outil d'expression exacte. Cette activité typiquement mathématique est cependant transférable à tous les champs de l'activité humaine, et elle pourrait bien constituer, de l'avis de Freudenthal, l'une des habitudes les plus utiles que les élèves tireront de leurs cours de mathématiques.

L'introduction d'un certain degré de formalisme ne semblait donc pas une exigence futile, d'autant plus que la programmation sur ordinateur requiert de toutes façons l'utilisation de termes et d'expressions appropriées, ainsi que le respect de la syntaxe. Nous avons donc choisi d'introduire la définition formelle de la limite, ce qui permettait ultimement de démontrer certaines propriétés. Dans les procédures, le fameux "ε" est concrétisé par une quantité 10^{-n} arbitraitement choisie, et que l'on fait de plus en plus petite pour calculer le "σ" correspondant.

De tout ce qui précède, nous avons tiré les règles suivantes qui nous ont guidée dans l'élaboration des activités d'apprentissage:

- obliger l'étudiant à utiliser ses connaissances antérieures;
- l'inciter à employer les termes propres, la notation mathématique;
- faire appel à son intuition en lui demandant d'anticiper des résultats;
- lui laisser le choix des paramètres et des variables dans la construction des procédures, afin que son travail soit le plus personnalisé possible et qu'il apprenne à faire des choix raisonnables;
- l'obliger à structurer sa pensée, au moyen de schémas, de plans;
- lui suggérer d'expérimenter physiquement avec son corps les situations qu'il n'arrive pas à représenter à l'écran;
- l'amener à utiliser un résultat non désiré pour obtenir un résultat cherché, ou une réponse fausse pour obtenir une réponse vraie;
- l'amener à observer des régularités;
- l'amener à généraliser;
- l'amener à utiliser les résultats et procédures déjà obtenus;

- l'amener à découvrir et à utiliser les heuristiques;
- lui suggérer de confronter son travail avec ses pairs, d'en discuter;
- lui apprendre à compter sur ses propres ressources, parce qu'il n'existe pas de réponses toutes faites;
- situer les problèmes classiques dans le contexte historique qui prévalait lors de leur apparition.

Description de la séquence didactique

La séquence didactique était destinée à couvrir l'ensemble de la matière à enseigner,soit selon les Cahiers de l'Enseignement Collégial,

- limites des fonctions algébriques,
- limite à gauche et à droite,
- existence et unicité,
- notation.

Elle a la forme d'un cahier de travail dans lequel les étudiants inscrivent au fur et à mesure les résultats de leur apprentissage. Elle est divisée en cinq modules dont chacun couvre un aspect particulier de l'acquisition de la notion de limite, soit:

Module 1: problèmes antérieurs à la notion de limite (rectification de courbe, quadrature de surface, construction de tangente, ...)

Module 2: limite d'une suite, convergence et divergence, série, somme partielle, ...

Module 3: limite d'une fonction en un point; recherche intuitive et vérification systématique; définition formelle.

Module 4: propriétés de la limite; calcul de limites; extension à l'infini (calculs à effectuer sans ordinateur, en appliquant les propriétés, et à vérifier à l'aide de l'ordinateur et de la procédure écrite au Module 3).

Module 5: applications: calcul de π sommes de séries finies et infinies, construction de la tangente, mesure de surfaces et calcul de la dérivée en un point.

Comme ce document fait cent pages, il est impossible de le décrire plus en détail ici. À titre d'exemple du travail qui est demandé à l'étudiant, nous allons plutôt voir ensemble un problème et la construction de sa solution.

Énoncé: Mesurer la surface d'un cercle dont on fixera arbitrairement le rayon, par approximations successives de la surface de polygones réguliers à 4, puis 8, puis 16 cotés ...

a) Construire la représentation graphique du problème.
b) Faire les calculs de surface des polygones.
c) Expliquer pourqoui ces mesures peuvent servir à l'approximation surface du cercle.
d) En déduire une approximation du rapport entre la surface et le carré de son rayon.

Préalables: (non explicités à l'étudiant)
surface d'un triangle, d'un polygone régulier, théorème de Pythagore, loi des sinus, procédures LOGO (CERCLE, CARRÉ, POLY) écrites par l'étudiant lors de la période d'initiation au langage LOGO, et conservée par lui sur sa disquette personnelle.

Solution:

1) En faisant exécuter la procédure CERCLE pour différentes valeurs du rayon, l'étudiant doit exprimer la relation S = f(R). La suite du problème visera à préciser cette équation.

2) On lui demande d'anticiper les résultats quant à la longueur et au nombre des côtés, au périmètre et à la surface des polygones. Ces anticipations seront confrontées avec les résultats obtenus.

3) On encourage l'étudiant à construire la solution du problème seul s'il en est capable, et à suivre la démarche suggérée ci-après s'il a besoin d'aide.

4) L'étudiant doit ramener les procédures déjà écrites qu'il croit pouvoir être utiles dans la solution de ce problème. Il doit fixer la position du cercle et la longueur de son rayon.

5) L'étudiant construit le schéma de la super-procédure, appelée PROB.1, qui contrôlera l'exécution. En particulier,il doit déterminer les opérations qu'elle devra répéter à plusieurs reprises, (fixer la position et l'orientation de la tortue).

6) Il écrit PROB.1 pour tracer le cercle:

```
POUR PROB.1 :R
CT LC FPOS PH -:R Ø FCAP Ø BC
CERCLE :R
FIN
```

7) Il écrit le schéma représentant la relation entre PROB.1 et CERCLE, CARRÉ, POLY (8), POLY (16), ...

8) Il expérimente à l'écran pour déterminer l'orientation qu'il faudra donner à la tortue pour inscrire un carré à l'intérieur du cercle. Il détermine la longueur des côtés à l'aide du théorème de Pythagore, et complète la procédure PROB.1 en conséquence:

```
POUR PROB.1 :R
CT LC FPOS PH -:R Ø FCAP Ø BC
CERCLE :R
FCAP 45
CARRÉ :R * RC 2
FIN
```

9) On lui demande de tracer l'octogone en raisonnant par analogie pour déterminer

OR: l'orientation de la tortue
A: l'angle propre du polygone(angle dont la tortue doit tourner à chaque coin)
L: la longueur des côtés

La procédure PROB.1 devient:

```
POUR PROB.1 :R
CT LC FPOS PH -:R Ø FCAP Ø BC
CERCLE :R
FCAP 45
CARRÉ :R * RC 2
FCAP 22.5
POLY 2 * :R SIN 22.5  45
FIN
```

10) Dans le but d'amener l'étudiant à écrire une procédure récursive pour tracer la suite de polygones, on lui demande de compléter un tableau dans lequel il devra calculer OR, A et L pour un nombre de côtés allant de 4, 8, ..., à 256. Verbalement, puis en langage mathématique, il doit formuler les relations:

OR = f(N) = 180/N
A = f(N) = 360/N
L = f(N,R) = 2RSIN 180/N

Le nombre de variables nécessaires dans la procédure récursive est donc réduit à 2. Cette procédure, qui devra tracer également le carré, aura à peu près la forme suivante:

```
POUR SPOLY :R :N
FCAP 180/:N
POLY 2* :R*SIN (180/:N) (360/:N)
SPOLY :R :N*2
FIN
```

Quant à PROB.1, elle devient:

```
POUR PROB.1 :R :N
LC FPOS PH-:R Ø FCAP Ø BC
```

```
CERCLE :R
SPOLY :R :N
FIN
```

11) On suggère à l'étudiant d'apporter à SPOLY les modifications qu'il juge utiles. (Ralentir ou arrêter la procédure périodiquement pour mieux voir ce qui se passe, insérer une règle d'arrêt, utiliser la couleur, etc.).

On lui demande également de construire une procédure qui calculera la surface d'un polygone régulier. Après calculs, il arrivera à:

```
POUR SURFACE :R :N
RT :R* :R* :N*SIN (180/:N) *SIN (90* (:N-2)/:N)
FIN
```

Suivant les modifications apportées, SPOLY deviendra:

```
POUR SPOLY :R :N
RELIE "L 2* :R*SIN (180/:N)
RELIE "H :R*SIN (90*(:N-2)/:N)
FCAP 180/:N
POLY :L 360/:N
EC SURFACE :R :N
SI 180/:N <1 [STOP]
ATTENDS 10
SPOLY :R :N*2
FIN
```

L'exécution de PROB.1 permet à l'étudiant d'obtenir une bonne représentation visuelle du processus des polygones. On lui demande alors une mesure approximative de la surface du cercle; on lui demande aussi d'estimer la grandeur de l'erreur faite, et l'idée de limite est introduite, sans que le mot soit présenté, lorsqu'on lui demande s'il pourrait obtenir une "approximation aussi juste" ou une "erreur aussi petite qu'il le désire."

12) Enfin l'étudiant doit écrire une dernière procédure PI.S qui fera apparaître pour les polygones de 4 à 256 côtés (si c'est là le dernier polygone qu'il a choisi de tracer), les mesures de l'apo-

thème, de la surface et du rapport Surface/Apothème^2. L'exécution de cette procédure l'amènera à expliciter que, à mesure que le nombre de côtés des polygones augmente, l'apothème "tend vers" le rayon, la surface des polygones "tend vers" celle du cercle, le rapport d'un S/A^2 "tend vers" une constante, d'où l'on tire que la surface d'un cercle s'obtient en multipliant le carré de son rayon par la constante désignée par la lettre π.

Le problème suivant demandera à l'étudiant de mesurer approximativement la circonférence d'un cercle à l'aide du même algorithme. La procédure PI.S sera donc modifiée en conséquence et le rapport P/2A sera comparé à S/A^2 et aux calculs d'Archimède qui le situait entre 3 30/71 et 3 1/7. Il y sera question d'infiniment grands et d'infiniment petits, et l'étudiant sera appelé à réfléchir sur la valeur de l'expression N sin (180/N), pour des valeurs "très très grandes" de N. (La limite à l'infini de cette fonction sera calculée au dernier module).

Un troisième problème servira de contre-exemple pour faire découvrir l'axiome de mesurabilité sur lequel est fondée la méthode d'exhaustion.

Sans plus nous attarder sur la séquence d'apprentissage, passons maintenant au déroulement de l'expérimentation.

Population et échantillon

La véritable population cible de cette recherche était l'ensemble des étudiants du niveau collégial dont le cours de calcul différentiel et intégral fait partie du programme de formation,soit les étudiants de sciences pures, sciences de la santé, sciences administratives, sciences humaines avec mathématiques, techniques physiques et techniques de l'administration. Cependant, comme l'expérimentation devait se tenir à la session d'été, pour une raison de disponibilité de laboratoire, la population dont l'échantillon a été extrait se réduisait à la clientèle inscrite au cours 103 à la session d'été 84, soit 78 étudiants.

Comme l'expérimentation d'une séquence didactique se fait en situation de classe, ce projet ne nécessitait pas la formation d'un groupe par tirage aléatoire. Selon les responsables administratifs, les étudiants ont été répartis en trois groupes au hasard de l'inscription par l'ordinateur qui a également attribué un de ces groupes à chacun des professeurs disponibles. Ces groupes étaient donc en principe équivalents quant au nombre d'étudiants et à leurs aptitudes académiques.

Après quelques heures d'introduction au langage LOGO, le groupe s'est stabilisé à 22 sujets (16 garçons et 6 filles) dont l'âge variait de 17 à 32 ans, pour une moyenne de 20 ans. De ces sujets, 17 étaient inscrits à diverses spécialités du secteur professionnel, et 5 au secteur général scientifique.

Déroulement de l'expérimentation

L'expérimentation a été tenue du 4 au 20 juin 84, à raison de 3 heures par soir et de 4 soirs consécutifs par semaine, pendant 3 semaines. Elle a eu lieu au laboratoire du Département d'Électrotechnique du Collège de Sherbrooke. Ce laboratoire est équipé de 20 micro-ordinateurs de type Apple II, dotés de 64K de mémoire, et munis de lectrices de disquettes et de moniteurs dont deux de couleur. Ces micro-ordinateurs étaient reliés à des imprimantes 80 colonnes.

L'expérimentation s'est déroulée en quatre phases.

1° Période d'initiation au langage LOGO

Cette opération était un préalable nécessaire car les étudiants ne connaissaient pas ce langage. L'initiation avait pour buts de:

- familiariser les étudiants avec le travail sur micro- ordinateur;
- les rendre aptes à s'exprimer en langage LOGO
- leur permettre de construire trois fichiers de procédures devant être utilisées pour la suite du cours.

Les étudiants avaient entre les mains un texte préparé spécialement pour l'expérimentation d'après le manuel d'Abelson (1982). Ce cahier était divisé en quatre parties, soit:

- commandes graphiques
- nombres et opérations
- édition de procédures, variables, récursion, opérations conditionnelles
- mots et listes, commandes de gestion de l'espace de travail et des fichiers.

Chaque partie était suivie d'une série d'exercices orientés vers les mathématiques.

2° Apprentissage de la notion de limite

Cette phase dura seize heures, dont douze au laboratoire et quatre dans une salle de classe. Les étudiants avaient en mains le texte de la séquence didactique. Leur consigne était de prendre connaissance des problèmes, et de préparer les laboratoires en élaborant à l'avance les procédures. Au laboratoire, dix étudiants se constituèrent par équipes de deux, et les autres choisirent de travailler seuls. Le professeur servait de personne-ressource pour les mathématiques et pour le langage LOGO.

3° Administration d'un test de connaissance

Élaboré également pour les fins de l'expérimentation, ce test devait servir à évaluer quantitativement et qualitativement l'apprentissage de la notion de limite. La note obtenue par les étudiants constitua une partie de l'évaluation du cours 103, mais elle ne fut pas retenue pour les fins de l'expérimentation. Pour caractériser l'apprentissage réalisé par les étudiants on fit l'analyse du contenu des réponses et des solutions proposées.

4° Administration d'un questionnaire

Administré aux étudiants au lendemain du test, mais avant toute forme de retour sur le test (correction, résultats, etc.) ce questionnaire avait pour but de recueillir des données sur la méthode et les habitudes de travail en dehors des cours, et sur la réaction des étudiants face à ce nouveau mode d'apprentissage. Les étudiants n'avaient pas été avertis à l'avance qu'ils auraient à remplir ce questionnaire, et ils ne purent échanger à ce sujet ni avant ni pendant l'administration du questionnaire.

Analyse des résultats

L'analyse des données recueillies au test et au questionnaire permit de rencontrer le deuxième objectif de la recherche, qui était de dégager les caractéristiques de l'apprentissage résultant de cette démarche centrée sur la programmation. Nous ne pourrons nous permettre d'exposer ici les détails de cette analyse, mais nous mentionnerons les résultats préliminaires qui semblent s'en dégager.

Apprentissage

Pour ce qui est de l'apprentissage de LOGO, nous avons constaté qu'après une période d'introduction de quinze heures au cours de laquelle ils avaient construit trois fichiers de procédures reliées à la géométrie plane, au calcul (valeur absolue, puissance, factorielle, tangente, ...) et à la géométrie analytique (système d'axes, pente, distance, racines d'équations, graphes des fonctions polynomiales, ...) les étudiants avaient suffisamment de connaissances pour entreprendre la construction des procédures nécessaires à l'apprentissage de la notion de limite. Nous faisons même l'hypothèse qu'après un cours de 75 heures d'apprentissage par la programmation, l'étudiant moyen ou bon aurait maîtrisé les principales caractéristiques de ce langage.

Nous croyons également que le formalisme de LOGO constitue une alternative intéressante au formalisme mathématique. Pour vérifier qu'un nombre

L est la limite d'une suite S, l'étudiant écrit une procédure de la forme suivante:

```
POUR LIM :N :L :S :E
SI ABS (EXECUTE :S - :L) < :E [EC :N STOP]
LIM :N + 1 :S :L :E
FIN
```

Cette procédure semble concrétiser pour l'étudiant le fait que si L est la limite de la suite S, alors on peut toujours trouver le rang d'un terme dont la différence ou la distance à L est inférieure à un "ε" donné.

Bien sûr, LOGO n'est pas un langage aussi efficace que APPLE ou PASCAL pour faire des mathématiques. Ses primitives numériques sont peu nombreuses, et il ne permet pas de travailler avec les fonctions exponentielles ou logorithmiques, pour ne citer que cet exemple. Mais parce qu'il permet la construction de nouvelles primitives, LOGO est un langage approprié pour apprendre non seulement les mathématiques, mais aussi d'autres matières du programme. S'il ne met pas l'accent sur la vitesse d'exécution,en revanche il met l'accent sur l'efficacité du raisonnement utilisé dans la solution des problèmes.

Notons enfin que les étudiants on apprécié le fait que LOGO leur soit présenté en version française.

Pour ce qui est de la notion de limite, l'analyse du texte permit de constater que les objectifs d'apprentissage avaient été atteints, à des degrés divers selon les étudiants, mais d'une façon satisfaisante dans l'ensemble. Nous nous excusons de traiter de ce point aussi rapidement pour discuter maintenant de certaines questions qui nous ont été apportées.

L'étudiant fait-il véritablement des mathématiques lorsqu'il programme la solution de problèmes sur l'ordinateur? L'activité de programmation n'ajoute-t-elle pas une difficulté supplémentaire qui risque de le distraire de l'apprentissage des mathématiques? Ne croyez-vous pas que les soixante-quinze heures d'un cours de mathématiques ne sont pas de trop pour couvrir la matière au programme, et que le temps utilisé pour la programmation est du temps perdu pour les mathématiques?

Nous reconnaissons bien volontiers que la répartition du temps dans une démarche de ce genre est différente de la répartition habituelle. Cependant, nous croyons que cette démarche permet des apprentissages plus variés, moins centrés sur les opérations du calcul algébrique et plus orientés vers l'exploration et la compréhension des concepts. Dans l'apprentissage de la notion de limite, le recours à la récursion a permis de familiariser l'élève avec l'idée d'infini et les processus infinis qui interviennent dans le passage à la limite; la procédure permettant de vérifier qu'un nombre est le limite d'une fonction en un point procède par divisions successives de "ε" par 2: elle est de nature à faire comprendre à l'élève que les infiniment petits ne sont pas des quantités fixes, mais des valeurs prises par une variable qui diminue indéfiniment; le caractère dynamique de la représentation graphique en géométrie de tortue permet à l'étudiant une visualisation des phénomènes de changement dont l'étude est l'objet même du calcul; on pourrait encore citer les concepts de fonction et de variable, omniprésents dans la programmation LOGO, les approximations numériques, etc.

Nous croyons qu'en manipulant ces concepts, l'étudiant apprend et fait des mathématiques. Mais nous soupçonnons que le plus grand avantage pourrait bien se situer sur le plan du développement intellectuel (ce que évidemment nous n'avons pas tenté de vérifier sur une période de trois semaines). Nous avons vu des étudiants dépourvus de moyens pour établir des stratégies visant à effectuer des opérations aussi simples que la fragmentation d'un fichier en fichiers plus petits. L'analyse de la tâche préalable à la programmation (que faire faire? Comment le faire faire?) ne saurait avoir que des conséquences heureuses sur les processus utilisés par les étudiants dans la solution des problèmes et l'apprentissage en général.

Faire construire ou non les procédures

La programmation nécessite la construction des procédures, mais au cours de cette recherche, nous avons voulu voir comment les étudiants réagissent dans les différentes situations. Nous avons donc procédé de trois façons différentes selon le cas:

- l'étudiant construit ses procédures, les corrige, les améliore lui-même;
- on donne des procédures par écrit: l'étudiant doit les taper avant de les utiliser;
- on donne à l'étudiant des procédures déjà enregistrées sur disquette; il n'a qu'à les faire exécuter.

Dans le premier cas, les étudiants trouvent cette opération très difficile, non seulement parce qu'ils ne maîtrisent pas le langage LOGO, mais aussi parce qu'ils manquent de stratégies, de rigueur et d'exactitude dans l'expression. De plus, comme on ne réussit jamais du premier coup, il faut "débugger", recommencer, consulter. Pour toutes ces raisons, la construction des procédures est une activité qui demande énormément de temps. On n'arrive pas à finir le travail dans le temps prévu, cela est frustrant.

Par contre, cette activité est plus intéressante, plus stimulante. On veut produire la procédure la plus concise, la plus rapide, la plus visuellement intéressante. Quand on a réussi, on a vraiment l'impression d'avoir accompli quelque chose, d'avoir gagné sur la machine. Le travail est plus personnel; on peut en discuter en groupe. On acquiert peu à peu l'habitude du langage formel, de l'expression exacte; on surveille même l'orthographe et la grammaire. Si le prof. ne fait pas une montagne de l'ordre DÉTRUIT, DÉTRUIE, DÉTRUI, l'ordinateur n'accepte que l'ordre DÉTRUIS. Enfin la construction d'une procédure est une garantie de la compréhension du problème qu'elle doit résoudre.

La deuxième façon de procéder comporte une réelle économie de temps. De plus, comme les étudiants doivent taper la procédure ligne par ligne, ils sont portés à analyser sa structure logique et à anticiper les résultats. Les erreurs qu'ils font en la tapant les obligent à se demander ce qu'elle doit faire, et pourquoi elle ne le fait pas.

Cependant cette activité ne fait pas appel à la créativité. Les étudiants ne sont pas portés à modifier ou à améliorer les procédures, et il devient sans intérêt de les discuter puisqu'elles sont identiques pour tous les étudiants.

Enfin, dans la dernière façon de procéder, nous avons remarqué une diminution d'intérêt pour la démarche d'apprentissage. La plupart des étudiants ne comprennent pas la logique des procédures; ils sont incapables d'en interpréter l'output et de tirer des conclusions. Il est inutile de dire que la compréhension du problème est à peu près nulle, même si l'étudiant possède la solution.

C'est pourquoi nous croyons que la construction des procédures par l'étudiant est essentielle au succès de cette démarche. Lorsque la maîtrise du langage LOGO est insuffisante, il vaut mieux diminuer le nombre de problèmes à résoudre, suggérer une démarche ou donner un modèle plutôt que de le priver de l'activité de programmation qui s'avère "plaisante" ou "valorisante". D'ailleurs au cours de cette expérience, nous n'avons pas rencontré une seule procédure que les étudiants n'étaient pas capables de construire, ... avec du temps.

Donner ou non des cours théoriques

Une des modifications réclamées par un bon nombre d'étudiants était de faire précéder le travail en laboratoire de cours théoriques, et de façon générale, de travailler davantage avec le volume avant de passer à l'ordinateur.

Nous croyons que cette réclamation est due à un manque de familiarité avec le travail sur l'ordinateur. Celui-ci apparaît accessoire, un peu comme les laboratoires en sciences viennent compléter les cours de chimie, de physique ou de biologie. Elle témoigne d'un manque de confiance en soi, d'une certaine peur de l'inconnu. L'étudiant n'est pas sûr d'être capable e découvrir ce qu'on s'attend à ce qu'il découvre, il conçoit l'ordinateur comme un moyen de confirmer des résultats obtenus autrement. Mais cette conception du travail en laboratoire est aussi erronée en mathématiques qu'en sciences: dans les deux cas, il devrait servir à l'exploration, à la découverte et à l'apprentissage.

À notre avis, l'ordinateur remplace les cours théoriques où la notion est exposée avant que l'étudiant ait même commencé à se poser des

questions; il remplace également les recueils de réponses et de solutions qui empêchent également l'étudiant de se poser des questions sur la vraisemblance et l'exactitude des résultats qu'il obtient. Ce qu'il ne remplace pas, c'est la discussion préliminaire à l'étude d'une situation, et la synthèse consécutive à cette étude, où les résultats obtenus sont structurés sous formes de système déductif, et les propositions nécessaires démontrées de façon formelle.

Rôle du maître

Dans ce contexte, le rôle traditonel du professeur comme transmetteur de connaissances toutes faites est profondément modifié puisqu'il n'y a pas de récepteur. Mais il n'est en rien diminué.

Au début de la période d'apprentissage, le professeur doit préparer l'étudiant à cette nouvelle démarche en mettant en valeur les attitudes manifestant la confiance en soi, l'autonomie et l'activité créative sous toutes ses formes. Il va de soi que si l'étudiant n'est pas prêt à assumer ce rôle où il part lui-même à la conquête du savoir, il risque de rater complètement les objectifs de connaissance et de performance visés par cette méthode. De plus, le professeur doit voir à organiser le temps de travail de chacun en fonction des équipements disponibles. Le mode de fonctionnement le plus populaire auprès des étudiants a été le travail sur micro-ordinateur, en collaboration avec un autre étudiant. Cette formule a l'avantage de mettre deux têtes sur un même problème, sans que l'un des deux demeure inactif pendant de longues périodes de temps. Cependant, certains étudiants particulièrement malhabiles au clavier préféraient travailler sur le même micro-ordinateur qu'un autre plus habile. Ceci met en évidence l'importance d'enseigner la dactylographie aux élèves du secondaire.

Au cours de l'apprentissage, le professeur sert de personne-ressource pour tout ce qui regarde le langage LOGO et l'activité mathématique. Dans les circonstances où notre expérimentation s'est déroulée, les demandes d'aide au sujet du LOGO étaient cinq fois plus nombreuses que celles au sujet des mathématiques, ce qui devrait être ramené à des proportions plus

équilibrées lorsque les étudiants posséderont davantage le LOGO. Ce mode d'intervention où le professeur doit donner les moyens d'arriver à la solution, mais jamais la solution elle-même, exige beaucoup d'habileté, de disponibilité, de patience et même une certaine dose d'humilité. Puisqu'il est impossible de prévoir toutes les situations où les étudiants seront conduits, le professeur sera souvent appelé à chercher avec les étudiants des solutions satisfaisantes à partir des efforts des étudiants, et non de solutions toutes faites.

Après le travail sur l'ordinateur, le professeur intervient aussi pour aider à la verbalisation, à la formulation et à la synthèse des résultats. On ne peut s'attendre à ce que des étudiants en situation d'apprentissage puissent arriver à reconstruire entièrement par eux-mêmes les mathématique.

C'est pourquoi on peut dire que si ce mode d'apprentissge est très exigeant pour les étudiants, le mode d'enseignement qui s'y rattache ne l'est pas moins pour le professeur. Dans les circonstances de l'expérimentation le nombre d'étudiants (22) représentait, surtout au début, le maximum de ce qu'un professeur pouvait gérer, et une aide supplémentaire n'aurait pas été de trop, surtout pour éviter aux étudiants d'attendre de l'aide. Mais d'un autre côté, cette attente n'était pas toujours nuisible, car il leur arrivait souvent de trouver eux-mêmes la réponse à leur question.

En conclusion, nous pouvons dire que cette recherche a permis de vérifier qu'il était possible d'enseigner et d'apprendre la notion de limite en ayant recours à la programmation en LOGO sur micro-ordinateur. Une subvention du PROSIP permettra de prolonger cette recherche à l'ensemble du cours de calcul différentiel et intégral, pendant l'année 84-85.

Au cours de cette année, nous avons l'intention de nous pencher sur quelques-unes des questions que la présente recherche a suscitées, notamment:

- Quels sont les processus mentaux impliqués dans ce mode d'apprentissage?

- Pourquoi l'activité de construction des procédures est-elle si difficile pour les étudiants?
- Quelle aide peut-on leur apporter à ce niveau?

Nous espérons ainsi apporter une contribution modeste mais pratique à la pédagogie informatique.

Bibliographie

BOSCHET, F. (1983). Les suites numériques comme objet d'enseignement. Recherches en didactique des mathématiques. Vol. 4.2.

BROUSSEAU, G. (1983). Les obstacles épistémologiques et les problèmes en maths. Recherches en didactique des mathématiques.

CHARBONNEAU, A et al. (1978). Étude du phénomène des échecs ou des abandons en mathématiques. Collège de Sherbrooke. Rapport de recherche.

CORNU, B. (1983). Apprentissage de la notion de limite: conceptions et obstacles. Thèse de 3e cycle. Université de Grenoble.

DESAUTELS, P. (1978). La pensée formelle. Collège de Rosemont. Rapport de recherche.

FREUDENTHAL, H. (1978). Mathematics as an Educational Task. Dordrecht, D. Reidel, Pub. Co.

NADREAU, J-P. (1982). Comment faire de la physique sans mathématiques? Cegepropos, avril.

PAPERT, S. (1980). Mindstorms. New York, Basic Books.

TELLIER, J. (1979). Développement intellectuel et apprentissage au niveau collégial. Cégep de St-Jérôme. Rapport de recherche.

TORKIA-LAGACE, M. (1981). La pensée formelle chez les étudiants de collège 1: objectif ou réalité? Cégep de Limoilou. Rapport de recherche.

TRAN, A., NOIRCENT, A. (1980). L'échec en mathématiques. Cégep d'Alma. Rapport de recherche.

TRAN, A. (1982). Un accès à l'activité mathématique. Cégep d'Alma. Rapport de recherche.

MICRO-INFORMATIQUE ET NOTATION

Maxime Baret
Lyon

L'ordinateur est un thème à la mode mais il n'est pas une nouveauté dans l'enseignement au Canada où nous l'avons rencontré, il y a neuf ans, lors du dernier congrès de l'AIPELF à Montréal. Nous avons présenté à cette époque au Ministère de l'Éducation du Québec une nouvelle conception de la pédagogie à partir de la notation. Une fin de non recevoir nous fut opposée, sans examen, car le problème était résolu par le gros ordinateur central qui fournissait la note juste à partir des notes distribuées par les enseignants.

Qu'en est-il maintenant? En quoi le fait de disposer d'un ordinateur individuel change-t-il les données du problème?

La notation ne pose pas plus de questions aujourd'hui qu'hier et la plupart des correcteurs qui la réduisent au seul rôle de sélection, la séparation des bons et des mauvais, des élus et des réprouvés, par rapport à une moyenne, d'ailleurs très arbitraire. L'intervention de la machine présente en particulier l'avantage de libérer l'enseignant du complexe de culpabilité - s'il en a - et le renforce dans sa fonction de justicier, ajoutant l'apparence scientifique du calcul. L'ordinateur est alors sacralisé, incompréhensible, inaccessible et insensible.

La manipulation du micro-ordinateur permet de réduire cet aspect monstrueux, d'autant plus que les modèles récents réalisent des performances supérieures à celles d'un gros ordinateur vieux de dix ans. Mais surtout, les jeunes, plus rapidement que les adultes, se rendent compte des possibilités énormes de cette machine à jouer, à écrire, à calculer, à dessiner, à composer de la musique, en un mot à intervenir dans la vie courante. Une évidence s'impose: l'utilité de l'ordinateur dépend plus de ce qu'on lui apporte que de ses dimensions, plus du software que du hardware!

Le moment semble opportun de renouveler, avec cet outil, notre façon de concevoir le monde en général et la pédagogie en particulier, avant qu'il ne soit neutralisé, comme l'ont été le film et la bande magnétique, au profit de la craie et du tableau noir. Nous nous proposons donc de définir l'usage de l'ordinateur, parallèlement au thème de l'ouvrage que nous publions cette année: Du bon usage de la notation.

En pédagogie, il y a deux ou trois siècles, nos précurseurs, les Jésuites, ont introduit les nombres sous la forme d'une relation d'ordre entre les copies, de 20, la meilleure, à 0, la plus faible. À partir de cette base, toutes sortes d'interprétations et d'utilisations ont été proposées, dont chacune ne rallie que quelques suffrages. On ne voit pas, actuellement, quel rapport peut exister entre 12/20 en France, 80% au Québec, 4/6 en Allemagne, etc. Notre fils Jean-Marie B. Becker, qui a conçu le logiciel dont nous parlerons plus loin, a enseigné pendant un an au Cegep de Sherbrooke. Il a rencontré cette difficulté en arrivant et a dû modifier en conséquence certaines habitudes de notation et de rapports humains.

Nous nous sommes attaqué à ce problème et avons mis au point une théorie qui, pratiquée dans divers pays, a rassemblé l'unanimité des utilisateurs de bonne foi. Elle relie les nombres à la pédagogie et celle-ci à l'ordinateur. Voyons-la.

Dans la préface de notre livre, le professeur Avanzini constate que "ni les tests établis par les disciples et les successeurs de Binet, ni les recherches postérieures n'ont fourni de techniques définitivement satisfaisantes. On ne dispose pas encore du système qui permette à la fois une évaluation incontestable des prestations des écoliers et une communication univoque et éclairante entre les partenaires, c'est-à-dire le professeur, l'élève et sa famille". Nos travaux nous ont amené à ... "renoncer à une problématique de type objectiviste et à nous demander non pas comment la notation pourrait devenir ce qu'elle n'est pas mais, tout au contraire, ce qu'elle dit et comment elle pourrait le dire mieux, ce qu'elle signifie et comment elle pourrait le signifier mieux".

Le traitement actuel de la notation par le gros ordinateur ministériel s'appuie sur une propriété reconnue depuis longtemps, à savoir que la distribution des notes en grand nombre, comme beaucoup de phénomènes naturels, suit le modèle mathématique et la statistique. Pour l'utilisateur moyen, la répartition gaussienne se limite à la caractérisation des deux variables, la moyenne arithmétique et l'écart type.

Certes, on conçoit aisément l'attribution d'une note comme une éventualité entre les valeurs extrêmes d'une échelle, comme la taille d'un individu entre le nain et le géant. Mais quelle relation établir entre la moyenne théorique et la moyenne pratique? D'autre part, comment situer la note juste, calculée par un obscur artifice,par rapport aux six groupes déterminés par l'écart type δ selon le tableau suivant?

-3δ	-2δ	-1δ	moyenne	$+1\delta$	$+2\delta$	$+3\delta$	Total
12,15%	13,6%	34,1%	arithmétique	34,1%	13,6%	2,15%	99,7%

L'approche par la théorie de l'information renouvelle complètement les relations rudimentaires précédentes de la statistique et de la notation. Le correcteur peut, dans un premier temps, partager les copies en trois tas, les bonnes, les mauvaises et celles pour lesquelles il est indécis. Reprenant les bonnes, il peut en distinguer les très bonnes, et de même avec les mauvaises. Finalement, il constitue ainsi cinq tas ou groupes dont la valeur mathématique peut être calculée et comparée aux notes réellement attribuées. Le tableau suivant résume les résultats du calcul théorique.

Groupes	E	D	C	B	A	Total
%	6,7	24,2	38,2	24,2	6,7	100
Notes	0	9	11	13	14½	20

Nous sommes passés d'un classement de 6 à 5 groupes. Mais nous n'allons pas pour autant retomber dans le piège de la note juste, mathématiquement, abstraite et débouchant sur une sanction. Notre modèle est plutôt la physique avec son approximation, les chiffres significatifs, et les

renseignements qu'elle nous fournit sur le monde. Au niveau d'une classe, nous ne sommes pas dans le cas des grands nombres.

La faiblesse de l'échantillonnage devient un avantage. Les notes d'un exercice diffèrent profondément de la répartition statistique. Elles sont dans un état de désordre, une entropie qui est justement la mesure de l'information qu'elles véhiculent. De la note sanction, nous passons à la note information. Aussi nous contenterons-nous des valeurs précédentes arrondies, ce que nous appelons Loi de Gal, en hommage au regretté Roger Gal, un des pionniers de l'École Nouvelle.

Groupes	E	D	C	B	A	Total
Copies %	10%	20%	40%	20%	10%	100%
Notes	0	9	11	13	14½	20

Ces valeurs se rencontrent dans la réalité. Ainsi, en France, la proportion des admis au baccalauréat reste, bon an, mal an, d'environ 70%, soit les groupe A + B + C. La raison en est que 10% d'échecs ne constituent pas une motivation suffisante pour inciter un effort sérieux de préparation. Mais, plus de 30% d'échecs soulèvent des protestations dans la presse: ce n'est plus un examen mais un concours! En Grande-Bretagne, à l'examen du CES (équivalent français du Brevet des Collèges), les élèves du groupe A, soit 10% de l'effectif, obtiennent l'équivalence d'un O level pour le GCE (équivalent du premier bacc français) pour la discipline concernée.

Dans la sécheresse du calcul, nous réintroduisons l'élément humain, psychologique. Nous renforcerons encore cette attitude par une autre considération. Outre la loi statistique, une autre s'impose, ignorée jusqu'ici, la relation d'ordre.

Si plusieurs correcteurs notent toutes les copies d'un même exercice, les chiffres varient de l'un à l'autre. Toutefois, la meilleure copie est la même pour tous, de même pour la plus mauvaise. Plus généralement, les notes chiffrées permettent d'établir pour chaque correcteur une relation

d'ordre entre les copies sensiblement identiques pour tous les correcteurs, aux erreurs de l'expérience près.

Une comparaison nous aidera à comprendre ce fait. Dans toute compétition sportive ou scolaire, les individus ne sont pas égaux, ni morphologiquement, ni sociologiquement. Par un entrainement régulier, à la course à pied par exemple, les performances individuelles s'amélioreront mais la hiérarchie entre les sujets demeurera. C'est d'ailleurs la base de l'Échelle de l'Intelligence de Binet.

La statistique appliquée à la relation d'ordre nous permet de transformer la note chiffrée en lettre-groupe comme nous l'exposons dans notre ouvrage page 165 et comme nous allons le faire apparaître sur l'écran de l'ordinateur. (Démonstration)

Le premier intérêt de cette opération est de permettre de dessiner le profil scolaire de l'élève comme nous le voyons maintenant sur l'écran. (Démonstration). Nous reprenons ici le texte de notre ouvrage page 92, 93 et 94, ainsi que les graphes des pages 168 et 169.

Nous venons d'introduire l'ordinateur qui nous permet de répondre à une objection pour l'utilisation de notre méthode: un temps trop court entre la remise des notes et leur utilisation. Mais notre réflexion doit aller au-delà de la simple utilisation mécanique et atteindre une dimension philosophique.

Pour réunir par la docimologie le domaine de la pédagogie et celui de l'ordinateur, ainsi que pour démystifier ce dernier, il nous faut remonter à leurs racines. Dans les deux cas, il s'agit du langage numérique.

L'ordinateur n'est qu'un appareil fonctionnant par passage et interruption de courant que l'on associe aux valeurs 1 et 0, soit une base binaire. Perfectionnant le système Morse, le code ASC ii définit par exemple la lettre E (deux points en Morse) par le nombre décimal 69, le nombre binaire 01000101 et le nombre hexadécimal 45, et réciproquement. Les

données du problème doivent toujours être traduites en chiffres et impulsions électriques correspondantes pour que l'ordinateur puisse le résoudre.

Nous nous trouvons au point de départ de la distinction du langage ordinaire et du langage mathématique. "Tout est nombre!" disait déjà Pythagore. Et Socrate voyant des enfants jouer aux osselets en entendant l'un dire: "Six! j'ai gagné!", se demandait: "Pourquoi six? Je n'ai vu que deux osselets!". En effet, "six" est le résultat d'un raisonnement.

Avec l'ordinateur, nous retrouvons des termes réservés jusqu'ici à la psychologie et non à la mécanique. Les facultés mémoire, logique, imagination deviennent des propriétés de la matière. Ceci entraîne un développement particulier.

La résolution d'un problème par l'ordinateur nécessite la constitution d'un logiciel, une programmation qui fait passer du langage ordinaire au langage machine. À la mémoire morte du micro-ordinateur s'adjoint la mémoire vive que les périphériques alimentent aussi. Une ambiguïté demeure: il vaudrait mieux parler d'imagination pour cette dernière.

À cet aspect "psychologique" de la machine s'ajoute l'aspect "logique". En effet, le système binaire Courant, pas Courant, associé à 1, 0, et celui-ci à vrai, faux, permet de représenter les connecteurs "et", "ou", "non", à l'aide de circuits transistorisés. La logique formelle avec les principes d'identité, de non contradiction et de tiers exclus, est matérialisée.

Ainsi, à l'occasion de son utilisation pour résoudre un problème concret, la notation, nous découvrons peu à peu les changements que le passage du gros au micro-ordinateur apporte. Machine énorme au départ, on lui faisait jouer le rôle sélectif avec le calcul de la note juste. L'individu subissait. Avec la miniaturisation, il se libère. La mécanique n'est plus l'ennemie mais l'amie de l'homme.

Trop souvent, un conseil de classe se réduit à l'énoncé fastidieux d'une longue énumération de notes dont on ignore généralement le contexe,

donc dénué d'information pour tous. Il ne faut pas s'étonner de ce que les décisions prises dans ces conditions soient souvent critiquées. Grâce à notre analyse de la notation, l'infomation est cette fois identique pour tous, claire et objective. Un obstacle demeurait: la longueur des calculs, l'ordinateur l'annule.

Celui-ci permet en effet d'entrer dans des domaines où le volume des informations et/ou des calculs rendait jusqu'à présent fastidieux, voire impossible, un traitement manuel. Le logiciel que nous avons créé est utilisable par l'équipe pédagogique. Une fois de plus, le software l'emporte sur le hardware.

L'ordinateur se présente donc comme un outil prolongeant non plus le bras mais la pensée. Il va constituer l'instrument idéal et motivant de l'instruction, passant du jeu aux calculs astronomiques et à la création dans tous les domaines. Il développe l'esprit par l'utilisation constante de l'analyse et de la synthèse pour créer des logiciels et par la rigueur de ses réponses. L'apprentissage du langage informatique est aussi bénéfique que celui de n'importe quelle langue étrangère, vivante ou morte.

Avec l'ordinateur, entre l'homme et la machine, un mouvement dialectique se produit, qui fusionne l'apprenti et l'étudiant, le technicien et le savant. L'étude de la notation et l'apparition du profil scolaire font prendre conscience à l'élève de ses points forts et de ses faiblesses. Il réalise ainsi l'adage ancien: "Connais-toi toi-même!", première étape de la construction de sa liberté. Des notions comme le profil d'un spécialiste prennent tout leur sens pour aider et non brimer le candidat à un poste précis.

Pour terminer, nous ne pouvons manquer de rapprocher notre étude des travaux de Piaget. Pas plus que lui nous ne cherchons à définir abstraitement l'intelligence, mais il se projette, notamment à l'aide des deux langages, ordinaire et mathématique. Parallèlement à l'épistémologie génétique qui vise à établir la genèse des structures logiques, il convient de construire une épistémologie informatique que l'étude de l'ordinateur et

celle de la notation nous ont permis d'amorcer. Il faut un logiciel pour la machine mais aussi un logiciel pour la pédagogie.

ÉVALUATION EN CONTEXTE SCOLAIRE D'UN LOGICIEL POUR L'ADMINISTRATION AUTOMATISÉE DE TESTS

Marie Makdissi
Institut national de la recherche sicentifique, Québec

Les nombreux discours qui se tiennent depuis quelques années sur l'utilisation de l'ordinateur personnel en classe peuvent souvent donner l'impression que la micro-informatique est un acquis pour l'école. La réalité est toute autre. Il suffit d'entendre les propos des enseignants[1] pour réaliser la diversité de leurs attitudes face à l'implantation de cette nouvelle technologie. Pour les pessimistes, la micro-informatique est une sorte de cataclysme qui vient ébranler leur croyance profonde car elle est perçue comme une rivale qui s'appropriera les tâches d'enseignement; pour les opportunistes, par contre, elle renferme des vertus magiques qui guériront les maux de tête qu'occasionnent trop souvent la préparation de cours et la correction de travaux ou d'examens; enfin, pour la majorité, la micro-informatique est objet d'interrogation ou d'anxiété car son utilisation nécessitera une organisation particulière de la classe et des ajustements pédagogiques, la création de didacticiels de qualité dont le contenu devra s'intégrer harmonieusement aux programmes d'étude.

Conscients des nombreux problèmes suscités par une implantation plus ou moins massive de l'ordinateur personnel en classe et désireux d'y apporter certains éléments de réflexion, une équipe de l'INRS-Éducation[2] a mis sur pied un projet de recherche[3] visant à évaluer la pertinence de l'utilisation par l'enseignant ou l'enseignante d'un ordinateur personnel pour fin de vérification des apprentissages centrés sur les objectifs. Notre recherche poursuivait deux buts importants: concevoir et évaluer un système pour l'administration automatisée de tests et parallèlement, concevoir et évaluer un système automatisé pour la gestion des dossiers des étudiants en fonction des objectifs spécifiques d'apprentissage.

Nous nous limiterons, dans cet exposé, au logiciel d'administration automatisée de tests. Après avoir décrit le contexte dans lequel a été conçu le logiciel et en avoir donné une brève description, nous

présenterons successivement le plan d'évaluation que nous avons arrêté et sa réalisation au cours de l'année 1983-1984, ainsi que les résultats de cette évaluation. Par la suite, nous énumérerons les améliorations dictées par les données de l'observation ou encore par la réflexion des membres de l'équipe de recherche. Enfin, nous parlerons succinctement de l'avenir immédiat du logiciel.

Contexte dans lequel a été conçu le logiciel

Deux raisons principales expliquent le choix que nous avons fait de concentrer nos efforts sur l'ordinateur, instrument de gestion pédagogique. La première appartient à l'histoire de l'INRS-Éducation ou relève de notre crédo pédagogique. En effet, depuis 1973, plusieurs chercheurs du centre se sont concertés pour développer un système d'enseignement individualisé connu sous le sigle de SAGE (Système d'Apprentissage Géré par l'Étudiant). Dans un tel contexte, deux problèmes se posent immédiatement à l'enseignant ou à l'enseignante: celui de la gestion des objectifs ou de la gestion du dossier des élèves, chacun développant son propre programme d'étude, et celui de l'administration d'une multiplicité des tests. Quant à la deuxième raison explicative de notre option concernant l'ordinateur gestionnaire, elle nous a été dictée par la prudence qui s'impose face à l'envahissement d'une technologie nouvelle. Nous n'avons pas voulu entreprendre l'aventure de l'utilisation de l'ordinateur personnel à des fins d'enseignement de contenu. L'enseignement par ordinateur est encore très difficile et sera toujours très exigeant quant à la qualité pédagogique; un didacticiel valable doit renfermer en somme toutes les vertus d'un bon pédagogue. C'est pourquoi, nous avons pensé que l'ordinateur personnel doit d'abord faire ses preuves, comme outil, dans des tâches plus modestes au départ et s'intégrer ainsi plus facilement à la vie de la classe. D'ailleurs, comme le souligne Decker F. Walker dans un de ses articles sur les limites et les possibilités de l'ordinateur personnel, "pour au moins la durée de la prochaine décennie, il ne faut pas s'attendre à ce que l'ordinateur puisse assumer un rôle important dans les formes conventionnelles de l'éducation."[4]

Description du logiciel soumis à l'évaluation

Globalement, le logiciel d'administration de tests, conçu et développé à l'INRS-Éducation au cours de l'année 1982-1983 et évalué en contexte scolaire pendant l'année 1983-1984, se veut un outil qui permette à l'enseignant(e) de construire une banque d'items. Cette stratification repose essentiellement sur un procédé de regroupement des items d'une banque c'est-à-dire sur la formation de sous-ensembles d'items identifiés dans le logiciel par le mot "catégories". Une catérorie représente un groupe d'items qui réfèrent à un noyau commun; ce noyau peut correspondre soit à une section précise d'une matière enseignée, soit à un objectif spécifique d'apprentissage ou encore, soit à tout autre classement jugé pertinent par l'utilisateur. De plus, l'importance respective accordée à chacune des catégories lors de la génération d'un test peut varier indéfiniment; l'utilisateur, en effet, peut à tout moment changer et déterminer le nombre d'items de chacune des catégories qu'il veut retrouver dans un test.

Une deuxième particularité intéressante du logiciel d'administration automatisée de tests se traduit dans la diversité des types d'items. Un même test peut être composé de cinq types différents d'items, cinq étant le maximum qu'offre le système. Le type d'un item est caractéristique de la réponse à une question.

La variété des types d'items correspond donc à la diversité des types de questions et de réponses que le système peut emmagasiner et traiter. Référant à la diversité des types de réponses que l'étudiant peut être amené à fournir, on peut énumérer ainsi les cinq types d'items ou questions possibles: la question purement objective où l'étudiant doit indiquer par un "vrai" ou par un "faux" son opinion sur l'exactitude de l'énoncé, la question à choix multiple de réponses, la question dont la réponse ne peut être qu'un seul mot ou un seul nombre, la question dont la réponse peut comporter une chaîne de mots et enfin la question exigeant comme réponse un estimé numérique.

La troisième caractéristique importante du logiciel réfère à la possibilité offerte à l'utilisateur d'inclure dans une banque des items dont la

coapparition dans un même test est jugée inacceptable. Lors de la génération d'un test, le choix d'un de ces items empêche automatiquement la présence des autres. Ainsi les problèmes de validité engendrés par la coapparition de certains items dans un même test se trouvent solutionnés. En effet, il peut arriver que la présence d'un item dans un test contienne "un indice important de la réponse à un autre item" ou encore "que l'on désire placer dans une même banque deux items de forme différente mais dont la similitude de contenu rend injustifiable leur coapparition"[5]. Cette particularité du logiciel d'empêcher dans un test la coapparition d'items jugés incompatibles permet de conserver dans une même banque plusieurs items dont la valeur ne peut être contestée que s'ils sont générés simultanément.

La quatrième caractéristique du logiciel, propre à la situation d'évaluation interactive, réside dans la souplesse offerte à l'étudiant lors de la passation d'un test. L'étudiant, en effet, répond à tous les items d'un test avant de voir ses réponses corrigées; il peut même revenir sur des items particuliers ou encore réviser son test avant d'en demander la correction. Le "feed-back" à chacune des questions n'est fourni qu'au moment où l'étudiant décide d'y mettre fin.

Les raisons explicatives des options que nous avons faites concernant les caractéristiques du logiciel d'administration automatisée de tests se retrouvent en partie consignées dans un document de l'INRS-Éducation intitulé: "L'utilisation dans un contexte d'évaluation formative d'un test généré par ordinateur à partir d'une banque d'items".[6]

Plan d'évaluation

Si la prudence nous a guidés vers la conception de logiciels centrés sur la vérification des apprentissages plutôt que vers la création de didacticiels proprement dits, elle nous a aussi amenés à considérer comme essentielle une vérification systématique de nos logiciels dans le but de bien en cerner les avantages et les limites avant de les offrir aux enseignants.

Le système a été soumis à une préévaluation en laboratoire au printemps et à l'été 1983. En plus de nous donner l'occasion d'identifier et de corriger certaines lacunes inhérentes au système, cette préévaluation nous a confirmé que le logiciel était assez fiable pour être mis à la disposition d'enseignants.

En ce qui concerne l'évaluation proprement dite, nous avons retenu cinq critères pour l'effectuer. Ces critères sont les suivants:

1. le nombre, l'importance et l'effet des défectuosités techniques rencontrées durant la période d'évaluation;
2. le degré d'utilisation de chacune des fonctions du logiciel;
3. les avantages perçus par l'enseignant ou l'enseignante dans l'utilisation du logiciel;
4. les réactions des étudiants ou des étudiantes;
5. le degré d'appropriation par l'enseignant ou l'enseignante du logiciel de gestion.

Réalisation du plan d'évaluation

L'évaluation du logiciel d'administration automatisée de test a été amorcée en septembre 1983. La première étape de l'année scolaire a permis de recruter deux enseignants, de les sensibiliser à l'utilisation du système et de leur apporter le soutien nécessaire à la construction d'une banque d'items. La période d'évaluation proprement dite a débuté en janvier 1984 pour se poursuivre jusqu'au début d'avril 1984. Les étudiants de deux écoles différentes, de niveau secondaire, ont utilisé le logiciel. Il s'agit des 46 étudiantes de secondaire III, option latin, de l'École secondaire des Ursulines de Québec et de 20 étudiants de secondaire V, option commerce, de l'École secondaire Marie-de-l'Incarnation[7].

Les classes choisies ont reçu la visite, au moins hebdomadaire, d'une observatrice de l'INRS-Éducation chargée de recueillir les données pertinentes à l'évaluation et de procurer, au besoin, le support nécessaire aux utilisateurs. De plus, chacune des deux observatrices tenaient un journal faisant état de sa participation à la vie de classe ou encore de sa

perception des attitudes et des réactions de l'enseignant et des étudiants face à l'utilisation de l'ordinateur personnel. Les deux observatrices sont des étudiantes universitaires, l'une de troisième cycle et l'autre de deuxième cycle, engagées comme stagiaires à l'INRS-Education, dans le but de s'initier à la recherche.

Comment a-t-on procédé à l'évaluation de chacun des cinq critères cités précédemment?

L'évaluation du premier critère a constitué pour l'observatrice à noter, lors de ses visites en classe, les problèmes techniques rencontrés et à s'informer auprès de l'enseignant des problèmes qui ont surgi en son absence. De plus, chacun des étudiants complétait, après une période d'utilisation du système, une grille d'observations conçue spécialement pour eux (cf. Annexes I et II).

Quant aux critères concernant l'utilisation des fonctions du système, les avantages et les limites de l'instrument et le degré d'appropriation par l'enseignant du système, ils ont été, bien sûr, présents à l'esprit des observatrices qui notaient les commentaires ou les réactions dont elles étaient témoins. Cependant, l'information touchant ces trois critères a été recueillie principalement par l'intermédiaire d'un questionnaire qui a été élaboré par les membres de l'INRS-Éducation (cf. Annexe III) et complété par les enseignants à la fin de la période d'observation dans les classes, soit au début du mois d'avril 1984.

Enfin, le critère relatif aux réactions des étudiants, en plus d'avoir reçu une attention particulière de la part des observatrices, a été évalué dans un cas par l'intermédiaire de la grille d'observation qui était destinée aux étudiantes et qui accordait une place à l'appréciation personnelle de chacune (cf. Annexe 1) et, dans l'autre cas, par le recours, à la fin de la période d'observation, à une plénière où les étudiants ont livré leur perception de l'utilisation du système.

Résultats de l'évaluation

Les trois mois d'expérimentation et d'observation-participante nous ont conduits dans l'ensemble à une évaluation positive du logiciel d'administration automatisée de tests, compte tenu des cinq critères d'évaluation retenus.

Aucune défectuosité technique majeure n'est venue entraver l'expérimentation; cela est dû, croyons-nous, en grande partie à la période intense d'utilisation des deux premiers mois faite à l'INRS-Éducation lors de l'initiation des enseignants. Pendant cette période, en effet, plus de 300 items ont été entrés dans le système et de nombreuses simulations de passation de tests au terminal ont été menées. Cette expérimentation en laboratoire nous a permis, en un laps de temps très court, d'exploiter au maximum les différentes fonctions du système et d'identifier très rapidement les faiblesses techniques. Cependant, le guide d'utilisation destiné à l'enseignant n'ayant été rédigé formellement qu'en juin et juillet 1984, certains problèmes techniques mineurs ont été rencontrés. Ces difficultés par contre relevaient surtout de la nouveauté de l'instrument utilisé et du manque de familiarisation de la part des enseignants et des étudiants avec les appareils informatiques. La connaissance des diverses fonctions, des possibilités et des limites du système une fois maîtrisée par les enseignants et les étudiants, l'expérimentation nous a montré que le logiciel ne recelait pas de difficultés techniques majeures.

Les principales fonctions du système ont été utilisées proportionnellement à ce que nous avions prévu. Aucune fonction n'a été négligée ou considérée inutile par les enseignants, même si certaines ont été privilégiées. Toutefois, l'expérimentation nous a permis de rendre plus limpides certaines fonctions du logiciel, celles en particulier reliées à la passation de tests; elle nous a amenés aussi à augmenter les possibilités de certaines opérations et à en ajouter de nouvelles. Nous en traiterons dans la partie suivante de notre exposé intitulée "les améliorations rapportées au logiciel".

D'aucuns pourraient nous reprocher la limite de notre évaluation qui résulte du fait que l'équipe de conception du logiciel a été sensiblement la même que celle chargée de son évaluation. Nous en étions conscients et le questionnaire adressé aux enseignants a été pour nous un moyen pour contourner partiellement l'écueil de notre subjectivité; il a été aussi un moyen pour évaluer les deux critères concernant respectivement les avantages et les désavantages de l'utilisation du logiciel tels que perçus par les enseignants, le degré d'appropriation du logiciel ressenti par les enseignants.

Les deux enseignants qui ont expérimenté le logiciel d'administration automatisée de tests ont été unanimes à reconnaître la valeur de cet instrument dans le cadre de l'évaluation formative. Pour eux, en effet, cet outil a rendu possible le développement d'habitudes d'auto-évaluation chez les étudiants; il a de plus initier progressivement les étudiants à une lecture attentive des questions posées et à la rigueur des réponses données.

Le plus grand avantage reconnu par les utilisateurs a été la souplesse inhérente au logiciel pour la production de tests variés respectant l'importance accordée à l'une ou l'autre des sections de la matière enseignée. En effet, les deux enseignants ont eu constammment recours, lors de la construction des tests, à la possibilité de l'échantillon stratifié d'items, la possibilité de la génération des items au hasard pour l'ensemble de la banque n'étant à peu près pas utilisée sinon pour certains tests dits de révision. Les raisons évoquées pour expliquer leur nette préférence pour l'échantillon stratifié d'items sont les suivantes. Premièrement, l'importance d'une catégorie (ou groupe) d'items n'est pas directement reliée au nombre d'items disponibles dans la banque pour cette catégorie. En second lieu, l'importance accordée à une catégorie d'items peut varier presque à l'infini sans l'obligation d'ajouter ou de retrancher des items dans la banque. Troisièmement,la prise en compte par le système d'items jugés équivalents et enfin, la qualité de la représentativité de l'ensemble des items d'un test font du logiciel, à leur avis, un outil efficace pour élaborer des tests d'évaluation, assurer la passation des tests ainsi que la correction.

Nous ne voudrions pas laisser sous-entendre que l'évaluation du logiciel faite par les deux enseignants s'est limitée à l'acceptation totale du produit que nous avons mis à leur disposition. Au contraire, leurs commentaires et leurs suggestions ont été mis à profit pour nous permettre d'apporter les améliorations nécessaires à un meilleur rendement du système. Cependant, certains souhaits émis, comme par exemple l'ajout de types d'items, n'ont pu être retenus à cause des capacités mêmes de l'équipement utilisé (ordinateur personnel Apple II de 48K, un lecteur de disquette conventionnel, un écran de 40 colonnes). De plus, certaines limites, comme la capacité maximale d'une banque limitée à 160 items ou encore la taille maximale d'un test pouvant excéder 40 items, n'ont pu être enlevées compte tenu du choix que nous avions fait concernant les caractéristiques essentielles du logiciel.

En ce qui concerne le critère relatif au degré d'appropriation par l'enseignant du logiciel d'administration automatisée de tests, nous pouvons conclure qu'il est directement relié à la compréhension du système et particulièrement à l'opération de construction de la banque. Si nous nous référons tant aux avis des deux utilisateurs qu'aux rapports des deux observatrices de l'INRS-Éducation, la création d'items est l'opération la plus exigeante car elle nécessite une réflexion soutenue concernant la formulation particulière des énoncés et des paramètres. Des questions comme, par exemple, celles concernant l'exactitude des réponses attendues, la latitude permise lors de la correction ou encore le choix du type d'items en fonction de l'énoncé sont autant d'interrogations que l'utilisateur doit avoir en tête au moment où il construit une banque. De plus, l'impossibilité dans certains cas de prévoir toutes les réponses valables lors de l'élaboration des clés de correction oblige l'enseignant à "se soumettre à de fréquentes modifications essentielles à l'amélioration de sa banque"[8].

Le haut degré d'appropriation du logiciel manifesté par les deux enseignants pendant l'expérimentation a été proportionnel à la qualité de leur travail professionnel. Si le système possède un degré de transparence qui en facilite l'appropriation, il nous faut admettre, de concert avec les deux enseignants impliqués dans l'expérience et les deux observatrices, qu'il est nécessaire que l'utilisateur accorde "un bon temps de préparation

axé sur le contenu des questions, des réponses et des commentaires ajoutés aux réponses ... C'est leur adéquation à la matière et à la clientèle, leur variété, leur précision, même leur nouveauté ... qui feront de ce logiciel un instrument"[9] favorisant l'évaluation formative des apprentissages.

Quant aux réactions des étudiants face à l'utilisation du logiciel, nous disposons pour les évaluer des commentaires des observatrices et des enseignants ainsi que des avis des étudiants formulés soit lors de la plénière destinée à recueillir leurs opinions, soit sur la partie "appréciation" de la grille d'observation (cf. Annexe I). Ce critère est évidemment retenu en fonction de la situation interactive d'évaluation, c'est-à-dire en regard des réactions d'étudiants pendant ou après une session d'évaluation.

Dans l'ensemble, les réactions des étudiants ont été très favorables même après l'excitation momentanée qu'occasionne actuellement l'installation d'un ordinateur personnel dans une école qui n'en possède pas encore. Les raisons évoquées par les étudiants et explicatives de leur satisfaction face à l'utilisation du logiciel sont de taille. Pour une très grande majorité d'entre eux, la "passation régulière de tests au terminal leur permet de mieux prendre conscience de ce qu'ils savent ou ne savent pas d'un chapitre ou d'une notion en particulier"[10]. Ce genre d'évaluation est l'occasion d'approfondir une matière de "façon moins ennuyeuse que l'écoute ou la lecture"[11]; ce contexte interactif d'évaluation a le mérite, selon les étudiants des deux classes expérimentales, de favoriser l'apprentissage de notions ou leur consolidation. Et bien que "la sévérité de correction soit parfois considérée comme un désagrément, les élèves reconnaissent que cela peut les aider grandement dans leur maîtrise de la matière et de l'orthographe en particulier"[12].

Les résultats de l'évaluation en fonction des cinq critères que nous avions retenus confirment, à notre avis, la pertinence de l'utilisation par l'enseignant et ses élèves d'un système conçu pour l'administration automatisée de tests. Compte tenu de ces résultats, l'équipe de recherche

chargée de la conception et de l'évaluation du logiciel a procédé au terme de la période expérimentale à la finalisation de l'instrument.

Version finale du logiciel

Nous soulignons immédiatement que le logiciel d'administration automatisée de tests est connu, depuis juin 1984 sous le nom de "Rétroaction". De plus, un guide d'utilisation[13] est disponible depuis la fin de juillet 1984, guide dont le but est de faciliter la familiarisation des futurs utilisateurs et où le lecteur peut retrouver rapidement, dès les toutes premières pages, une description claire et rapide du logiciel. Nous nous limiterons ici à souligner les principales améliorations qui ont été apportées au logiciel à la lumière de l'expérimentation.

À la demande expresse des enseignants (cela correspondait d'ailleurs à un voeu de l'équipe de recherche), une ouverture a été apportée à la génération des tests. Dans sa phase expérimentale, le logiciel offrait deux façons de générer un test: le mode général qui correspondait à un échantillon d'items choisis au hasard à l'intérieur d'une banque ou encore le mode stratifié basé sur l'échantillon stratifié d'items, la stratification ayant trait aux catégories d'items ou groupes d'items. La version finale du logiciel offre un troisième mode de génération de tests, un mode fixe où l'enseignant peut choisir lui-même les items devant faire partie d'un test.

La place accordée au feed-back a été augmentée. Alors que la version expérimentale n'y accordait que 30 caractères, la version finale offrait une possibilité de feed-back pouvant atteindre jusqu'à 5 lignes de 40 caractères dans le cas d'items qui occupent moins d'espace que le maximum prévu. Cette modification est capitale si l'on pense que l'espace réservé au feed-back représente la latitude attribuée à l'enseignant pour fournir, en plus de la bonne réponse, des éléments de contenu ou encore des rappels à des notions antérieures, des références, des explications supplémentaires, etc. Nous notons que la nature du feed-back ne dépend pas de la nature de la réponse donnée par l'élève. C'est plutôt la rétroaction présentée à l'étudiant lorsqu'il passe un test au terminal: le feed-back pour un item est unique et c'est à l'enseignant de l'exploiter de la meilleure

façon possible au moment où il construit sa banque d'items. Pour chaque item, le feed-back devrait être le lieu privilégié pour provoquer l'apprentissage.

Une autre amélioration importante apportée au logiciel concerne les deux types de questions exigeant une réponse plus ou moins brève. Dans la version expérimentale, l'utilisateur pouvait uniquement avoir accès à trois clés de correction différentes; dans la version finale, pour augmenter le degré de souplesse de la correction ou encore pour doter le système d'une plus grande flexibilité au niveau de l'énoncé même de l'item, les clés de correction ont été portées à huit. La multiplicité des clés permettra à l'enseignant de prévoir, entre autre, comme bonnes réponses, des termes ou expressions considérés synonymes. La restriction du nombre de clés disponibles avait occasionné certains problèmes lors de la passation des tests; des étudiants se sont vus refuser une bonne réponse parce que le mot qu'ils avaient utilisé, même s'il était juste, n'avait pu être introduit dans les clés disponibles.

Plusieurs modifications mineures ont aussi contribué à l'amélioration de la version finale du logiciel. Pour n'en citer que quelques-unes, soulignons la présence d'un traitement de texte plus raffiné lors de l'entrée des items ou de la présentation générale du test, le changement de certains termes par des termes plus précis et plus clairs, une lisibilité accrue des écrans en particulier lors de la révision du test par l'étudiant, la fusion de certaines fonctions par souci de simplicité, etc. De plus, des ajouts, comme l'intégration d'un compteur de caractères disponibles lors de l'entrée d'un item, ont été incorporés au logiciel à la demande des enseignants.

La version finale du logiciel d'administration automatisée de tests, identifié depuis la fin de la période expérimentale sous le titre "Rétroaction" représente "une des façons de mettre à contribution l'ordinateur pour l'évaluation des apprentissages scolaires"[14]. La plupart des améliorations souhaitées par les deux enseignants qui l'ont expérimenté font de "Rétroaction" un outil susceptible d'alléger une des tâches de gestion

pédagogique les plus significatives dans le cadre du processus apprentissage/ enseignement.

Avenir immédiat du logiciel

Avant de terminer cet exposé, nous tenons à noter que l'expérimentation du logiciel en milieu scolaire a créé un intérêt manifeste chez les enseignants et la direction des deux écoles impliquées dans le processus d'évaluation. À l'école des Ursulines de Québec, la direction de l'institution a réservé deux journées pédagogiques complètes pour sensibiliser ses enseignants aux applications de l'ordinateur personnel; le logiciel d'administration automatisée de tests a servi, à cet égard, d'exemple pour illustrer "une façon heureuse d'introduire l'ordinateur en milieu scolaire"[15]. Pour leur part, plusieurs enseignants ainsi que la direction de l'école Marie-de-l'Incarnation ont manifesté le désir d'obtenir une version "Commodore" du logiciel, convaincus qu'ils étaient des avantages du système et de sa relative simplicité.

Nous ne pouvons pas présumer de l'avenir du logiciel. Cependant, il importe de souligner l'entente conclue entre l'INRS-Éducation et la Télé-Université concernant la diffusion de "Rétroaction". Dès septembre 1984, la Télé-Université l'incorporera au matériel requis pour le cours d'applications pédagogiques de l'ordinateur personnel auquel devraient s'inscrire plus d'un millier d'enseignants. C'est donc dire que dès le début de la prochaine année scolaire, le logiciel "Rétroaction" connaîtra un rayonnement provincial. Ainsi, les concepteurs du logiciel auront atteint un de leurs principaux objectifs, celui de susciter chez les enseignants le goût de recourir davantage à l'évaluation formative des apprentissages.

Conclusion

Après ces deux années consacrées en partie à la réalisation de notre projet sur les applications pédagogiques de l'ordinateur, nous sommes de plus en plus convaincus que l'ordinateur personnel, comme outil de gestion, peut remplir de multiples fonctions et particulièrement dans les domaines directement reliés au processus apprentissage/évaluation.

En effet, l'utilisation du logiciel d'administration automatisée de tests en milieu scolaire nous a fourni l'occasion de constater qu'il est possible et relativement facile à des enseignants de favoriser chez les étudiants le développement d'habitudes d'auto-évaluation; le système dans sa forme actuelle s'est avéré être un outil approprié dans un contexte d'évaluation formative... En effet, "l'évaluation formative visant une vérification périodique de la qualité de l'apprentissage au cours du processus d'apprentissage, le système (offre) à l'étudiant une excellente occasion de recevoir rapidement un feed-back et ce, au moment voulu"[16].

Les avantages de l'utilisation de l'ordinateur personnel comme outil de gestion nous apparaissent nombreux et indéniables. Si elle permet à l'enseignant d'avoir une meilleure connaissance des acquis de chacun de ses élèves, elle a conséquemment des retombées très positives sur ceux directement impliqués dans le processus d'apprentissage.

Bibliographie

BROUARD, J., Observation-participante de l'utilisation dans une classe du logiciel "Construction d'une banque d'items et passation de tests au terminal" à l'Ecole secondaire Marie-de-l'Incarnation. INRS-Education, R-172, 1984.

HEBERT, M.M., Observation-participante de l'utilisation dans une classe du logiciel" Construction d'une banque d'items et passation de tests au terminal" à l'Ecole secondaire des Ursulines de Québec. INRS-Education, R-173, 1984.

RHEAUME, D., BROUARD, J., Guide d'utilisation du logiciel éducatif "Rétro-action". INRS-Education, juillet 1984.

RHEAUME, D., DUFOUR, N., MAKDISSI, M., BEGIN, Y., L'utilisation dans un contexte d'évaluation formative d'un test généré par ordinateur à partir d'une banque d'items. INRS-Education, C-110, 1983.

WALKER, Decker F., Reflections on the Educational Potential and Limitations of Microcomputers. Phi Delta Kappan, vol. 65, no.2, 1983, pp. 103-107.

ANNEXE I

Observations par l'élève

Nom: _____ Date: _____

Matière: - grammaire latine _____ Heure: _____

- civilisation latine _____

Résultat du test: _____

DIFFICULTÉS TECHNIQUES

Si tu as eu des difficultés, indique-les par un crochet, aux lignes ci-dessous:

	crochet ✓
— mise en marche de l'appareil	_ _ _ _
— compréhension des directives	_ _ _ _
— inscription des réponses	_ _ _ _
— possibilité de revoir le test.....	_ _ _ _
— accès aux instructions (CTRL).....	_ _ _ _
— modification aux réponses inscrites.....	_ _ _ _
— production du corrigé à l'écran	_ _ _ _
— correction de l'ordinateur: réponses: bonnes, refusées ..	_ _ _ _
— sortie du corrigé sur papier	
— signale tout autre blocage: _____	

APPRÉCIATION

	oui	non
La passation de ce test représente-t-elle pour toi		
— une expérience agréable?		
— une expérience utile?		

Si tu as des commentaires, écris-les en quelques mots: _____

_____

ANNEXE II

Observations de l'élève

Nom: _____ Date: _____

Résultats: _____ % Heure: Début: _____ Fin _____

DIFFICULTÉS RENCONTRÉES

AVANT DE PASSER LE TEST ...

Mise en marche de l'ordinateur: _____

Inscription de ton nom: _____

Autre(s): _____

_____

AU COURS DE LA PASSATION DU TEST:

Inscription de tes réponses: _____

Modifications de tes réponses: _____

Accès aux instructions (CTRL): _____

Compréhension des directives: _____

Compréhension des questions posées: _____

Révision du test: _____

Modification de tes réponses au cours de la révision: _____

_____

Autre(s): _____

_____

APRÈS LA PASSATION DU TEST:

Sortie du corrigé sur papier (mise en marche de l'imprimante): ____

_____

Autre(s): _____

_____

Si tu as besoin de plus d'espace, tu peux utiliser le verso de cette feuille.

ANNEXE III
QUESTIONNAIRE D'ÉVALUATION À L'INTENTION DES ENSEIGNANTS AYANT UTILISÉ LE LOGICIEL DE CONSTRUCTION ET DE PASSATION DE TEST

a) Appropriation du logiciel

À l'heure actuelle, avez-vous une bonne connaissance et une bonne maîtrise du logiciel?

Combien de temps vous a-t-il fallu pour parvenir à ce niveau de connaissance et de maîtrise du logiciel?
(Indiquez notamment le nombre d'heures.)

Compte tenu des possibilités du logiciel, est-il relativement facile ou relativement difficile d'apprendre à bien l'utiliser?

Quels sont les aspects qui vous ont semblé les plus difficiles à maîtriser? Indiquez clairement quels sont ces aspects. Votre réponse pourra éventuellement nous aider à améliorer le logiciel ou le guide de l'utilisateur.

B) Avantages et inconvénients du logiciel

À la lumière de votre expérience d'enseignant(e), quels sont les principaux avantages que vous voyez dans l'utilisation d'un tel logiciel?

Quels sont les principaux inconvénients que vous voyez dans l'utilisation d'un tel logiciel?

C) Améliorations souhaitables du logiciel

Il s'agit ici d'exprimer vos suggestions quant à l'amélioration à court terme du logiciel. Il se pourrait bien que l'on tienne compte de ces suggestions au moment de mettre au point la version finale du logiciel. Il se pourrait également que certaines suggestions influencent davantage nos travaux futurs.

Suggestions se rapportant à l'entrée des items:

Suggestions se rapportant aux types d'items:

Suggestions se rapportant à l'analyse des réponses par l'ordinateur:

Suggestions se rapportant aux divers tableaux de choix (menus):

Suggestions se rapportant à la structure d'un test:

Suggestions se rapportant aux catégories et aux restrictions:

Suggestions se rapportant à l'impression d'un test:

Suggestions se rapportant à la présentation d'un test au terminal:

Suggestions se rapportant au rapport imprimé après la passation d'un test:

Autres suggestions d'améliorations:

D) Réactions

La passation d'un test au terminal a-t-elle eulieu sans problème?
Si non, indiquez les principaux problèmes.

Quelles ont été les principales réactions des élèves lors de la passation de tests par l'ordinateur? Indiquez d'abord et avant tout les réactions qui sont en rapport avec le logiciel.

E) Recommandation générale

Considérant la connaissance que vous avez du logiciel et l'utilisation que vous en avez faite durant la période d'évaluation, recommandez-vous à l'équipe de l'INRS-Éducation d'offrir le logiciel à d'autres enseignants intéressés? (Encerclez le chiffre qui correspond à votre réponse.)

1 Non
2 Oui
3 oui, à la condition que les changements suivants soient apportés: (indiquez clairement ici tous les changements qui doivent être apportés pour que vous recommandiez positivement le logiciel.)

Dans le cas d'une réponse affirmative à la question précédente, considérez-vous que ce logiciel pourrait vous être utile à l'avenir? Indiquez les raisons qui justifient votre choix.

G. Autres commentaires

Auriez-vous d'autres commentaires à faire pour compléter l'évaluation de ce logiciel?

L'UTILISATION DE L'ORDINATEUR DANS L'ENSEIGNEMENT DU FRANÇAIS

Colette Dubuisson
Université du Québec à Montréal

Au Québec, à tous les niveaux du système d'éducation, du primaire à l'université, on s'affole et on se précipite. Les micro-ordinateurs seront dans les classes bientôt, tout au moins dans les écoles. Peut-être y sont-ils déjà et les enseignants ne sont pas prêts. Depuis plus d'un an le matériel pédagogique informatisé fleurit de toutes parts comme par une génération spontanée. Depuis plus d'un an, les enseignants s'inscrivent en foule à des cours d'informatique ou à des sessions de perfectionnement. Ils se familiarisent avec les "bits", les "K" et les "puces". Ils apprennent le logo, le basic et parfois l'APL ... On commence déjà à en trouver qui sont déçus ou même découragés. Certains ne veulent même plus entendre parler d'informatique!

Il est temps de faire le point, de se demander si, par hasard, on n'aurait pas été trop vite de peur d'être en retard, si même on ne s'y serait pas pris à l'envers.

Je voudrais ici faire le point en ce qui concerne les applications pédagogiques de l'ordinateur pour l'enseignement du français. Je voudrais distinguer trois choses:

- les différents types d'APO
- les différents niveaux d'enseignement du français
- et les différents modèles de didacticiels.

Je voudrais vous proposer une analyse selon laquelle les applications pédagogiques de l'ordinateur pour le français ne sont pas forcément les mêmes à tous les niveaux. J'aimerais terminer en faisant quelques suggestions pour la formation des enseignants de français.

Je précise tout de suite que je parlerai à la fois du français langue maternelle et du français langue seconde dont je suis pourtant bien consciente qu'ils ne peuvent pas se confondre.

Je ne parlerai d'ailleurs que du français écrit, non parce que l'ordinateur ne peut être utilisé pour l'oral mais plutôt parce que la plupart de nos écoles ne sont pas équipées pour ce faire et qu'elles ne le seront pas dans les prochains mois. Il y a d'ailleurs déjà beaucoup à dire en ce qui concerne l'écrit.

On confond souvent les applications pédagogiques de l'ordinateur et l'enseignement assisté par ordinateur. Quand on parle d'APO, on oublie souvent la gestion informatique de l'apprentissage (GIA) et le support informatique à l'apprentissage (SIA).

On peut avoir un système plus ou moins sophistiqué de GIA mais celui-ci devrait permettre minimalement de faire passer des tests, de les corriger et de faire des moyennes.

Les supports informatiques à l'apprentissage sont diversifiés: l'ordinateur peut servir de source de références pour une banque de données, il peut servir de calculatrice pour résoudre rapidement des problèmes complexes. Il peut aussi servir de moyen de communication en permettant le courrier électronique.

J'ai tendance à croire que, dans un premier temps, les APO les plus facilement utilisables en français, quel que soit le niveau sont, non pas l'apprentissage assisté par ordinateur mais la gestion informatique de l'apprentissage et le support informatique à l'apprentissage.

Au primaire, les enseignants doivent recueillir des notes dans plusieurs matières y compris le français, pour 5 bulletins. Au secondaire, toujours 5 bulletins et en français langue maternelle les professeurs ont plus de cent étudiants. En français langue seconde les professeurs ont environ 150 étudiants. Au Cegep, les enseignants en français ont en moyenne 150 étudiants par session. À l'université, les cours de français correctifs sont populaires. À titre d'exemple, je citerai dans le certificat de français écrit actuellement offert à l'UQAM, les cours "Expression écrite et norme grammaticale" qui attirent en moyenne 120 étudiants par session.

Il serait intéressant de se demander combien de temps un enseignant de français, quel que soit le niveau où il enseigne, passe à évaluer le français écrit de ses élèves? Combien de temps il passe à composer des tests, à faire passer des tests, à corriger des tests, à modifier des tests, à recopier des notes pour faire des moyennes. Je n'ai pas de réponse précise à cette question mais je crois que l'on peut dire "beaucoup" sans crainte de se tromper.

L'utilisation d'un système de GIA résoudrait beaucoup de problèmes. Cela libèrerait l'enseignant de la modification et de la correction des tests, des relevés de notes et des calculs de moyenne. Pour peu que les questions des tests sortent de façon aléatoire et qu'il y ait suffisamment de postes de travail pour que les étudiants y aient un accès libre (ou tout au moins sur réservation), une individualisation appréciable de l'enseignement serait possible. Un étudiant passerait un test quand il serait prêt (à l'intérieur de certaines limites de temps), il ne passerait pas le même test que le voisin (donc pas de risque de tricherie), il pourrait même passer un test de rattrapage en cas d'échec.

Si on voulait par exemple faire passer en moyenne 1/4 d'heure de tests informatisés par semaine aux élèves du primaire, étant donné qu'il y a environ 25 heures-contact, il faudrait un ordinateur pour 100 élèves.

Bien sûr, ce chiffre est contestable. Ce que je veux seulement souligner c'est que le nombre de postes de travail nécessaires à l'implantation d'un système de GIA pour le français ne serait pas exorbitant par rapport aux services qu'on pourrait en attendre.

Les enseignants ainsi libérés pourraient compléter cette évaluation "mécanique" par une évaluation plus personnalisée. En employant le terme "mécanique" je ne veux absolument pas dire que l'ordinateur ne peut que faire des tests bêtes et méchants.

L'évaluation peut être très sophistiquée. On est habitué aux questions avec réponse vrai ou faux, oui ou non et aux questions à choix multiple, mais ce n'est pas tout ce qu'un ordinateur peut faire. Tout dépend de

l'ordinateur utilisé, du concepteur du test et du mode de médiatisation. Il faut cependant souligner qu'il est possible d'avoir des questions avec réponse par un ou plusieurs mots ou même une phrase et aussi des réponses ouvertes.

Le support informatique à l'apprentissage est aussi intéressant. Je citerai ici le traitement de texte et le courrier électronique.

Le traitement de texte peut être utilisé à tous les niveaux en français mais pour des fins différentes. Au primaire et au secondaire, nous ne disposons pas encore, à ma connaissance, de traitement de texte commercialisé parfaitement adapté au milieu scolaire. Cependant, il est raisonnablement pensable que cela ne saurait tarder.

À ces niveaux, le traitement de texte me semble un outil majeur pour faire un autre pas en avant vers une amélioration de l'écrit. En effet, après une période assez difficile de l'écrit dans les écoles, nous pouvons croire d'ores et déjà à une amélioration depuis que les enseignants ont été encouragés à élaborer des situations d'écriture motivantes et à faire pratiquer l'objectivation à leurs élèves. Même s'ils ont quelque chose à écrire, même s'ils savent comment réfléchir sur ce qu'ils ont à écrire, en fonction de la consigne et du destinataire, les élèves du primaire et du secondaire en arrivent souvent à la démotivation face aux nombreuses réécritures que nécessite le texte avant la version finale. C'est ici que le traitement de texte est utile, permettant de corriger, d'épurer, de modifier et de compléter le texte sans tout réécrire plusieurs fois.

Au collégial et à l'université, le traitement de texte comme outil de réflexion sur la langue et sur le texte serait sans doute aussi très utile.

Le courrier électronique peut se présenter sous deux formes: "en direct" et "en différé" et me semble essentiellement utilisable, pour l'enseignement du français langue maternelle, au primaire ou au début du secondaire. Pour le français langue seconde, il me semble utilisable à tous les niveaux.

Le courrier électronique en direct permet à deux élèves situés dans deux classes, deux écoles, deux villes ou même deux pays de "se parler" par écrit. Il est un excellent moyen d'améliorer les capacités de lecteur d'un élève puisque le message ne s'inscrit que petit à petit sur l'écran et qu'instinctivement, celui qui lit tente de saisir le plus d'indices possible pour deviner la suite. Le courrier électronique permet aussi de faire communiquer tout à fait normalement des enfants souffrant d'un handicap tel que la surdité.

Le courrier électronique en différé est une simple modernisation du vieux système de la correspondance scolaire. On jouit, bien sûr du support du traitement de texte. En plus de permettre de communiquer avec un correspondant, il permet de s'adresser à plusieurs correspondants en même temps, pour demander un renseignement ou pour diffuser une information.

Le courrier électronique est donc une possibilité nouvelle pour certains niveaux - possibilité extrêmement intéressante. Il dépend, bien sûr, de l'équipement dont on dispose et n'est pas réalisable sur de simples micro-ordinateurs non reliés à un système.

En AAO, l'étudiant travaille avec l'enseignant comme avec un tuteur par ordinateur interposé. On peut faire de l'AAO pour une leçon, pour un chapitre, pour un cours ou pour tout un programme. Ce qui justifie l'emploi de l'ordinateur ce sont les besoins d'individualisation.

Pourquoi faudrait-il individualiser l'enseignement?

- Pour tenir compte du rythme d'apprentissage particulier de chaque étudiant;
- pour tenir compte de ses acquis;
- pour tenir compte des contraintes qui sont imposées à chacun;
- pour tenir compte des différents styles d'apprentissage;
- parce que l'interactivité est essentielle.

Je crois que l'individualisation au primaire et au secondaire se justifie surtout pour les élèves un peu "marginaux" et ceci principalement à cause des contraintes d'horaire de l'école. L'élève doit être à l'école de

8h. à 3h. ou de 9h. à 5h. Il y a, de plus, beaucoup à gagner à ces niveaux là à travailler avec des groupes, à socialiser les individus. Mais il y a, bien sûr, les élèves qui ont un rythme d'apprentissage plus lent ou plus rapide. Il y a ceux que j'appellerai en gros: les forts, les faibles et les absents.

L'AAO permet aux élèves plus motivés d'aller plus loin dans la matière. Il évite le problème de celui qui a terminé et qui dérange faute d'avoir mieux à faire. Il évite aussi le problème de l'élève plus faible, moins intéressé, dont le rythme de travail est plus lent et qui dérange aussi, parce qu'il retarde tout le monde et que l'enseignant ne peut s'occuper de lui en particulier au détriment du reste du groupe. Ceux qui ont été absents peuvent, grâce à l'ordinateur se mettre à jour sans compromettre le rythme de la classe.[1]

L'ordinateur serait donc un outil précieux pour une minorité d'élèves au primaire et au secondaire mais me semble, en tout cas pour le moment, plus difficilement utilisable pour l'ensemble des groupes. Il faudra attendre d'avoir un ordinateur par élève.

Au collégial et à l'université, par contre, le problème est différent. On s'adresse à des adultes qui ont des rythmes et des styles d'apprentissage différents, qui ont des acquis différents et qui surtout ont souvent des contraintes d'horaire (surtout pour ceux qui travaillent).

Dans tous les cas cependant l'interactivité est très importante et c'est surtout au niveau de l'interactivité que l'ordinateur est un outil nouveau. Quand je parle d'interactivité, je ne veux pas dire ce qu'on trouve dans la plupart des didacticiels de français sur le marché: à chaque mauvaise réponse le commentaire "Non, essaye encore!". L'interactivité suppose un dialogue réel avec l'élève à qui l'ordinateur fournit immédiatement un commentaire approprié qui le guide vers la bonne réponse de façon à ce que tout se passe comme si chaque élève avait un profeseur pour lui tout seul. Mais il n'existe que peu de didacticiels disponibles pour faire de l'apprentissage assisté par ordinateur en français par rapport à la matière à couvrir et ce n'est généralement pas du très bon matériel pédagogique.

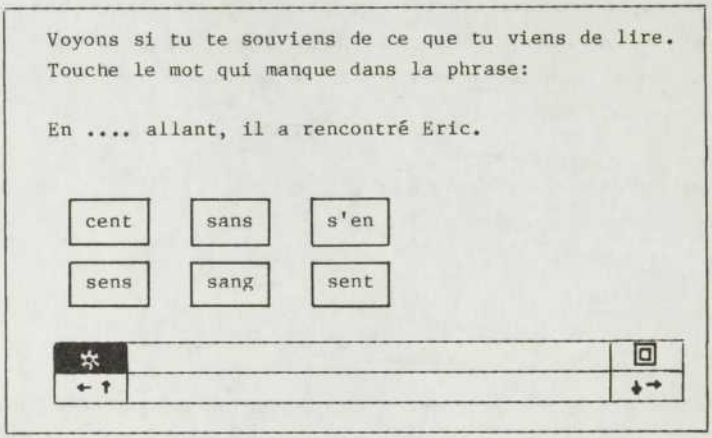
Quand on regarde ce qui se fait généralement en AAO sur micro-ordinateur dans le domaine du français, on a l'impression que le seul type d'exercice possible est l'exercice répété. Or il existe d'autres modèles de didacticiels utilisables pour l'enseignement du français. Nous allons maintenant voir les principaux et passer en revue quelques exemples qui les illustrent.

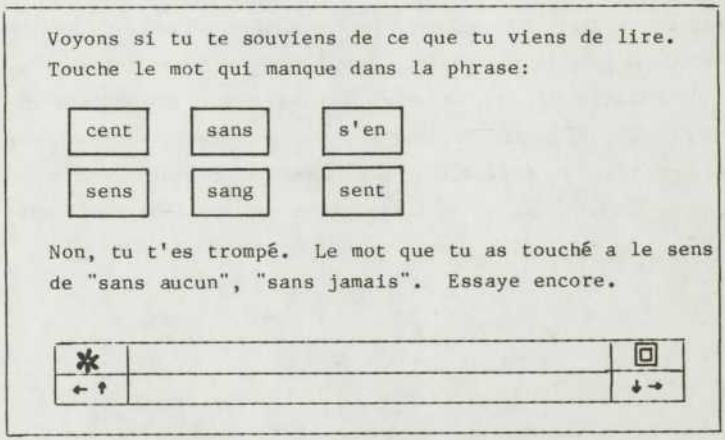
Les principaux modèles sont:

- l'exercice répété
- le tutoriel
- la simulation
- et le jeu éducatif.

Le but de l'exercice est de développer un automatisme chez l'apprennant. On atteint cet objectif en proposant à l'étudiant une série d'exemples (exercices répétitifs) qui lui font pratiquer une notion donnée. Dans un exercice répété, l'étudiant n'apprend aucune notion nouvelle, il pratique ou révise une notion qu'il connaît déjà. L'exercice répété familiarise donc l'étudiant avec la matière, la lui remet en mémoire ou lui permet d'acquérir une plus grande habileté ou une plus grande vitesse dans certains domaines. L'ordinateur est, dans le cas de l'exercice répété, un répétiteur patient qui ne se lasse pas avant que l'objectif soit atteint.

Vous trouverez ci-dessous deux exemples d'exercice répété[2].

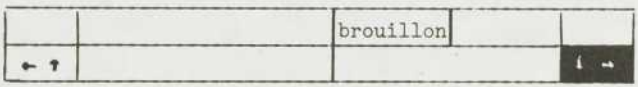




Dans un tutoriel, l'ordinateur agit comme un tuteur et présente la matière nouvelle. L'information est présentée par étapes. Voici deux exemples de tutoriel qui présente les différentes graphies de (sâ) et précède les exercices sur le sujet[3].

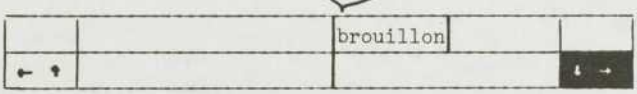
On écrit s'en devant un verbe ...
On peut le remplacer par m'en ou t'en ...





On écrit sang quand il s'agit du sang qui circule dans notre corps.





La simulation est un autre modèle de didacticiel. Dans les écoles de pilotage, les élèves-pilotes commencent par pratiquer sur un simulateur de vol. Il serait souhaitable que les élèves-chimistes simulent certaines expériences dangereuses et évitent ainsi de faire sauter le laboratoire ou que les élèves-médecins se pratiquent sur des patients simulés plutôt que de provoquer la mort d'un malade. Mais que peut-on bien simuler en français? La simulation permet de faire comme si ..., d'imaginer des situations irréalisables dans la réalité quelle qu'en soit la raison. La simulation met l'accent sur l'interaction entre l'étudiant qui agit comme un facteur dans la situation et l'ordinateur qui contrôle la situation.

Voici un exemple de simulation sur la ponctuation[4].

Voici le message de Benoît:

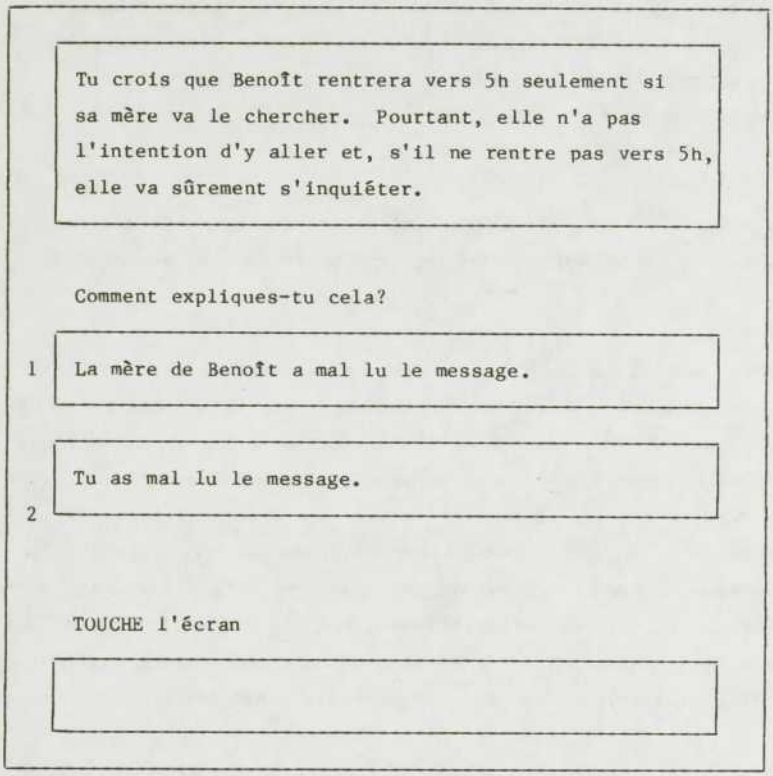
> Je suis chez Gilbert. Je vais rentrer vers 5h. Si tu viens me chercher, apporte son jeu de Monopoly. Il l'a oublié. Dans la cuisine, on t'a préparé une suprise. Avant de partir, téléphone-moi. Comme ça, je serai prêt quand tu arriveras. La mère de Gilbert voudrait te voir.

Qu'as-tu compris?

1 Benoît rentrera vers 5h seulement si sa mère va le chercher.

2 Benoît rentrera vers 5h de toutes façons.

TOUCHE l'écran



Le jeu éducatif est le dernier modèle de didacticiel que j'aborderai ici. Le fait d'avoir recours à un jeu accroit la motivation de l'étudiant. Le jeu éducatif contient toujours une dimension de compétition. Les étudiants peuvent jouer les uns contre les autres, contre l'ordinateur ou contre eux-mêmes. Le jeu éducatif est un modèle très souple, il peut être une adaptation de l'exercice répété, du tutoriel ou de la simulation.

Donc l'AAO offre plusieurs modèles dont l'enseignement du français peut tirer parti quel que soit le niveau. Chacun de ces modèles a sa spécificité. On doit les choisir soigneusement selon le but poursuivi.

Mais comment doivent faire les enseignants pour se procurer des didacticiels? Tout le monde s'accorde à dire que ce qui existe sur le marché au

Québec est très pauvre et ce qui existe ailleurs n'est pas compatible. Il faut donc faire des didacticiels et pour la majorité des enseignants cela présente deux difficultés majeures:

- une difficulté de conception
- une difficulté de médiatisation.

Sans compter que les enseignants n'ont souvent pas le temps ni l'énergie de se lancer dans l'entreprise que représente la création d'un didacticiel.

Je crois que là où on a fait fausse route c'est en ne considérant que la difficulté que représente la médiatisation et en proposant aux enseignants des cours de langages de programmation tels que basic ou logo. En ce qui concerne le français, comme la plupart des matières, j'aurai tendance à dire que la difficulté majeure en est une de conception: la plupart des enseignants n'ont pas appris à concevoir du matériel pédagogique sur l'outil nouveau qu'est l'ordinateur, et c'est ce qu'ils doivent apprendre s'ils désirent réaliser des didacticiels. Pour la médiatisation, il suffit de mettre à leur disposition des sytèmes-auteurs performants qui leur permettront de réaliser ce qu'ils ont conçu sans y consacrer un temps énorme.

En préparant les enseignants à la conception de didacticiels on atteindra un autre but: on les rendra plus critiques face au matériel commercialisé et il en résultera par le fait même une amélioration de la qualité de ce matériel. Je ne pense pas, en effet, que les enseignants doivent faire tous les didacticiels, je pense qu'ils doivent avoir la possibilité de créer des exercices ou des leçons qui répondent à des besoins qu'ils ont dans leur propre classe.

En conclusion, pour l'enseignement du français à tous les niveaux (primaire, secondaire, collégial et universitaire) les applications pédagogiques de l'ordinateur sont nombreuses. Elles se trouvent aussi bien dans le domaine de l'AAO que dans celui de la GIA et du SIA. En AAO en français, les modèles de didacticiels utilisables sont variés. Tous apportent une dimension nouvelle par l'interactivité. Mais les bons didacticiels sont à faire. Certains pourront être faits par des pédagogues, bien

informés sur les techniques de conception et qui travailleront avec des systèmes-auteurs (et ne seront donc pas devenus de mauvais informaticiens).

NOTES

(1) Il est vrai que l'on ne peut justifier l'utilisation de l'ordinateur pour les seuls élèves "marginaux" de la classe, sinon tous les élèves vont s'efforcer de devenir "marginaux" pour pouvoir l'utiliser. Peut-être l'implantation d'un système de GIA constitue-t-elle une solution au problème.

(2) Ce didacticiel tourne sur CD 110 de Control Data. Il a pour titre "Le casse-tête des sans, cent, s'en ...". Il a été réalisé avec le système-auteur PCD_1 (modèle "éditeur de découverte").

(3) Il s'agit du didacticiel décrit à la note 2.

(4) Ce didacticiel tourne également sur CD 110 de Control Data. Il a pour titre "Une histoire au point...". Il a été réalisé avec le système-auteur PCD_1 (modèle "simulation"). Ce modèle ne possède pas de possibilité de graphisme. Un nouveau modèle de PCD_1, sorti depuis que le didacticiel a été réalisé, comporte des possibilités de graphisme. Il s'agit de "simulation graphique".

LA CLASSE LOGO: QUELQUES RESULTATS OBSERVES DES APPRENTISSAGES ET DES INTERVENTIONS DIDACTIQUES

Ernestine Lepage
Université du Québec à Rimouski
Hélène Kayler
Université du Québec à Montréal
Jeanne d'Arc Girard
Université du Québec à Chicoutimi
Richard Allaire
Université du Québec à Montréal

Intégration du langage Logo en première année du primaire

Ernestine Lepage

Le projet réalisé à Rimouski s'inscrit dans la problématique globale du projet UQ. Il vise principalement à intégrer le langage Logo dans des classes de première année au primaire. Notre questionnement porte sur trois catégories d'objets.

1) Quels types d'interventions facilitent l'intégration de ce langage?
2) Quelles habilités fondamentales sont nécessaires à l'acquisition de celui-ci?
3) Comment réagissent ces enfants en cette situation d'apprentissage?

Après avoir construit et expérimenté divers environnements pouvant faciliter l'intégration du micro-ordinateur dans la classe, nous avons retenu l'observation systématique comme méthode de recherche.

Deux types d'instruments d'observation ont été construits.

1) Des grilles d'observations (checklists)

- "Classification des habilités (en mode k)"
- "Habilités observées (en mode D)"
- "Maîtrise des commandes d'AMICRO".

2) Des protocoles d'observation ou des fiches individuelles recueillant les comportements de chaque enfant.

L'étude de l'année 1983-84 a été exclusivement exploratoire. Elle a consisté à:

1) rencontrer régulièrement trois enseignants du primaire avec lesquels nous avons travaillé;
2) donner une première initiation à leurs élèves (72 enfants) à partir de janvier 1984;
3) expérimenter différents moyens de le faire.

Parmi les outils et les moyens utilisés, mentionnons:

1) le langage Logo d'APPLE
2) le didacticiel "AMICRO" qui simplifie (clavier) treize primitives de LOGO en les remplaçant par des commandes directes (ex.: 1 signifie AV 10)
3) un matériel (ex.: acétate) confectionné permettant aux enfants de vivre leurs projets sur le plan sensori-moteur et sur le plan graphique avant de les réaliser sur le micro-ordinateur.

Les données recueillies au cours de cinq séances d'activités avec les vingt-quatre enfants d'une classe, nous ont permis de faire les constatations suivantes:

1) Il est possible d'initier des enfants de première année du primaire à l'utilisation du micro-ordinateur dans une classe, ce qui confirme l'étude de Cynthia Solomon du MIT (cf. Papert, p. 272-273).
2) Cette initiation nécessite l'encadrement constant des enfants par un adulte au moins pour les trois premières séances où l'enfant prend contact avec l'appareil et se familiarise avec les primitives de Logo.

3) Les enfants de première année ont de la difficulté à juger du degré de complexité des projets qu'ils veulent réaliser sur le micro-ordinateur avec la tortue.
4) Certains enfants ont plus que d'autres de la difficulté à utiliser adéquatement certaines commandes, comme GC qui sert à corriger ou à effacer.
5) Certains enfants connaissent aussi des difficultés à identifier "gauche" et "droite" surtout lorsqu'il s'agit d'identifier ou de reconnaître la gauche et la droite de la tortue. La position de celle-ci entre 180° et 360° rend cette identification difficile par presque tous les enfants.
6) L'exploration faite de janvier à mai 1984 nous a permis de réaliser que l'on peut aider à la réalisation de projets simples sur le micro-ordinateur par les enfants si on leur permet de vivre préalablement ceux-ci avec leur corps. En les incitant ensuite à décrire ces déplacements, on les aide à les transcrire ensuite en langage Logo.
7) On observe que plusieurs enfants utilisent certaines commandes (AV, DR) de préférence à leurs inverses (RE, GA) qui leur permettraient d'atteindre plus rapidement les résultats attendus.
8) L'utilisation des commandes d'AMICRO nécessite une certaine dextérité que la majorité des enfants de ce niveau possèdent.
9) Notre exploration ne nous a pas permis de vérifier si des enfants de première année sont capables de suivre les étapes nécessaires à une programmation.
10) Même si on a pu observer une certaine forme de collaboration entre les enfants, on note des différences individuelles dans leurs comportements quant à leur approche du micro-ordinateur et à leurs interactions personnelles.

Dans une prochaine année, nous avons l'intention de chercher des réponses à une question d'ordre épistémologique: Quels sont les procesus cognitifs requis pour utiliser efficacement et d'une façon autonome les primitives Logo?

Ce projet est peut-être ambitieux, mais nous faisons l'hypothèse que l'enfant est incapable de se servir efficacement de la primitive GC de Logo avant d'avoir acquis la réversibilité dont parle Piaget.

Quelques observations de l'expérience vécue chez les enfants handicapés auditifs de 8 à 12 ans

Jeanne-d'Arc Girard

À Chicoutimi, je travaille avec quelques collègues des sciences de l'éducation et un informaticien.

Les sujets dont nous nous occupons sont des enfants handicapés auditifs profonds de 3 à 13 ans. Ils sont une quinzaine regroupés à l'école Notre-Dame-de-l'Assomption. La responsabilité des tout-petits (maternelle et prématernelle) a été confiée à Angéline Demers (titulaire) et Benoît Dubuc qui parleront de leur démarche dans la communication suivante de la nôtre dans cette même salle. Pour ma part, avec les titulaires Esther Dolbec et Jacqueline Bouchard, je me suis occupée des élèves des premiers et second cycles du cours primaire.

Globalement, dans cette année d'exploration, la démarche a été la suivante.

Première étape: Préparation courte préalable des trois enseignants avec des ateliers LOGO conçus spécialement pour eux s'échelonnant sur deux mois ponctués de trois journées d'études les 2 et 16 février, puis le 15 mars.

Le vécu en classe a débuté à la mi-mars et s'est déroulé pour ainsi dire en deux temps: (1) mise en route par les enseignants eux-mêmes, les chercheurs se contentant de quelques séances régulières d'observation participante et n'intervenant que très discrètement et ponctuellement. (2) À la mi-mai, nouvelle journée de réflexion et d'échanges avec les instituteurs pour un bilan provisoire des apprentissages de chacun des sujets avec étude

d'un plan d'action approprié pour la poursuite de l'expérience. Je livre ici quelques bribes tirées du bilan.

— L'évolution a été continue à partir de l'appropriation de primitives de base (avance-recule-droite-gauche-apparais-disparais-lève crayon-baisse crayon-commandes pour effacer un tracé et le reprendre ensuite, etc.);

— le rythme de chacun a été respecté, ce qui fait que les enfants se situaient à plusieurs niveaux au plan des réalisations;

— les travaux des enfants ont été personnalisés et valorisants même si parfois on s'inspirait librement les uns des autres;

— les institutrices ont été tout à fait dans le coup, elles qui devaient constamment servir d'interprètes du langage oral au langage signé.

Il est apparu clairement que le bilan tout encourageant qu'il était révélait cependant que le temps était venu d'utiliser certaines stratégies propres à inciter les enfants à améliorer les listes de commandes dans les programmes qui présentent des longueurs, des redondances, des longs détours, etc.

D'accord avec les titulaires, il fut convenu aussi que j'introduirais la primitive "répète" chez les plus jeunes qui ne l'utilisaient que pour tracer des cercles et encore à titre exceptionnel. Quant aux aînés, ils semblaient en mesure d'aborder la notion de variable. Ces interventions comportaient: introduction du concept, manipulation et simulation, précédant l'exécution avec l'ordinateur.

Ainsi, l'année s'est terminée sur ces apports nouveaux et nous sommes occupés à en analyser les nombreux effets (car nous avons fait un vidéo où chaque enfant a présenté ses réussites) avant d'entreprendre bientôt une nouvelle année avec les mêmes sujets.

En outre, nous envisageons principalement de créer des grilles d'autoévaluation adaptées à l'âge, au style cognitif comme au handicap auditif (intégration de quelques éléments du langage signé) de nos sujets. Nous

nous proposons également d'intégrer progressivement les activités logo à l'ensemble du programme scolaire spécifique des handicapés auditifs.

En guise de conclusion, j'ose me dire que même si d'aucuns renvoient à une dizaine d'années la possibilité de mener des recherches dites "scientifiques", je me sens engagée dès maintenant, dans une action introduisant une recherche véritable. L'école a grand besoin d'études et d'éclairage au moment d'entreprendre une innovation à la fois pleine d'embûches et de promesses. La recherche est essentielle à cette fin.

Je signale en terminant qu'un article décrivant plus en détail toute la démarche didactique et la collaboration effective des enseignants à l'intérieur de ce projet de recherche paraîtra dans une prochaine livraison de la revue pédagogique du Ministère de l'Éducation du Québec. Elle s'appelle Vie pédagogique.

L'expérience Arc-en-ciel à l'UQAM

Hélène Kayler

Cette expérience a été menée par H. Kayler et T. Lemerise, respectivement professeurs de didactique des mathématiques et de psychologie cognitive à l'Université du Québec à Montréal, et par M. Major professeur à l'école Arc-en-ciel de la Commission des Écoles Catholiques de Montréal.

Il s'agit d'une étude exploratoire menée auprès d'une classe multiâge (9, 10, 11 ans) de 21 enfants d'une école alternative où se pratique une pédagogie de type "ouvert". Les élèves et leur professeur sont venus au laboratoire RAPO (Recherche sur les Applications Pédagogiques de l'Ordinateur) de l'UQAM, une fois par semaine, du 23 novembre 83 au 20 juin 84 (soit 23 séances) . La classe était partagée en deux groupes qui travaillaient environ une heure par équipe de deux ou trois élèves sur les appareils Apple ou Commodore.

Déroulement du projet

On peut décomposer l'ensemble de cette expérimentation en trois étapes principales de durées variables (d'abord 10, puis 7, puis 6 séances dans l'ensemble). Chacune de ces étapes étant structurée en trois périodes de mise en route, puis de production et enfin d'échange (voir figure 1 en annexe). L'importance et la durée de ces périodes a varié selon le moment de l'année compte tenu que le projet démarrait ou était en plein essor ou encore achevait, et aussi selon les équipes, compte tenu des équipes, de la motivation et de l'habileté de ses membres. Cependant on retrouve certaines caractéristiques propres à chacune de ces périodes.

a) La mise en route consiste en une période d'acclimatation à un nouveau contexte de travail, que ce soit au niveau des partenaires, des connaissances et des outils disponibles ou des consignes. Elle comporte souvent des activités d'essai et erreur ou de jeu libre et se transforme progressivement en une activité dirigée par une intention plus ou moins explicite. Au cours de la première étape, cette période a été plus longue puisqu'elle comprenait l'adaptation aux nouveaux locaux et aux micros (environ 6 séances) et elle s'est ensuite réduite à 3 séances pour la plupart des enfants.

b) La production est caractérisée par l'expression orale ou graphique, plus ou moins explicite d'une intention de projet et par sa réalisation.

La nature des productions a évolué au cours des trois étapes dans la complexité du desin et de la programmation, et l'autonomie des élèves.

Le dessin de la première étape est constitué d'un seul objet (fig. 2a en annexe) formé d'un parcours connexe (sans levée de crayon) et sans couleur; en général il a nécessité la correction de nombreux "bugs", le recours à beaucoup d'approximations successives pour obtenir les bonnes longueurs et les bons angles; les auteurs ont généralement simplifié leur projet initial trop ambitieux par rapport à leurs possibilités.

Au cours de la deuxième phase la production devient une composition de plusieurs éléments qui exige beaucoup plus d'aisance avec les déplacements

(fig. 2b en annexe) l'évaluation des longueurs et des angles (amplitude et direction), et les "lève-crayon"; la couleur y joue un rôle fonctionnel et la programmation commence à recourir à des emboîtements de procédures. L'utilisation du mode "Edite" est encore difficile, et dans l'ensemble, l'élaboration du projet est encore laborieuse et demande du soutien technique ou moral.

Les productions de la troisième étape sont des compositions encore plus complexes (fig. 2c en annexe) avec des détails et des effets spéciaux ("flash" ou "animation"). La programmation est beaucoup plus avancée: utilisation de répétitions ("répète"), et de sous-procédures. Dans l'ensemble, les élèves manifestent beaucoup de plaisir et d'excitation, contrôlent beaucoup plus
la situation, évaluent mieux leurs limites et leurs possibilités et celles du médium "micro-logo".

En général cette période a duré environ 3 séances, aussi bien pour les premiers dessins "simples" du début que pour les compositions complexes de la dernière étape.

c) L'échange se fait à partir de la présentation des projets. Cette période joue plusieurs rôles:

- mettre un terme au projet en cours, ce qui en stimule la réalisation, invite à surmonter les difficultés (difficulté à démarrer, à coopérer, à maîtriser le micro et le langage, à réduire la complexité du projet ...);
- mettre en commun les différents apprentissages et échanger des procédés au niveau des connaissances ou des méthodes de travail;
- stimuler la reprise d'un nouveau projet;
- développer la fierté du projet réalisé et consolider l'appartenance au groupe-classe.

Cette période d'échange n'a pas rempli tous ces rôles avec la même importance au cours des trois étapes: la première présentation a été très brève et visait surtout un redémarrage du groupe. Au contraire, la

deuxième présentation, étalée sur 3 séances (sans les remplir entièrement) a permis beaucoup de discussions et d'approfondissement du travail accompli.

Les travaux des élèves et les interventions du maître

L'un de nos intérêts majeurs (comme pour les autres équipes de l'UQ) consiste à étudier comment la situation logo permet de personnaliser les interventions aux besoins réels des enfants afin de vraiment les soutenir dans leurs démarches.

Voici des exemples qui illustrent trois types d'interventions adaptés à des besoins différents.

1. Des interventions de type "cognitif"

Il s'agit de deux projets typiques des enfants de cet âge, et d'interventions ponctuelles portant sur des connaissances ou habiletés mathématiques ou de programmation logo.

Le projet "annonce publicitaire" (fig. 3a en annexe) a été réalisé par une équipe de 3 garçons de 5e année (10 ans) en 3 séances au mois d'avril. Les procédures PAQ (le PAQuet de gitanes) et CIG (la GIGarette couchée) ont été réalisées facilement, tandis que FIL (les bouts des FILtres) a présenté des difficultés dès la première séance. Les interventions ont consisté à:

- faciliter l'utilisation de la commande RÉPÈTE en repérant correctement l'élément à répéter;
- susciter l'intégration des trois sous-procédures en une seule pour faciliter la démonstration du programme aux copains en évitant de "pitonner" successivement PAQ puis FIL puis CIG.

Le projet "fusée" (fig. 3b en annexe) a été réalisé par une équipe de deux filles de 5e année en 4 séances en mai-juin. Ces élèves avaient déjà produit un "robot" dessiné uniquement avec des angles droits à partir d'une esquisse faite sur papier quadrillé; la difficulté rencontrée portait sur l'orientation (gauche-droite) des rotations, ce qui avait été

réglé par la suggestion de noter sur l'esquisse à chaque tournant soit gauche, soit droite.

Pour la "fusée", les difficultés sont apparues immédiatement pour la réalisation de l'angle des pattes (la grandeur et non la direction), ce qui a été réglé à partir d'explications sur papier ligné à 45 degrés. D'autres difficultés ont ensuite été dues au passage au mode "ÉDITE" mais ont été solutionnées par les élèves seules. Enfin, le dessin du cercle pour le centre de la fusée a été sollicité et obtenu tout à fait à la bonne grandeur.

2. Intervention de type "social"

Voici l'exemple d'une équipe qui a reçu un support ponctuel mais à propos de l'organisation de l'équipe. Le projet a été réalisé par une équipe de trois garçons de 5e et 6e années en quatre séances au mois de mars. L'un des garçons était le "leader" et le partage des tâches était difficile. Les seules interventions de l'enseignant ont porté (à plusieurs reprises), sur la collaboration et le travail d'équipe. Toutes les difficultés concernant le projet lui-même ont été réglées par l'équipe; sauf celle de la "fausse" perspective du cube (CARRÉ 3-D) dont les élèves étaient satisfaits parce qu'ils avaient bien respecté l'égalité de longueurs des arêtes; et on a jugé opportun d'intervenir à ce moment sur ce sujet.

3. Interventions de type "affectif" et "cognitif"

Parmi les enfants présentant des problèmes de comportement, quelques uns ont demandé un support plus global pour leur permettre d'aborder et réussir un projet satisfaisant.

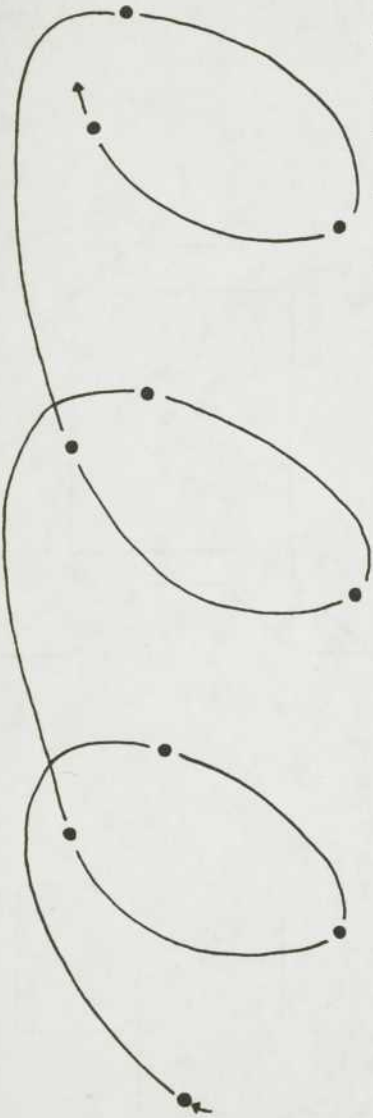
Il s'agit par exemple, d'une équipe de deux filles de 5e année qui ont d'abord essayé de dessiner un "homme-chat" et ont obtenu un résultat décevant. L'intervention du maître a consisté à travailler à côté de l'une d'elles (l'autre était absente) et la guider dans le choix, parmi ce qu'elle savait faire, des éléments d'un nouveau projet, puis à l'encourager dans

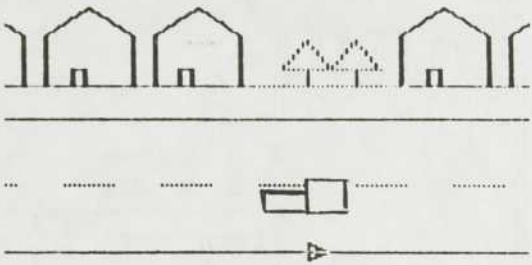
la réalisation de ce projet. Cette élève a démontré beaucoup de ténacité et produit un dessin coloré et animé fort intéressant qui a suscité une grande admiration de la part de la classe, ce qui l'a encouragé à continuer avec plus d'assurance lors de l'étape suivante.

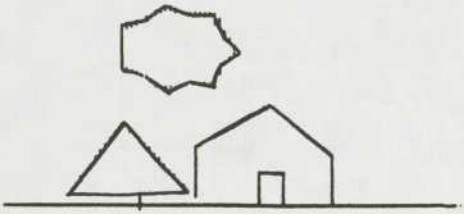
Les intentions de recherche pour 84-85

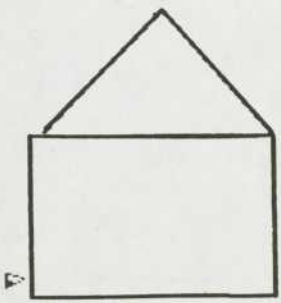
Compte tenu de ce premier travail exploratoire, nous comptons nous orienter l'an prochain selon les axes de recherche suivants:

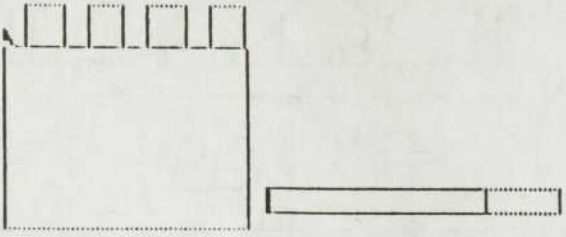
- l'analyse du mode et du niveau de fonctionnement cognitif des enfants placés en interaction avec LOGO;
- l'analyse du contexte de travail et plus particulièrement du mode de fonctionnement social de chaque enfant ou groupe d'enfants travaillant à plusieurs sur le même micro;
- l'étude de la relation entre les caractéristiques du fonctionnement cognitif et social de chaque enfant (ou groupe d'enfants) d'une part et des interventions didactiques du maître à leur égard d'autre part;
- l'amélioration des modes et moyens d'évaluation des progrès réels des enfants en cernant les progrès mathématiques des enfants en cours d'apprentissage LOGO.



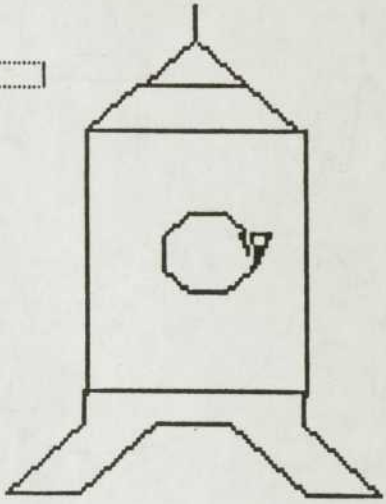




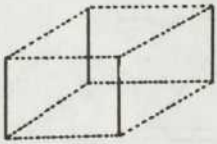




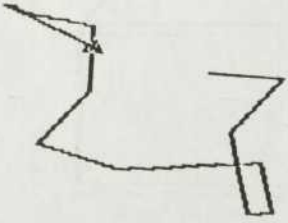
(fig. 3a)



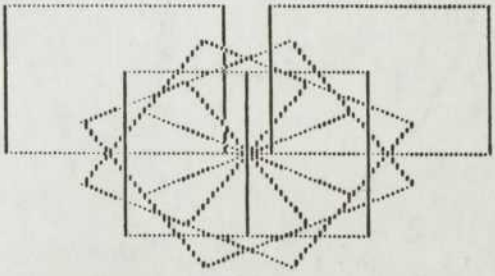
(fig. 3b)



(fig. 3c)



(fig. 3d)



(fig. 3e)

Le langage logo: démarches d'apprentissage reliées à l'acquisition de concepts et au développement d'habiletés fondamentales en mathématiques

Richard Allaire

1. Le projet global

Au cours de l'année 1983-1984, des expérimentations ont eu lieu sur le sujet des apprentissages en Logo. C'est dans le cadre d'un regroupement de chercheurs de diverses constituantes de l'Université du Québec que cette recherche a eu lieu. L'équipe s'est fixé l'objectif général suivant: l'élaboration d'un modèle didactique à l'aide d'activités Logo pour l'apprentissage d'habiletés fondamentales en mathématiques.

Plus pratiquement, trois catégories d'objets intéressent les chercheurs:

a) Les habiletés et connaissances fondamentales relatives à la programmation et aux mathématiques pouvant être utilisées et développées.
b) Les interventions didactiques propices à l'utilisation de ces habiletés et connaissances.
c) Les comportements observables des enfants qui sont significatifs de l'utilisation de ces habiletés de connaissances.

L'hexaèdre qui suit permet de caractériser rapidement les divers domaines d'intervention.

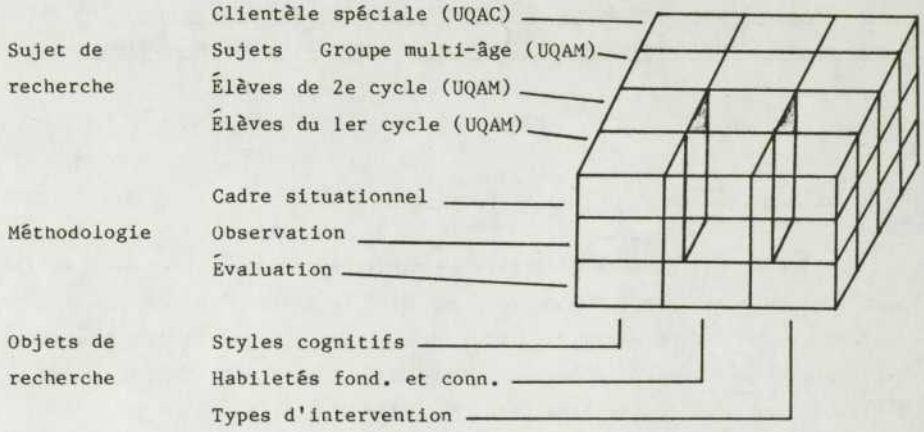


Figure 1: Projet global

N.B.: Ces champs d'intervention varient d'un chercheur à l'autre. Nous avons adopté l'hexaèdre décrit par Madame E. Lepage pour plus d'uniformité dans le cadre de ce rapport.

2. Projet particulier

La section grise de l'hexaèdre de la figure 1 montre notre spécificité et fait l'objet de cette présentation.

Le but de cette première étape de recherche est de développer des instruments de première génération qui nous permettront d'analyser l'apport spécifique du langage Logo dans l'apprentissage des mathématiques de l'élève du niveau primaire.

Les objectifs poursuivis sont:

a) d'identifier le type de compréhension qu'ont les élèves à propos du concept d'angle;

b) d'identifier les habiletés fondamentales avec lesquelles ils sont confrontés.

2.1 Les questions que soulève une telle recherche

2.1.1 Du point de vue de la compréhension

Comment identifier le type de compréhension? Le modèle de Bergeron-Herscovics (1983) que nous avons adopté, précise quatre types de compréhension d'un concept mathématique: compréhension intuitive, mathématisation initiale, abstraction et formalisation.

2.1.2 Le concept d'angle

Par concept d'angle, nous indiquons qu'il s'agit de la notion d'angle du point de vue mathématique, de la mesure des angles et de la notion de rotation (orientation). Dans le contexte Logo, on parle plus de rotation (changement de direction) que de la notion d'angle comme telle. Quant à la mesure, c'est pour l'élève, au départ à tout le moins, un nombre auquel on associe D.R. ou G.A. Comment cette notion d'angle et la mesure évoluent-elles chez l'élève? Quelles sont les phases qu'auront à traverser les élèves pour acquérir le concept?

2.1.3 Les habiletés fondamentales

L'utilisation du potentiel éducatif de l'activité de programmer est la principale caractéristique de l'apprentissage du Logo. C'est à travers cette expérience que l'élève va renforcer ses habiletés fondamentales. Quels sont les faits observables qui nous permettront d'identifier la présence de celles-ci chez les élèves?

La recherche de solutions a été au coeur de l'activité 83-84. Nous avons créé des instruments qui nous donnent quelques éléments de réponse.

3. L'expérience de 1983-1984

3.1. Caractéristiques

Nous avions un ordinateur (APPLE) pour une classe de 28 élèves. L'ordinateur a été en permanence dans la classe. Les élèves (9½ et 10 ans) travaillaient en équipe de deux et ces équipes ont changé à quelques reprises.

3.2 Déroulement des activités en classe

Chaque équipe travaillait à l'ordinateur durant une heure par semaine. Les chercheurs rencontraient chaque équipe pendant une demi-heure par semaine. En deux semaines, nous rencontrions toute la classe. Des collectifs avaient lieu périodiquement pour lancer de nouvelles idées ou pour faire la synthèse des problèmes rencontrés ou des succès vécus.

3.3 Grilles d'observation (annexe 1)

Après avoir observé les élèves s'approprier les premières primitives Logo, certains éléments sont ressortis et nous ont permis de créer une 1ère grille à propos du concept d'angle. La fonction essentielle de cette grille est de nous indiquer des points de repère sur le comportement de l'élève. Ces éléments devraient nous permettre de caractériser la nature de leur compréhension de ce concept.

Commentaires: L'observation globale de toutes les équipes en situation de travail est très difficile. Cette grille s'est avérée efficace uniquement pour préciser des étapes dans l'évolution de ce concept. En 1984-1985, nous devrons choisir quelques équipes et les suivre tout au long de l'expérience et faire des entrevues en utilisant les éléments de la grille. Nous devrons expliciter davantage cette évolution.

3.4 Matériel didactique

Nous avons créé à la fin de la 1ère étape un matériel (rapporteur géant) afin de faciliter la compréhension des déplacements de la tortue. L'activité a été rapidement maîtrisée par les élèves. Ils ont même créé leur propre jeu avec ce matériel.

Vitesse au ralenti: on a diminué la vitesse de rotation de la tortue afin que les élèves voient ce qui se passe. En une rencontre, beaucoup d'élèves ont saisi ce que la tortue faisait pour DR 45 par exemple. Il serait important d'utiliser la vitesse au ralenti au début de l'apprentissage. Les estimations des élèves se sont améliorées et la notion de rotation a pris tout son sens. Les élèves ont repris confiance et risquent de nouvelles orientations (angles) dans leur projet.

3.5 Le didacticiel "labyrinthe" (annexe II)

Ce jeu qu'on a utilisé à la fin de la seconde étape a pour but d'identifier la facilité qu'ont les élèves à estimer la distance à parcourir en ligne droite (en pas de tortue), l'orientation à donner, donc la mesure de l'angle et surtout la stratégie utilisée pour corriger s'il y avait erreur.

Commentaires:

- Le didacticiel nous révèle avec beaucoup d'intérêt l'acquisition par l'équipe de sa capacité à estimer.
- Il y a beaucoup d'information de contenu dans la trace laissée par l'équipe (annexe IV; un exemple).
- Certains tournants dans le labyrinthe nous laissent perplexes. Une étude plus poussée sera faite à l'automne 1984 à propos de ce jeu.
- On peut poser des hypothèses quant au type de compréhension: intuitive ou mathématisation initiale selon les critères caractérisant chacun de ces deux niveaux. Pour certaines équipes, nous avons des indices d'une compréhension de deuxième niveau et d'autres pasv

- Le jeu devra être repris en 1984-1985, mais avec des cas individuels et non des équipes.
- La relation grille d'observation et jeu permet de croire qu'il y a une bijection entre les deux.

3.6 Devinettes (annexe III)

C'est un questionnaire que nous avons préparé pour la fin de la session. Le but était de s'informer sur la facilité qu'ils avaient individuellement à programmer et de caractériser si possible la compréhension du type: mathématisation initiale.

Nous avons utilisé la grille d'observation pour construire ce questionnaire. L'analyse des résultats nous permet d'énoncer au moins les deux hypothèses suivantes:

a) Les élèves ont compris ce qu'est un programme et peuvent l'améliorer au besoin.
b) La plupart des élèves sont capables d'estimer et de mesurer des angles de 30°, 45°, 60°, 90°, 135°, 180° et 360° dans le contexte précis de l'apprentissage vécu.

Sur cet aspect, nous pouvons conclure que nous devrons, en 1984-1985, établir des critères spécifiques au concept d'angle pour indiquer la nature de la compréhension. À cette étape-ci de la recherche, nous ne pouvons, suite aux diverses analyses des résultats obtenus, faire que des hypothèses comme celles-ci:

Si les élèves qui réussissent à simplifier DR 90 DR 45 par DR 135, ils ont un comportement mathématique qui indique une compréhension dite de mathématisation initiale; de même que si:

DR 90 DR 90
GA 90 ils font GA 180
GA 90

Ces informations que nous avons recueillies au cours de cette recherche exploratoire devront être analysées et les instruments améliorés.

Annexe I Grille d'observation

Grille d'observations à propos de la notion d'angle

but: Mieux comprendre la nature de la compréhension qu'ont les élèves de..

Objets d'observation \ Elèves						
Angles (α)						
Vocabulaire utilisé						
$\angle^{int}$; $\angle^{ext}$.						
Gauche; droite						
Construction: Abandon Persistance Succès						
α Cherché: agrandir Diminuer Égal						
Rotation (α)						
sens. rot.						
Vocabulaire utilisé						
Besoin de mimer: crayon, écran, corps						
m (α) mesure						
Choix au hasard						
Estimation grossière						
Estimation assez juste						
Mesure exacte						
Nombre favori						

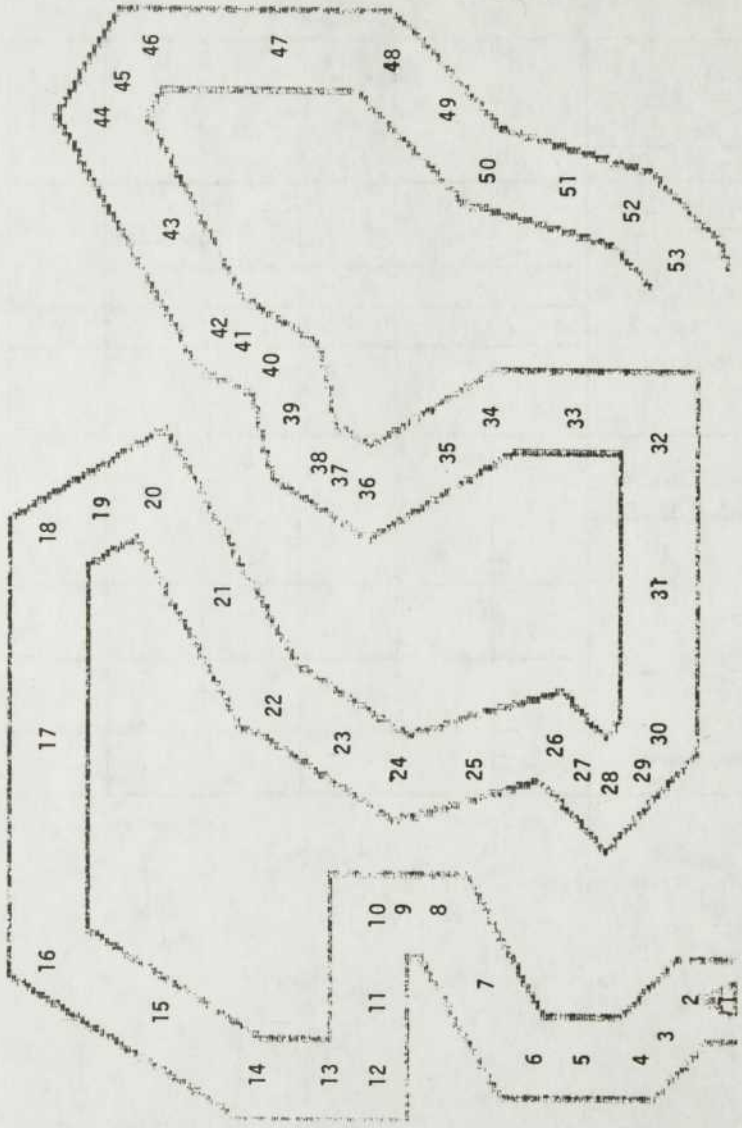
Remarques: On peut noter selon la fréquence d'utilisation (numériquement) ou littéralement

Grille d'observation (suite)

Élèves / Objets d'observation						
Opérations						
$\alpha_1 + \alpha_2$ = droit						
$\alpha_3 + \alpha_4$ = plat						
DR + GA = état init.						
$\Sigma\alpha_i$ pour un résultat cherché						
Comportement devant une difficulté à trouver la mesure						
Abandonne						
Chemin inverse						
Étape par étape						
Court-circuite les étapes						
Modifie son parcours						

Remarques:

Annexe II - Le labyrinthe



1	AV 10 1.85
2	GA 45 2.78
3	AV 20 1.71
4	DR 45 1.78
5	AV 30 1.57
6	DR 60 3.21
7	AV 40 1.64
8	GA 60 2.35
9	AV 20 1.71
10	GA 90 1.21
11	AV 40 2.
12	DR 90 1.
13	AV 30 1.85
14	DR 30 2.85
15	AV 60 2.57
16	DR 60 2.71
17	AV 100 2.71
18	DR 60 2.57
19	AV 30 2.78
20	DR 90 3.35
21	AV 60 2.14
22	GA 30 3.28
23	AV 40 2.21
24	GA 45 2.28
25	AV 40 1.78
26	DR 60 2.71
27	AV 20 1.71
28	GA 90 3.57
29	AV 20 1.92
30	GA 45 2.92
31	AV 80 2.64
32	GA 90 1.64
33	AV 40 1.85
34	GA 30 2.57
35	AV 40 1.92
36	DR 60 2.07
37	AV 20 2.14
38	DR 45 2.57
39	AV 20 1.85
40	GA 45 1.78
41	AV 20 1.57
42	DR 30 2.07
43	AV 60 2.07
44	DR 60 3.14
45	AV 20 1.57
46	DR 60 2.07
47	AV 60 1.78
48	DR 45 2.14
49	AV 40 1.92
50	GA 30 1.92
51	AV 40 1.5
52	DR 30 1.78
53	AV 20 1.5

Annexe III

Quelques devinettes pour toi

Nom: _____

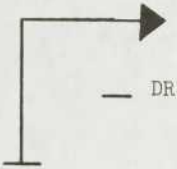
I

Quel angle dois-je choisir pour que la tortue dessine le trajet indiqué? (estimation)

a) DR ____



b) ____ DR



c) DR ____

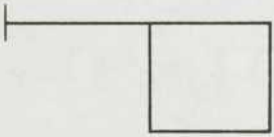


d) GA ____



II

Peux-tu me dire lequel des programmes permet de dessiner cette figure? Fais un crochet dans la case de ton choix.



Programme 1 ☐

```
AV 20
REP 4    [AV 30    DR 90]
CT FIN
```

Programme 2: ☐

```
DR 90
AV 20
REP 4    [AV 30    DR 90]
CT FIN
```

Programme 3:

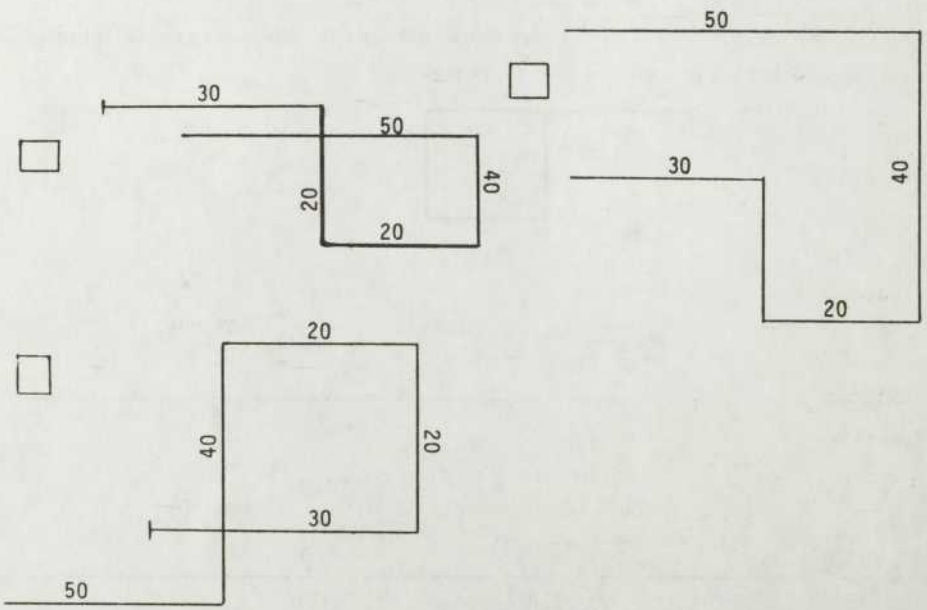
DR 90
AV 20
REP 4 [AV 30 GA 90]
CT FIN

III

Laquelle des figures correspond au programme suivant?

DR 90
AV 30
DR 90
AV 20
GA 90
AV 20
FA 90
AV 40
GA 90
AV 50

Fais un crochet dans la bonne case



IV

J'ai fait le programme suivant mais il est trop long. Peux-tu le raccourcir et obtenir la même figure?

Mon programme

```
pour cadre

AV 35
DR 90
AV 35
DR 45
DR 45
AV 35
GA 90
DR 90
DR 90
AV 35
CT
FIN
```

Ton programme

PÉDAGOGIE DU LANGAGE LOGO À LA MATERNELLE

Angéline Demers
École Notre-Dame de l'Assomption, Chicoutimi
Benoît Dubuc
Université du Québec à Chicoutimi

Seymour Papert (1980) nous a offert un outil informatique adapté à la réalité enfantine. Puisque l'enfant aime le dessin comme moyen d'expression et de communication, le langage LOGO peut répondre à cet intérêt. Il peut de fait produire un dessin en procédant par étapes, à condition d'en prévoir la séquence. Cette capacité de prédiction nécessite des opérations mentales que seul un enfant au stade opératoire concret est capable d'exécuter, nous disent B.J. Barnes et Shirley Hill (1983). Doit-on conclure comme eux à l'impertinence d'introduire les enfants pré-opératoires de maternelle au langage informatique LOGO?

Avant de répondre à cette question, soulignons que si Papert a su développer le langage LOGO en se fondant sur l'épistémologie piagétienne, il ne nous l'a pas présenté en termes pédagogiques. C'est pourquoi nous visons ici à mettre au point une pédagogie de ce langage. Nous pensons que le jeune enfant qui porte un intérêt très sérieux à la langue et qui travaille intensivement à en assimiler les règles, possède tout ce qui est nécessaire pour acquérir les fondements du langage LOGO.

C'est parce que LOGO définit toutes ses commandes qu'il est un langage. C'est un outil qui n'accepte pas l'erreur et par conséquent, il oblige à un usage rigoureux. Il obéit strictement aux commandes qui lui sont faites sans qu'il puisse y avoir méprise de signification. Un enfant qui l'utilise fait face de façon objective à la réalité qu'il produit. De la sorte, l'usage de LOGO sur un micro-ordinateur peut devenir un outil didactique permettant à un enfant d'organiser son intelligence par lui-même de façon indépendante.

Nous pensons qu'au niveau de la maternelle, il est possible d'intéresser un enfant aux rudiments de ce langage. LOGO comme outil nous apparaît offrir des possibilités pédagogiques du même ordre que les "appareils didactiques" mis au point par Maria Montessori (1965) en autant que les mêmes principes de construction les régissent.

Montessori a conçu ces appareils selon une philosophie visant le développement intellectuel de l'enfant. Son but était double: 1) faire en sorte que l'enfant employant ces appareils acquiert par lui-même les concepts de base nécessaires à une compréhension intelligente de la réalité qui l'entoure; 2) donner au pédagogue le rôle de diriger les travaux-jeux dans l'environnement préparé.

Ce sont ces deux principes qui inspirent notre recherche d'une pédagogie du LOGO à la maternelle.

Objectifs

Notre objectif fondamental est de faire en sorte que l'enfant apprenne spontanément de lui-même en travaillant-jouant dans un environnement préparé. Pour arriver à cette fin, nous cherchons à développer un appareil didactique gradué. Cet appareil proposerait un défi à l'enfant, ce qui le rendrait attrayant et ce qui, par conséquent, provoquerait sa motivation à en comprendre le fonctionnement. Sa quête de compréhension aura comme résultat l'apprentissage des notions en jeu. Nous voulons cet appareil gradué pour faire en sorte que le défi rencontré par l'enfant soit constamment renouvelé à un niveau supérieur.

Opérationnellement, nous cherchons dans un premier temps à identifier les concepts de base rattachés à l'usage du LOGO. Parallèlement et dans un second temps nous tentons d'élaborer les règles d'organisation de l'environnement qui permettront cet apprentissage. L'objectif pédagogique visé est de faire en sorte que l'enfant rencontre ses propres critères de succès pour que l'apprentissage soit autorenforçant par ses résultats. Plus particulièrement, nous cherchons à identifier les habiletés préalables à LOGO pour ainsi constituer un ou des appareils didactiques rendant intéressant

l'exercice de ces habiletés. Nous visons à faire en sorte que la pleine intégration de ces habiletés ait comme conséquence que l'usage du LOGO itégral aille de soi, c'est-à-dire que l'enfant devienne prêt à apprendre de lui-même LOGO.

Pour sa part, l'enseignante devient directrice des travaux. Cette tâche consiste à introduire l'enfant au maniement de l'appareil. Son principal instrument de travail est l'observation de l'enfant en action. L'observation fait en sorte qu'elle évite d'être une entrave à l'activité spontanée de l'enfant pour se limiter à n'intervenir que lorsque le maniement de l'appareil didactique va à l'encontre de la nature de la fonction pour laquelle il est conçu.

Notre but est donc de développer une approche centrée sur l'enfant en vertu de laquelle l'enseignante a le rôle extrêmement important de préparer un environnement stimulant l'apprentissage de notions infomatiques spécifiques.

Sujets

Pour entreprendre l'expérience, nous avons préparé des leçons pour sept enfants mal-entendants fréquentant l'école Notre-Dame de l'Assomption de Chicoutimi. C'est à l'invitation du directeur de l'école que ce projet du GREL fut introduit à l'école. Les enfants de maternelle avaient entre 4 ans et 6 ans au début de l'étude. Les résultats que nous présentons portent sur trois mois de travaux préliminaires, ce qui représente entre cinq et sept séances de 60 minutes avec le micro-ordinateur. Le fait que les enfants aient été mal-entendants ne nous est pas apparu un handicap pour eux dans la mesure où notre approche visait à ce que chacun soit le maître de son propre apprentissage. Dans cette perspective nous rejoignons les propos de Francine Bonnier (1984) de Montréal.

Appareil

Nous avons travaillé à l'aide de quatre micro-ordinateurs Commodore-64. Le "LOGO" était celui de Commodore en français. Nous avons mis au point un programme "PETIT LOGO" (Girard et Boivin, 1984) fonctionnant à même LOGO et permettant la simplification des commandes. Ainsi A remplace AV 10, R remplace RE 10, G, GA 30 et D, DR 30. Il y a aussi des commandes pour l'apparition et la disparition de la tortue, le nettoyage de l'écran, en plus d'une commande pour les couleurs.

Démarche pédagogique

Notre contexte de travail initial visait à amener l'enfant à se servir du micro-ordinateur pour concevoir des programmes LOGO. Nous pensions pouvoir développer l'esprit algorithmique en distinguant et simplifiant les éléments permettant la conception d'un algorithme. Ainsi, trois leçons furent mises au point.

Première leçon: Introduction à l'appareil

1. Récapitulation en classe des notions de couleurs à l'aide de fiches colorées et du langage signé.
2. Observation de l'appareil, vocabulaire utilisé traduit en français signé: micro-ordinateur, clavier, disquette, ...
3. Démonstration par le professeur, touches utilisées pour entrer le logo dans l'espace de travail.
4. Utilisation des touches pour faire apparaître 9 couleurs.
5. Manipulation par les enfants, expérimentation.
6. Inscription graphique.

Matériel utilisé:

1. 2 fiches de soutien.
2. 9 fiches (cartons): C1 = blanc, C2 = rouge, C6 = bleu, C7 = jaune, C9 = orange, C5 = vert, C11 = gris, C10 = rose, C0 = noir.

Deuxième leçon: Introduction aux primitives

1. Démonstration par le professeur qui fait apparaître la tortue. Utilisation des touches: avance, recule, vide-écran.
2. Simulation avec matériel auxiliaire: une tortue géante. Expérimentation ludique: utilisation des notions avance, recule, vide-écran, dans une grande salle.
3. Inscription graphique.

Matériel utilisé

1. Deux fiches de soutien.
2. Fiches A = avance
   R = recule
   V = vide-écran.
3. Fabrication d'une tortue géante en carton en classe.

Troisième leçon: Approfondissement des primitives

1. Démonstration avec explication des primitives: A, R, V.
2. Expérimentation par les élèves.
3. Inscription graphique.
4. Dessin libre

Matériel utilisé:

Même que leçons précédentes

Résultats

Les élèves ont travaillé un à un avec leur enseignant devant le micro-ordinateur. Cette façon de procéder nous permettait de saisir les difficultés de l'enfant lorsque celui-ci cherche à réaliser ce qui lui est demandé. Les résultats obtenus en six ou sept séances montrent que certains enfants arrivent à posséder chacun des éléments de base pour commencer à

envisager la réalisation de projets. Après sept séances, deux enfants tentaient de reproduire à l'écran un dessin qu'ils avaient eux-mêmes tracé. Ils rencontraient alors leurs premières difficultés à ce niveau en cherchant à reproduire quelque chose de beaucoup trop complexe pour leurs habiletés acquises.

L'observation régulière des enfants au travail nous a amenés à des constatations. Nous envisageons orienter nos travaux en fonction de celles-ci parce qu'elles nous apparaissent mieux rencontrer nos objectifs. Nous avons noté qu'il y avait toute une dimension sensorielle à mieux exploiter pour fabriquer notre appareil didactique. En effet, les enfants ont fait preuve d'un intérêt certain à appuyer, à manipuler les touches du clavier et à discriminer les objets sur l'écran. Donc, nous pensons qu'il serait pertinent de passer par cet intérêt pour l'acquisition des rudiments en question. Nous devons admettre également que la démarche que nous avons adoptée rendait l'acquisition des habiletés très dépendante de l'enseignant. Nous contredisions ainsi notre objectif d'indépendance de l'enfant. C'est en quelque sorte un peu trop l'enseignant qui constitue le cadre de travail et pas suffisamment la tâche. C'est pourquoi nous pensons qu'une réorientation plus axée vers la dimension sensorielle pourrait remettre à l'enfant toute son indépendance et ses objectifs.

Il nous apparaît intéressant à ce stade, de penser à une pédagogie prenant racine plus directement sur l'usage des sens, chez le jeune enfant. Nous travaillerons dans cette voie à mettre au point un appareil didactique favorisant l'exercice de cinq éléments sensoriels:

1. Discriminer la direction de la tortue
2. Presser une touche et observer le résultat.
3. Presser une touche de façon répétée.
4. Choisir une direction.
5. Construire une série d'instructions.

Conclusion

Les quelques résultats dont nous pouvons faire état sont les premiers éléments de ce qui constituera notre appareil didactique dédié à l'apprentissage de l'informatique. Ils sont le résultat d'observations du comportement de chaque enfant qui nous dicte par ses gestes ses intérêts.

Remarquons que le programme que nous utilisons, PETITLOGO, fait tout de même appel à l'usage de lettres de l'alphabet, ce qui constitue une limite. De fait, les enfants ne sachant pas lire pour la plupart d'entre eux à ce niveau, nous nous demandons quels devraient être les agencements à faire entre l'apprentissage de l'informatique et celui de la langue écrite.

De plus, nous devons déplorer les trop fréquentes pannes qui ont affligé l'expérience lors de l'utilisation des micro-ordinateurs. Ce problème technique sera résolu pour l'année scolaire qui commence de sorte que le travail des enfants pourra s'en trouver augmenté. Heureusement, nous n'avons pas observé de baisse d'intérêt chez aucun des enfants.

Nous demeurons encouragés par ces résultats préliminaires et nous entendons poursuivre notre objectif avec un intérêt plus soutenu. Nous aimerions pouvoir répondre plus spécifiquement aux questions concernant la graduation de l'appareil didactique. Il faudra tenir compte pour cela, de la relation entre l'apprentissage de l'informatique et celui de la langue écrite, des mathématiques et du schéma corporel.

Ce qui alimente notre motivation, c'est fondamentalement l'observation de la totale concentration de l'enfant dans notre activité où il-elle essaie de maîtriser une fonction particulière de ce langage. Ce phénomène constitue le principal critère de la pédagogie que nous recherchons. Dans ces moments, l'enfant apprend en complète indépendance et c'est cette indépendance que nous visons ultimement à faire éclore. Voilà comment nous aspirons à voir se construire l'indépendance de caractère nécessaire à une vie adulte intelligente, créatrice et imaginative. L'apprentissage du

langage LOGO par l'usage d'un appareil didactique approprié s'inscrit dans cette perspective.

Bibliographie

BARNES, B.J. & HILL, S., Should Young Children Work with microcomputers. Logo Before Logo? The Computing Teacher, Volume 10, Number 9, May 1983.

BONNIER, F., Les micro-ordinateurs, le langage Logo, les enfants, la surdité. Manuscrit non-publié. Montréal: Ecole Gadbois, 1984.

GIRARD, J.D. et BOIVIN, Y., Petit Logo: didacticiel. Chicoutimi: UQAC, 1984.

MONTESSORI, M., Dr Montessori's Own Hanbook. New York: Schocken Books, 1965.

PAPERT, S., Jaillissement de l'esprit: ordinateur et apprentissage. New York: Flammarion, 1980.

DÉVELOPPEMENT ET EXPÉRIMENTATION DE QUELQUES LOGICIELS POUR LES ÉLÈVES DU SECONDAIRE PROFESSIONNEL EN ÉQUIPEMENT MOTORISÉ ET EN HYDROTHERMIE

Khamlay Mounivongs
Marc Fortin
Jean-Claude Vachon
Rodrigue St-Laurent
Université du Québec à Chicoutimi

La communication comporte trois parties: historique et objectifs du projet, utilisation de micro-ordinateur, évaluation des apprentissages faits par ordinateur.

PREMIÈRE PARTIE

HISTORIQUE ET OBJECTIFS DU PROJET

Le projet de recherche a débuté en janvier 1982 avec la collaboration de la polyvalente Dominique-Racine de Chicoutimi. L'équipe universitaire entreprit de préparer et de donner elle-même aux élèves de deux classes de secondaire V en équipement motorisé, une série de cours portant sur quelques notions scientifiques: atome, élément, molécule, réaction chimique, chaleur, ... Ce contact avec le milieu scolaire fut et demeure très profitable; il permet aux chercheurs de:

a) constater le degré de vulgarisation des notions de sciences qu'ils enseignent;

b) de mieux connaître les caractéristiques du milieu de l'enseignement professionnel.

A) Problématique

1. Plusieurs élèves sinon la plupart d'entre eux, ne possèdent que partiellement ou très peu les notions de sciences de base.

2. La forme d'enseignement des disciplines scientifiques pratiquées habituellement et le contenu de ces matières ne semblent pas convenir à leurs intérêts.

3. L'enseignement professionnel porte les élèves à manipuler sans comprendre suffisamment les principes physiques reliés à la technique.

B) Buts et objectifs

Les buts et objectifs poursuivis se résument ainsi:

1. Développer une méthodologie permettant l'intégration de notions de sciences de base dans les cours d'enseignement professionnel.

2. Rendre l'élève capable:

   - de comprendre les concepts physique qui sous-tentent le fonctionnement des divers appareils qu'il étudie et utilise;
   - de relier des phénomènes se manifestant dans des lieux ou instants différents mais dus à des causes de même nature.

3. Donner à l'élève une formation plus complète afin de le rendre apte à s'adapter à l'évolution technologique.

La réalisation de ces objectifs apporterait, du moins en partie, une solution aux problèmes mentionnés plus haut.

C) Vulgarisation des notions de sciences

Si nous avons employé le terme "vulgarisation" dans ce titre malgré son caractère habituellement péjoratif, c'est, qu'ici, ce caractère est effacé par notre souci constant du respect de la rigueur scientifique et ne traduit donc que notre effort délibéré de nous mettre au niveau de la clientèle scolaire visée.

On peut distinguer deux manières différentes de réaliser cette vulgarisation:

1) par la préparation d'interventions pédagogiques à l'intérieur du cours théorique d'une classe d'équipement motorisé (mécanique diesel);

2) par la préparation de didacticiels destinés aux élèves d'équipement motorisé et d'hydrothermie (nous reviendrons sur cette partie).

En ce qui concerne la première voie, faisons quelques remarques pour dégager les caractéristiques de notre approche. Il peut paraître "vieux jeu" de préparer encore des cours, mais il y a certains aspects nouveaux dans notre façon de procéder.

La durée de ces cours est limitée à une demi-heure pour éviter un phénomène de saturation pour les élèves et aussi pour pouvoir intégrer plus facilement ces cours dans l'horaire d'une classe normale.

Cette formule d'enseignement "par cours" permet de présenter les notions de base d'une manière plus structurée, plus logique et évite plus facilement les redondances que dans la formule "par intégration dans les modules" qui, elle, est peut-être plus motivante et qui passe plus en douceur.

D) Préparation

Le groupe universitaire élabore surtout le substrat scientifique: sélection des notions de base, leur séquence, les définitions et la terminologie utilisées, les expériences et les démonstrations ... puis présente son projet de cours à l'assentiment du groupe. Il est à noter que le choix des exemples est une de nos principales préoccupations: il faut qu'ils soient liés à l'environnement immédiat de l'élève ou de son métier: corps humain, objets familiers et aussi moteurs et tout l'équipement d'un véhicule automobile. De là l'importance essentielle des discussions à l'intérieur du groupe tout entier pour adapter le niveau de nos cours, augmentant ainsi la compréhension et la motivation.

Il faut de plus noter que nous ne donnons aux équations mathématiques qu'une importance secondaire pour nous attacher davantage aux phénomènes physiques eux-mêmes.

E) Présentation des cours

Elle se fait dans le cadre assez rigoureux que nous nous sommes fixés, nous suivons en effet un plan de préparation détaillé comprenant notamment la description des objectifs scientifiques et pédagogiques, un résumé de la leçon et une suggestion de lectures.

F) Évaluation

Cette évaluation comporte deux parties: évaluation des apprentissages et évaluation des aptitudes.

1. Évaluation des apprentissages

Il s'agit de l'évaluation de l'apprentissage des notions de sciences physiques. La première évaluation a eu lieu à la fin de la série des trois premiers cours. La seconde a eu lieu à la fin des trois cours suivants. La moyenne du premier test est de 75% et celle du deuxième test est de 55%. Bien que ces résultats ne soient que moyens, il est tout de même

encourageant de voir qu'à défaut d'avoir acquis un bagage complet dans ce domaine, les élèves ont eu leur intérêt éveillé pour les sciences physiques; cela s'est notamment traduit par toutes sortes de questions montrant clairement qu'ils avaient bien compris certaines choses et qu'ils souhaitaient en savoir davantage.

2. Évaluation des attitudes

Il s'agit dans ce cas d'un test des attitudes des élèves à l'égard des sciences physiques en général et des cours de sciences physiques en particulier. Le même test est soumis deux fois: la première au début d'octobre, avant toute intervention de notre part; la deuxième, au début d'avril, après notre intervention pédagogique. Les réponses aux deux tests apparaissent assez différentes, les opinions émises la première fois semblent hésitantes et plus déterminées la deuxième.

À partir de cette expérience, Monsieur Marc Fortin est chargé de développer et d'expérimenter quelques logiciels pour les élèves du secondaire professionnel en équipement motorisé et en hydrothermie et Monsieur Jean-Claude Vachon a tenté d'observer le comportement des élèves au moment de l'apprentissage et d'évaluer le rendement de cet acte.

DEUXIÈME PARTIE

DÉVELOPPEMENT DES LOGICIELS

Introduction

Dans cette présentation nous désirons vous faire part de nos travaux de recherche à l'UQAC sur l'utilisation des micro-ordinateurs en enseignement professionnel. Cette recherche fait partie d'un projet de groupe plus important dont l'objectif principal vise à intégrer les notions de sciences de base au contenu technique.

Quand on aborde une recherche en développement de logiciels, la première question qui se pose est: quels sont les sujets d'étude les plus appropriés à ce mode d'enseignement? Il est faux de penser que tous les sujets d'étude puissent être enseignés efficacement par les moyens informatiques, c'est-à-dire par les micro-ordinateurs. Il faut penser en termes d'efficacité de l'apprentissage et que le temps de l'élève est précieux. C'est en connaissant les caractéristiques propres des ordinateurs et les habiletés propres à ces machines que l'on doit rechercher les sujets qui s'y prêtent le mieux. Et il ne faut jamais oublier l'élève à qui s'adresse le matériel didactique.

Logiciels

On a développé trois logiciels: le micromètre, les symboles de soudure, la pression hydrostatique, pour les élèves du secteur secondaire professionnel en équipement motorisé et en hydrothermie. Le premier logiciel a été expérimenté dans deux classes de la polyvalente Dominique-Racine de Chicoutimi.

A) Le micromètre

Le micro-ordinateur se prête très bien ici pour montrer le principe de la mesure avec le micromètre ainsi que pour développer chez l'élève une certaine habileté à lire exactement le micromètre (le lire correctement du premier coup). Ce logiciel comporte:

1. une phase d'introduction: comment fonctionne l'instrument et comment se fait la lecture;

2. une phase d'exercice pratique: les problèmes sont générés de façon aléatoire, l'élève inscrit la réponse et il obtient un commentaire de l'ordinateur suivant que la réponse est bonne ou fausse;

3. un test: le test comprend dix (10) problèmes du même type que dans l'exercice précédent et les bonnes réponses sont comptabilisées et mises en mémoire. L'élève doit répondre exactement du premier coup.

B) Les symboles de soudure

Nous avons développé un ensemble de programmes de langage Pascal à l'intention des élèves d'hydrothermie. L'objectif est de leur enseigner un sujet bien particulier de leur curriculum technique: les symboles graphiques standards utilisés en soudure. Ce n'est évidemment pas un sujet de sciences de base bien qu'il soit fondamental pour ces élèves en termes de métier technique, et au dire des enseignants, ce sujet présente des difficultés à l'apprentissage et aussi pour l'enseignant.

Le logiciel comprend trois éléments distincts pour les besoins de la programmation:

1. Une unité où sont concentrées les procédures graphiques et les fonctions.
2. Un fichier texte pour toute l'information littérale.
3. Des programmes leçons.

Pour l'élève qui s'assoit devant l'ordinateur, la structure des programmes est tout à fait transparente. Il est amené à apprendre successivement les leçons I, II, III, etc. Le coeur de ce logiciel est l'unité où sont concentrées les procédures graphiques et les fonctions.

Les programmes leçons contiennent à la fois du texte et du graphisme. Ils appellent alternativement des portions de texte suivies de parties graphiques.

- Après chaque leçon, il y a un questionnaire qui sert à vérifier si l'élève a compris et mémorisé les informations pertinentes et s'il manque une question, le programme le fait revenir sur la partie

qui a été mal assimilée puis il y a retour au questionnaire là où il était rendu.

. On lui montre le rôle de chacun des huit (8) éléments du symbole de soudage.

C) La pression hydrostatique

Pour se rappporcher de l'objectif du projet qui porte sur l'intégration des notions de sciences de base, on a développé une première version d'un logiciel qui a pour objectif de faire découvrir à l'élève la loi de variation de la pression hydrostatique dans un fluide (liquide) au repos. On place l'élève dans une situation de simulation d'expérience dans laquelle avec un manomètre parfait et un bassin contenant un liquide de son choix, il peut mesurer la pression à différentes positions. On fait apparaître un tableau de données donnant pour chaque essai la position du manomètre et la valeur de la pression en kPa. On veut faire découvrir à l'élève la relation qui exprime la loi de variation de la pression avec la profondeur dans un liquide au repos. Nous croyons que ce genre de logiciel que l'on veut très interactif va nous apporter une richessse d'information lors de l'expérimentation.

TROISIÈME PARTIE

EXPÉRIMENTATION ET ÉVALUATION

Le didacticiel portant sur l'apprentissage de la lecture d'un micromètre a fait l'objet de deux expérimentations auprès des élèves de niveau secondaire IV, option équipement motorisé.

Lors de la première rencontre, neuf (9) élèves ont eu l'occasion d'expérimenter le didacticiel. A tour de rôle, ils se sont présentés dans un local adjacent au laboratoire où ils réalisent habituellement leurs exercices pratiques. Deux observateurs étaient présents lors de cette rencontre dans le but de vérifier si le didacticiel était au point. Après leur avoir donné quelques directives concernant l'objectif de notre présence et de la

manière d'utiliser un micro-ordinateur, l'élève était invité à prendre connaissance du contenu exposé sur l'écran.

Cette première expérience nous a permis de constater que plusieurs élèves ont de la difficulté à calculer mentalement des fractions décimales. La très grande majorité des élèves éprouvent de la difficulté à additionner les dixièmes de millimètre du curseur aux centièmes de millimètre du tambour.

Lors de la deuxième rencontre, les deux observateurs conviennent de modifier la démarche précédemment suivie. Ainsi, au lieu d'inviter l'élève à utiliser immédiatement le micro-ordinateur, on lui demande d'effectuer deux lectures pour mesurer l'épaisseur d'une plaque. La première mesure se réalisera au moyen d'un micromètre gradué en unités du système anglo-saxon et la seconde à l'aide d'un micromètre métrique. Le but est de vérifier si l'élève est capable d'effectuer ces deux lectures. Cette étape sera suivie de l'apprentissage sur le micro-ordinateur. Lorsque cette deuxième étape sera complétée, l'élève aura à mesurer à nouveau l'épaisseur d'une autre plaque de métal avec les deux mêmes micromètres. Dans tous les cas, les résultats des élèves se sont améliorés d'une façon significative par l'apprentissage sur le micro-ordinateur.

LES MOTS DU FEED-BACK DANS LA BOUCHE D'UN ORDINATEUR

J.M. Van der Maren
Université de Montréal

1. Le problème

L'observation courante confirme les travaux de Zahorik (1968) à savoir que les messages évaluatifs (feed-back) donnés par les professeurs aux élèves sont en général brefs et stéréotypés.

Nous distinguons ici le message évaluatif du commentaire évaluatif par lequel le professeur fournit aux élèves des indices ou des explications lui permettant de comprendre et d'améliorer sa performance. Bien que recommandé, le commentaire n'est pas une pratique répandue quand les maîtres ont 27 élèves dans leur classe: l'environnement restreint l'idéal.

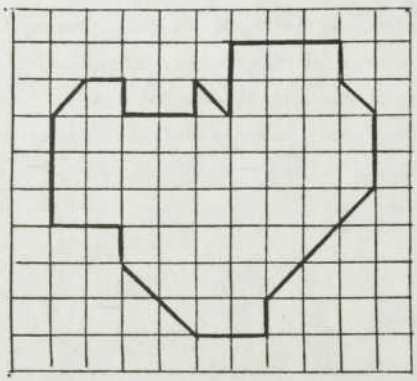
Les didacticiens, comme par exemple Allen et Ryan (1972) ont recommandé de varier les mots utilisés dans les messages évaluatifs afin de maintenir en éveil la relation éducative.

Cependant certains travaux, en condition de laboratoire utilisant comme sujets des étudiants de premier cycle universitaire, montrent que la variation dans le contenu lexical du message évaluatif n'est pas sans effets (Van der Maren, 1983). En simplifiant ce qui est plus nuancé, on y a noté a) que la variation du contenu lexical produit sur la performance des écarts non négligeables en termes de temps et d'erreurs, b) qu'une loi générale ne peut être formulée étant donné des variations interindividuelles, c) que les effets des termes utilisés sont aussi fonction du contexte et de la structure de la tâche proposée aux sujets, et d) que les expressions les plus neutres et les plus fréquentes (O.K., oui, non ...) semblent les plus efficaces.

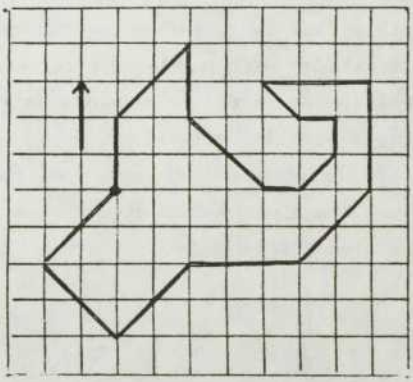
La question que nous posons est: En est-il de même lorsque la tâche est gérée par ordinateur? Ce n'est pas par intérêt pour les applications pédagogiques de l'ordinateur que nous avons entrepris cette recherche mais parce que lors des expériences avec expérimentateurs humains nous avons relevé les problèmes méthodologiques suivants: a) Les mesures de temps prises par un expérimentateur humain sont grossières et entâchées d'erreurs (divers délais) alors que l'ordinateur permet une décomposition de la tâche (mesures plus fines) et des enregistrements plus précis. b) L'émission des feed-back était agrémentée d'intonations, de gestes et de mimiques sinon de pauses liées aux sympathies et à la performance des sujets; l'ordinateur permet une communication standardisée. Cependant, si la relation humain-ordinateur est aseptisée du point de vue de l'ordinateur-expérimentateur, on sait que les sujets projettent dans cette relation diverses images et risquent de lui donner des connotations inattendues. Nous allons donc comparer les résultats d'expériences conduites avec des expérimentateurs humains d'une part et gérée par un ordinateur d'autre part mais ayant toutes soumis les sujets à une même tâche.

2. La tâche expérimentale

La tâche consiste à deviner trait par trait le pourtour d'une figure géométrique quelconque dont voici deux exemples. Ces figures extraites de la thèse de J. Simon (1972) ont un degré de difficulté équivalent calculé par leur pourcentage de redondance.



Redondance: 12,50%



Redondance: 12,58%

3. Procédure

3.1 Lecture de la consigne

Distinguant les expériences conduites par un humain ("H") et l'expérience de la tâche gérée par ordinateur ("O") on peut établir la comparaison suivante:

"H" lecture par le sujet et l'expérimentateur (à haute voix) d'un texte écrit présentant:

a) le but de la tâche
b) les contraintes de construction des figures (nombre de traits, figures fermées, traits qui ne se recoupent ni ne se recouvrent, etc.)
c) les règles d'interaction entre le sujet et l'expérimentateur.

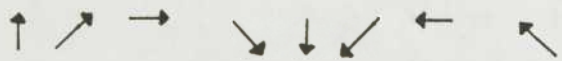
"O" consigne présentée sur l'écran en 30 séquences (phrases) selon le rythme choisi par le sujet (en pressant sur la commande "next") et contenant:

a) et b) idem qu'en "H"
c) les principes de maniement et d'interaction avec l'ordinateur
... Lui, c'est un "Platon" de Control Data (CDC).

3.2 Déroulement

Après avoir lu la consigne et noté quelques renseignements biographiques, la tâche se déroule selon la séquence qui suit:

a) choix par le sujet d'une des huits orientions possibles:



b) émission du feed-back par "H" ou "O"
c) . si le feed-back est positif
— en "H", le sujet dessine le trait
et retourne en a)

— en "0", le sujet commande le dessin du trait, et après son affichage sur l'écran retourne en a)

. si le feed-back est négatif, retour en a).

La séquence a) b) c) se répète jusqu'au dessin complet de la ligne.

3.3 Les feed-back

Six paires de mots ont été utilisés, le premier de chaque paire étant considéré comme positif, l'autre comme négatif. Soit:

oui-non
correct-incorrect
bon-mal
parfait-erreur
dessine-cherche
trace-réfléchis

La même paire est utilisée tout au long d'une figure.

3.4 Les plans d'expérience

Nous distinguerons quatre types d'expériences:

"H"1 ... Deux expériences selon un plan carré gréco latin, avec rotation au hasard des sujets, des figures (équivalentes) et des feed-back. Le canal de communication y fut la voix humaine en direct.
Nombre de sujets: 12, soit deux fois six sujets confrontés chacun aux six feed-back émis sur six figures équivalentes par expérience.

"H"2 ... Deux expériences menées selon un plan expérimental classique de six groupes de 10 sujets, chaque groupe recevant un feed-back. Le canal y était aussi la voix humaine en direct.

"EX" ... Une expérience selon un plan carré gréco latin dont les conditions sont semblables à "H"1 mais dont le canal a consisté pour le sujet en un panneau de boutons représentant analogiquement les huit orientations sur lesquelles il pressait pour indiquer son choix, et pour l'expérimentateur en un mécanisme déclenchant des diapositives synchronisées avec un magnétophone lisant des boucles sans fin. La communication était médiatisée par une technologie contrôlée directement par l'expérimentateur.

"O" ... Une expérience selon un plan expérimental de six groupes de 20 sujets chacun où le sujet émet son choix par contact tactile sur une des huit cases directionnelles présentées au bas de l'écran alors que les feed-back sont lus par le sujet au milieu de l'écran selon le programme fourni à Platon.

3.5 Les paramètres retenues

De l'ensemble des paramètres observés nous retenons ceux qui furent communs aux six expériences ci-dessus envisagées, soit:

- les erreurs cumulées: le nombre de choix d'orientations non-conformes aux traits de la figure, ou le nombre de messages négatifs émis;
- les hésitations: le nombre de traits où le sujet commet des erreurs (non retenu dans l'expérience "EX");
- le temps cumulé, soit le temps écoulé pour effectuer au complet le dessin d'une figure.

4. Les résultats

Les écarts de performance sont importants d'un feed-back à l'autre.

Des expériences menées en plan carré gréco latin, on tire, le tableau 1 présentant les moyennes (et sigmas) des écarts entre les performances extrêmes. Si le nombre d'erreurs varie, le temps offre des écarts notables. Par exemple attendre 148 secondes en plus ou en moins n'est pas

sans impatienter un expérimentateur non entraîné à la neutralité. Il faut aussi remarquer que le nombre des hésitations (nombre de traits où le sujet commet des erreurs) présente des écarts moyens inattendus: nous pensions que ce paramètre, étant lié à la structure de la figure, présenterait peu de variations de feed-back à feed-back. Or, en considérant qu'il s'agit de figure de 30 traits, où le nombre maximum d'hésitation est forcément limité à 30, le fait de se ramasser avec 5,5 (18,3%) et 9 (30%) d'hésitations indique une incidence importante du contenu lexical.

		M	σ
ERREURS	H1.1	28,6	9,78
	H1.2	34,41	17,17
	EX	28	10,56
SECONDES	H1.1	207,5	93,2
	H1.2	118	31,9
	EX	306	145,8
HÉSITATIONS	H1.1	5,5	2,56
	H1.2	9	2,52

Tableau 1

Moyenne (et σ) des écarts entre les performances extrêmes d'un même sujet soumis à différents feed-back.

En ce qui concerne les expériences menées selon un plan expérimental, on ne peut que constater que les moyennes entre les groupes sont très proches avec des sigmas élevés: les distributions se recouvrent donc. Ces plans ne permettent pas de comparer les performances d'un même sujet sous différents feed-back, mais le fait que les moyennes sont proches avec des écarts-types importants indique une variabilité individuelle qui réduit l'écart entre les moyennes. Le tableau 2 illustre ce phénomène pour le

temps à l'expérience "H"2.1. Autant dire que les analyse de variances sont non significatives.

	O-N	B-M	C-I	P-E	T-R	D-C
M	235,3	329,1	266,2	242,1	321,8	217,2
σ	53,97	278	54,84	75,4	112,6	54,1

Tableau 2
Moyennes (et sigma) des performances
des six groupes de sujets à l'expérience "H"2.1

Il existe une relation entre les mots utilisés et le rang de la performance.

Sur la matrice des fréquences de rang pour chaque paire de feed-back, logarithmique au X^1 issu de la théorie de l'information. En suivant les recommandations de Delvaux ce "1" a été transformé en coefficient de détermination (r^2) que le tableau 3 exprime en pourcentage.

	ERREURS	HÉSITATIONS	TEMPS
H1.1	68,2	54,13	64,72
H1.2	34,66	64,96	43,93
H2.1	39,34	46,09	47,75
H2.2	39,34	46,09	63,78
EX	51,30	37,32	45,06
O	56,05	57,25	55,85

Tableau 3
Coefficients de détermination (r^2) en %
entre les rangs et les feed-back

Lorsque l'on considère que nous nous trouvons devant une situation où plus d'un facteur peuvent intervenir, nous pensons qu'obtenir un coefficient de détermination (qui exprime la proportion de la variance de Y qui y est associé - expliquée disent certains - par la variance de X, Dayhaw, 1969, p. 139) supérieur au 1/3 souligne une relation non équivoque entre variables. Sans aucun doute la variation lexicale n'est-elle pas le seul facteur qui joue dans la détermination du rang de la performance (mais qui l'eut cru?); cependant c'est une variable qui intervient et qu'on ne peut négliger.

Bien que la relation soit établie, la direction de cette relation est restreinte à des groupes de sujets. Ainsi les tests de Friedman (one way analysis of variance) fournissent des sommes de rangs quasi égales et un indice total non significatif, ce qui indique que le sens de la relation n'obéit pas à une foi constante pour tous les sujets. Cependant sur les rangs obtenus par les sujets à chacun des feed-back on peut constituer des grappes: la sensibilité aux termes utilisés différencie les sujets. En raccourci nous dirons que Luc est sensible à une paire de mots alors que Paul ne l'est pas et inversement. Cette différenciation peut être une explication du recouvrement des dispersions et des analyses de variance non significatives sur les expériences "H"2 et "O".

Les rangs des performances ne sont pas les mêmes selon l'émetteur du feed-back.

Étant donné les variations interindividuelles, on a retenu pour chaque feed-back les rangs où la fréquence était supérieure ou égale au tiers de l'effectif. En ne distinguant pas les différents paramètres, on a inscrit dans les cellules du tableau 4, le type d'expérience (cf. 3.4 les plans d'expérience) où le seuil du tiers était atteint à un rang donné pour un feed-back. On peut y faire les constatations suivantes:

1) H1 et H2 se tiennent sauf sur les feed-back "parfait-erreur" et "dessine-cherche" où H2 se rapproche de O.

RANGS où F > 1/3



	oui non	correct incorrect	bon mal	parfait erreur	dessine cherche	trace réfléchis
1	H2 H1 O	H1	O	O	H1 O	E
2	H2 H1 E O		O	O	H1	E
3	O		O	H2	E	
4	O	E	H2 H1		O	H1
5		O	H2 E	H1 E	H2	O
6		E O	E	H1	O	H2 H1 O

H1 = DEB + CG12
H2 = CG60 + CLAM
EX = LAV.

2) E donne des rangs proches de H1 et H2 pour "oui-non", "bon-mal" et "parfait-erreur" alors qu'il a une position opposée pour "correct-incorrect" (où il est proche de O) et "trace-réfléchis".
3) O se démarque sur "oui-non", "bon-mal", "parfait-erreur".

5. Conclusions

De l'ensemble de ces données nous tirons les conclusions suivantes:

Les mots utilisés dans les messages évaluatifs ont une incidence sur la performance, et cette incidence n'est pas négligeable.

L'incidence de ces termes n'est pas la même d'un individu à un autre (et probablement pas d'une situation à une autre).

L'incidence n'est pas la même quand c'est un ordinateur qui émet le feed-back. Il semble que, dans cette série d'expérience, l'ordinateur puisse favorablement émettre plus que l'humain des jugements qualitatifs.

Nous pensons, à voir les variations entre les expériences en canal humain direct, médiatisé et avec ordinateur, que l'interaction ordinateur-humain implique d'autres variables et suive d'autres lois que l'interaction humain-humain. En conséquence, et c'est notre conclusion la plus importante, nous pensons qu'on ne peut transférer au rapport des élèves avec l'ordinateur dans la construction des didacticiels ce que la didactique générale nous a enseigné quant au rapport maître-élèves. Il nous faut y reprendre les choses en mettant en doute pour ce nouveau média ce que l'on pensait savoir pour d'autres.

Note: Les données qui ont servi de base à cette communication ont été récoltées lors de recherche ayant bénéficié de subventions provenant du fonds FCAC et du CRSHC.

Bibliographie

ALLEN, D., RYAN, D. (1972). Le micro-enseignement. Une méthode rationnelle de formation des enseignants. Paris: Dunod.

DAYHAW, L.T. (1969). Manuel de Statistique. Ottawa: Éditions de l'Université d'Ottawa.

DELVAUX, J.P. (1970). Calcul simplifié de la corrélation entre deux variables. Revue de Psychologie et des sciences de l'Éducation. 5. 302-308.

SIMON, J.G. (1972). Redondance et complexité. Étude du processus de codage dans la transmission des informations visuelles. Psychologica Belgica, XII,-2, 255-263.

VAN DER MAREN, J.M. (1983). Effects de stratégie de communication et d'interaction selon leurs modalités et leurs conditions d'application. Montréal, Faculté des Sciences de l'Education.

ZAHORIK, J.A. (1968). Classroom feed-back behavior of teacher. J. of Educ. Research, 62, 147-150.

ÉLARGIR LE DIALOGUE ENTRE L'ÉLÈVE ET L'ORDINATEUR: UNE RÉALISATION PORTANT SUR L'ENSEIGNEMENT DE LA STATISTIQUE

Christian Depover
Université de Mons, Belgique

De l'évolution récente de l'enseignement par ordinateur se dégagent un certain nombre de tendances fondamentales.

Au niveau des objectifs

On passe d'objectifs centrés sur la reproduction, l'application ou la conceptualisation à des objectifs reposant sur des activités telles que l'exploration ou la résolution de problèmes.

Au niveau des activités sollicitées chez l'élève

On passe de situations où l'activité de l'élève est fortement guidée à d'autres privilégiant l'initiative et la créativité.

Au niveau du modèle d'enseignement-apprentissage

On passe de modèles largement influencés par l'enseignement programmé à des approches plus originales basées sur l'apprentissage par restructuration (approche cognitiviste).

Au niveau des techniques

On note un certain désintérêt de chercheurs (pas des utilisateurs) vis-à-vis des langages auteur au profit de langages permettant la mise en oeuvre de systèmes de représentation complexes telles que LISP, PLANNER, ou PROLOG.

Le développement d'un système de formation s'inscrivant dans cette évolution exige d'une part la présence d'un interface souple et efficace entre l'élève et l'ordinateur, d'autre part la possibilité de moduler les

interventions didactiques en fonction de certaines caractéristiques de l'apprenant.

Nous nous proposons de présenter, dans le cadre de cet exposé, un dispositif d'enseignement offrant à l'élève de larges possibilités d'initiative à travers les questions qu'il sera amené à poser à l'ordinateur.

L'approche pédagogique adoptée s'articule autour de trois étapes essentielles:

- On propose à l'élève une situation dont la description est volontairement incomplète.
- L'élève est amemé à poser des questions à l'ordinateur afin de compléter les informations dont il dispose au départ.
- Lorsque l'élève estime disposer de suffisamment d'informations, celui-ci propose une solution dont la pertinence est évaluée par l'ordinateur.

O. On fait passer un test matrix à une série d'élèves. On dispose pour ces élèves des résultats au dernier examen de français. On souhaite apprécier l'intensité de la relation qui unit ces deux variables.

O. J'attends une question ou une solution.

E. Les données sont-elles de niveau métrique"?

O. Les données de l'examen de français et du test matrix sont métriques.

O. J'attends une autre question ou une solution.

E. La relation est-elle linéaire?

O. La relation entre les résultats à l'examen de français et au test matrix doit être considérée comme non-linéaire.

O. J'attends une autre question ou une solution.

E. Calculez les rapports de corrélation.

O. Votre réponse est correcte mais la prochaine fois assurez-vous que vous disposez de suffisamment de données avant de proposer ce coefficient.

Le calcul du coefficient de corrélation non-linéaire est un peu long. Ne connaissez-vous pas un coefficient nécessitant des calculs plus simples tout en s'appliquant à des échantillons de données relativement peu importants?

Si oui introduisez le nom de ce coefficient.

Si non tapez situation suivante.

E. Rho de Spearman.

O. Votre réponse est parfaitement correcte.

Si vous estimez qu'il n'existe pas d'autre test susceptible de traiter cette situation, tapez situation suivante sinon proposez une solution ou posez une question.

E. Situation suivante.

1. Les techniques mises en oeuvre

La prise en charge de ce type de dialogue (dialogue à initiative mixte) nous a amené à développer un analyseur de phrases capable de traiter les questions formulées par l'élève dans le cadre du contexte défini par le problème posé.

Guidé par le souci de mettre à la disposition des enseignants un outil réellement utilisable dans des situations de classes plutôt que par le développement de concepts originaux en matière de traitement du langage naturel, nous avons choisi de recourir à des micro-ordinateurs et de nous accommoder des contraintes découlant de ce choix (mémoire centrale limitée, vitesse d'exécution pénalisée, utilisation exclusive du langage BASIC*).

Il est certain que les techniques mises en oeuvre ne peuvent conduire à une qualité de dialogue acceptable que pour autant que l'on puisse circonscrire avec précision suffisante le champ du vocabulaire employé.

De plus, le contexte particulier d'utilisation ainsi que les consignes ont été choisis de manière à limiter la diversité des constructions syntaxiques susceptibles d'apparaître.

---

* C'était le seul langage réellement utilisable sur le matériel (PET COMMODORE) dont nous disposions au moment où cette recherche a débuté (début 1980).

1.1 Quelques définitions

Mot

Toute suite de caractères comprise entre deux séparateurs et comportant au minimum trois caractères sauf s'il s'agit d'un nombre.

Nous avons retenu comme séparateurs les caractères: ∅ ! " (), - .

En vertu de cette définition "l', ne, ai" ne seront pas considérés comme des mots. Par contre, "1, 23, deux, analyse" constitueront des mots.

Mots significatif (mot-clé)

Pour qu'un mot soit qualifié de significatif il faut qu'il fasse partie du lexique reconnu par l'ordinateur. En d'autres termes, ce sont les mots présents dans l'un des dictionnaires définis en vue du traitement d'une classe particulière d'énoncés.

Squelette de mot

Un squelette de mot est un mot privé de certaines lettres. Ainsi par exemple, "LINIR" est le squelette du mot "LINÉAIRE".

Le squelette associé à un mot particulier devra préserver l'ordre des lettres qui caractérise ce mot. "LINRI" ne sera donc pas considéré comme le squelette du mot "LINÉAIRE".

Afin de faciliter le traitement informatique, nous considérons qu'un squelette de mots est toujours constitué de cinq lettres (sauf s'il s'agit d'un mot complet) et que la première lettre du mot devra toujours être présente dans son squelette.

Degré d'ambiguïté d'un squelette

Un squelette est d'autant plus ambigü que le nombre de mots pour lesquels il constitue un squelette valide est élevé.

Le choix du squelette associé à un mot sera déterminé d'une part par le souci de réduire son degré d'ambiguïté, d'autre part par la nécessité d'accepter des variantes pertinentes par rapport au mot considéré. En particulier, la prise en charge de certaines erreurs orthographiques nous conduira à écarter du squelette certaines lettres qui ne se prononcent pas ainsi que certains redoublements de consonnes.

Par exemple:

- le squelette choisi pour "COCHRAN" évitera d'inclure le H (COCRN)
- le squelette choisi pour "ACCORD" exclura le redoublement du C (ACORD).

Toujours afin de tenir compte de certaines variantes orthographiques un même mot pourra conduire à la définition de plusieurs squelettes.

Par exemple: "WILCOXON" donnera lieu aux squelettes "WICXO", "WIKXO" et "WICSO".

Mot complet

Un mot complet est un mot dont le squelette est le mot lui-même. Tout mot comportant moins de cinq lettres sera nécessairement un mot complet.

Le mot "RANG" par exemple, sera un mot complet puisque son squelette ne pourra comporter que les quatre lettres "RANG" qui constituent le mot lui-même.

Contrairement aux squelettes de mots, les mots complets ne renverront qu'une seule représentation orthographique. Ainsi par exemple, "RANG" ne sera pas considéré comme le squelette du mot "RANGS". Si l'on souhaite que

le système soit capable d'identifier le mot "RANGS", il conviendra de définir un nouveau squelette qui tiendra compte de la présence du S (RANGS).

Squelette de phrase

On appelle squelette de phrase, une phrase privée de certains mots. Par exemple, la phrase "Je pense qu'il s'agit d'une analyse de variance a 2 dimensions" aura pour squelette les mots signiticatifs: Analyse, variance, 2, dimensions. Le squelette d'une phrase sera donc défini à partir des mots significatifs qu'elle contient et de l'ordre selon lequel ces mots apparaîtront.

Le degré d'ambiguïté d'un squelette de phrase sera d'autant moins élevé que les mots signiticatifs à partir duquel ce squelette est élaboré, refléteront le sens de l'énoncé de départ.

Classe de synonymie

On appelle classe de synonymie un ensemble de phrases contextuellement synonymes.

Par exemple:

- Comment est la relation entre les 2 variables?
- Comment est la relation entre l'examen de français et le matrix?
- La relation entre le matrix et l'examen de français est-elle linéaire?

Les classes de synonymies seront définies de manière à ce qu'à l'ensemble des phrases appartenant à une même classe de synonymie puisse être associé un même feedback. Ainsi, les questions présentées ci-dessus appartiennent à la même classe de synonymie puisque le feed-back "La relation entre l'examen de français et le test matrix doit être considérée comme linéaire" leur est commun.

Placée dans cette perspective, l'analyse d'une phrase consistera non pas à dégager le sens de celle-ci mais plutôt à la rattacher à une classe de synonymie déterminée.

Valeur sémantique d'un mot

À chaque mot significatif est adjoint un numéro qui définit sa valeur sémantique d'une manière telle qu'à deux mots significatifs contextuellement synonymes soit associée la même valeur.

Par exemple, si on estime que les mots "NOTE, SCORE, DONNÉE, OBSERVATION, RÉSULTAT" doivent être considérés comme synonymes dans un contexte particulier, on leur attribuera la même valeur sémantique.

Des mots qui ne sont pas nécessairement synonymes dans le langage courant peuvent exprimer le même concept dans un contexte particulier. Ainsi par exemple, le mot "DONNÉE" est considéré comme synonyme du mot "SCORE" dans des situations liées aux statistiques. Par contre, dans d'autres contextes, le mot "DONNÉE" peut représenter le participe passé du verbe donner.

1.2 Les principes généraux de traitement

À partir d'une phrase exprimée en "langage naturel", l'analyseur génère une succession de codes ASCII modifiés (valeur ASCII-48) qui constitue la première étape du traitement.

La valeur ASCII de chacune des lettres est modifiée de manière à ce que le nombre associé aux séparateurs soit toujours négatif et que celui attribué aux autres caractères soit positif. Cette transformation en nombres permet en outre de réduire aisément majuscules et minuscules à une représentation unique.

Figure 1: énoncé de départ

| | | |

Figure 5:: valeur sémantique associée à chacun des mots.

0	0	0	9	47	121	82
PENSE	AGIT	UNE	ANALYSE	VARIANCE	2	DIMENSIONS

Lorsqu'un mot ne fait pas partie du dictionnaire, on lui attribue une valeur sémantique égale à zéro. Par contre, tout mot présent dans le dictionnaire (mot significatif) reçoit une valeur sémantique comprise entre 1 et 144.

À partir de la valeur sémantique associée à chacun des mots significatifs on calcule une somme telle que la valeur de celle-ci soit unique pour une succession donnée de mots significatifs.

La seule manière d'obtenir une somme qui réponde à cette condition c'est d'affecter, à chacune des valeurs sémantiques, un facteur de pondération correspondant à un changement de base. Pour autant qu'on utilise une base supérieure à la plus grande valeur sémantique susceptible d'être attribuée (144), on obtient un nombre répondant aux contraintes spécifiées ci-dessus. Nous appellerons ce nombre somme-phrase.

Par exemple, au départ de la valeur sémantique associée à chacun des quatre mots significatifs de la phrase "Je pense qu'il s'agit d'une analyse de variance à 2 dimensions" nous calculerons la somme-phrase de la manière suivante:

$$
\begin{aligned}
& 9 \\
+\ & 47 \times 145^{3} \\
+\ & 121 \times 145^{2} \\
+\ & 82 \times 145 \\
\hline
& 145841299
\end{aligned}
$$

Cette technique nous permettra d'associer à une phrase, quel que soit le nombre de mots significatifs* qu'elle contient, une somme comprise entre 0 et 999999985, avec un risque très faible d'associer une somme identique à des phrases caractérisées par une succession différente de mots significatifs.

La somme associée à la phrase une fois calculée, il suffira, pour déterminer la classe de synonymie à laquelle elle appartient, de consulter le dictionnaire de phrases. Celui-ci fournira la valeur sémantique associée à la phrase pour autant que la somme qui caractérise celle-ci soit présente dans le dictionnaire. Dans le cas contraire, la valeur sémantique zéro lui sera associée et la phrase sera considérée comme non identifiée.

1.3 Les procédures de réarrangement

1.3.1 Principe

Lorsque le traitement que nous venons de décrire conduit à associer la phrase proposée par l'élève à une classe de synonymie, l'analyse s'arrête là. Par contre, si à l'issue de ce traitement la phrase reçoit la valeur sémantique zéro, certaines procédures de réarrangement sont prévues de manière à tenter de faire converger l'ensemble des formulations vers un nombre limité de formes canoniques.

Les transformations qui opéreront sur l'énoncé de départ seront réalisées sur la base de règles de réarrangements définies par référence à une grammaire "hors contexte".

La construction d'une grammaire de ce type repose sur la définition:

- d'un vocabulaire terminal fini (symboles terminaux);
- d'un vocabulaire auxiliaire fini (symboles non-terminaux);
- d'un nombre fini de règles.

---

* Une procédure particulière, que nous ne décrirons pas ici, permet d'éviter de dépasser le nombre de chiffres significatifs qui caractérise le BASIC utilisé.

Nous aurons recours, afin de définir notre grammaire, à la notation BNF (BACKUS NORMAL FORM) qui est d'usage fort répandu lorsqu'il s'agit d'établir la syntaxe d'un langage informatique.

Nous nous proposons, dans un premier temps, de rappeler les conventions essentielles sur lesquelles repose ce principe de notation.

L'énoncé des règles présidant à l'élaboration d'une grammaire se réalise par l'intermédiaire d'un métalangage. Nous symboliserons ce passage par l'utilisation des signes "()". Ainsi, tous les symboles non-terminaux c'est-à-dire tous les symboles n'appartenant pas au langage créé seront entourés par ces deux signes.

Le signe "|" entre deux symboles désignera l'opérateur logique "ou" inclusif.

Le signe "::=" signifie "est défini comme". Par exemple, l'expression "(A) = 1/2/3" signifie que A est défini comme 1 ou 2 ou 3.

Une autre convention importante à souligner c'est que la concaténation est implicite entre deux symboles sauf s'ils sont séparés par un autre signe de ponctuation.

Par exemple: (ENTIER)::=(SIGNE)(CHIFFRE)
se lit: un entier est défini comme un signe suivi d'un chiffre.

Une possibilité intéressante offerte par la notation BNF réside dans l'opportunité d'utiliser la récursivité lors de l'établissement de certaines définitions. Le terme récursivité désigne une forme de raisonnement qui consiste à utiliser le concept défini dans la définition elle-même.

Contrairement à une grammaire classique, la construction d'une grammaire basée sur la notation BNF repose sur la définition "en extension" des catégories désignées par ses symboles non-terminaux. C'est une des raisons pour lesquelles il est impossible d'envisager la définition d'une grammaire

de ce type capable de traiter l'ensemble des phrases qui caractérise une "langue naturelle".

En pratique, les grammaires de ce type sont surtout utiles lorsqu'il s'agit de décrire des langages aisément formalisables comme le sont les langages informatiques.

1.3.2 La définition des symboles non-terminaux

a. Symboles non-terminaux définis à l'aide de symboles terminaux

(INT1)::= combien|comment

(INT2)::= {quel|quels|quelle}

(NP)::= nombre|{genre|type|niveau|nature|types}|
{taille|dimension} valeur {relation|liaison}|
{distribution|dispersion}|{diagramme|grapnique}|

(NM)::= {résultat|observation|donnée|score|note|notes|mesure}|variable|
groupe|état|épreuve|échantillon|population

(NS)::= examen|français|matrix|{sujet|élève|individu}

(ATT)::= {métrique|numérique}|dicnotomique|dichotomisée|linéaire|normal|
{ordinale|rang|rangs|indépendant}

b. Symboles non-terminaux définis à partir d'autres symboles non-terminaux (règles de réarrangement)

1. (GNS)::= (GNS) (NS)|(NS)

2. (Q)::= (INT1) (NP) (NM) (GNS)

3. (Q)::= (INT1) (NP) (NM)

4. (Q)::= (INT1) (NM) (GNS)

5. (Q)::= (INT1) (NM)

6. (Q)::= (INT1) (GNS)

7. (Q)::= (INT2) (NP) (NM) (GNS)

8. (Q)::= (INT2) (NP) (NM)

9. (Q)::= (INT2) (NP) (GNS)

10. (Q)::= (NP) (ATT) (GNS)

11. (Q)::= (NP) (ATT)

12. (Q)::= (NM) (ATT) (GNS)

13. (Q)::= (NM) (ATT)

14. (Q)::= (ATT) (GNS)

15. (Q)::= (NP) (NM) (GNS)

16. (Q)::= (NP) (NM)

17. (Q)::= (NP) (GNS)

1.3.2 L'application des règles de réarrangement

Comme nous l'avons déjà souligné, l'application des règles de réarrangement aura pour fonction essentielle d'assurer la convergence des phrases proposées par les élèves vers l'un des énoncés de référence élaborés sur base de la grammaire.

Avant d'envisager quelques exemples de transformation, nous compléterons notre description des règles de réarrangement par trois règles qui décriront le déroulement des transformations. Nous qualifierons ces règles de dynamiques afin de les distinguer des précédentes que nous appellerons dorénavant règles descriptives.

Règle 1: Chacune de classes (INT1) (INT2) ne sera représentée dans une question que par un seul élément.

Règle 2: Si une question contient plusieurs mots appartenant à la classe (NS) ceux-ci seront d'abord pris en compte simultanément en envisageant leurs différents ordres d'apparition puis successivement à travers des groupements impliquant un ordre décroissant de mots.

Règle 3: Si une question contient plusieurs mots appartenant à une même classe parmi les suivantes (NP) (NM) (ATT) ces mots seront envisagés successivement lors des transmissions.

Exemple 1

Phrase de départ: Les données au matrix et à l'examen de français doivent-elles être considérées comme métriques ou ordinales?

Catégorie et valeur sémantiques associées à chacun des mots significatifs:

DONNÉES	MATRIX	EXAMEN	MÉTRIQUE	ORDINALE
(NM)	(NS)	(NS)	(ATT)	(ATT)
90	104	102	130	136

Applications de la règle descriptive 12 (NM) (ATT) (GNS) et de la règle dynamique 3:

90 130 104 102 398522730
90 130 102 104 398480970

La seconde transformation conduit à une somme-phrase qui fait partie du dictionnaire de phrases ce qui permet d'associer une valeur sémantique à la phrase et de déterminer ainsi le feedback qui sera proposé à l'élève.

Exemple 2

Dans certains cas, essentiellement lorsque la phrase ne correspond pas à une des structures syntaxiques de base, l'énoncé de départ peut donner lieu à des transformations conduisant à son rattachement à une classe de synonymie inadéquate.

Il conviendra dès lors d'être attentif à ne pas afficher un feedback correspondant à une classe de synonymie non pertinente mais de poursuivre le traitement jusqu'à l'identification de la classe correcte afin d'assurer la cohérence du feedback proposé avec la question posée par l'élève.

Nous exposerons, dans le paragraphe suivant, la solution que nous avons proposée à ce problème délicat.

Phrase de départ: Comment sont les données à l'examen de français: métriques ou ordinales?

Catégorie et valeur sémantiques associées à chacun des mots significatifs:

COMMENT	DONNÉES	EXAMEN	FRANÇAIS	MÉTRIQUES	ORDINALES
(INTI)	(NM)	(NS)	(NS)	(ATT)	(ATT)
61	90	102	103	130	136

L'application de la règle descriptive 4 et de la règle dynamique 3, conduit à une première somme-phrase faisant partie du dictionnaire de phrases. Le traitement se poursuit néanmoins par l'application de la règle 6 qui conduit à une somme phrase reconnue. De nouveau, cette somme associe

l'énoncé de départ à une classe de synonymie inadéquate. Le traitement reprend donc par l'application de la règle 12 qui permet cette fois de fournir à la question de l'élève un feedback acceptable.

61	90	103	102	276556676
61	90	102	103	276535796
61	90	102		1907101
61	90	103		1907246
61	90			13111
61	102	103		2159546
61	103	102		2180426
61	102			14851
61	103			14996
90	130	102	103	398480825

1.3.4 Le contrôle par l'élève

Nous avons soulevé, à l'occasion de l'exemple 2 du paragraphe précédent, un problème délicat: sur quelle base décider si les transformations réalisées ont conduit à rattacher la question posée par l'élève à une classe de synonymie pertinente.

Une solution parfois adoptée consiste à demander au professeur de retenir les "bonnes" transformations et d'éliminer les "mauvaises". Cette manière de faire ne nous convient guère puisqu'en réintroduisant le maître dans l'échange, elle faisait du même coup perdre, à notre système, le qualificatif d'adaptatif.

La solution que nous avons retenue confiait cette tâche à l'élève. Ainsi, le rattachement d'une question à une classe de synonymie à travers les mécanismes de transformation que nous avons décrits, se traduit, dans un premier temps par une question posée à l'élève. Cette dernière propose, à l'élève, de décider si la classe de synonymie à laquelle sa réponse a été attachée correspond bien à sa demande de départ.

D'un point de vue pratique, à chaque classe de synonymie est associée une reformulation générale des questions susceptibles d'y être rattachées.

Cela nous amène à un dialogue prenant la forme suivante:

- Question de l'élève.
- Est-ce bien cette question que vous me posez? (oui, non ou plus)
- Reformulation proposée.
- Réponse de l'élève.

L'élève dispose, afin de communiquer son avis sur la reformulation proposée, de trois possibilités: oui, non ou plus.

S'il répond "plus" c'est qu'il estime que la reformulation correspond en partie à sa question de départ mais que certains éléments sont absents. Dans ce cas, le feedback associé à la classe de synonymie lui sera fourni mais l'ordinateur continuera le traitement de la réponse afin de tenter de proposer à l'élève une nouvelle reformulation.

S'il répond "oui" c'est qu'il estime que la reformulation correspond bien à sa question de départ. Il recevra dès lors le feedback associé à la classe de synonymie à laquelle sa question a été rattachée.

S'il répond"non" c'est qu'il estime que la reformulation ne correspond pas à sa question de départ. Dès lors, l'ordinateur reprendra le traitement de la réponse afin de tenter de découvrir une nouvelle reformulation.

Nous nous proposons de décrire le fonctionnement de cette procédure à partir d'un exemple illustrant la possibilité offerte par les règles de réarrangement de scinder une question complexe en deux sous-questions traitées successivement.

E. J'aimerais connaître deux choses: si la relation entre les résultats est linéaire et si les données sont métriques.

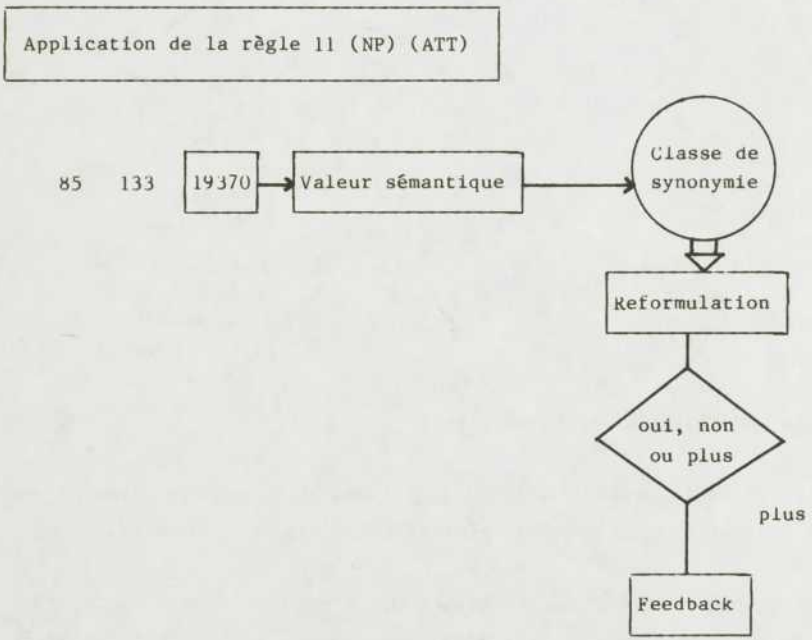
O. Est-ce bien cette question que vous me posez?
Comment se présente la relation entre les résultat à l'examen de français et au test de matrix? Tapez oui, non ou plus.

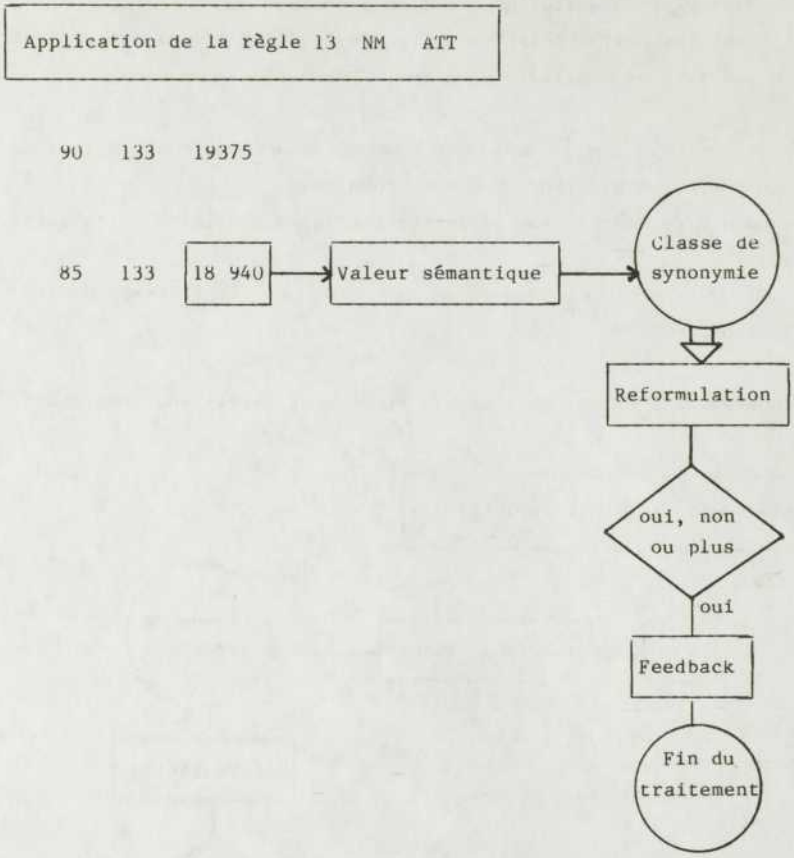
E. Plus.

O. La relation entre les résultats à l'examen de français et au test matrix doit être considérée comme non-linéaire.
La réponse à cette question permettrait-elle de compléter votre information?
Quel est le niveau des données au test matrix et à l'examen de français? Tapez oui, non ou plus.

E. Oui.

O. Les données de l'examen de français et du test matrix sont métriques.





1.3.5 Les possibilités "d'apprentissage"

Coulon (1975) décrit l'apprentissage comme un processus visant à améliorer l'adaptation d'un système informatique à son environnement.

Puisqu'après une période d'utilisation d'une durée suffisante, notre système sera capable de traiter, sans nécessiter l'intervention de règles de réarrangement, un nombre plus important de questions qu'au départ, nous considérerons qu'il a "appris" durant cette phase d'utilisation.

Lorsqu'une réponse conduit à une reformulation qui est acceptée par l'élève comme correcte et complète (réponse oui), l'ordinateur mémorise la somme-phrase à la phrase de départ et lui associe la valeur sémantique de la classe de synonymie qui a permis de générer la reformulation.

À la fin d'une séance d'enseignement, un "programme d'apprentissage" consulte le fichier dans lequel l'ordinateur a mémorisé la somme et la valeur sémantique de chacune des phrases dont la reformulation a été acceptée par l'élève afin de les ajouter au dictionnaire de phrases qui caractérise une situation d'enseignement particulière.

Si, lors d'une session suivante, un élève repose la même question, il recevra directement cette fois le feedback correspondant à la classe de synonymie à laquelle la question est désormais rattachée. Mieux encore, cette somme qui vient d'enrichir le dictionnaire peut également servir de base à un nouvel "apprentissage" puisque par la suite la transformation d'une phrase peut également aboutir à cette somme de sorte que la phrase nouvellement introduite dans le dictionnaire transmette à son tour sa valeur sémantique à une nouvelle phrase.

"Apprendre", dans ce contexte, décrit donc un processus qui conduit à augmenter le nombre de phrases rattachées aux différentes classes de synonymie et à élargir ainsi l'étendue des énoncés susceptibles d'être traités par l'ordinateur.

La qualité de "l'apprentissage" dépendra de la pertinence des règles de réarrangement mais aussi du crédit que l'on pourra accorder à la réponse fournie par l'élève. En effet, ce n'est que s'il répond "honnêtement" à la question "Est-ce bien cette question que vous me posez?" que la valeur sémantique associée à sa question déterminera son rattachement à la classe de synonymie pertinente.

Voici à titre d'illustration, la manière dont une question non comprise sera rattachée à une classe de synonymie. Nous décrirons le processus, d'une part tel qu'il apparaît à l'élève, d'autre part tel qu'il est pris en charge par le programme.

E. Type de données fournies par la variable matrix?

O. Est-ce bien cette question que vous me posez?
Quel est le niveau des résultats au test matrix?
Tapez oui, non ou plus.

E. Oui.

O. Les résultats au test matrix sont des données métriques.

Catégorie et valeur sémantique associées à chacun des mots significatifs:

TYPE	DONNÉES	VARIABLE	MATRIX
(NP)	(NM)	(NM)	(NS)
81	90	91	104

La somme-phrase de départ vaut 276304686, celle-ci ne faisant pas partie du dictionnaire de phrases, le traitement de la question réclamera l'intervention des règles de réarrangement.

La première transformation (règle 15) conduit à une somme-phrase de 1907411 à laquelle est associée la valeur sémantique 68. Puisque cette reformulation est acceptée par l'élève comme correcte et complète (réponse oui), la somme associée à l'énoncé de départ (276304686) sera incorporée au dictionnaire de phrases avec 68 pour valeur sémantique.

2. Applications et développements

Les procédures que nous venons de décrire ont fait l'objet d'une expérimentation intensive dans le cadre d'un examen de statistique destiné à des étudiants de licence en psychopédagogie. La plupart des exemples utilisés lors de la présentation des procédures de traitement sont d'ailleurs extraits des protocoles recueillis à cette occasion.

Les techniques d'analyse ont également été utilisées auprès d'élèves de l'enseignement primaire afin d'apprécier leur aptitude à rechercher les informations nécessaires à la résolution de problèmes d'arithmétique (Gillet, 1984). Deux exemples de dialogues de ce type sont présentés en annexe.

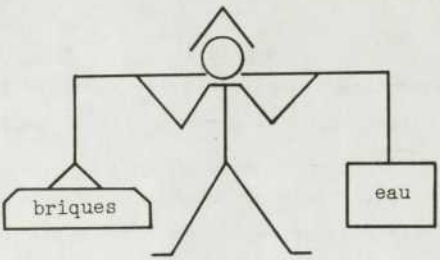
Un logiciel permettant de faciliter la création de situations à "initiative mixte" est actuellement en cours de développement au Département des Sciences et de la Technologie de l'Éducation.

Annexe 1

Exemples de dialogues recueillis auprès d'élèves de l'enseignement primaire (11-12 ans)

Cédric part de Stumont vers Paris et Luc part de Paris vers Stumont. Peux-tu indiquer l'heure à laquelle ils se rencontreront?

O. ?
E. Combien de km y a-t-il entre Stumont et Paris?
O. La distance entre Stumont et Paris est de 180 km.
E. À quelle heure part Cédric?
O. Cédric part de Stumont à 6 heures.
E. À quelle heure part Luc?
O. Luc part de Paris à 6 heures.
E. À quelle vitesse avance Luc?
O. Luc circule à la vitesse de 20 km/h.
E. À quelle vitesse avance Cédric?
O. Cédric se déplace à la vitesse de 40 km/h.
E. Solution.

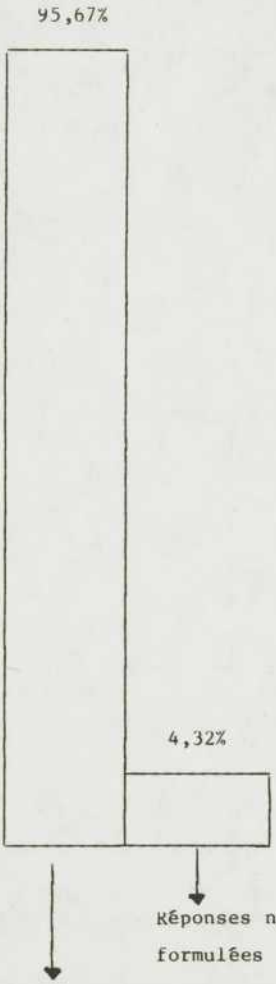


Julien transporte des matériaux de construction.
Combien de briques devrais-tu déposer sur le plateau de gauche pour équilibrer sa charge?

O. ?
E. Combien pèse l'eau?
O. Un litre d'eau pèse un kg. Attention il y a plusieurs litres d'eau sur le plateau de droite.
E. Combien pèse une brique?
O. 4 briques pèsent 20 kgs.
E. Il y a combien d'eau?
O. Sur le plateau de droite il y a 30 litres d'eau.
E. Solution.

Annexe 2

Répartition des réponses selon la qualité du traitement qui leur a été appliqué



Nombre de sujets: 66

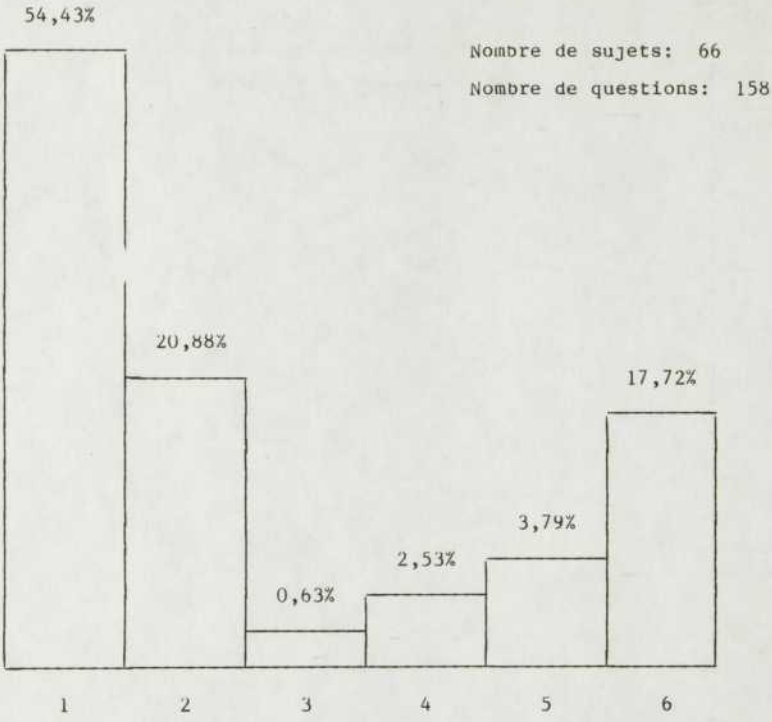
Nombre de réponses: 208

Réponses non identifiées parce que incorrectement formulées

Réponses identifiées et bien interprétées

Annexe 2

Répartition des réponses selon la qualité du traitement qui leur a été appliqué



1: Question identifiées et bien interprétées (directement)

2: Questions identifiées et bien interprétées après reformulation

3: Questions identifiées mais dont l'interprétation est partielle ou approximative

4: Questions identifiées mais dont l'interprétation après reformulation est partielle ou approximative

5: Questions non identifiées par le système et qui devraient l'être lors d'une prochaine version

6: Questions non identifiées parce qu'aberrantes dans leur forme ou leur formulation

Bibliographie

COULON, D. (1975). Construction expérimentale d'un modèle informatique pour interpréter des énoncés rédigés en langage naturel. Doctorat d'Etat, Université de Paris VI, Paris, France.

DEPOVER, D. (1982). An interactive student interrogation system using a microcomputer. Educational Technology, vol. XXII, number 1.

GILLET, M. (1984). Application du questionnement interactif à des situations de problèmes d'arithmétique. Mémoire de Licence, Université de Mons, Belgique.

III- L'ORDINATEUR, L'ENSEIGNANT ET LES NOUVELLES EXIGENCES DE L'ECOLE, COMME ENVIRONNEMENT ÉDUCATIF

UNE URGENCE: DES ÉTUDES DE CAS SUR L'IMPLANTATION DES MICRO-ORDINATEURS DANS LES ÉCOLES

Yves Poisson
Université Laval

Introduction

Au moment où un peu partout dans le monde il est de plus en plus question de l'utilisation du micro-ordinateur à des fins pédagogiques je veux, par la présente communication, attirer l'attention sur la nécessité de faire des études sur le terrain. Pourquoi préconiser ce type de recherches qui n'a absolument rien à voir avec la recherche pédagogique expérimentale traditionnelle? La réponse est très simple: il s'agit d'un appel à plus de réalisme et de sens pratique dans la recherche pédagogique. Même si actuellement beaucoup de personnes concernées par l'éducation estiment que l'utilisation du micro-ordinateur dans les céoles va transformer l'éducation et l'organisation scolaire, il n'existe pratiquement pas de données qui permettent de déterminer dans quelles conditions des changements pourront se produire.

Problème soulevé

L'introduction du micro-ordinateur de façon massive dans les écoles est un phénomène relativement récent. Selon Danielle Shaw (1983), il y avait en octobre 1982, au Québec, 571 ordinateurs dans les écoles dont 40% dans les écoles anglophones. Aux États-Unis, une enquête faite en 1983 estimait à 130 000 le nombre d'ordinateurs utilisés à des fins pédagogiques, soit en moyenne un micro-ordinateur et demi par école (Aramel, 1983). Ce sont sensiblement les mêmes proportions que le ministre d'État à la Science et à la Technologie annonçait en soutenant qu'il y aurait au Québec en moyenne deux ordinateurs par école élémentaire et secondaire à partir de septembre 1983 (Shaw, 1983). Peu importe le nombre exact de micro-ordinateurs qui sont actuellement utilisés à des fins éducatives dans les diffé tes écoles, un fait demeure: le nombre de micro-ordinateurs qui sont actuellement utilisés à des fins pédagogiques ira toujours en croissant au

cours des prochaines années; il s'agit là d'une réalité dont il faut tenir compte, que l'on soit favorable ou opposé à l'utilisation des micro-ordinateurs dans le but de faciliter les apprentissages à l'école. Pour ma part, sans être un spécialiste de l'utilisation du micro-ordinateur à des fins pédagogiques, j'estime que le micro-ordinateur est un outil très puissant qui est susceptible d'avoir des applications variées dans différentes situations scolaires. Le problème n'est pas tellement de savoir si le micro-ordinateur, en soi, peut servir efficacement à des fins pédagogiques; tout comme l'abaque, le crayon, le papier ou le tableau noir, le micro-ordinateur peut incontestablement rendre service en enseignement. Le véritable problème qui se pose actuellement par rapport à l'introduction du micro-ordinateur dans les écoles a trait plus précisément à la façon d'utiliser le micro-ordinateur dans les écoles.

Solution au problème soulevé

Alors que les autorités scolaires s'apprêtent à doter les écoles d'un grand nombre de micro-ordinateurs, rien n'a été prévu pour étudier systématiquement quel traitement sera accordé à l'ordinateur dans les écoles. La situation est un peu semblable à celle d'une entreprise qui offrirait aux consommateurs un nouveau produit sans avoir préalablement fait une étude de marché accompagnée d'une campagne de publicité où l'on essaierait de persuader le consommateur à utiliser adéquatement le produit nouveau. Les chances de succès seraient alors très minces. Il est à se demander si présentement, le monde de l'enseignement peut tout simplement adopter les comportements qui rendraient réels les possibilités que font miroiter les adeptes du micro-ordinateur à l'école. Il ne s'agit pas de blâmer les enseignants ni même de douter de leur aptitude à modifier leurs habitudes. Le monde de l'enseignement est une réalité sociale complexe et ce serait pratiquement faire preuve de naïveté que de croire que le personnel des écoles va, du jour au lendemain, adopter des conduites pédagogiques nouvelles tout simplement parce qu'une instance a décrété que le micro-ordinateur sera l'outil pédagogique de l'avenir. C'est précisément cette réalité que Husen prenait en considération lorsqu'il a écrit:

> Les objectifs de l'enseignement sont généralement exposés dans des documents officiels: lois décrétées par les parlements, résolutions publiées par les comités centraux des partis politiques, ordonnances ministérielles, avant-propos des programmes, etc. Dans ces documents, les objectifs sont présentés d'une façon très générale et abstraite; au niveau des conduites observables en classe, ils peuvent graduellement s'altérer. On peut facilement tomber d'accord sur des généralités qu'on exprime en belles phrases prononcées du bout des lèvres. Le fossé qui existe entre la rhétorique des documents officiels et la réalité vécue en classe est ressentie d'une façon aiguë, pour ne pas dire frustrante, par ceux, maîtres ou autres, qui sont mis jour après jour à rude contribution. (Husen, 1983, p. 178.)

Admettant que tout ce qui s'écrit présentement sur l'utilisation de l'ordinateur à l'école équivaudrait à ce que Husen qualifie de rhéthorique des documents officiels qu'en est-il du fossé entre cette rhétorique et la réalité vécue en classe en rapport avec le micro-ordinateur? C'est dans le but de répondre à ce type de question que des études de cas s'imposent avec urgence.

Études de cas

Avant de continuer à utiliser l'expression "études de cas", j'aimerais préciser ce que j'entends par cette notion. Il s'agit, pour moi, de recherches descriptives ou de monographies dont le but est fondamentalement de faire état d'une situation sociale donnée sans chercher à démontrer ou à prouver une hypothèse quelconque. La personne qui fait ce type de recherche essaie uniquement de rendre compte d'une réalité sociale complexe en s'efforçant de décrire des faits le plus objectivement possible. Ce n'est qu'après avoir passé de nombreuses heures à observer une situation sociale réelle que le chercheur pourra analyser et interpréter ce qu'il aura observé. Comme on peut déjà le constater, une étude de cas n'a rien de certaines caractéristiques habituellement exigées en recherche expérimentale et on est en droit de se demander ce qui justifie une communication sur la recherche descriptive dans un congrès d'une Association de pédagogie expérimentale. En réponse à cette interrogation, je dirai que la recherche purement descriptive en éducation est de plus en plus reconnue comme une approche de recherche scientifique valable parce qu'elle permet d'obtenir

des données originales et développer des connaissances avec toutes les garanties exigées en science. Il y a donc lieu de considérer que les études descriptives en éducation sont issues d'une longue tradition scientifique et elles ne détonnent pas trop parmi les recherches purement expérimentales en raison même de leur caractère scientifique.

Ceci étant dit, je tiens à préciser que les études de cas nécessitent une méthodologie qui est très différente de celle utilisée dans une enquête sociologique qui fait appel, par exemple, à des questionnaires. Pour effectuer une étude de cas de façon sérieuse, la personne qui fait la recherche se doit de vivre dans le milieu à l'étude et d'y passer suffi- samment de temps pour s'imprègner de la réalité qui y est vécue. Différentes techniques existent pour cueillir les informations de façon directe, les entrevues, l'étude de documents et des locaux dont se servent les sujets observés. De plus une étude de cas portant sur une situation sociale telle l'utilisation du micro-ordinateur à des fins pédagogiques dans une école exige beaucoup de la part des personnes qui s'engagent dans ce type de recherche; il leur faut une solide formation à l'observation et à l'analyse, beaucoup de temps à leur disposition et une grande capacité de faire une synthèse finale qui fera ressortir les éléments signifiants réellement présents dans la situation observée. Avant de passer à des exemples d'études de cas en relation avec l'utilisation de l'ordinateur à l'école, j'aimerais faire remarquer qu'une étude de cas ne porte jamais sur un grand nombre de situations en même temps. Cette approche de recherche exige d'étudier en profondeur et de façon limitée un contexte social donné; habituellement il s'agit d'une seule classe ou d'une seule école. Si l'équipe est nombreuse et les subventions de recherche assez considérables, comme c'est le cas pour les recherches dont il sera question plus loin, il est possible que l'on puisse faire porter l'investigation sur deux ou trois commissions scolaires. L'objection la plus souvent formulée face à cette limite a trait à la possibilité de généraliser les données concrètes obtenues. Certains chercheurs diront qu'il est impossible d'accorder de la crédibilité à des données aussi restreintes; ce qui a été observé et noté dans une seule école, par exemple, ne peut pas être considéré comme étant représentatif de ce qui se produirait dans d'autres écoles. Il s'agit là d'un problème d'ordre épistémologique sur lequel on pourrait longtemps

discuter; je me limiterai à dire qu'une étude de cas bien faite, même si elle ne porte que sur une seule situation sociale, permet d'obtenir des informations pertinentes qui sont pleines de significations quand vient le temps de faire une étude sur une autre situation qui présente des caractéristiques semblables. En fait, toutes les classes et toutes les écoles ont une "personnalité" qui leur est propre; cependant, étant donné que les classes et les écoles sont des institutions sociales, il y a probabilité que rien ne ressemble plus à une classe ou à une école qu'une autre classe ou une autre école. Ceci ne signifie cependant pas qu'il faille généraliser à toutes les classes ou à toutes les écoles ce qui a été obtenu comme données dans une classe ou une école. Une étude de cas constitue habituellement une description adéquate d'une réalité sociale qui a de fortes chances de ne pas être aussi unique qu'on le pense habituellement. Par conséquent, les données obtenues par une étude de cas sont d'une utilité incontestable pour pénétrer une réalité sociale aussi peu connue que l'est, par exemple, l'utilisation du micro-ordinateur à des fins pédagogiques.

Exemples d'études de cas

Le temps est venu de présenter maintenant les données obtenues dans trois études de cas faites aux États-Unis par une équipe de recherche qui avait comme but d'identifier les problèmes et les faits saillants en relation avec l'utilisation du micro-ordinateur à l'école en vue d'établir de façon empirique un programme de recherche ultérieur. Ce rapport de recherche paru dans le Harvard Educational Review de novembre 1983 (K. Sheingold, J.H. Kane et M.E. Endreweit, 1983) a retenu mon attention parce qu'il illustre très bien le genre d'études qui devraient être faites avant de se lancer dans l'utilisation massive d'un matériel pédagogique nouveau. À ma connaissance, aucune étude exploratoire faite de façon rigoureuse n'a été menée ici au Québec afin de savoir avec précision ce qui se passe dans une école ou une classe ou moment où s'implante le micro-ordinateur à des fins pédagogiques. Il y a bien sûr des articles qui relatent ce qu'un enseignant a vécu dans sa classe avec ses élèves au moment où il a fait l'essai du micro-ordinateur; le numéro 31 de Vie pédagogique (Juin 1984) et le numéro de Prospectives (février-avril-octobre 1983) contiennent de ces témoignages très intéressants qui ne sont cependant pas à proprement parler

de véritables études de cas. Les études parues dans le Harvard Educational Review de novembre 1983 ne sont peut- être pas uniques ni absolument nouvelles; déjà en 1974, Lou Smith a été un des premiers à faire une étude de cas sur l'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques dans un milieu rural du Mid-West américain. Les études de cas rapportées par Sheingold, Kane et Endreweit (1984) constituent toutefois, à mon sens, un excellent modèle de ce qui devrait être entrepris comme recherche exploratoire dans les milieux francophones sur le sujet qui nous intéresse tous: l'implantation du micro-ordinateur dans les écoles. Je ne veux pas dire ici qu'il faudrait nécessairement reproduire ces recherches américaines et essayer de trouver les mêmes données. Au contraire, des recherches exploratoires menées dans nos milieux respectifs devraient nous conduire à faire ressortir des aspects auxquels nous n'avions pas pensé et dont il faudrait tenir compte si nous ne voulons pas aller trop vite dans l'implantation des micro-ordinateurs à l'école.

Je ne pourrai pas, à l'intérieur du temps qui m'est alloué pour cette communication, donner toutes les informations techniques que je voudrais sur les trois études américaines retenues. Je m'en tiendrai à résumer au maximum ce qui a été fait sur le plan méthodologique et à dégager les données qui sont de nature à alimenter nos réflexions et à inspirer des recherches d'un type semblable.

Notons tout d'abord que la recherche a été faite par une équipe qui disposait de moyens assez considérables; elle était composée d'un sociologue, d'un psychologue du développement, d'un spécialiste en curriculum et d'un chercheur en éducation auxquels s'associaient des professeurs en technologie éducative et en informatique. L'étude que l'équipe a menée s'est déroulée à l'automne 1981 et à l'hiver 1984. Elle a exigé, de la part des quatre chercheurs principaux, qu'ils séjournent dans les classes, qu'ils mènent des entrevues avec des personnes impliquées à tous les niveaux du système scolaire dont les parents, les commissaires d'école, les représentants du milieu socio-économique, les enseignants, qu'ils visitent les locaux scolaires, qu'ils examinent des documents et qu'ils colligent des informations sur l'interaction entre le micro-ordinateur et les différentes personnes impliquées. Étant donné que ces études portaient sur trois

commissions scolaires différentes dont l'une comptait trois écoles primaires, trois écoles moyennes et une école secondaire, l'autre, six écoles primaires, deux écoles moyennes et quatre écoles secondaires et la troisième, cinq écoles primaires, deux écoles moyennes et une école secondaire, on peut imaginer qu'il a fallu beaucoup de temps pour mener à bien cette recherche. De plus, des entrevues ont été effectuées avec 80 enseignants, 30 élèves, 24 administrateurs d'écoles, 14 administrateurs régionaux, 8 spécialistes en technologie éducative, 10 membres de milieu socio-économique. L'analyse de toutes les données obtenues s'est faite au cours de séminaires de deux jours (durant des semaines) où se faisaient les observations et entrevues. Un rapport fut écrit et réécrit à mesure que les informants fournissaient des feed-backs sur les tests qui leur étaient soumis.

Les observations faites et les données analysées ont permis aux chercheurs de faire ressortir que l'implantation des micro-ordinateurs se faisait en respectant pour ainsi dire les valeurs et les orientations de chacune des communautés étudiées. Voyons brièvement ce que caractérise les trois commissions scolaires que les auteurs ont nommé Salerno, Granite et Greenview.

À Salerno (122 000 élèves), l'autorité scolaire est centralisée; on planifie de façon serrée et on donne des buts pédagogiques de façon explicite. Les buts poursuivis pour 1980-1981 étaient précisément de faire hausser les résultats des élèves aux examens régionaux. Les conséquences de cette façon de procéder sont telles qu'il y a surtout utilisation du micro-ordinateur en vue de faire de la pratique (drill) sur ce qui est évalué par les examens. On a remarqué une division du travail très nette: des didacticiels sont faits par des gens du service pédagogique, les enseignants voient à la bonne marche de la classe en général, des aides pédagogiques surveillent les élèves qui se servent des didacticiels imposés.

À Granite (41 000 élèves), on encourage les initiatives locales et on respecte la philosophie de chacune des écoles. L'utilisateur du micro-ordinateur par les élèves est une sorte de récompense pour ceux qui réussissent le mieux dans les matières scolaires. On se sert du micro-ordinateur pour faire de l'enseignement correctif. Au secondaire, on se sert du

micro-ordinateur pour l'enseignement des mathématiques. On observe que le micro-ordinateur est placé dans un local autre que la classe soit par exemple un corridor, une salle de lecture, une bibliothèque. Etant donné que l'on laisse l'initiative aux enseignants d'utiliser le micro-ordinateur comme ils l'entendent, il arrive que plusieurs ne se sentent pas motivés à l'utiliser et rien n'est prévu pour que des enseignants motivés donnent de leur temps pour aider leurs collègues à le devenir.

À Greenview (5 500 élèves), la décentralisation est encore plus grande. Ce sont les fanatiques des micro-ordinateurs qui prennent les initiatives. Les enseignants utilisent les didacticiels qui leur tombent sous la main; parfois il s'agit de matériel acquis sans qu'il en coûte trop cher mais dont la qualité peut laisser à désirer. Il arrive à cet endroit que des enseignants produisent eux-mêmes leurs didacticiels. Au secondaire on se sert du micro-ordinateur pour l'enseignement des mathématiques. En général, les enseignants hésitent à parler de résultats sur le plan cognitif et ils n'insistent pas sur les apprentissages faits par les élèves. Le micro-ordinateur est perçu comme avantageux sur la plan social puisque certains élèves aident les autres élèves et souvent en viennent à être plus compétents que les enseignants eux-mêmes; ceci serait, pour les élèves, une source de valorisation . À Greenview, face à un manque de cohérence dans l'utilisation du micro-ordinateur à l'école, les autorités scolaires songeraient à exercer un meilleur contrôle sur ce qui se fait en classe.

Les données obtenues dans les trois études de cas font voir que chaque système scolaire intègre différemment le micro-ordinateur en fonction de ses buts, de ses besoins et de son mode de fonctionnement. Je n'ai donné que quelques-unes des particularités de chacun de trois milieux scolaires; les exemples retenus font ressortir que chaque environnement est unique et ne peut être totalement comparable à un autre. Cependant, il existe un bon nombre de points communs aux trois milieux scolaires et c'est ce qui fait que les trois études de cas sont à la fois stimulantes et utiles en vue d'autres recherches. Le recoupement des données concrètes a soulevé chez les chercheurs des questions qui les ont finalement conduits à identifer cinq pistes de recherches: l'accessibilité à l'ordinateur, les nouveaux rôles des enseignants face à l'ordinateur, l'intégration du

micro-ordinateur dans le curriculum au primaire, la quantité et la qualité des didacticiels, la préparation des enseignants à l'utilisation des micro-ordinateurs. L'analyse fouillée que Sheingold, Kane et Endreweit (1983) ont faite des données recueillies dans trois milieux scolaires ne peut pas laisser indifférents les chercheurs qui se préoccupent du succès de l'implantation du micro-ordinateur dans les écoles. Voilà pourquoi je terminerai cet exposé en énumérant un certain nombre de problèmes et de questions que les chercheurs américains ont mis en évidence dans leur étude.

Voyons d'abord ce que l'on peut retenir quant à l'asccessibilité au micro-ordinateur.

- Qui y aura droit?
- Les élèves en difficulté? Pour fins de rattrapage?
- Les élèves qui réussissent mieux? Comme moyen pour les récompenser et leur donner un enrichissement?
- Les élèves dans les cours de mathématiques et de sciences?
- Les garçons plus que les filles? (La proportion d'utilisation du micro-ordinateur est de 3 pour 1 en faveur des garçons au secondaire et de 1.5 pour 1 au primaire toujours en faveur des garçons)...
- Le micro-ordinateur sera-t-il associé aux élèves qui ont des troubles d'apprentissage?
- Les micro-ordinateurs sont inégalement distribués entre les écoles ...
- Ce sont les élèves moyens qui profitent moins du micro-ordinateur à l'école ...
- Le micro-ordinateur est surtout utilisé pour de la pratique (drill) avec les élèves qui ont besoin de rattrapage ...
- Les meilleurs élèves apprennent à programmer ...

Par rapport aux nouveaux rôles qui attendent les enseignants voici ce qui se dégage de l'étude américaine:

- Il y a toujours dans chaque école des enseignants et des élèves qui sont des enragés du micro-ordinateur.

- Les enseignants qui sont des enthousiastes du micro-ordinateur passent dans l'administration à Salerno et n'enseignent plus. À Granite, où tout est très décentralisé, de tels professeurs s'occupent de leurs petites affaires et n'essaient pas de stimuler les autres collègues.
- L'enthousiasme varie-t-il avec la dimension des écoles? L'accès au micro-ordinateur plus grand dans les petites écoles incite-t-il les enseignants à l'utiliser?
- L'enthousiasme des inconditionnels du micro-ordinateur durera-t-il? Vont-ils quitter l'enseignement pour passer à l'entreprise privée où c'est beaucoup plus payant?
- L'implantation réussit-elle plus grand il y a des inconditionnels à la base comme enseignants? Le succès vient-il des services centralisés comme c'est le cas à Salerno?
- Accordera-t-on un rôle spécial aux élèves qui deviennent vite des spécialistes dans l'utilisation du micro-ordinateur?
- Quelle est la réaction des enseignants face aux élèves spécialistes?
- Comment les enseignants réagissent-ils aux nouveaux rôles qui les attendent?
- Certains élèves demandent des cours de plus en plus avancés. Va-t-on accéder aux exigences des élèves les plus rapides?
- Qu'arrive-t-il si les écoles sont incapables de répondre aux exigences des élèves qui veulent progresser plus vite dans l'utilisation du micro-ordinateur?

Les problèmes qui se posent quant à l'intégration du micro-ordinateur à l'intérieur du curriculum sont:

- Le micro-ordinateur est souvent situé en dehors des classes du primaires...
- Les exercices faits à l'aide de l'ordinateur n'ont pas de relation avec le programme étudié en classe ...
- L'intégration du micro-ordinateur dans les classes au primaire ne se fera que si les enseignants travaillent très activement à cette fin.

- Quel type de support les enseignants ont-ils besoin pour ajuster le travail scolaire avec les nouvelles activités des micro-ordinateurs?
- Est-il nécessaire d'être un inconditionnel du micro-ordinateur pour en faire l'implantation dans une école? C'est peut-être pas par accident si là où l'ordinateur était implanté dans une classe, il y avait un enseignant gagné à la cause du micro-ordinateur.
- Le micro-ordinateur change-t-il les curriculum et les activités en classe?
- Le micro-ordinateur est perçu comme une addition à ce qui se fait en classe et non comme un moyen pour transformer ce qui s'y fait comme activités reliées à un programme.
- Les programmes n'ont subi aucune transformation à cause de l'introduction du micro-ordinateur là où ce n'est pas centralisé comme à Salerno.
- On remarque plus d'échanges entre enseignants et élèves à cause de l'utilisation du micro-ordinateur.
- L'intégration du micro-ordinateur ne se fait pas sans changer les programmes.

Quant à la qualité et la quantité des didacticiels, voici ce qu'en disent les chercheurs:

- Peu de didacticiels en dehors de ceux préparés pour l'enseignement des mathématiques.
- Tout le matériel disponible est loin d'être utilisé.
- De quel type de didacticiel les enseignants ont-ils besoins?
- Qu'est-ce qui fait qu'un didacticiel est utile ou non?
- Ni les enseignants ni les concepteurs de matériel didactique sont capables de dire explicitement ce qui fait qu'un didacticiel est bon ou mauvais.
- Il faut des recherches qui pourraient permettre de déterminer si oui ou non un didacticiel rencontre les buts éducatifs qu'un système scolaire peut avoir.

Les commentaires qui sont faits sur la formation des enseignants à utiliser le micro-ordinateur en classe sont les suivants:

- Les enseignants se sentent mal préparés à cette fin.
- Les enseignants ne veulent pas de cours sur l'utilisation du micro-ordinateur mais plus de temps pour apprendre par eux-mêmes à utiliser cet instrument.
- Ils veulent plus de temps pour se familiariser avec les didacticiels et acquérir une certaine expertise en ce domaine.
- Ils veulent plus de temps pour observer les élèves pour mieux envisager quel type d'intervention ils devront faire.
- Les enseignants ont des attentes et des intérêts variés par rapport au micro-ordinateur; il n'est pas facile de planifier une formation à cette fin.
- Il faut trouver la formule qui conviendra mieux aux attentes des enseignants. Cours? Ateliers? Séminaires? Informations non formelles?
- Est-ce que les enseignants doivent apprendre à programmer pour se sentir à l'aise avec le micro-ordinateur?
- Qu'est-ce qui peut inciter les enseignants à inciter plus de temps en vue de l'utilisation du micro-ordinateur en classe?
- Le manque de temps disponible revient souvent chez les enseignants comme obstacle à l'utilisation du micro-ordinateur.
- Des enseignants s'intéressent au micro-ordinateur par souci de se garder un emploi dans l'enseignement ou de s'en trouver un autre ailleurs.
- L'intervention de l'école est un des facteurs qui contribue le plus à inciter les enseignants à se former en vue de l'utilisation du micro-ordinateur à l'école.

Conclusion

L'énumération des questions et des problèmes soulevés par les études de cas faites par Sheingold, Kane et Endreweit (1983) fait bien voir que

l'on est encore loin de connaître exactement quelles sont les conditions qui feraient du micro-ordinateur un outil pédagogique vraiment utile et efficace. Les recherches de ce genre permettent toutefois de mettre en lumière certains éléments d'une réalité concrète qui souvent échappe aux théoriciens et expérimentateurs de laboratoire. En effet, énoncer que le micro-ordinateur facilitera les apprentissages des élèves est une chose; parvenir à identifier avec précision les circonstances et les variables qui permettraient d'exploiter au maximum les possibilités du micro-ordinateur comme outil pédagogique reste encore une tâche à laquelle devront s'attaquer les personnes qui font de la recherche en éducation. Nous avons besoin d'acquérir très rapidement les connaissances qui aideront le monde de l'éducation à tirer profit du micro-ordinateur en classe. Il semble bien, à la lumière des études que j'ai analysées que le micro-ordinateur, en lui-même, ne changera rien dans les écoles. On ne sait même pas quels effets il peut produire sur les apprentissages et le développement intellectuel des élèves en situation scolaire. D'ailleurs, aussitôt que le micro-ordinateur pénètre dans une école ou une classe, il n'est pratiquement plus possible d'en contrôler l'utilisation, à moins bien évidemment d'aller dans le milieu et observer ce qui s'y passe. Si on se fie aux conclusions de l'étude de Sheingold et autres, l'ordinateur ne fait rien pour changer le système scolaire; il y aurait plutôt assimilation de cette technologie par le système scolaire. En effet, il est reconnu que les systèmes scolaires sont en général plutôt imperméables au changement et de nombreuses études font voir que toute innovation dans le milieu scolaire met un temps considérable à faire son chemin (Aramel, 1983, Cuban, 1982). Les données obtenues par des études de cas suggèrent que les effets du micro-ordinateur sur l'apprentissage et l'enseignement dépendront, dans une large mesure, des contextes sociaux et éducatifs dans lesquels ils s'insèreront. On peut pas nier que le perfectionnement de la technologie et l'apparition de didacticiels mieux adaptés puissent être des facteurs qui inciteront à utiliser davantage le micro-ordinateur à l'école; ceci n'empêche cependant pas les facteurs sociaux de jouer un rôle prépondérant dans le succès de l'implantation du micro-ordinateur à l'école. Cette réalité rend pratiquement indispensables des études de cas dans notre propre milieu afin d'identifier et de mettre en évidence les variables inconnues qui sont de nature à assurer ou à compromettre le succès de l'opération en cours.

Les recherches américaines sont intéressantes en elles-mêmes mais elles ne suffisent pas pour nous faire connaître la réalité scolaire vécue dans nos propres milieux. Il faut donc mener des études de cas sur l'implantation du micro-ordinateur dans les écoles francophones, au Québec ou ailleurs. De telles recherches, même si elles sont faites avec des moyens beaucoup plus modestes que ceux dont disposent les américains, fourniront des informations concrètes qui permettront la meilleure utilisation possible du micro-ordinateur à des fins pédagogiques.

Références

ARAMEL, Marianne (1983). Classrooms and computers as instructional settings. Theory into practice, 22 (no. 4), 260-266.

CUBAN, L. (1982). Persistent instruction: the high school classroom, Phi. Deelta Kuppan, 64, 113-118.

HUSEN, Torsten (1983). L'école en question. Bruxelles: Pierre Mardaga.

SHAW, Danielle (1983). L'ordinateur dans les écoles primaires et secondaires. Prospectives, 19 (nos. 1-2-3), 53-59.

SHEINGOLD, Karen, Kane, Janet H., ENDREWEIT, Marie E. (1983). Microcomputer use in schools: developing a research agenda. Harvard Educational Review, 53 (no. 4), 412-432.

SMITH, L.M., POHLAND, P.A. (1974). Education, technology and the pural highlands in AERA monograph series on curriculum evaluation, no. 7, 5-54, Chicago: Rand McNally.

QUELQUES COMPÉTENCES FAVORABLES À L'INNOVATION APPORTÉE PAR L'INFORMATIQUE EN CLASSE

Jean Donnay
Facultés Notre-Dame-de la Paix, Namur

Avertissement: Cet exposé était accompagné de nombreux transparents qu'il n'est matériellement pas possible de reproduire ici.

La plupart des échecs essuyés par des innovations pédagogiques, qu'elles soient technologiques ou des réformes de programme, se situent dans la phase d'implantation ou de mise en oeuvre même lorsque la phase de conception a été soigneusement préparée. Cette phase très délicate dépend plus de la bonne volonté du milieu scolaire que de la qualité du produit lui-même. Les représentations des enseignants sont plus importantes que les objectifs des novateurs. On a d'ailleurs souvent observé des détournements au point que les initiateurs du changement ne retrouvaient pas leurs objectifs initiaux dans la pratique scolaire.

Les modèles de changement s'appuyant sur les modèles industriels ne fonctionnent pas. Car c'est la classe, "l'usine" et en définitive c'est l'enseignant lui-même qui est le seul agent de changement réel.

Mon but est de vous livrer quelques réflexions, que j'espère utiles pour la construction de curriculum de formation des enseignants.

Je traiterai de quelques compétences qui me paraissent propices à la mise en oeuvre de l'innovation: informatique-éducative.

Le sujet de ma réflexion est donc bien l'enseignant dans sa classe, ou mieux dans le système enseignement-apprentissage dans lequel il s'inscrit.

Bien que ce que j'ai à vous dire risque de paraître à certains, général voir éthéré, je m'appuie sur une pratique assez longue de formation d'enseignants (formation initiale et continuée) et sur une expérience d'"agent de changement" (chercheur et formateur) au service d'un certain nombre

d'innovations pédagogiques. Au fond, ce retour épistémologique a pour but d'éclairer ma pratique et peut-être pourrons-nous échanger à ce sujet dans quelques minutes. Si je devais résumer en une phase mon hypothèse je dirais que: "Le curriculum de formation des enseignants propice à mettre en oeuvre une innovation devrait, outre la formation pédagogique et technique spécifique à l'innovation, offrir une formation (que l'on peut qualifier d'épistémologique) à l'analyse du système enseignement-apprentissage dans lequel il est lui-même impliqué.

Cette formation s'impose du fait qu'au contact de toute innovation on est obligé de se redéfinir et de redéfinir son rôle et sa fonction. Si on examine l'histoire de quelques innovations qu'observe-t-on au point de vue compétence des enseignants?

1. La définition opérationnelle des objectifs

Le principal bénéfice de cette innovation ne réside pas selon moi dans l'acquisition de la nécessité de définir des objectifs en termes de comportements observables, etc., bref, de l'acquisition d'une syntaxe particulière, avant toute action éducative, mais plutôt d'avoir donné à l'enseignant un outil d'analyse de situations d'enseignement où il pouvait mieux distinguer grâce aux objectifs ce qui était la part du maître, des élèves et de la matière, des objectifs et des méthodes, bref, d'analyser les situations (car l'enseignant raisonne plus par situations) dans lesquelles il allait placer l'apprenant.

2. L'enseignement programmé

Si l'objectif premier souhaité par les responsables était de construire des produits éducatifs autonomes en vue d'une individualisation de l'enseignement, d'expérience, nous pouvons témoigner que le principal bénéfice a plutôt été d'amener l'enseignant à analyser l'apprentissage en termes de processus, de se centrer sur l'apprentissage plutôt que sur l'enseignement (un échec remettait en cause l'enseignement et pas l'apprenant). Il a permis aux enseignants qui ont pratiqué l'enseignement programmé de se rendre compte de la complexité des apprentissages qui pourtant leur paraissaient

élémentaires. Signalons au passage, que l'enseignement programmé de type linéaire est très contraignant même s'il permet des débuts d'interaction entre l'apprenant et la "machine", ils ont rarement porté sur des comportements d'apprentissage complexes.

3. L'audiovisuel

À nos yeux, un des principaux bénéfices de l'audiovisuel a été pour ceux qui l'ont pratiqué, de leur fournir un outil d'analyse de l'environnement éducatif mis à leur disposition. Si l'enseignant ne réussissait pas cette analyse en découvrant la spécificité des médias, il pouvait se sentir menacé, en concurrence avec un professeur plus séduisant que lui. Il devait donc ici aussi redéfinir son rôle et se considérer comme gestionnaire d'un système d'enseignement-apprentissage y compris l'environnement plutôt qu'un simple diffuseur d'informations.

4. L'informatique

Cette innovaton intègre les précédentes et met l'accent sur, entre autre, une interactivité plus grande entre l'apprenant et l'environnement pédagogique structuré. Là aussi, il nous paraît indispensable d'examiner en quoi cette innovation risque de provoquer des changements de rôles et plus particulièrement d'esquisser des compétences transférables (la professionnalité) qui favoriseraient cette adaptation aux situations nouvelles. Pour y arriver, il nous paraît important que l'enseignant lui-même soit capable d'analyser sa profession, pour être capable de mieux situer les éléments nouveaux qui se présentent à lui et de les intégrer dans sa pratique. Hoyle propose une grille qui n'est pas sans intérêt.

Cette capacité d'analyse m'apparaît pouvoir être décrite par trois niveaux hiérarchiques. Nous nous appuyons sur nos propres observations de formation, de consultation, de contact avec les enseignants novateurs, et enfin sur les recherches que nous menons dans notre groupe de recherche sur l'apprentissage et l'informatique (G.R.A.I.) depuis deux ans aux Facultés Notre-Dame de la Paix. Ces recherches portent sur les processus d'apprentissage de l'adulte à propos de la programmation et en particulier de LOGO.

Caractéristiques des compétences selon deux types

Professionnalisme étroit	Professionnalisme élargi
Compétences acquises par l'expérience	Compétences résultant d'une confrontation de l'expérience et de la théorie
Perspective limitée à l'immédiat dans le temps et dans l'espace	Perspective élargie au cadre social de l'activité éducative
La vie de la classe est perçue hors de tout contexte	La vie de la classe est perçue dans le contexte des politiques et des objectifs de l'école
Méthodes résultant du jugement personnel	Méthodes comparées à celles des collègues et aux comptes rendus d'espériences pratiques
Valeur accordée à l'autonomie	Valeur accordée à la collaboration entre enseignants
Participation restreinte aux activités professionnelles en dehors du service d'enseignement	Participation importante aux activités professionnelles en dehors du service d'enseignement (notamment centres pédagogiques, association de spécialistes, recherche)
Lecture d'ouvrages professionnels peu fréquente	Lecture régulière d'ouvrages professionnels
Participation restreinte aux activités de formation continue se limitant aux cours pratiques	Participation importante aux activités de formation continue, y compris aux cours de caractère théorique
Enseignement considéré comme affaire d'intuition	Enseignement considéré comme activité rationnelle

Source: E. Hoyle, "London Educational Review", 1974.

Je rappelle que les compétences que nous avons évoquées précèdent en quelque sorte les compétences techniques spécifiques à l'innovation considérée.

1° niveau: décrire sa propre pratique en zones d'activités

Il s'agit d'accéder déjà à un langage plus général capable de regrouper un ensemble de comportements émis par l'enseignant autour d'une activité qu'elle soit de l'enseignant lui-même ou de l'apprenant, avant, pendant ou après la classe.

Ex.: — transparent: interagir avec les élèves:

c'est — expliquer ce qu'il y a à faire
— donner l'information
— évaluer la compréhension (feedback correction)
— recueillir des informations
— adapter son discours (rythmes, contenus)
— encourager
— réguler des échanges entre élèves ...

2° niveau: théorisation de la pratique par la confrontation à des modèles théoriques

Enseigner, c'est entre autre gérer des environnements (des outils) éducatifs et gérer des apprentissages. Ces apprentissages étant des changements durables dans les structures cognitives. Si l'enseignant n'a pas une maîtrise suffisante de théories lui permettant d'avoir des représentations correctes de ce qu'est l'apprentissage (quelle que soit la théorie sur laquelle il s'appuie), il nous paraît peu probable qu'il soit capable de structurer une séquence d'enseignement, une séquence d'apprentissage qui aient une certaine validité.

Ex.: Nous avons proposé que l'apprentissage soit un changement durable dans les structures cognitives. Le changement étant une construction

individuelle, interactive avec l'environnement, et énergétique (consommatrice d'énergie).

Quant aux caractéristiques de l'environnement, nous appuyant sur la théorie de l'enseignement de Bloom, nous retenons que l'environnement doit être capable de:

1. fournir à l'apprenant des indications sur l'apprentissage: où vais-je?, d'où viens-je? comment apprendre?, pourquoi apprendre?, bref, permettre à l'apprenant de se situer (on voit l'importance de ce trait caractéristique dans le domaine de la création de didacticiels);
2. permettre la participation, l'apprentissage c'est un projet de l'apprenant, il est partie prenante. On voit la nécessité de s'acheminer vers les didacticiels permettant une adaptabilité maximale à l'apprenant;
3. fournir des rétro-informations sur le progrès, le contrôle, le feedback et la correction ainsi que les récompenses; cette facette de l'interactivité est cruciale dans le cas d'un didacticiel.

3° niveau: analyse du système enseignement-apprentissage

C'est sur celui-ci que nous nous appesantirons un peu plus longtemps. Ce troisième niveau dépasse les précédents dans la mesure où il touche à l'épistémologie de la démarche de l'enseignant, elle inclut tant une autoanalyse de ses comportements et de ses représentations que des éléments qui composent le système éducatif y compris les représentations supposées des apprenants à propos du système enseignement-apprentissage dans lequel ils s'inscrivent. Notre modèle d'analyse est centré sur la prise de décisions. D'autres modèles sont parfaitement légitimes et peuvent remplir cette fonction. Nous avons une représentation sommaire de notre modèle d'analyse ci-dessous; il a été expérimenté avec fruit auprès de formateurs en formation initiale et continuée.

L'informatique: analyseur du système enseignement-apprentissage

Bien entendu, il ne s'agit pas d'attendre que l'enseignant soit devenu un fin analyste et auto-analyste pour entamer une formation aux technologies impliquées par la maîtrise d'une innovation pédagogique. Au contraire, dans ce cas-ci, l'informatique interagissant avec l'enseignant va l'aider à analyser sa pratique et à redéfinir sa fonction. Il s'agit donc bien d'un effet d'interaction enseignant-innovation qui stratégiquement nous paraît le plus adéquat. Si parmi les caractères qui constituent la spécificité de l'informatique à l'école on retient l'interactivité de la relation apprenant-environnement (machine) on peut se demander ce que cet analyseur (interactivité) peut aider à expliciter, d'où pourrait-on partir? Quelles réflexions devraient accompagner l'exploitation de ce caractère spécifique de l'informatique à l'école? Qu'est-ce que cette interactivité peut aider à mieux comprendre dans la pratique habituelle de la classe? Bref, que devrait contenir le curriculum de formation des formateurs à l'utilisation et à la création de produits éducatifs informatiques impliquant l'interactivité? Notre réflexion sera loin d'être exhaustive, ce qui permettra des échanges fructueux à la fin de mon intervention.

a. Lorsque l'interactivité en classe "n'existe pas" (dans le sens où il n'y a pas véritablement de prise en compte de la rétroinformation fournie par l'apprenant). C'est le cas généralement observé où la réponse fournie par un seul élève de la classe satisfait le professeur et lui permet de continuer dans son exposé sans véritablement s'assurer que le "message est passé". L'enseignant se considère alors essentiellement comme un transmetteur, un diffuseur où il n'effectue pas de traitements particuliers de l'information pour les individus (nous prenons ici le cas extrême). Il est centré sur le contenu et pas sur les processus d'apprentissage à mettre en oeuvre. On peut imaginer, dans ce cas-ci, l'utilisation de l'ordinateur comme un manuel, une machine à calculer, un tableau animé montrant de manière dynamique ou statique des éléments de contenus (courbes, graphiques, ...) ou comme enregistreur. Cette utilisation très courante de l'ordinateur a bien entendu sa fonction (super tableau, super manuel) mais ne met guère en oeuvre l'interaction. Si les changements devaient être souhaités, il faudrait sans doute que:

1. l'enseignant ressente la rupture que l'ordinateur entraîne par rapport à sa pratique;
2. qu'il prenne conscience du modèle d'enseignement suivi dans les deux cas;
3. qu'il se décentre de sa fonction de diffuseur pour adopter les points de vue de l'apprenant;
4. qu'il envisage d'autres modèles que celui qu'il suit.

b. Si l'interaction en classe existe, il nous paraît intéressant que l'enseignant soit capable d'identifier les patterns qu'il utilise volontiers, en d'autre termes de quels types sont-ils, qu'il soit capable de les décrire en d'autres termes généraux voire de les théoriser en ce sens qu'il puisse leur accorder une certaine valeur (par exemple en fonction de certaines théories incluant le feedback: évaluation formative), qu'il soit capable d'identifier les aspects individuels dans l'interaction, ce que dans certaines grilles d'analyse on n'identifie pas la fonction de personnalisation. Une prise de conscience des interactions déjà existantes en classe permettrait par comparaison avec des interactions possibles avec la machine d'identifier le type de dialogue permis avec l'interlocuteur machine, les "pseudo-dialogues" réalisables et ceux des dialogues de type non réalisables. L'analyse par l'enseignant de la complexité des dialogues qu'il entame avec ses élèves (diagnostic des erreurs et remédiation appropriée) mettra en évidence la difficulté de se rapprocher de ce type de dialogue (exhaustivité, adaptabilité) avec l'interlocuteur machine, il devra se rendre compte du danger de réduire l'apprentissage à des comportements simples parce que appréhendables par la machine et donc de ramener la réalité à des modèles simplistes, il devra se rendre compte ainsi de la nécessité d'une grande compétence technique pour éviter le piège du réductionnisme. Estimant le coût (temps et argent) du dialogue personnalisé qu'il entame en classe, il pourra peut-être mieux se rendre compte de l'intérêt de confier à l'interaction apprenant-machine certains dialogues plus "standards" afin de consacrer son temps à des interactions plus sophistiquées.

Se rendant compte des limites de la variété des situations qu'il propose aux apprenants, sans doute pourra-t-il mieux apprécier la

versatilité du système informatique. Analysant les limites de sa disponibilité, de sa patience, sans doute pourra-t-il mieux apprécier les qualités d'un système impassible comme celui de l'ordinateur. L'interaction avec la machine pose de la part du concepteur du produit éducatif une nécessité d'analyser des processus d'apprentissage afin de faire dialoguer la machine avec l'apprenant. Ceci lui impose une maîtrise particulièrement aigüe du quoi faire? du comment faire? (processus d'apprentissage) et du comment faire faire?; dans ce cas-ci comment faire dialoguer? Ce qui impose de sa part, la nécessité:

- d'expliciter l'implicite
- d'avoir une vision non seulement du résultat mais aussi du processus pour y arriver
- de déliniariser dans l'analyse la résolution de la tâche
- de reliniariser le dialogue avec l'exécutant machine.

En résumé

L'implantation de l'innovation pédagogique informatique dans la classe requiert de la part de l'enseignant trois registres de compétence.

1. Technologique (en particulier technologie intellectuelle)
   - technique
   - habileté intellectuelle

   ex.: analyse
   - exhaustitivé
   - déliniarisation de la pensée
   - se situer dans les différents lieux de la machine
   - analyse descendante
   - maîtrise des structures de contrôle, variables, tableau, fichier...

(cf. exposé de Charles Duchateau)

2. Pédagogique (théorie enseignement-apprentissage)
   - théoriser la pratique

- maîtrise des habiletés de base - diagnostiquer- évaluer - organiser un environnement éducatif - réviser l'action ...

3. Epistémologique (analyse du système enseignement-apprentissage)

Nous avons relevé tout à l'heure trois niveaux d'analyse du système enseignement-apprentissage et nous nous sommes appesantis sur le dernier niveau que nous pourrions qualifier en termes généraux de la manière suivante:

- se situer par rapport aux éléments du système (école, système social, collègue, statut, rôle, fonction, organisation)
- situer des éléments constituants les uns par rapport aux autres
- analyser ses propres représentations de chacun des éléments du système enseignement-apprentissage
- évaluer les représentations des autres
- se décentrer par rapport à ses rôles, ses fonctions pour pouvoir se redéfinir
- percevoir la distance entre les solutions technologiques proposées et les problèmes à résoudre (éviter le réductionnisme).
- conscience des contraintes en aval inspirées par l'exécutant "final", dans notre cas la machine-ordinateur
- gérer l'alternance théorie-pratique
- se réserver le droit de refuser une innovation.

LE "FOLKWARE" OU L'IMPORTANCE DU FACTEUR HUMAIN DANS LE DÉVELOPPEMENT ET L'IMPLANTATION DES APPLICATIONS PÉGAGOGIQUES DE L'ORDINATEUR

André Goyette
Collège de Chicoutimi

1. Une problématique de l'ordinateur à l'école

La question principale qui est posée, laquelle est à l'origine de toute notre réflexion, est celle de savoir comment intégrer de façon harmonieuse et créatrice les nouvelles technologies dans des situations d'apprentissage concrètes, tout en respectant les valeurs, les besoins et les objectifs de chacun. Par chacun, nous entendons aussi bien l'enseignant confronté aux choix de ses interventions pédagogiques que l'apprenant face à ses processus et stratégies d'apprentissage.

La question suivante est alors posée en corollaire: l'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques nous entraîne-t-elle nécessairement dans un modèle de pédagogie mécaniste centrée essentiellement sur la transmission des connaissances? Les applications pédagogiques de l'ordinateur (APO) peuvent-elles refléter ou servir d'autres options, en particulier celles qui se préoccupent du développement global de la personne? En ce qui nous concerne, nous aimons bien croire que l'ordinateur peut être au service des diverses options en éducation; mais pour certaines d'entre elles, il reste beaucoup à faire pour le démontrer.

Tout changement a ses exigences et si l'on veut que l'ordinateur permette une manière différente de voir l'action éducative, cela ne se fera pas sans faire appel à une nouvelle créativité pédagogique de la part de l'enseignant ainsi qu'à une redécouverte du plaisir d'apprendre de la part de l'élève.

Dans les sections suivantes, nous verrons comment, dans un environnement éducatif, le folkware constitue un élément-clé d'un système personne-machine. Après avoir relevé certaines limites des logiciels éducatifs actuels, nous identifierons quatre grandes caractéristiques d'un

didacticiel compatible avec le folkware. Pour terminer, nous jetterons un rapide regard sur le perfectionnement des maîtres dans le contexte des APO.

2. Le système personne-machine

Tout système personne-machine peut être considéré comme étant composé de trois ensembles d'éléments en interaction réciproque (fig. 1): le matériel informatique (le "hardware"), le logiciel (le "software") et un troisième ensemble que nous appellerons le "folkware". Si les deux premiers sont davantage associés au pôle de la machine, le folkware renvoie, comme son nom le suggère, à la personne lorsque celle-ci entre en interaction avec un équipement informatique quelconque.

2.1 Le matériel

L'équipement informatique est trop souvent au coeur des débats sur les APO. La machine fascine. Les considérations liées au matériel portent sur son acquisition, le modèle, les spécifications techniques, le coût, l'entretien, la sécurité des appareils, etc. L'évolution technologique et les enjeux économiques étant ce qu'ils sont, tout ce dossier change donc très vite et est très mouvant.

Dans ce contexte, le bon matériel informatique pour l'éducation n'est même plus celui qui répond aux besoins, mais celui que l'on a. Et même là, certains trouveront les autres chanceux de déjà disposer de quelques appareils réservés à la pédagogie.

2.2 Le logiciel

La faiblesse si ce n'est la médiocrité des didacticiels actuels est connue. En effet, que ce soit en termes de qualité technique ou du contenu, de la rentabilité ou de la pertinence pédagogique, la production des logiciels éducatifs est peu reluisante. De plus, la production actuelle innove peu quant aux types de didacticiels. En effet, une récente enquête menée en 1984 par l'EPIE Institute (Educational Products Information Exchange) révèle que les types traditionnels de didacticiels sont largement

majoritaires puisque les exercices répétés et les tutoriels représentent 68,3% de la production américaine (Komoski, 1984) (fig. 2).

Précisons également que la plupart des évaluations qui ont été faites des APO n'ont porté que sur le produit c'est-à-dire sur le logiciel. Or, il nous apparaît que l'utilisation qui est faite d'un logiciel dans une situation effective d'apprentissage se doit d'être le lieu de la véritable évaluation d'une APO.

SYSTÈME PERSONNE-MACHINE

dans un environnement éducatif

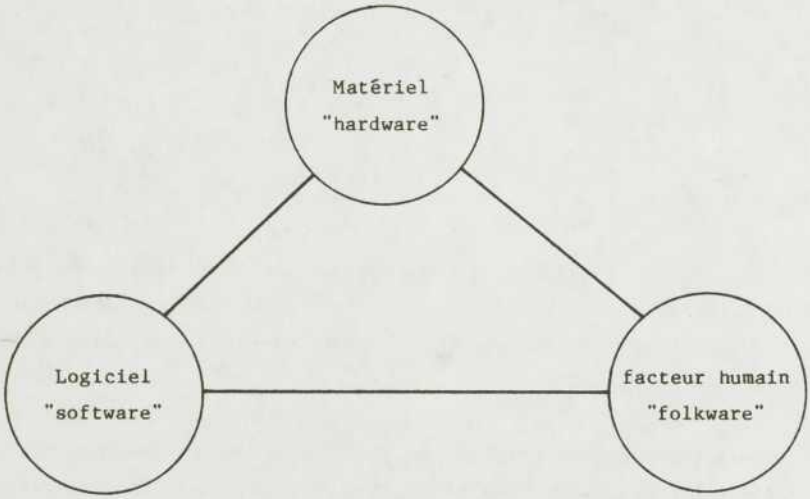


Figure 1

SOFTWARE BY TYPE

Source: The Educational Software Selector (TESS), EPIE Institute.

Teachers College Press, 1984

Drill-and-practice	49,4%
Tutorial	18,9%
Gaming	12,3%
Simulation	5,4%
Computation Support	5,2%
Teacher Aid	2,2%
Other	6,6%

Figure 2

2.3 Le folkware

Le folkware, c'est l'aspect humain dans le développement et l'implantation d'une APO. C'est donc de reconnaître la présence d'éléments tels que les besoins, les motivations, les attitudes et les valeurs dans le système personne-machine.

Le facteur humain n'est certes pas absent des composantes matérielle et logicielle du système. En effet, tout bon matériel comporte des qualités ergonomiques essentielles, de même que la qualité du logiciel est inséparable de sa facilité d'utilisation ("userfriendlyness") de celui-ci. Et pourtant, le folkware est plus que cela.

Le folkware est l'ensemble des préoccupations et des stratégies déployées en vue de mettre en oeuvre une interaction personne-machine qui soit harmonieuse, créatrice et performante.

Cette troisième dimension de notre système personne-machine dans un environnement éducatif est ainsi liée au processus de mise en classe de l'ordinateur. Le folkware est donc toute une expertise à développer afin de créer un environnement éducatif permettant aux individus (tant l'enseignant en perfectionnement que l'élève en formation) de se sensibiliser, de s'initier, de s'habiliter et d'utiliser la micro-informatique à des fins pédagogiques.

Le concept de folkware peut également s'exprimer sous forme d'un modèle d'évaluation des APO tel celui de l'évaluation créative (Ouellet, 1983). Sans entrer dans les détails du modèle, disons que schématiquement ce modèle se présente comme quatre réservoirs d'information (fig. 3). Outre le réservoir d'information sur quatre types de résultats (le comment), c'est-à-dire ceux ayant trait aux attitudes, aux connaissances, aux habiletés et aux coûts, nous devons considérer les nombreuses interactions existant entre ce dernier et les autres réservoirs d'information que constituent le contexte (le qui), l'intervention pédagogique (le pourquoi), et la situation effective d'apprentissage ou micro-système d'apprentissage (le quoi).

Spéculant sur les besoins, les attentes et les intérêts des élèves d'un programme donné, ainsi que sur les valeurs éducatives et les options pédagogiques des professeurs, la stratégie d'évaluation doit recueillir des informations afin de se prononcer sur la justesse de l'interprétation du contexte.

Outre l'évaluation en fonction du contexte, laquelle s'appuie sur des critères tels l'intérêt, les besoins et la pertinence, et outre l'évaluation du rendement en termes de connaissances acquises, une part très importante de la stratégie d'évaluation porte sur la performance (les habiletés) des principaux agents impliqués dans une telle situation effective d'apprentissage. Il nous semble en effet que là est bien le lieu de l'intégration du micro-ordinateur en tant qu'outil d'enseignement et d'apprentissage.

Si le caractère harmonieux de cette intégration est tributaire de l'adaptation de l'APO à un contexte spécifique, et si la rentabilité pégogique

de l'APO peut être mesurée, du moins en partie, par le rendement de la programmation qui a été faite de l'intervention, il reste que l'apprentissage, c'est-à-dire l'évolution et la transformation des participants à un tel micro-système doit se faire dans l'action, à savoir, dans le cadre d'un processus organisationnel que se seront donnés et l'enseignant et les élèves (fig. 3). C'est en cela que nous pouvons dire également que l'évaluation de toute APO n'est pas que l'évaluation d'un produit (c'est-à-dire d'un didacticiel), mais aussi l'évaluation d'un processus (c'est-à-dire d'un moyen et d'une méthode d'enseignement).

3. Certaines limites des logiciels éducatifs actuels

L'ordinateur comme instrument d'enseignement peut prendre plusieurs formes selon le type de didacticiel utilisé. Mais voilà bien le noeud du problème: souvent (trop souvent selon nous) les didacticiels tels que les exercices répétés, le tutoriel ou le jeu éducatif transforment l'ordinateur en machine à enseigner au sens limitatif du terme, et ce qui devrait être l'assistant du maître se fait soudainement envahissant, directif et a tendance à imposer le modèle pédagogique qui l'a vu naître, à savoir et souvent, un modèle axé sur la recherche rigoureuse de l'efficacité pédagogique et sur le comment, allant jusqu'à en oublier le pourquoi de l'apprentissage c'est-à-dire sa finalité.

Or tous les enseignants n'adhèrent pas à de tels modèles d'intervention pédagogique, si ce n'est qu'ils y sont réfractaires. De plus, ces didacticiels, habituellement très structurés, deviennent également très structurants tant au niveau de la liberté qu'ils laissent à l'enseignant en termes d'adaptation créatrice à son propre style d'enseignement (et aux valeurs éducatives qui y sont associées), mais aussi très structurants pour l'élève à qui ils imposent un contenu fixe et un cheminement trop souvent rigide. Il n'est donc pas étonnant de constater que de tels didacticiels soient à l'origine de bien des déceptions, et ceci, sans compter que ni le maître ni l'élève ne peuvent habituellement faire quoi que ce soit pour remédier aux lacunes de ces logiciels.

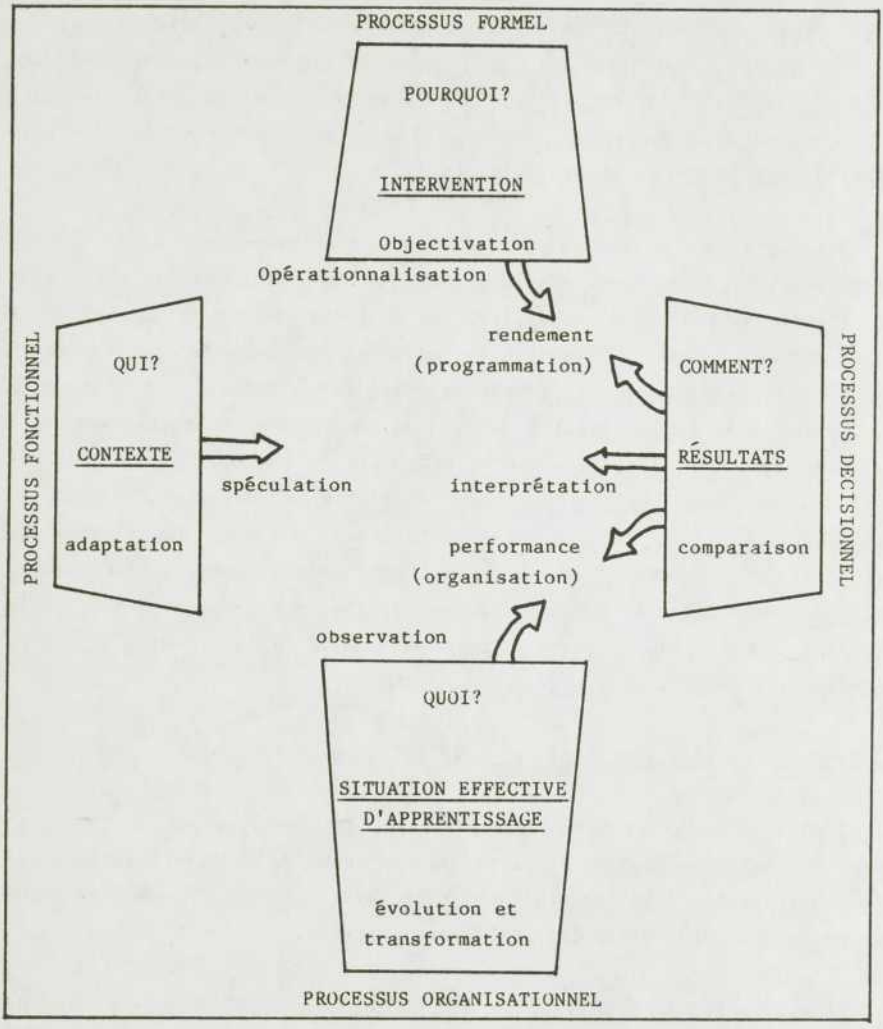


Figure 3: Schéma simplifié de l'évaluation créative

Nous ne croyons pas que ce soit avec de tels didacticiels que nous pourrons former davantage de personnes créatrices, critiques et autonomes. Il faut cesser de transposer la pédagogie traditionnelle dans le domaine des APO. L'ordinateur est un produit ouvert offrant de nombreuses

possibilités, aussi faut-il développer le potentiel que recèle un environnement éducatif informatisé où l'ordinateur serait davantage une ressource et un instrument d'apprentissage plutôt qu'un succédané du professeur. Nous devons éviter d'enfermer les enseignants et les élèves dans un rôle étroit de consommateurs de didacticiels.

Malheureusement, les didacticiels actuels se présentent surtout comme des outils pour la transmission des connaissances, les contenus sont presque exclusivement d'ordre cognitif et une consultation des principaux catalogues de didacticiels nous montre que pour ce type de matériel, les disciplines scientifiques sont largement privilégiées. Conçus pour l'atteinte d'objectifs spécifiques précis, l'utilisation qui en est faite peut être qualifiée de ponctuelle, et dans la poursuite du cours, d'autre didacticiels seront alors nécessaires. Ces didacticiels constituent certes un enrichissement de l'environnement éducatif, mais il reste que l'apprenant doit suivre un cheminement imposé et qu'il ne peut modifier ou enrichir le contenu du didacticiel. Pour toutes ces raisons, ces types de didacticiels constituent des produits fermés, tant au niveau de la conception que de l'utilisation qu'on peut en faire.

4. Pour un logiciel compatible avec le folkware

Comme nous l'avons montré précédemment, le développement et l'implantation d'une APO ne peut se limiter à la recherche du matériel informatique et à l'utilisation d'un logiciel compatible avec celui-ci. Le succès d'une APO réside surtout dans la qualité de son folkware.

L'utilisation de l'ordinateur à l'école fait appel à un ensemble de préoccupations et de stratégies éducatives marquées d'une nette volonté d'innovation pédagogique. L'utilisation pertinente et pédagogiquement rentable de l'ordinateur doit s'accompagner d'une démarche se voulant en rupture avec certains aspects des pratiques habituelles, sinon, nous ne voyons pas en quoi l'ordinateur peut constituer un enrichissement significatif de l'environnement éducatif.

Mais pourquoi le logiciel, dans sa conception même, ne serait-il pas facilitant à cet égard et n'offrirait-il pas une portée didactique plus grande? Dans les lignes qui suivent, nous présenterons quatre caractéristiques pouvant contribuer à créer une interaction apprenant-ordinateur qui soit harmonieuse, créatrice et performante.

4.1 Un logiciel non-directif

Pour être compatible avec le folkware, un logiciel doit d'abord être non-directif c'est-à-dire qu'il redonne à l'élève son pouvoir d'apprendre, de prendre ses propres décisions concernant sa démarche d'apprentissage. Avec un tel logiciel, l'apprenant doit pouvoir exercer un très grand contrôle sur le déroulement du didacticiel tant au niveau du choix du contenu que de son cheminement. À ce titre, un didacticiel non-directif valorise une utilisation plus individualisée et plus souple; partant des objectifs d'apprentissage de l'apprenant et selon son rythme, la guidance pédagogique ne peut donc être très structurée à l'avance.

4.2 Un logiciel ouvert

Le logiciel, à l'image de l'ordinateur lui-même, doit être un produit ouvert. Un tel logiciel, à partir d'un contenu initial, peut être modifié, transformé ou enrichi, et ceci, dans le cadre d'activités d'apprentissage. Une telle situation d'apprentissage invite donc l'élève à adopter un rôle de producteur d'information et à devenir un agent actif de son propre apprentissage.

4.3 Un logiciel intégrateur

Le caractère modifiable et perfectible de ce type de logiciel vise à créer un micro-système d'apprentissage dans lequel pourront s'engager quelques élèves ou tout un groupe-classe. Le micro-ordinateur et son logiciel peuvent ainsi être au centre d'un projet d'intervention pédagogique intégrateur c'est-à-dire facilitant la convergence des autres activités d'apprentissage (plus habituelles celles-là) de la classe. En effet, selon la volonté de l'enseignant et du groupe, ce didacticiel peut intégrer diverses

activités telles que la recherche documentaire, la discussion et l'évaluation du contenu initial du didacticiel, la réalisation de courtes enquêtes complémentaires menées dans le milieu, sans compter une nécessaire sensibilisation et initiation à la micro-informatique par l'utilisation du didacticiel.

Un didacticiel intégrateur se présente donc comme la base d'un projet d'enseignement/apprentissage. Au lieu d'être utilisé d'une façon ponctuelle afin de dispenser une unité d'enseignement spécifique et complète en soi, un tel logiciel est ainsi présent à plusieurs étapes de la démarche d'apprentissage des apprenants.

4.4 Un logiciel convivial

En plus d'être non-directif, ouvert et d'avoir une fonction intégratrice, le didacticiel exemplaire auquel nous pensons doit être convivial. Pour Illich (1973), à qui nous empruntons l'acceptation de ce qualificatif, est conviviale la situation où "l'outil est au service de la personne intégrée à la collectivité et non au service d'un corps de spécialistes".

Outre sa facilité d'utilisation et sa qualité technique qui vont de soi, ce logiciel doit être facilement disponible et accessible. Idéalement, chaque apprenant ou chaque équipe du groupe-classe devrait disposer d'une copie du logiciel afin de s'initier et de cheminer dans leur apprentissage.

De plus, le contenu doit respecter l'élève, ne pas véhiculer d'attitudes sexistes ou prôner une forme quelconque de violence. Enfin, il ne doit pas comporter de fonction de contrôle du style "fichier bavard" où la cueillette d'information sur l'utilisation du logiciel se fait à l'insu des élèves.

Est convivial le logiciel que contrôle l'élève. Un logiciel convivial doit donc permettre une interaction avec l'ordinateur qui soit ni brimante, ni menaçante, pour au contraire, être pour l'élève un lieu d'expression critique et créatrice.

5. L'ordinateur, le perfectionnement des maîtres et le folkware

Si dans le domaine des APO le folkware s'adresse principalement à l'élève, il concerne également l'enseignant qui désire s'approprier l'outil informatique et qui s'engage dans un processus de perfectionnement. Un folkware doit donc aussi être développé par les formateurs afin de créer un environnement éducatif permettant aux professeurs de se sensibiliser, de s'initier et de s'habiliter à la micro-informatique. Le folkware c'est pouvoir offrir des services de consultation et de soutien aux professeurs voulant s'engager dans des projets d'APO. C'est aussi pouvoir répondre adéquatement aux besoins de perfectionnement et de mise à jour en regard des nouvelles technologies. Le folkware c'est également susciter dans le milieu des projets de recherche, de développement et d'innovation pédagogiques ayant comme point commun l'utilisation de l'ordinateur à des fins didactiques.

Le folkware implique ainsi un modèle d'intervention que l'organisation scolaire met de l'avant afin de permettre à ceux et à celles qui le désirent de devenir des concepteurs ou des chercheurs dans le domaine des utilisations pédagogiques de l'ordinateur.

Le folkware développé au Collège de Chicoutimi (Goyette, 1983) s'appuie sur un modèle d'interaction dit en spirale, lequel ne se veut pas prescriptif quant à la formule ou au contenu des activités d'apprentissage et d'évaluation; au contraire, il s'ouvre à une grande diversité de moyens et de ressources. Le modèle se veut ainsi un cadre général permettant de canaliser et de soutenir l'effort local. De là est né le CRAPO. L'équipe du Collectif de recherche action sur les applications pédagogiques de l'ordinateur a pour tâche de mettre en oeuvre un centre de ressources en APO pour le personnel du collège et d'y assurer les services d'information, de formation, d'aide et de soutien aux usagers engagés dans un processus d'apprentissage ou de recherche en APO.

Plusieurs souhaitent que la micro-informatique modifie profondément la pédagogie. On peut souhaiter que l'utilisation de l'ordinateur donne lieu à une plus grande créativité pédagogique et à la redécouverte du plaisir

d'apprendre, mais qu'en est-il de l'environnement pédagogique que nous offrons aux enseignants qui s'engagent dans un perfectionnement en micro-informatique et dans des projets d'APO? Ne serait-il pas essentiel que le folkware que nous développons à leur intention soit à la mesure des attentes qu'on peut avoir à l'égard de ces enseignants et enseignantes qui ont choisi de se mettre à l'heure des nouvelles technologies en éducation?

6. Conclusion

L'histoire de la technologie montre à l'évidence que la forme et l'usage initial d'un produit nouveau sont presque toujours très fortement conditionnés par le passé. Il faut toujours un certain temps, après l'invention, pour découvrir les potentialités du produit nouveau et pour lui donner sa forme et son usage plus ou moins définitif. Cette constatation est également vraie pour les ordinateurs (Hebenstreit, 1984).

Mais l'ordinateur en soi n'a qu'une valeur instrumentale, sa valeur pédagogique réside dans l'utilisation qu'on en fera en classe. Comme dans toute action éducative, il importe donc de considérer le contexte, la planification de l'intervention pédagogique ainsi que le processus organisationnel à mettre en oeuvre afin d'exploiter les ressources et les services que peut nous offrir ce nouvel outil.

Si l'insistance sur le matériel et le logiciel à laquelle on assiste dans les milieux de l'éducation peut se comprendre, elle ne peut plus cependant se justifier si l'on considère le nécessaire effort de réflexion, de recherche et de développement qu'exige une véritable utilisation pédagogique de l'ordinateur.

L'enjeu est de taille puisqu'il concerne la capacité de tout notre système d'éducation de prendre en compte l'existence des nouveaux outils apportés par l'ordinateur, ainsi que son aptitude à les intégrer dans un système de formation cohérent de façon à aider chacun à les utiliser de manière efficace. C'est ce que nous appelons le folkware.

Références

BOURDEAU, J. "Une approche systémique de l'E.A.O.". Bip-bip, no 32, sept. 1982.

CHEVALIER, G. et al., Pour une politique d'utilisation pédagogique de l'ordinateur. Montréal, Ministère de l'Education, D.G.M.E., 1978.

DUBUC, L. "Retour sur les didacticiels". Bip-bip, no 34, juin 1983.

GOYETTE, André. "Animation pour des applications pédagogiques de l'ordinateur au cégep. Un modèle d'intervention". Bulletin du CRAPO, numéros 1 et 2, 1983.

GOYETTE, André. "Projet B.I.S.E. Une stratégie de développement et d'évaluation d'un E.A.O. de type non-directif". (texte inédit).

HEBENSTREIT, Jacques. "Les ordinateurs dans l'éducation: un problème de société". Bip-bip, no 35, avril 1984, p. 80-96.

ILLICH, Ivan. La convivialité. Paris, Editions du Seuil, 1973, p. 13.

KOMOSKI, Kenneth, P. "Educational software and other learning materials: a look at the differences". Texte présenté à l'American Educational Research Association 1984 Annual Meeting, New-Orleans, USA, 23 avril 1984.

MATAIGNE, Bernard. Grille d'évaluation de didacticiels. Montréal, D.G.M.E., Ministère de l'Education, 1983.

OUELLET, André. L'évaluation créative. Une approche systémique des valeurs. Québec, Presses de l'Université du Québec, 1983.

LOGO ET LA FORMATION DES ENSEIGNANTS: UNE ANALYSE EXPÉRIENTIELLE

Benoît Côté
Université Laval

Ce texte fait état d'une démarche de recherche en cours qui consiste à concevoir et à analyser des utilisations de LOGO dans un contexte de formation d'enseignants, du point de vue de ce qu'on pourrait appeler une psychopédagogie expérientielle. Il s'agit d'une approche descriptive qui vise à identifier différentes facettes de l'expérience d'entrer en interaction avec l'environnement LOGO et à en analyser la signification du point de vue d'une formation à l'intervention pédagogique.

Cette recherche se veut une contribution à l'élaboration d'une psychologie de l'apprentissage scolaire qui reconnaisse explicitement la dimension expérientielle, et une tentative d'intégrer à ce contexte la problématique des applications pédagogiques de l'ordinateur (APO).

Logo et la notion d'expérience

> "Even facts become fictions without adequate ways seeing "the facts". We do not need theories so much as the experience that is the source of the theory."
> (Laing, 1967, p. 17)

Qu'est-ce que LOGO? Quelle sorte d'objet est LOGO? On sait que ce terme réfère non seulement à un certain logiciel qui existe sous différentes versions pour différents appareils mais surtout à une certaine conception des APO développée par Papert et ses collaborateurs (Papert 1981; voir Côté 1982, 1983). J'aimerais développer ici l'idée que fondamentalement "LOGO est une expérience", c'est-à-dire que la notion d'"expérience" est essentielle pour voir l'intérêt de LOGO, et inversement que LOGO constitue un excellent contexte pour développer une psychologie de l'apprentissage scolaire qui intègre la dimension expérimentale.

Dire que "LOGO est une expérience", c'est utiliser le langage courant. C'est comme parler de l'expérience de faire de la voile ou de celle d'assister à un concert. Tout en étant capable de parler de ces expériences, on admet généralement qu'il est difficile de vraiment communiquer ce que c'est à quelqu'un qui ne l'a pas vécu. Corrélativement, on peut communiquer de façon très précise avec quelqu'un qui a vécu la même expérience dans une conversation qui va sembler incompréhensible à une troisième personne qui ne l'a pas partagée.

Prise dans ce sens, la notion d'expérience n'existe pratiquement pas dans le vocabulaire de la psychopédagogie et en particulier en épistémologie de l'apprentissage scolaire. Elle risque d'être considérée comme un terme "suspect" et "préscientifique" dont la démarche scientifique a justement comme rôle de nous débarrasser. C'est pourquoi on passe si facilement à vouloir décrire précisément ce qu'est LOGO pour ensuite essayer de vérifier empiriquement si cela correspond réellement à notre description. Ainsi on s'intéresse à savoir si effectivement il contribue au développement cognitif, à des apprentissages de type logico-mathématique, à l'acquisition de stratégies de résolution de problèmes et d'attitudes positives vis-à-vis les connaissances ... (par exemple, Pea 1983).

Personnellement cette perspective me laisse très insatisfait. Ce n'est pas que ces questions en soi n'ont pas de sens mais je crois qu'il est essentiel de préciser le cadre à l'intérieur duquel elles sont formulées. À mon avis, on ne peut considérer LOGO comme un objet ayant une existence en soi, dont on pourrait prouver qu'il produit ou non certains effets observables et mesurables. On ne peut parler de LOGO en prétendant se situer à l'extérieur, dans une sorte de poste d'observation neutre et objectif. LOGO est une expérience et toute expérience est invisible aux yeux d'un soi- disant observateur objectif. (À la limite, un regard objectif ne peut voir que des objets).

Je n'ai pas besoin que l'on me présente des expériences pour me montrer l'intérêt de LOGO. J'en ai fait moi-même l'expérience. Je peux parler de cette expérience en termes d'activité intense de résolution de problèmes, de plaisir mathématique ou esthétique, de surprises, de déceptions

et d'impasses, d'excitation mentale, d'apprentissages multiples, d'un certain sens de contact direct et affectif avec le monde de la raison. Ce ne sont là que des mots. Mon expérience n'est pas verbale. L'expérience de se laisser captiver par LOGO contient davantage que ce qu'on peut en dire.

Je n'ai pas besoin non plus que l'on me présente des résultats de recherche pour me montrer l'intérêt pédagogique de LOGO. À partir de mon expérience, cela est "évident". La perception du potentiel éducatif de LOGO est indissociable de l'expérience de se laisser captiver par cette activité.

Quel est le statut épistémologique de tels énoncés? À mes yeux, ils n'excluent nullement la nécessité de chercher à décrire et à comprendre ce qui se passe dans cet environnement et le fait qu'on puisse critiquer cette approche. Ils se situent au niveau du fondement de toute entreprise de recherche et posent que celui-ci ne peut être uniquement conceptuel. Il doit inclure une dimension expérientielle.

La question qui se pose ici est de savoir si des expressions comme "faire l'expérience de" et "communiquer son expérience de" ont droit de cité en sciences de l'éducation. J'en suis arrivé à croire qu'elles sont omniprésentes, qu'on a seulement le choix entre les reconnaître ou ne pas les reconnaître, et que si on refuse de le faire, on s'enferme dans une démarche paradoxale qui consiste à éliminer au départ le coeur de ce qu'on veut étudier et développer.

La psychologie de l'apprentissage scolaire s'est avérée jusqu'à présent dominée par des cadres conceptuels qui laissent peu de place à la notion d'expérience, prise dans son sens premier de vécu expérientiel. Sans prétendre faire une analyse approfondie de cette situation, on peut mentionner l'héritage encore présent de l'approche behavioriste qui a contribué à poser le problème de la formulation rigoureuse d'objectifs, mais dans un cadre qui évacue de la psychologie toute notion de sujet actif et "doué d'expérience".

La psychologie cognitive contemporaine, fondée sur les théories du traitement de l'information, s'est définitivement écartée d'une approche fondée uniquement sur la notion de comportement observable. Elle a introduit (reconnu) chez l'apprenant un élément d'activité, soit la notion qu'il se construit une description ou interprétation de la réalité et que son comportement est déterminé par ce système d'interprétation, que l'on cherche justement à décrire comme un système de traitement d'information (Klahr, 1976; Anderson, Spiro et Montague 1977). Cependant, cette approche demeure fondamentalement à l'intérieur d'une perspective réductionniste où l'on pose plus ou moins explicitement que notre compréhension du phénomène de l'apprentissage ainsi que les implications pédagogiques qu'on peut en dégager, se réduisent à ce qui peut être dit à l'intérieur de ce cadre conceptuel.

La notion d'expérience en tant que donnée première irréductible à tout concept se retrouve dans les courants de psychologie phénoménologique et existentielle (Keen 1975; Giorgi 1970), lesquels se réfèrent aux travaux de philosophes tels Sartre, Merleau-Ponty, Heidegger et Husserl. Elle est au coeur de certains travaux importants en psychopathologie, en particulier ceux du psychiatre Ronald Laing (1967, 1982). Mais jusqu'à présent, elle est pratiquement absente dans le contexte de la psychologie et de l'épistémologie de l'apprentissage scolaire.

La notion d'expérience est ce qui nous empêche de réduire l'objet de la psychologie de l'apprentissage à un objet. La notion d'expérience réfère au point de départ du processus de la connaissance, et en fait de tout activité humaine. Je fais l'expérience d'écrire un texte. Vous faites l'expérience de le lire. Dans les termes techniques de la phénoménologie, on parle de l'être au monde. Le maître Zen Suzuki Roshi (1970) décrit cette réalité en ces mots:

> "The awareness that you are here, right now, is the ultimate fact."(p.40)

La notion d'expérience réfère à une donnée primitive, préalable à tout concept. Avant de penser, avant de chercher à connaître, à comprendre, on

existe; on fait l'expérience de notre monde. Il y a ici une sorte de problème copernicien, à savoir la réalisation que nous ne tournons pas autour de nos idées mais que celles-ci tournent autour d'un centre qui ne peut pas être conceptuel. Tout système conceptuel est nécessairement circulaire. Dans un dictionnaire, un mot est défini à l'aide d'autres mots ce qui implique l'existence de définitions circulaires et/ou de termes non définis.

Ce fait primordial est. Par nature, on ne peut pas le prouver. C'est ce qui est à la base de l'activité d'investiguer ou de prouver quoique ce soit. On ne peut que le reconnaître ou ne pas le reconnaître. Je crois qu'une des raisons pour lesquelles on a tant de difficultés à développer une psychopédagogie qui soit à la fois rigoureuse et "réaliste", réside dans cette tendance à construire des systèmes conceptuels qui évitent de faire mention de l'expérience de qui que ce soit.

On arrive ainsi à cette situation absurde où on peut vouloir faire des expériences avec LOGO, ou même enseigner avec LOGO, sans vraiment se préoccuper de savoir si on en a soi-même fait l'expérience de façon significative.

L'expérience d'apprendre avec LOGO

Je veux rapporter ici des observations faites dans le cadre d'un cours universitaire de trois crédits d'introduction à LOGO offert à des groupes d'enseignants principalement des niveaux élémentaire et secondaire, en formation initiale et en perfectionnement. Ce cours a pour titre "LOGO et le développement cognitif" et est présenté comme un cours axé sur la psychopédagogie plutôt que l'informatique, en ce sens qu'il constitue une occasion de s'introduire non seulement au logiciel LOGO mais surtout à l'approche psychopédagogique qui est à son origine.

L'organisation du cours comporte un exposé à toutes les deux semaines avec, entre chacun, trois périodes de deux heures de travail en laboratoire où chaque étudiant a accès à un appareil. Les exposés se font dans une salle munie de récepteurs de télévision sur lesquels on peut brancher un

ordinateur pour faire certaines démonstrations. Chacun comprend en général trois composantes à peu près égales, soit 1) une présentation du contexte théorique de LOGO, à partir du texte de Papert (1981), que les étudiants sont encouragés à lire pendant le semestre, 2) une présentation systématique de certains concepts et stratégies de programmation, et 3) des petits exercices que chacun peut travailler sur papier avant d'en voir la démonstration sur un écran.

Ces exposés servent de support à une démarche qui est centrée sur le travail personnel en laboratoire. Les étudiants ont à leur disposition un guide qui les introduit graduellement aux différentes possibilités du langage et leur suggère divers excercices et certaines pistes de projets. Ils peuvent l'utiliser à leur guise. Il n'y a aucune exigence dans ce cours en terme de contenus à maîtriser.

Ils doivent cependant tenir un journal de bord décrivant séance par séance ce qu'ils font et, pour ce faire, peuvent utiliser une imprimante. Les deux dernières semaines du cours sont consacrées à une analyse de ce journal à partir d'une grille suggérée qui est structurée en fonction de trois grandes questions: 1) Qu'est-ce que j'ai fait? 2) Qu'est-ce que j'ai appris et comment l'ai-je appris? 3) Comment a évolué ma perception de LOGO et de la problématique des APO? Ils doivent remettre pour fins d'évaluation le texte de cette analyse ainsi que le journal de bord.

Les observations rapportées ici proviennent de ces textes et particulièrement des réponses à la question "Qu'est-ce que j'ai appris et comment l'ai-je appris?, pour deux groupes d'une trentaine de participants chacun, ayant suivi le cours respectivement à l'automne 83 et à l'hiver 84.

Cette recherche est organisée autour de deux "hypothèses" ou "intentions" de départ, à savoir que LOGO permet de:

1. Créer une situation où les gens peuvent vivre une expérience intense d'apprentissages de type scolaire.

En un sens, LOGO constitue une situation semblable à celle d'avoir à apprendre à lire et à écrire. C'est un apprentissage complexe, qui prend du temps. Fondamentalement, on sait si on le maîtrise ou si on ne le maîtrise pas.

2. Créer une situation où les gens ont à organiser, décrire et analyser leur propre démarche d'apprentissage.

Donc, ils sont constamment confrontés aux questions: Qu'est-ce qu'apprendre? Qu'est-ce qu'il faut faire pour apprendre? Comment je fonctionne en tant qu'apprenant? Comment les autres fonctionnent autour de moi?

En tant que chercheur, je n'essaie pas de "prouver" ces hypothèses, du moins pas en termes de "vrai" ou "faux". J'essaie de décrire ce qui ressort de l'expérience d'apprendre avec LOGO dans ce contexte et d'en analyser (exploiter) la signification du point de vue d'une formation à l'intervention pédagogique. Je suppose qu'il s'agit là d'une sorte de recherche-action où l'observateur est participant...

Pour les besoins de cette présentation, j'en suis arrivé à regrouper mes observations en quatre thèmes ou composantes de ce que représente l'expérience d'apprendre avec LOGO dans ce contexte.

Thème 1: un mélange de fascination et d'irritation

LOGO constitue un monde d'actions qui produisent des réactions immédiates lesquelles conduisent à d'autres actions ... On se laisse facilement "hypnotiser" par le mouvement de la tortue sur l'écran, par le désir de produire un certain effet. On se laisse prendre à vouloir absolument obtenir tel résultat et à travailler jusqu'à ce qu'on l'obtienne. On éprouve un certain "sentiment de puissance" à donner des ordres à cette machine et à être obéi. On se sent au poste de contrôle, "au volant".

"J'ai beaucoup de plaisir à voir se dessiner les formes sur l'écran."

> "LOGO a ceci de fascinant qu'il permet de "voir" instantanément les commandes exécutées."
>
> "Au début, soit les trois premières séances, j'étais fascinée par ce que je pouvais faire avec si peu de connaissances."

Mais en même temps, on est constamment confronté à la résistance de la machine. Il faut lui parler dans son langage. Il faut tout lui expliquer de façon précise. Il n'y a aucune place pour l'indétermination. Il en résulte une situation où on fait beaucoup d'erreurs, surtout au début. Cela peut devenir très irritant et générer l'impression que ça va lentement, qu'il y a trop de tâtonnement.

> "J'ai essayé d'effacer une procédure pendant toute une séance parce que je ne l'écrivais pas correctement. J'étais certaine que c'était SPIRALE alors que c'était SRIRALE. Lorsque tu fais une erreur comme cela, tu n'as pas tendance à la refaire."

À propos d'un épisode où elle a été incapable de passer des lettres minuscules aux majuscules.

> "Cela s'avère peut-être une remarque de peu d'importance; mais quand on en vit l'expérience, il en est tout autrement."
>
> "Je trouve difficile à vivre les situations où je fais plein de bugs."
>
> "Somme toute, je sors de ces premières séances assez découragée, trouvant que cela est beaucoup de "taponnage pour si peu de résultat."
>
> "J'ai eu souvent l'impression de perdre mon temps en étudiant LOGO."

Le type d'interaction avec l'ordinateur qui est créé avec Logo nous ramène constamment au présent en ce sens qu'on est continuellement confronté à la "réalité". Dans la plupart des cas, les procédures définies ne fonctionnement pas du premier coup. Même une fois qu'on commence à maîtriser la syntaxe du langage, on rencontre constamment des situations imprévues. De ce point de vue, LOGO constitue un miroir direct et précis dans

lequel on voit clairement si on comprend ou si on ne comprend pas. Cela crée une situation très "réelle", très intense, qui génère toute une variété d'émotions.

> "Les bugs sont d'un réel intérêt parce qu'ils peuvent produire des effets inattendus. Il n'y a pas que de la frustration dans les bugs. J'ai découvert la symétrie par hasard alors que je me posais des questions à ce sujet depuis deux jours. J'ai exploré la symétrie durant des heures et j'étais tout à fait ravie de ma découverte. Ce fut un moment d'intense satisfaction."
>
> "LOGO, même si c'est une machine, a provoqué chez-moi des périodes exaltantes autant qu'irritantes."
>
> "LOGO accapare beaucoup l'esprit et il reste très présent même en dehors du cours ou du laboratoire."
>
> "Le premier apprentissage que j'ai fait en LOGO, c'est de ne pas me décourager."

Il est clair que plusieurs participants ont éprouvé davantage d'irritation que de fascination. Certains ont trouvé l'expérience pénible au point d'abandonner le cours. En un sens, celui-ci pourrait être structuré davantage et offrir un encadrement qui empêcherait les gens de rencontrer trop de difficultés ou tout au moins d'y rester accrochés trop longtemps.

Cependant il y a, je crois, quelque chose de très positif et de très sain dans l'intensité et l'aspect émotif de cette interaction avec LOGO. Les difficultés, obstacles et frustrations sont indissociables de toute situation réelle d'apprentissage et le fait de vouloir les éliminer est probablement ce qui rend artificielles beaucoup de situations scolaires.

Dans le contexte de LOGO, on peut prendre contact avec cette dimension fondamentale de l'expérience d'apprendre et travailler à ce niveau. On peut réaliser que nos réactions de frustrations vis-à-vis les difficultés sont solidaires d'une conception de l'apprentissage selon laquelle il faut constamment avancer et où n'a pas le droit de se tromper. Mais si on abandonne cette conception, les situations peuvent devenir plus malléables qu'on ne le croit généralement.

"Avec LOGO les bugs furent nombreux; ils ont fait partie de chacune de mes séances. Mais je crois que l'on apprend à vivre avec ces irritations, qui au fil des pratiques deviennent source de découvertes et de défis. (...) Ces arrêts successifs, ces bugs, je les ai senti devenir de plus en plus symbole d'apprentissage, de réflexion, de conflit bien sûr, mais de conflit "dédramatisé".

"Je ne m'imaginais pas jusqu'à quel point travailler sur ordinateur avec LOGO pouvait engendrer de la frustration face à tous les types d'erreurs qu'on peut commettre. Frustration due au fait qu'il nous apparaît comme étant anormal de ne pas savoir, de se tromper, d'être bête. Ce qui est frustrant, c'est notre propre perception de nous-mêmes face à notre échec, perception de l'échec alimentée par ce qui est véhiculé sur la conception de l'échec. J'ai donc appris qu'il était normal qu'à l'occasion on puisse ne pas être intelligent."

"Je me suis rendu compte comment j'éprouvais de la difficulté à travailler quand j'avais de la difficulté; je perds vite mon énergie et je me décourage facilement." Plus loin, elle écrit: "En faisant ce travail, j'étais bien concentrée. J'ai été surprise de voir comment je pouvais rester avec une difficulté sans émotion négative, sans perdre mon énergie, rien qu'en restant centrée sur la résolution de ce problème. C'est une bonne expérience."

Thème 2: l'expérience d'organiser sa démarche d'apprentissage

La situation d'apprentissage créée par l'envisonnement LOGO fait apparaître de façon très vive la nature interactive et constructive de l'acquisition des connaissances. On ne peut simplement lire le guide et assimiler de façon "additive" chacun des éléments du langage. Il faut se les approprier en les utilisant à l'intérieur de projets et d'explorations. Pour apprendre un langage, il faut le parler.

La nature interactive de l'apprentissage réfère en particulier au fait qu'on ne peut assimiler un élément d'information directement, sans le mettre en relation avec d'autres connaissances, et qu'on se crée de ce fait une interprétation qui introduit facilement certaines distorsions. Ainsi il faut apprendre quelle sorte d'entité est un ordinateur et ce que ça signifie que de communiquer avec ce qui n'est finalement qu'un système de

manipulation de symboles. Au départ, on a souvent tendance à lui attribuer une capacité de "compréhension" qu'il ne possède pas.

Par exemple, une étudiante, après avoir défini la procédure CARRÉ, tape: RÉPÈTE 5 (CARRÉS). Elle réalise alors qu'elle n'a pas besoin d'accorder les mots selon le nombre.

La nature constructive de l'apprentissage réfère au fait qu'on ne peut assimiler d'un coup un ensemble de connaissances mais que chacun doit les reconstruire pour soi éléments par éléments, en tenant compte des multiples interactions entre "anciennes" et "nouvelles" connaissances. Cela crée une sorte de relation dialectique entre "faire" et "apprendre" qui peut s'exprimer en ces termes:

Pour apprendre LOGO, il faut faire des projets.
Pour faire des projets, il faut connaître LOGO.

Dans l'organisation du cours, cette dynamique s'est exprimée par le choix que les gens avaient continuellement à faire entre suivre le guide d'introduction et faire un projet personnel à partir de suggestions proposées dans le guide ou de façon originale.

Au départ, plusieurs participants ont été désorientés et insécurisés par le fait qu'ils avaient à organiser eux-mêmes leurs activités.

> "Habituée d'être dirigée, je suis désorientée dans une démarche libre. Cette angoisse est quand même stimulante. L'interaction avec le micro-ordinateur nous oblige à continuer, donc on finit par résoudre le problème. Des sentiments de fierté, de confiance en soi, de satisfaction et de plaisir prennent alors la place."

> "Au départ, je dois avouer que le type d'apprentissage qu'on me proposait différait assez de la manière dont je suis habituée de travailler. Mon objectif en prenant le cours, était d'apprendre le plus de choses possibles sur le langage LOGO, de telle sorte que je puisse m'en servir dans mon travail.

> "Si j'ai suivi assez fidèlement le guide tout au long de mon cheminement, c'est sans doute parce que je suis peu

habituée à suivre un cours où c'est moi-même qui planifie le contenu du programme. Je me sentais donc plus sécure en procédant de la sorte. Je dois avouer que je n'était pas toujours à l'aise dans une telle forme de cours. Je craignais ne pas voir assez de matière comparativement aux autres, de ne pas suivre le bon cheminement, de ne pas faire assez de projets ... même si je savais que l'on pouvait progresser à notre rythme. D'un autre côté, j'apprenais à ma manière, sans me sentir bousculée."

"J'ai remarqué qu'apprendre par soi-même sans contraintes est insécurisant et quelquefois démotivant. Au début je sentais un petit stress lorsque je travaillais et je faisais beaucoup d'erreurs de distractions. À partir du moment où je me suis donné un projet plus complexe, j'ai décidé de prendre mon temps et de regarder ce que les autres faisaient. Mon travail devenait plus intéressant."

Souvent les personnes qui se sentaient un peu perdues dans ce cours avaient tendance à suivre le guide de façon littérale et même à recopier plus ou moins mécaniquement les exemples donnés sans nécessairement en comprendre le fonctionnement. Cette attitude conduit tôt ou tard à un cul-de-sac. Car c'est dans la mesure où ils acceptaient d'essayer des choses par eux-mêmes qu'ils profitaient vraiment du guide. D'ailleurs celui-ci, tout comme beaucoup de mes interventions, les encourageait à définir leurs propres exercices ou projets. Cette situation a permis à plusieurs de faire une démarche qui me semble remarquable, telle celle décrite dans les extraits suivants, qui proviennent de la même personne.

"Au début de mes expériences, je me fiais uniquement au cahier d'accompagnement car j'étais absolument incapable de fonctionner seule. Je me sentais non seulement désemparée devant mon appareil, mais je n'avais aucune imagination à savoir ce que je pourrais bien faire avec "ça".

"J'étais agacée de ne pas savoir où j'allais et de faire des choses en tâtonnant. Il faut dire que je n'avais jamais fait ce genre d'expérience et que cela m'insécurisait beaucoup. Donc je suivais le guide à la lettre et lorsque je ne réussissais pas à faire ce qu'on expliquait du premier coup, j'étais très frustrée."

"Je ne m'amusais pas vraiment; j'étais plutôt crispée sur ma machine et inquiète de comprendre et de réussir si lentement. Je faisais constamment des erreurs et j'étais incapable de me dépanner parce que j'étais convaincue que c'était parce que j'avais dû mal comprendre les instruc-

tions du guide. Alors je relisais le paragraphe. Je tapais à nouveau. J'avais de nouveau un bug et je tournais en rond."

"Donc à ma cinquième séance au labo, je décide de faire l'effort de procéder autrement. Je me sers toujours du cahier d'accompagnement mais j'y introduis peu à peu des exercices personnels analogues aux exercices suggérés juste pour voir ce que ça donnerait: ce fut plaisant et agréable."

"Mais je ne me sens pas encore prête à quitter le cahier-guide pour me lancer dans un projet personnel car je ne suis pas encore à l'aise avec le clavier, je ne possède pas encore la maîtrise des primitives du langage, ni des contrôles, ni des façons de procéder (syntaxe). Je dois encore constamment référer à mes notes pour vérifier si je procède correctement."

"Les exposés sont toujours trop en avance par rapport à mon rythme personnel. Cela crée chez moi un sentiment d'insécurité et de culpabilité qui m'oblige à aller plus vite dans le cahier et m'empêche de m'attarder sur des projets personnels. J'ai toujours peur d'être en retard, de perdre le fil et ensuite être incapable de suivre le cours."

"Au début d'octobre, je me sens prête à quitter le livre-guide pour me lancer dans un mini-projet personnel pas trop compliqué, ni trop long. C'est pour m'aider à expérimenter seule que j'élabore ce projet. Cet événement est assez significatif pour moi car il m'a permis de me prendre en main et de réaliser que j'étais capable de fonctionner seule."

L'opposition perçue entre "faire des projets" et "en apprendre davantage sur le langage" constitue une situation potentiellement très riche pour poser le problème de ce qu'est un apprentissage significatif par opposition à simplement "couvrir de la matière". Certains participants étaient nettement préoccupés par le fait qu'un projet prend du temps et implique des choix qui font qu'on ne pourra pas nécessairement toucher à toutes les facettes de LOGO.

"J'ai eu du mal à me limiter à mon projet car j'avais l'impression de me limiter dans mon apprentissage et de ne pas avancer assez vite."

"Je me suis demandée: est-ce une perte de temps que de dessiner une maison?"

Mais en même temps, souvent les mêmes personnes disaient apprécier les apprentissages réalisés dans le contexte d'un projet, la satisfaction qu'on retire à le compléter et le fait que ces apprentissages nous semblent significatifs et durables.

> "J'ai réalisé que je n'ai pas eu souvent la chance de connaître des choses par auto-apprentissage. J'ai trouvé cela exigeant au début car c'était nouveau. Mais je suis convaincue que ce que je sais, c'est pour longtemps."
>
> "Faire une maison m'a pris trois heures durant lesquelles j'ai étudié à fond les contrôles de la tortue et où j'ai appris à faire fonctionner l'éditeur. Après cette maison, j'étais très à l'aise avec ces contrôles. Donc triple apprentissage dont j'étais très fière."
>
> "J'ai surtout appris à travers mes projets, par essais et erreurs."
>
> "Les séances consacrées à la préparation et l'élaboration de projets ont été celles qui m'ont satisfait le plus, en ce sens que je me voyais construire des éléments s'emboîtant pour former un tout, un but précis."
>
> "J'ai organisé mon travail surtout en fonction de mes projets. Je me suis aussi promené de façon fantaisiste dans le langage et le guide, en interaction avec les rencontres faites au laboratoire et au cours. Par contre, lorsque mon dernier projet a pris corps, j'ai mis tous mes oeufs dans le même panier et je n'en ai pas beaucoup dévié de la séance 14 à 20."

On peut s'interroger à savoir si plusieurs participants n'ont pas vécu une sorte de conflit entre une conception de l'apprentissage scolaire où les connaissances sont vues comme des éléments bien précis, qu'il faut acquérir de façon continue et systématique, et une expérience d'apprentissage plus naturelle et probablement associée aux loisirs. Peu de gens ont semblé faire (ou jugé pertinent de rapporter) des explorations un peu au hasard, sans trop "essayer" d'apprendre. Certains l'on fait, parfois avec un peu de culpabilité.

> "J'ai très souvent exploré (en début de séance et sans but précis) les formes, les lignes, les cercles ... Ces minu-

tes d'exploration m'ont par la suite presque toujours conduit à réaliser un projet surgi de ces tâtonnements."

"J'avais aussi envie d'errer, d'expérimenter sans but sans projet pour le seul plaisir de jouer, d'essayer. (...) Mais assez généralement de ces vagabondages naissait une certaine insatisfaction; je n'avais pas l'impression d'apprendre vraiment mais plutôt de survoler des questions."

"Je pense avoir manqué de structuration dans mes laboratoires tout au cours de la session. Ce fut comme si trop d'idées et d'information se mêlèrent dans ma tête. Mon travail a été orienté au fil de mon humeur et non sur une base logique structurée."

Thème 3: Du tâtonnement empirique à la réflexion et à la planification

Au départ LOGO est très facilement accessible principalement parce qu'il est très près du langage naturel. On comprend rapidement qu'on n'a qu'à taper des mots comme "avance" ou "droite", laisser un espace, ajouter un nombre et presser sur "retour", pour obtenir tout de suite un résultat. On peut alors travailler de façon interactive, en voyant directement ce qui ne va pas d'après le comportement de la tortue et en changeant ses instructions de façon à obtenir le résultat désiré. On peut ainsi fonctionner pendant un certain temps de façon très empirique, par essais et erreurs, sans vraiment comprendre la syntaxe du langage et la signification des messages d'erreurs, ni faire appel à des raisonnements ou stratégies très articulés.

"En fait, j'agissais ici par tâtonnements. Je ne réalisais pas en tant que telle la signification que prenait le message non défini. La plupart du temps, je faisais donc comme si ce dernier n'existait pas. Je cherchais ce qui n'allait pas sans me préoccuper de ce qu'il me disait."

"Pour ce qui est de la syntaxe, elle m'a causé des difficultés. Au début je ne comprenais pas trop pourquoi l'ordinateur me répondait "manque d'entrées ou "n'aime pas recevoir." Ma réaction dans ce cas était d'essayer de corriger mais sans vraiment tenter de comprendre pourquoi il y avait un bug dans mon programme ni où il se trouvait."

"On fait beaucoup de tâtonnement avec LOGO; on essaie, on rate, on recommence souvent jusqu'à ce qu'on comprenne que l'ordinateur ne fait qu'exécuter ce qu'on lui donne comme

> instruction et que c'est cette instruction qui peut être en cause".
>
> "Je me suis surpris à plusieur reprises à vouloir résoudre une erreur en tâtonnant, en changeant des données sans trop savoir pourquoi; je n'arrivais pas au résultat escompté et j'en arrivais finalement à me dire: si j'analysais vraiment ce que je fais, si je le comprenais, je pourrais résoudre mon problème".

Éventuellement cette façon purement empirique de fonctionner apparaît plutôt fastidieuse et inefficace. C'est là qu'on peut devenir sensible à la "puissance" d'un concept mathématique permettant de trouver directement et précisément une valeur d'angle ou de longueur, ou d'un concept de programmation permettant de séparer un problème en sous-problèmes et de ne travailler que sur un élément à la fois. C'est là aussi qu'on commence à s'intéresser à l'idée d'analyser et de planifier davantage son travail.

> "Au début tout est un peu magique, voire enchanteur. Je rencontre alors des difficultés qui me font ralentir. Je reprends ma lecture des notes. Je commence à me concentrer sur un projet précis. À cette étape de mon apprentissage, je sens le besoin de préparer mes laboratoires. Je me donne des pistes de travail, je fais des hypothèses sur la façon de les réaliser."
>
> "C'est à partir de cette semaine-là que j'ai décidé de me faire un plan de travail pour les prochains laboratoires. Histoire de mieux voir où je vais. je suis allée chercher des livres de géométrie et de mathématique. Je voulais revoir des notions de mathématique, je ne savais plus rien. (...) J'ai réalisé que pour moi une bonne façon de terminer une séance, c'est de noter les problèmes non-résolus, de noter aussi les choses que je voudrais revoir, approfondir, d'écrire les projets que je voudrais réaliser et enfin de planifier le prochain laboratoire."
>
> "Sur le plan de la formulation, j'ai senti se développer chez moi une plus grande habileté à décrire les étapes de mes projets. Lors de mes premières séances, je ne voyais pas cette pratique si importante. C'est en travaillant et en tâtonnant que j'ai réalisé le temps sauvé à écrire sur papier les formules, à calculer les angles, etc., avec le plus de précision possible."
>
> "Pour résoudre les problèmes, le LOGO se prête bien à la méthode d'essais et erreurs. Mais c'est long et frustrant et on ne sait jamais si on aboutira à quelque chose! Il faut parfois s'arrêter et réfléchir à un cheminement plus

> ordonné. J'ai senti le besoin de cesser de tourner en rond à la recherche de solutions immédiates aux défis que je m'étais donnés et de revenir au guide et de le suivre systématiquement afin d'appuyer mes recherches sur une base plus large et plus étoffée."
>
> "Une fois que j'ai saisi ce principe de décomposer l'action, de vérifier à l'écran chacune des étapes, mon travail m'apporte plus de satisfaction. Je peux ainsi vérifier immédiatement chacune de mes sous-procédures et y corriger les erreurs."
>
> "Je donne une commande, je vérifie le résultat, corrige ou continue selon le cas, mais ceci s'avère assez long. Mais plus j'avance, plus j'organise mon projet. Je prends le temps de prévoir, j'essaie de vivre les déplacements de la tortue, de les dessiner, etc."

Il y a ici une base expérientielle très importante pour contrer les tentatives que l'on pourrait vouloir faire d'utiliser LOGO pour enseigner directement des stratégies sophistiquées de résolution de problèmes. Il est intéressant de prendre conscience que la plupart des adultes, et en particulier des enseignants, fonctionnent au premier abord de façon très empirique. On cherche toujours la façon la plus simple de parvenir à nos fins et essayer quelque chose directement pour pouvoir en observer le résultat, sans prendre le temps de tout analyser systématiquement, constitue en réalité une stratégie très intelligente. Souvent, en milieu scolaire, l'enseignant se trouve obligé de lutter contre cette stratégie pour amener ses élèves à aborder un certain contenu qu'il cherche à transmettre.

L'environnement LOGO peut donc être vu comme un moyen d'aborder l'acquisition des connaissances en intégrant la démarche empirique, d'abord en l'acceptant comme étant naturelle et souvent efficace, mais aussi en ayant la possibilité d'en voir les limites et de faire l'expérience de la puissance des idées et en particulier de celle d'organiser son travail de façon systématique.

Thème 4: Une occasion d'examiner sa relation avec les mathématiques

Les mathématiques sont omniprésentes dans l'environnement LOGO du moins lorsqu'on utilise la tortue comme tremplin pour apprendre la programmation. Celle-ci peut être vue comme une sorte de didacticiel en géométrie. Dans le contexte du cours, les gens pouvaient difficilement éviter de prendre conscience de leur relation avec cette discipline. Il est clair que pour beaucoup d'entre eux, cette relation n'était pas très positive.

> "J'éprouvais une peur "bleue" au début d'avoir à faire face à des mathématiques. Peur de ne rien comprendre, peur de faire des gaffes, peur de ne pouvoir suivre les autres. Mais peu à peu, cela s'est dissipé. Je reprenais confiance en moi grâce aux cours théoriques et à la lecture du livre de Papert. C'est en échangeant avec certaines personnes aux cours que je me suis rendue compte que d'autres étaient comme moi".

> "Une autre difficulté serait celle un peu "spéciale" du "complexe des mathématiques". En effet, comme bien d'autres je crois, je n'ai pas tellement aimé mon expérience de la mathématique au long de mes études. Cette phobie m'a donc gêné dans mes expériences avec LOGO. Ce complexe m'a souvent fait imaginer LOGO très compliqué et m'a peut-être tenu à l'écart de projets jugés "trop mathématiques."

> "J'ai appris à construire les instructions LOGO pour former un carré, un rectangle. Je n'ai pas été capable de faire un triangle,ou des diagonales. J'ai tout oublié des notions élémentaires de géométrie,d'angles. Et j'avoue que cela m'a rendu honteuse de me sentir si malhabile sur l'ordinateur. J'ai de la difficulté à voir la direction de la tortue,à voir où est situé sa "tête". J'éprouve beaucoup de difficultés à aller d'un endroit à l'autre sur l'écran, à aller à un endroit fixé d'avance."

> "Je me suis rendu compte que je possédais des connaissances mathématiques mais que je ne les maîtrisais pas nécessairement. Par exemple, je savais que former un cercle, il faut tourner de 360 degrés. Par contre, dans la pratique, je n'appliquais plus cette règle de base."

De différentes façons, le cours a encouragé les gens à explorer leur relation avec les mathématiques. Un des exposés a été consacré à poser le problème de la "phobie des mathématiques", un thème amplement discuté dans le livre de Papert, et à introduire la géométrie de la tortue comme une

façon d'aborder les contenus mathématiques en termes d'"idées puissantes", et en particulier certains contenus géométriques en termes de description d'actions. L'exemple type de cette notion est le "théorème du tour complet de la tortue" qui permet entre autres de calculer les angles des polygones réguliers.

Cet exposé (ainsi que le guide) a aussi suggéré aux gens de reprendre contact avec certains contenus "traditionnels" tels le théorème de Pythagore et la relation entre la circonférence et le rayon d'un cercle. Plusieurs participants ont semblé apprécier ces possibilités et réaliser qu'ils pouvaient aborder activement ces contenus et jusqu'à un certain point se les approprier.

> "Au cours de mes expérimentations, j'étais tout de même fascinée de faire face à mes faiblesses relevant du domaine des mathématiques. Je pouvais enfin trouver des réponses à certaines questions, mieux comprendre certaines notions. Avec LOGO, on fait face à des problèmes mathématiques qu'on ne rencontre pas nécessairement dans un cours de math. Notre raisonnement est constamment mis à l'épreuve."

> "J'ai travaillé à faire des diagonales dans un carré. Je voulais revoir cela à la suite du cours, car je ne comprenais pas très bien d'où venait cette formule. Mais là même si j'ai trouvé comment faire, je ne comprends pas encore très bien. (...) Ça m'étonne de voir comment j'ai oublié ce que j'ai appris à l'école. Il me semble que là, la valeur des angles va me rester dans l'esprit, dans le corps devrais-je dire."

> "Au départ j'ai aussi cru naïvement que grâce à l'ordinateur j'allais pour résoudre mon problème, avoir recours à des approches différentes des approches traditionnelles. Je pensais cela après avoir découvert la chose qui fut pour moi la révélation la plus extraordinaire de ce cours soit le "tour complet de la tortue". C'est absolument génial et j'ai alors cru que l'approche mathématique de Papert était pleine de trucs aussi fantastiques. Mais hélas, il m'a fallu déchanter et j'ai dû retourner au "vieux" Pythagore et aux sinus et cosinus ... J'avouerai tout de même que l'aborder face à un problème émanant de mon seul désir me le rendit plus sympathique, plus digeste. Reste que j'ai eu l'impression soit d'avoir été dupée par la lecture du livre de Papert, soit de n'y avoir rien compris. Ne parlait-il pas pourtant de guérir le monde de leur "mathémaphobie"?"

"Ce qui m'intéresse là, c'est de voir comment on part d'une idée et comment on se l'approprie en la ramenant à des choses connues. Ainsi lorsque j'ai voulu construire mon étoile et que je me suis heurtée au calcul des angles, j'ai eu alors recours au triangle, à une notion connue, et j'ai décidé de tracer une étoile à partir de quatre triangles. Puis à partir d'une meilleure connaissance des triangles, j'ai pu penser à augmenter la difficulté, soit tracer une étoile avec plus de triangles et pas nécessairement isocèles. De même, pour tracer mes vagues et mes nénuphars, j'ai utilisé mes connaissances sur les arcs de cercle."

"Si je n'ai pas approfondi les bases mathématiques des cercles, spirales et courbes exponentielles, j'ai par contre sorti mes vieux livres de trigonométrie et mes tables de mathématiques du secondaire, pour étudier les triangles et faire une hélice."

Conclusion

Voir l'apprentissage d'un point de vue expérientiel, c'est se libérer en un sens d'une psychologie de l'apprentissage scolaire trop centrée sur les performances, les résultats, l'acquisition tangible et continue d'éléments de connaissance. Cette centration conduit trop souvent à ignorer le contexte à l'intérieur duquel ces apprentissages sont réalisables, comme si une figure pouvait exister sans un certain fond, un résultat sans un certain processus.

On ne peut pas être motivé et fasciné par quelque chose sans jamais être ennuyé ou irrité. On ne peut pas apprendre à organiser son travail sans avoir la possibilité d'être perdu ou dérorienté. On ne peut saisir la puissance des idées si on n'est jamais démuni devant une situation. On ne peut pas être intelligent si on n'accepte jamais ou si on n'a jamais le droit de ne pas être intelligent.

J'ai essayé de montrer à travers cette analyse en quoi LOGO peut créer une situation où toute la richesse et la complexité de l'expérience d'apprendre peuvent être réalisées et examinées, et ce dans le milieu nécessairement artificiel de l'école et en relation avec des contenus d'apprentissage de type formel et logico-mathématique.

Du point de vue d'une psychopédagogie expérientielle, l'enseignement est un processus de communication entre des êtres "doués d'expérience". L'enseignant doit être capable de s'appuyer sur sa propre expérience pour être en mesure de "contacter" celle de ses élèves. Il semble que, lorsqu'on enseigne, on peut facilement perdre de vue notre propre expérience en tant qu'apprenant.

Cette recherche montre donc en quoi l'environnement LOGO peut être utilisé pour aider des enseignants à prendre contact avec leur expérience d'apprendre et ainsi contribuer à une formation qui tienne compte de cette dimension. Cette idée est très exprimée dans la conclusion du rapport d'une des participantes.

> "À la suite des laboratoires, de ce travail et de la lecture du livre de Papert, ce qui me frappe le plus, c'est de voir comment les questions et les réflexions qu'ont suscitée ces travaux dépassent l'apprentissage de LOGO lui-même pour se situer au niveau des apprentissages en général. Le fait de tenir un journal de bord m'a amenée à voir un peu mieux comment j'apprenais, quel était mon comportement face à ces apprentissages, mes réactions, mes émotions, à comprendre de l'intérieur si je peux dire. Je n'ai pas pu m'empêcher de faire le parallèle entre ce que je vivais face à cet apprentissage nouveau et ce que vivent mes élèves face aux leurs. Sans trop faire de projection, cela m'a sûrement permis d'être plus attentive à leur démarche, d'être aussi plus compréhensive. Le livre de Papert et LOGO m'ont aussi fait réfléchir sur les motivations et sur la pertinence des apprentissages. Je pense entre autre à la façon dont j'ai appris et oublié les angles, à la façon dont je l'enseigne et comment je me suis réappropriée cette notion avec LOGO."

REFERENCES

Anderson, R.C., Spiro, R.J. et Montague, W.E. (Eds.) Schooling and the acquisition of knowledge. Lawrence Erlbaum Associates, 1977.

Côté, B. Les "idées puissantes" de Seymour Papert. Bulletin de l'Association Mathématique du Québec, 1982, 22(4), 18-22.

Côté, B. LOGO et la notion de didacticiel. Prospectives, 1983, 19 (1-2-3).). 47-52.

Giorgi, A. Psychology as a human science: A phenomenologically based approach. Harper & Row, 1970.

Keen, E. A primer in phenomenological psychology. Holt, Rinehart & Winston, 1975.

Klahr, D. (Ed.) Cognition and instruction. Lawrence Erlbaum Associates, 1976.

Laing, R.D. The politics of experience. Ballantine Books, 1967.

Laing, R.D. The voice of experience. Pantheon Books, 1982.

Papert, S. Jaillissement de l'esprit: Ordinateurs et apprentissage. Flammarion, 1981.

Pea, R.P. LOGO programming and problem solving. Technical Report 22, Center for Children and Technology, Bank Street College of Education, New York, 1983, 25-33.

Suzuki, S. Zen mind, beginner's mind. Weatherhill, 1970.

LA FORMATION DES MAÎTRES DOIT-ELLE PARLER D'ORDINATEUR?

France Levasseur-Ouimet
Faculté Saint-Jean, Alberta

Les idées présentées dans cette communication ne relèvent pas de la recherche formelle, de l'expérimentation en laboratoire. Elles relèvent plutôt d'un longue expérience dans le domaine de la formation des maîtres. Elles relèvent de l'expérience humaine enrichie par des centaines d'heures passées à l'écoute de stagiaires. Elles relèvent d'une réflexion qui se nourrit des inquiétudes et des questions des jeunes qui se destinent à l'enseignement et, d'une grande naïveté qui me pousse à poser les questions les plus évidentes. Ainsi, ma communication présente un point de vue très personnel. Si je n'ai pas la prétension d'innover, j'ai l'espoir de synthétiser, de relier et si possible, de lancer une invitation vers une réflexion plus profonde.

À l'heure actuelle l'ordinateur serait doté de toutes les vertus et son utilisation, immédiate et future, génèrerait sûrement autant d'enthousiasme que l'a fait, avant lui, l'automobile. Seymour Papert résume un peu la situation dans son livre Jaillissement de l'esprit:

> "... le grand public en est venu à considérer comme tout naturel l'ordinateur individuel, assez petit et bon marché pour trouver sa place dans toutes les salles de séjour, si ce n'est dans toutes les poches. L'apparition des premières machines du genre, d'ailleurs plutôt primitives, eut pour effet de déchaîner l'imagination des journalistes et de provoquer un flot d'articles sur le sujet, s'interrogeant sur ce qu'allait être un monde peuplé d'ordinateurs. La grande question était de savoir ce que le public pourrait faire de ces ordinateurs domestiques ... Quelques-uns envisagèrent l'ordinateur comme machine à enseigner[1]."

L'ordinateur pénètre de plus en plus l'univers de l'éducation. Rares sont les salles de classe, les écoles, sans ordinateur. Si l'enthousiasme qui entoure son utilisation n'est pas toujours délirant, il est incontestablement soutenu et curieux.

Les institutions qui se consacrent à la formation des maîtres en sont pas exclues du courant, bien que dans plusieurs cas elles n'ont pas toujours été les premières à "s'embarquer". Face à l'évidence montante — l'ordinateur peut servir des fins éducatives — les programmes de formation des maîtres ont vite eu à se poser de sérieuses questions au sujet de l'importance qu'il faut donner et de la place qu'il faut accorder à l'ordinateur. Évidemment ceci présuppose que les responsables des programmes de formation d'enseignants se soient d'abord posés la question fondamentale: la formation des maîtres doit-elle parler d'ordinateur?

La question est-elle vraiment si naïve? Admettons qu'elle le soit. Il est parfois bien utile de se permettre un certain moment de naïveté. D'ailleurs nos enfants nous démontrent de façon éclatante, et cela plusieurs fois par jour, qu'il est souvent très difficile de répondre aux questions naïves. Aveuglées par l'évidence, les grandes personnes sont si facilement déconcertées par un "pourquoi" placé au bon moment.

La formation des maîtres doit-elle parler d'ordinateur? Si la situation est telle que nous devons et que nous voulons y répondre à l'affirmative, il reste toutefois à préciser la nuance. Il reste à déterminer où se situe ce discours sur une échelle prioritaire. En plus de l'intensité du discours il reste à en préciser la direction et les caractéristiques, les avantages et les désavantages.

Par souci d'honnêteté, il est bon de se rappeler que l'entousiasme généré par l'ordinateur et son utilisation pédagogique ne touche pas tous les éducateurs avec la même intensité. Ici et là, nous retrouvons des cellules de résistance. Dans son article intitulé "The Information Society: Byting the Hand that Feeds You," Harriet Bernstein, membre du Council for Basic Education à Washington, affirme que le concept d'une société informatisée n'est en somme qu'une abstraction séduisante qui masque les vrais problèmes éducatifs.

> "We are in danger, ... of losing sight of the goal (academic excellence) when the glittering images of the information society" are so insistently dangled before us. It is easier and more fun to stock all the schools with the best

> available hardware and courseware than it is to devise an imaginative and patient strategy to conquer our most intractable educational problems."[2]

Elle inclut parmi ces problèmes, l'apprentissage de la lecture, de l'écriture, les étudiants récalcitrants aux mathématiques, et l'apprentissage des langues secondes. L'absence de débat au sujet de ces défis de taille, démontre bien la nature insidieusement séduisante de la haute technologie, dit-elle.

> "The information society" pundits tell us that all students must be exposed to "high technology" as soon as possible, so that they will become "computer literate" and thus able to compete in the "world of work" of the future."[3]

Selon Bernstein il n'est pas sage de croire que le marché du travail offrira surtout des positions reliées à la haute technologie. C'est une mauvaise interprétation de la statistique, dit-elle. Ces positions vont disparaître au fur et à mesure que la technologie progresse. Entre temps, dit-elle, les élèves auront été privés des habiletés nécessaires pour survivre dans un monde en ébullition. Elle termine en disant:

> "Our troubles are compounds of historical, economic, political, social, psychological, technical, and moral forces. They can only be addressed by Renaissance men and women, adept in all of those realms, capable of synthesizinz knowledge (as distinct from information), able to inspire and motivate others, and willing to persevere. If we are to stand any chance of solving our social and economic problems, we need to create a large pool of citizens with a basic liberal arts education, in touch with the best thinking from places, times, and cultures."[4]

Bernstein se fait l'écho de Mortimer J. Adler et des membres du groupe Paideia. Dans The Paideia Proposal, an Educational Manifesto, publié en 1982, on retrouve essentiellement le même message. Pour être réussie, l'éducation doit être générale et libérale. Notre vision de l'avenir doit être fondée sur quelque chose de plus substantiel que les progrès technologiques, disent-ils. Selon plusieurs auteurs, dont Harriet Bernstein déjà citée et Priscilla Norton, professeur adjoint de lecture et d'enseignement assisté par ordinateur à l'université United States International à

San Diego, la poussée vers l'alphabétisation cybernétique est fondée sur une conception de l'éducation comme avenue de participation dans une société industrialisée ayant comme priorité l'accumulation de faits et d'habiletés à employer pour trouver et maintenir un emploi. Dans "Computer Potentials and Computer Educators: A Proactive View of Computer Education," Nortorn affirme:

> "So long as computer education clings to the industrial model, the promise of computer technology will not be realized."[5]

En 1982, Naisbitt présentait l'hypothèse suivante: le développement technologique se produit en trois étapes. D'abord l'innovation suit le chemin de la moindre résistance. Lors de la deuxième étape, la nouvelle technologie sert à améliorer la technologie déjà en place. Cette deuxième étape, dit-il peut être d'une durée considérable. Ce n'est que lors d'une troisième étape que de nouvelles directions, de nouveaux usages de la technologie seront découverts et employés. Selon Norton, et elle s'inspire de l'oeuvre de Baber Computers in the Classroom,

> "The time has come to move computer education into the third stage - to discover new uses that grow out of the technology itself. This means that computer technology should be viewed as a contributor to instructional situation that no other alternative vehicle can provide. By looking at the underlying instructional goals and searching for areas where the capabilities of the computer can make a unique contribution to learning, computer education can become proactive rather than reactive."[6]

Le commentaire suivant de Papert ne serait-il pas un peu dans la même veine, n'exprimerait-il pas un peu le même genre d'inquiétude?

> "Dans bien des écoles, aujourd'hui, l'expression "enseignement assisté par ordinateur" signifie que l'ordinateur est programmé pour enseigner à l'enfant. On pourrait dire que l'ordinateur sert à programmer l'enfant."[7]

D'après ce que j'ai vu dans plusieurs salles de classe l'enseignement assisté par ordinateur n'a pas encore dépassé les limites de la deuxième

étape décrite par Naisbitt. Dans plusieurs instances, l'ordinateur reprend le manuel de classe et son succès ne dépend que de son attrait comme nouveau jouet. Papert a entièrement raison; pour que l'ordinateur soit un outil éducatif d'envergure, il faut, entre autre, que

> "l'enfant programme l'ordinateur et, ce faisant, acquiert la maîtrise de l'un des éléments de la technologie la plus moderne et la plus puissante, tout en établissant un contact intime avec certaines des notions les plus profondes de la science, des mathématiques, et de l'art de bâtir des modèles intellectuels.[8]

Pour Norton comme pour Papert c'est dans le domaine de la pensée que l'ordinateur risque d'avoir son plus grand succès.

> "Just as the technologies of print and the mass media have extended the potentials of the humain brain and shaped our habits of thought, so will the computer. It can facilitate further extensions of the humain mind."
> ... The structure of a computer environment creates habits of thought that may be characterized as tentative, flexible, connected, and patterned.
> ... These characteristics of thought are similar to the cognitive processes associated with creativity and problem-solving.[9]

Papert ajouterait à ceci:

> "Et en s'efforçant d'apprendre à penser à l'ordinateur, l'enfant se lance dans une exploration: il lui faut retrouver comment il pense lui-même. Cette expérience peut l'emmener très loin. Penser sur sa pensée, c'est devenir épistémologue; c'est entrer dans une étude critique de sa propre réflexion, une expérience que bien des adultes ne vivent jamais."[10]

Aux avantages présentés jusqu'à date, il faut aussi ajouter l'accès au savoir, le rôle de l'ordinateur dans l'enseignement individualisé. Decker Walker, professeur agrégé de The School of Education à Stanford University en Californie, fait un court bilan des avantages de l'ordinateur.

> "My experience - derived from three years of reading, thinking, and working with computers and computer - based education programs - leads me to indentify seven main ways that today's microcomputers can contribute to education. These are: 1) more active learning, 2) more varied sensory and conceptual modes, 3) less mental drudgery, 4) learning nearer the spedd of thought, 5) learning better tailored to individuals, 6) more independant learning and 7) better aids to abstraction."[11]

Serait-il possible de réconcilier les deux camps: les inquiétudes des non convaincus pouvant être apaisées à condition que l'emploi de la nouvelle technologie soit innovateur, créateur, qu'il dépasse le modèle industriel duquel les éducateurs tirent leurs inspirations à l'heure actuelle? S'il ne faut pas barricader les portes de l'école contre l'intrusion des nouveautés technologiques, il ne faut pas non plus se laisser séduire. Il faut savoir reconnaître les pièges et il faut chercher à les éviter, voire même à les transcender. Comme bien d'autres éducateurs je choisis de croire mais il y a toujours la nuance. Tout dépend de l'emploi.

Ainsi la question posée au début de cette communication doit-elle se transformer. Ayant répondu qu'il faut en effet parler d'ordinateur dans la préparation des maîtres, il importe de préciser le genre de discours que nous tiendrons sur lui. Evidemment tout dépend du genre d'enseignants que nous cherchons à préparer. Nous devons donc parler d'abord de la formation des maîtres.

Un rapport intitulé "The Education of Teachers in Alberta: A Model for the Future", préparé conjointement par le Ministère de l'Éducation Supérieure de l'Alberta et par les doyens des facultés d'éducation de cette même province, et présenté en mai de cette année, regroupe sept recommandation concernant la préparation des maîtres. Ces recommandations traitent du besoin d'assurer, dans les institutions concernées, le développement et la mise en place d'une philosophie globale, une description des objectifs à atteindre et les procédés d'évaluation à employer. On recommande la mise en place de procédures de filtrage au niveau des admissions. On indique le besoin d'augmenter la durée des programmes de quatre à cinq ans avec deux ans de cours à contenu pédagogique et trois ans de cours consacrés à l'édu-

cation libérale et générale. On maintient les treize semaines de practicum tout en soulignant l'importance d'établir un lien plus étroit entre la théorie et la pratique. Finalement on recommande l'évaluation de l'enseignant certifié et l'on indique que le certificat d'enseignement ne devrait être renouvelé qu'à la suite d'une évaluation positive. Certes, ce genre de mesures suffisent peut-être à établir les paramètres d'un programme de formation. Mais ne faut-il pas aussi préciser le contenu des cours et des programmes?

L'intérêt de ce rapport se situe aussi dans son titre, A Model for the Future. Ceux qui oeuvrent dans le domaine de la formation des maîtres doivent ajuster leur tir vers l'avenir. Qu'ils le veuillent ou non ils ne préparent pas les enseignants pour aujourd'hui mais bien pour demain. Il faut se rendre à l'évidence: l'étudiant qui s'inscrit dans un programme de formation des maîtres en 1984 ne sera sur le marché du travail qu'en 1988-89, si tout va bien. Toutefois, il faut, dès aujourd'hui, décider des orientations de demain. Or, il y a dans cette dernière affirmation deux éléments importants que je veux souligner: d'abord il y a l'élément choix et, il y a l'élément avenir.

Les choix, les décisions s'imposent; l'indécision et l'inactivité ne feront que perpétuer un système éducatif jugé de plus en plus fréquemment comme étant inadéquat. Sans vouloir faire le procès du système actuel, il est possible de se demander comme le fait Paul Gérin-Lajoie, dans un article intitulé "Le nouveau défi de l'éducation", publié l'été de 1981:

> "Le contenu de l'éducation est-il suffisamment en accord avec la réalité dans laquelle nous vivons et dans laquelle les jeunes devront s'insérer?"[12]

Nous avons donc à faire des choix, nous avons de grandes, d'importantes décisions à prendre.

Dans certains domaines nous n'avons que trop tardé. En 1972, The Worth Commission on Educational Planning, A Choice of Futures, soulignait le besoin de faire des choix face à l'avenir.

> "We are rapidly approaching a point of critical choice in our movement toward the person-centred society or the second-phase industrial society. the choice, when finally made, will not necessarily be the result of a major decision by any one agency or group in society. Rather, it will grow from a number of decisions made more of less simultaneously by different societal elements. In fact, through a multiplicity of decisions now being made by various groups in society, our future is being decided. But it is now essentially an unconscious choice, a blind, incoherent, sometimes capricious choice. And that is suicidal.[13]

Nous ne pouvons plus adhérer à la théorie de l'ajustement automatique en matière de changement. Cette théorie prétend que tout changement trouve son équilibre dans un contre changement, le tout se produisant à l'intérieur des processus normaux de la société et cela sans que la prévoyance humaine ait à y intervenir. Cette théorie n'est plus viable. Warren Bennis dans The Planning of Change: Readings in the Applied Behavioral Sciences, publié en 1961, affirme que l'interdépendance qui caractérise notre monde contemporain pousse les divers secteurs de la société vers une collaboration plus étroite. Les bases normatives et institutionnelles de la communauté naturelle ayant été victime d'érosion par la bureaucratisation et l'urbanisation, la communication et la collaboration deviennent de plus en plus difficiles bien que de plus en plus essentielles. Selon lui, la thèse de l'ajustement automatique n'est plus tenable.

> "Some sort of planful intervention in processes of change becomes the only valid alternative in our attitude toward change."[14]

Nous n'avons plus, à mon avis, le luxe de laisser les décisions se prendre par la force des choses. C'est le premier élément que je voulais souligner.

Le deuxième élément est le suivant: les responsables des programmes de formation, comme je le suggérais antérieurement,doivent se tourner vers l'avenir. Il faut se faire voyant et consulter notre boule de cristal. Si l'activité fait frissonner d'horreur bien des éducateurs, il est important de souligner que c'est essentiellement la responsabilité de tout éducateur de prévoir le monde dans lequel l'éduqué devra vivre afin de mieux le pré-

parer à s'y insérer. Le plus traditionnel des professeurs qui conseille à son pire élève de mieux s'appliquer car, à l'avenir tel ou tel brin de matière lui sera d'un très grand secours fait, sans le savoir, fonction de futuriste.

Ainsi pour mettre en place les composantes d'un programme de formation des maîtres et pour que celles-ci soient en accord avec la réalité dans laquelle le futur enseignant devra oeuvrer, nous devons, comme le font entre autres, Maryline Ferguson, John Naisbitt, Willis Harman, Alvin Toffler prévoir les grands courants de l'avenir afin de mieux comprendre l'univers dans lequel nous devrons vivre.

Il serait trop audacieux de vouloir présenter, à l'intérieur des paramètres de cette communication, un tableau détaillé de la réalité actuelle. En plus, je n'ai pas la prétention d'être une futuriste chevronnée. Toutefois, avant de vouloir parler de la formation des maîtres et de la place que l'ordinateur doit y occuper,il est essentiel de présenter un tableau synthétique des grands courants tant positifs que négatifs qui se précisent à l'heure actuelle. De ce tableau synthétique nous pourrons peut-être découvrir les besoins de nos futurs étudiants. Ces besoins ayant été identifiés, il sera possible de mieux voir le rôle de l'éducation. Entre ceci et la place de l'ordinateur dans la formation des maîtres il n'y aura qu'un pas à faire.

Dans quel monde vivons-nous et vers quel monde nous dirigeons-nous? En février 1984 l'Honorable David King, Ministre de l'éducation pour la province de l'Alberta annonça une révision majeure des programmes scolaires des écoles secondaires du premier et du deuxième cycle. Afin de permettre aux éducateurs concernés d'effectuer ce renouvellement des programmes, Alberta Education a commissionné une étude ayant pour but la présentation et la synthèse d'une grande variété de perspectives futuristes. L'étude, intitulée Images of the Future, posait les deux questions suivantes:

1) What are the images of the probable future which should shape our planning for education during the next 25 years?
2) What are the general implications of current and emerging

> developments in the economy, technology and world societies"?[15]

L'étude résume les grands mouvements économiques, technologiques, politiques et sociaux qui traversent notre époque et qui se dessinent pour l'avenir.

En février 1977, dans un article intitulé "The Coming Transformation", Willis Harman dressait la liste de ce qu'il appellait alors les dilemmes ou les métaproblèmes des sociétés industrialisées. Il avertissait ainsi le lecteur:

> "The world macroproblem now is that perfectly reasonable microdecisions currently are adding up to largely unsatisfactory macrodecisions."[16]

Plusieurs des éléments présentés par Harman sont repris dans l'étude Images of the Future mais de manière à définir très clairement la problématique globale. En voici quelques éléments.

Images of the Future traite de "the New Scarcity", réalité qui ne nous est pas inconnue, surtout depuis les crises pétrolières de cette décennie. Il faut être aveugle pour ne pas se rendre compte que les richesses planétaires, que ce soit le pétrole, les minerais, le bois ou l'eau potable, ne sont pas sans limites. Elles sont généralement non renouvelables ou encore, le prix de leur extraction n'est presque plus abordable. Si d'un côté, les ressources diminuent, de l'autre, le taux des populations croît. En 1960,nous étions trois billions d'âmes et l'on prévoit que ce chiffre va doubler d'ici l'an 2 000. Ajoutons à ceci le problème de la pollution, des pluies acides, voire le manque de respect général envers la nature qui caractérise les nations industrialisées. Si dans l'histoire, la technologie est souvent venue secourir l'homme, créant pour lui de nouvelles perspectives, de nouveaux espoirs, il ne faut pas oublier qu'elle a aussi, dans certains cas ajouté au problème et que tout nous indique qu'elle va continuer à le faire. Nous n'avons qu'à songer aux inquiétudes crées par la robotique dans le secteur de la main d'oeuvre, au demi-million de scientistes qui sont présentement engagés dans la recherche d'armes, pour reconnaître

que la technologie est un couteau à deux tranchants. Selon l'étude Images of the Future il y aurait 350 millions de sans-travail dans le monde. Un billion de jeunes vont apparaître sur le marché du travail dans les prochaines décennies. Quelle chance auront-ils d'offrir une contribution valable à la société? À cause de raisons diverses dont la moindre n'est pas les conditions de vie non satisfaisantes dans les centres ruraux, il se produit des migrations massives vers les centres urbains provoquant des insuffisances sérieuses au niveau des infrastuctures sociales. Et pendant que les nations appauvries cherchent à survivre, plus de 900 billions de dollars sont dépensés chaque année dans les domaines militaires. Tous ces problèmes et combien d'autres encore créent un stress qui se manifeste à l'échelle planétaire, tant chez l'individu sous forme de maux du siècle, - désordres psychologiques, apathies, violence, suicide, - que dans les systèmes sociaux et économiques, et dans les cas extrêmes par le terrorisme et les conflits militaires.

Mais tout cela nous le savons, et le "climat psychologique de la planète, avec ses passions, ses colères et une angoisse grandissante ne semble nullement impressionner nos leaders politiques et économiques,"[17] dit Samuel Pisar, auteur de Les armes de la paix. Mais il ne faut pas que les problèmes d'une société voire même d'une civilisation en banqueroute nous apeurent au point où notre vision de l'avenir se noie dans le désespoir et l'angoisse. Il faut au contraire savoir aussi dépister, parmi tous ces vents contraires, les traces d'un renouvellement déjà commencé. Si nous adhérons à certains mythes anciens il faut voir dans la désintégration, la semence du renouvellement. C'est la thèse de Jung, de Ferguson, et les excellentes études ethnographiques de Newmann nous démontrent le principe à l'oeuvre à l'échelle des civilisations.

Bien que la scène politique semble être de plus en plus caractérisée par un esprit mercantile où les nations se recroquevillent sur elles-mêmes, il y a une prise de conscience évidente de l'interdépendance universelle. En somme, l'univers, dit Samuel Pisar, n'est qu'un petit village. Il y a aussi tout le mouvement vers une société informatisée avec évidemment toutes les implications négatives, certes, mais aussi avec tous les avantages que cela peut comporter. Il y a, selon John Naisbitt, tout un mouvement

vers une économie mondiale, vers la décentralisation, vers la démocracie participante. Il y a un rejet de la planification à court terme et un éveil aux avantages d'une planification qui ignore les profits immédiats pour miser davantage sur les bénéfices à long terme. Toujours selon Naisbitt, les Américains se tourneraient de moins en moins vers les institutions qui n'ont pas su répondre adéquatement à leurs besoins et ils apprendraient davantage à s'occuper d'eux-même. C'est le concept du self-help. Tout le mouvement d'entrepreneurship illustre bien le concept du self-help dont parle Naisbitt. Les structures pyramidales qui ont si longtemps marqué notre façon de s'organiser seraient, dit-il, remplacées petit à petit par les réseaux (le networking) qui assurent la communication horizontale. Les réseaux facilitent l'échange d'information, améliorent la productivité et le partage des ressources. Ils sont aussi un puissant outil d'action sociale.

> "The vertical to horizontal power shift that networks bring about will be enormously liberating for individuals. Hierarchies promote moving up and getting ahead, producing stress, tension, and anxiety. Networking empowers the individual, and people in networks tend to nurture one another."[18]

Selon certains auteurs nous vivons présentement en période de transition. Selon d'autres nous sommes plutôt en période de crise.

> "One can almost speak about a crisis of this civilization. The question arises whether this crisis is a symptom of aging, presaging the end of Western civilization either through annihilation by nuclear war or through internal disintegration, or whether it is in some way a manifestation of growing pains. After the storm and stress of adolescence, in which a great deal was done without a thought to possible consequences, it could represent a transition to thoughtful maturity."[19]

La désintégration du paradigme industriel relevant d'une vision atomiste de la société et d'une vision mécaniste de l'univers sera-t-elle suivie de la naissance d'un nouveau paradigme fondé sur les principes de synthèse, d'interaction et d'équilibre dynamique?

> "The Global Problematique ... suggests that the "real world" situation requires a new paradigm. New concepts and discoveries in the formal disciplines of religion, philosophy, science, humanities have provided an enlightened theoritical base on which to develop a new paradigm or "world view". It remains for society to examine its values and beliefs to form a new "worldview" that will constructively guide our perceptions, plans, decisions and actions in the future."[20]

Selon Samuel Pisar

> "Il nous faut comprendre que la vraie crise contemporaine est dans nos têtes, dans notre inadaptation à faire face aux mutations mondiales galopantes. Il faut miser sur l'économie de la ressource humaine dont l'essence est la formation de l'homme par l'homme ..."[21]

Pour lui le remède c'est un nouvel humanisme qui va inclure toute la communauté humaine, tous les individus.

> "Mon seul crédo est l'homme, la quête de la survie, de la coexistence, l'éducation et la formation de la jeunesse, la découverte et la création de nouvelles richesses. Voilà l'humanisme du XXIe siècle. Ici et là, un peu partout dans le monde, il est largement commencé, que ce soit au Japon, à Taïwan ou dans les universités californiennes, que ce soit en France, dans certaines unités de recherche scientifique, où l'ouverture, l'échange, la collaboration avec les autres unités de recherche de la planète sont largement entamés. Ce n'est malheureusement pas le cas pour la formation de nos enfants qui bachotent encore devant un tableau noir alors que l'on constate tous les jours les incroyables possibilités d'un enfant de six ans face à un ordinateur. Quelle perte d'énergie![22]

Et voilà que nous revenons au problème de la formation des maîtres et du discours que l'on doit tenir sur l'ordinateur. Nous n'avons plus le luxe d'emprunter les réponses d'un autre temps. Le monde que nous venons de décrire n'a plus le même visage que celui dans lequel nous avons grandi.

Selon Neil Postman, auteur de Teaching as a Conserving Activity, l'éducation devrait assurer le contrepoids, l'autre côté de la médaille. En somme, dit Postman, l'éducation fait fonction de thermostat.

> "When I talk of education as a thermostat, I am of course using a metaphor. But the question arises nonetheless, what is it that the thermostat must act upon? What is it that needs to be warmed or cooled? To be adjusted and balanced? The answer comes as another metaphor: the information environment."[23]

Si nous adoptons la thèse de Postman, c'est donc aux institutions éducatives que revient la responsabilité de servir de contrepoids à la nouvelle société informatisée qui devient la majeure source d'information.

Les institutions éducatives devront répondre à plusieurs besoins qui, jusqu'à date, relevaient de la responsabilité des parents, des églises et de la société. Étant donné que la famille se désintègre, que les églises restent vides et que la société se soucie de plus en plus de faire circuler l'information, d'offrir une stimulation extérieure à l'individu, les institutions éducatives se voient dans une situation assez particulière.

Je prévois qu'elles auront à répondre à des besoins beaucoup plus humains, beaucoup plus spirituels. À mon avis, elles devront répondre

a) au besoin, chez l'individu, de réagir de façon positive au stress, à la frustration, à l'insécurité qui ne sont en somme que les signes avant-coureurs d'un développement et d'un apprentissage profondément humain; ils ne sont pas souvent perçus ainsi et ils perdent alors leur fonction intégrative;

b) au besoin, chez l'individu, de comprendre le voyage intérieur, la quête universelle de l'unité personnelle et collective qui à mon sens sont la raison d'être de l'homme;

c) au besoin de faciliter, chez l'individu, l'acquisition des connaissances; or je me réfère à la connaissance active par opposition à la connaissance inerte dont parle Alfred North Whitehead:

> "In training a child to activity of thought, above all things we must beware of what I will call "inert ideas" that is to say, ideas that are merely received into the mind without being utilised or tested, or thrown into fresh combinations."[24]

d) au besoin de faire naître, chez l'individu, le sens de la responsabilité envers son développement humain et envers le développement de la collectivité,

e) au besoin d'amener l'individu à prendre des décisions, à faire des choix créateurs basés sur une information juste et exhaustive,

f) au besoin d'assurer chez l'individu le respect de l'information et de l'amener à l'employer sagement et moralement,

g) au besoin d'amener l'individu à développer des valeurs plus universelles et plus humaines que celles qui ressortent présentement du matérialisme, de la chasse à l'argent et au succès,

h) au besoin d'aider l'individu à se développer des habiletés sociales qui lui permettront de vivre dans une société complexe où les besoins des autres sont nombreux et variés,

i) au besoin de développer chez l'individu la tolérance en lui permettant d'appprofondir sa compréhension de l'universalité de l'homme,

j) au besoin de donner à l'individu le goût d'une éducation pour la vie - le concept du "life-long learning",

k) au besoin de synthèse, au besoin de développer, chez l'individu, la capacité d'établir les liens nécessaires entre la technologie

et l'humanisme, entre l'art et la science, entre ses responsabilités individuelles et ses responsabilités.

En dernière analyse, je vois le besoin d'un nouveau paradigme fondé sur les principes d'unité, de synthèse et de spiritualité profonde. L'éducation de demain doit être une éducation de l'espoir ayant pour but, non pas la réaction et l'ajustement aux mutations mondiales, mais la création d'un nouvel ordre qui établisse un équilibre dynamique entre la technologie et l'homme.

Selon Krishnamurti

> "What we now call education is a matter of accumulating information and knowledge from books, which anyone can do who can read."[25]

Le rôle des écoles, des collèges, des universités doit changer. Ces institutions doivent devenir des lieux ou l'individu apprend, non seulement à trouver l'information, mais surtout à la questionner, à y réfléchir, à découvrir de nouvelles combinaisons, à la mettre à l'oeuvre dans leur vie.

Les éducateurs, à tous les niveaux, doivent se rendre compte que Maritain avait raison: le but ultime, la finalité de l'Education concerne la personne humaine - sa vie, son progrès spirituel, et sa quête vers l'unité. Et si je parle de finalité c'est que tout vient d'abord de l'idéal. La pratique, la pédagogie, la méthodologie que ne lèvent pas les yeux vers l'idéal ne transcendent jamais le familier et le banal. Whitehead dit:

> "When ideals have shrunk to the level of practive, stagnation occurs."[26]

Les finalités, les buts et les objectifs d'un programme de formation des maîtres doivent donc assurer une préparation holiste. Il faut assurer chez eux une maturité intellectuelle, esthétique et morale, une maturité affective et sociale. Il faut veiller à la formation d'enseignants qui pensent, qui questionnent, qui se questionnent, qui cherchent et non qui

acceptent passivement un rôle, une réponse, une méthode, une philosophie de l'éducation, une vision du monde.

Et si la formation des maîtres se veut responsable, elle ajoutera à ses priorités la préparation d'enseignants qui cherchent, dans la nouvelle technologie, le moyen d'assurer ce que Pisar appelle le nouvel humanisme - humanisme du XXIe siècle. Il est très évident qu'à ce moment la préparation technologique des maîtres doit dépasser largement l'apprentissage d'un fonctionnement technique quelconque. Savoir bien employer la technologie ce n'est pas savoir brancher une machine. Ce n'est pas non plus, dans le cas de l'ordinateur, savoir effectuer une programmation qui ne fait en somme que reconstituer le manuel de classe. Ce n'est pas l'exercice à blanc avec feedback correctif.

Dans son article "Computer Potentials and Computers Educators: A Proactive View of Computer Education", Priscilla Norton présente ce qu'on entend généralement par alphabétisation cybernétique.

> "... computer literacy is generally defined as both computer awareness and skill in computer programming. Bitter (1982) suggests that computer awareness should include such topics as: what a computer is, computer-related vocabulary, computer advantages and disadvantages, limitations and capabilities, the history of computers, robotics, social issues, computer survival, and computer crime. He further suggests that computer programming should include such topics as: using the keyboard, computer logic, hardware, software, flowcharting, use of one or more of the computer languages, algorithms, functions, arrays, graphics, loops and word processing."[27]

Ce genre de programme peut bien satisfaire aux besoins d'une société industrialisée où l'éducation est perçue comme étant le moyen d'accumuler les informations et les habiletés nécessaires pour avoir et garder un emploi. Mais la société qui émerge, nous le savons bien, risque de ne pas avoir les mêmes fonctions, les mêmes directions, ni les mêmes besoins.

Il faut conscientiser le futur enseignant au fait que le développement technologique peut, comme nous l'explique Naisbitt, et tel que présenté

antérieurement, suivre trois étapes et qu'il est temps d'avancer à la troisième étape - celle de l'innovation - si nous voulons dépasser le modèle industriel sur lequel se fonde présentement l'enseignement par ordinateur. Il faut les amener à découvrir, à créer, à innover selon les circonstances particulières de leur salle de classe.

Il faut aussi conscientiser le futur enseignant au concept "high tech", "high touch" de John Naisbitt.

> "High tech" high touch is a formula I use to describe the way we have responded to technology. What happens is that whenever new technology is introduced into society, there must be a counterbalancing humain response - that is high touch - or the technology is rejected. The more high tech, more high touch."[28]

Ce concept a été trop négligé et cela a donné naissance à toute une gamme de réactions négatives. Selon Naisbitt nous cherchons un équilibre entre les innovations matérielles de la technologie et les besoins humains. Ce même phénomène dit-il touche l'éducation de façon importante.

> "As computers begin to take over some of the basics of education,shools will more and more be called upon to take responsibility for teaching values and motivation, if not religion."[29]

En somme, dit Naisbitt, le principe symbolise le besoin humain librer les réalités physiques et les réalités spirituelles. C'est ce que nous dit Pisar aussi.

Nous devons aussi conscientiser les futurs enseignants au fait que l'enseignement par ordinateur aura comme résultat la préparation de gens beaucoup mieux informés. Or il est important de se rappeler certains passages d'Alfred North Whitehead.

> "A merely well-informed man is the most useless bore on God's earth ... What we should aim at producing is men who possess both culture and expert knowledge in some special direction ... Culture is activity of thought, receptiveness to beauty and humane feeling."[30]

En somme, Witehead nous parle de la sagesse;

> "What I am anxious to impress on you is that though knowledge is one chief aim of intellectual education, there is another ingredient, vaguer but greater and more dominating in its importantce. The ancients called it "wisdom". You cannot be wise without some basis of knowledge: but you may easily acquire knowledge and remain bare of wisdom. Now wisdom is the way in which knowledge is held. It con- it concern the handling of knowledge, its selection for the determination of relevant issues, its employement to add value to our immediate experience.[31]

Voilà donc ce que nous devons aussi inclure dans notre discours sur l'ordinateur, sur la technologie en général. Il faut considérer, non, il faut convaincre le futur enseignant que les questions pratiques ayant trait à l'ordinateur, son rôle au niveau de l'individualisation, de l'apprentissage, l'accès au savoir, ne doivent à aucun prix obscurcir le besoin d'un questionnement et d'un approfondissement continus au niveau de l'idéologie, de la philosophie de l'éducation, au niveau des valeurs humaines. L'enthousiasme généré par l'ordinateur, chez le futur enseignant, ne doit à aucun prix lui faire perdre de vue le sens véritablement humain et responsable de la fonction éducatrice. C'est dans la fusion de deux éléments, technologie et humanisme, que résident, à mon avis, nos chances de survie et de renouvellement.

> "Il y a là et seulement là, un grand dessin humanitaire, et les nouvelles technologies, les progrès de la science peuvent nous aider à le réaliser."[32]

Notes

1. Seymour Papert, Jaillissement de l'esprit (Flamarion, 1981), p. 13.
2. Harriet T. Bernstein, "The Information Society: Byting the Hand That Feeds You" in Phi Delta Kappan, October, 1983.
3. Ibid.
4. Ibid.

5. Priscilla Norton, "Computer Potentials and Computer Educators: A Proactive View of Computer Education" in Educational Technology, October, 1983, p. 17.

6. Ibid.

7. Paper, Jaillissement de l'esprit, pp. 15-16.

8. Ibid, p. 16.

9. Norton, "Computer Potentials and Computer Education: A Proactive View of Computer Education", p. 17.

10. Paper, Jaillissement de l'esprit, p. 31.

11. Decker F. Walker, "Reflextions on The Educational Potential and Limitations of Microcomuters" in Phi Delta Kappan, October 1983, p. 103.

12. Paul Gérin-Lajoie, "Le Nouveau défi de l'éducation" in Education Canada, Vol 21, No. 3 Summer/été, 1981.

13. Walte H. Worth, Report on the Commission on Educational Planning, A Choice of Futures, (Edmonton: L.S. Wall, Queen's Printer for the Province of Alberta, 1972) p. 29.

14. Warren G. Bennis et al., The Planning of Change: Readings in the Applied Behavioral Sciences. (New York: Holt, Rinhart and Winston, 1961) p. 19.

15. L.J. D'Amore, Images of the Future (L.J. D'Amore and Associates Ltd., May 1984) p. 2.

16. Willis Harman, "The Comming Transformation" in The Futurist, February 1977, p. 7.

17. Samuel Pisar, "Monseul crédo est l'hommme" n Psychologies, No. 12 juin 1984, p. 36.

18. John Naisbitt, Megatrends, (New York: Warner Books, Inc., 1982, 1984) p. 229.

19. Weisskopl in L.J. D'Amore, Images of the Future, p. 57.

20. D'Amore, Images of te Future, p. 13.

21. Pisar "Mon seul crédo est l'homme", p. 36.

22. Ibid. p. 37.

23. Neil Postman, Teaching as a Conserving Activity, (New York: Dell Publishing Co., Inc., 1979) p. 29.

24. Alfred Norht Whitehead, The Aims of Education, (New York: The Free Press, a division of MacMillan Publishing Co., Inc. 1929) p. 1.

25. J. Krishnamurti, Education and the Significance of Life, (New York: Harper and Row, Publishers, 1953) p. 17.

26. Whitehead, The aimms of Education, p. 29.

27. Norton "Computer Potentials and Computer Education: A Proactive View of Computer Education", p. 16.

28. John Naisbitt, Megatrends, p. 35.

29. Ibid. p. 45.

30. Whitehead, The Aims of Education, p. 1.

31. Ibid. p. 30.

32. Pisar "Mon seul crêdo est l'homme", p. 36.

Bibliographie

Alder, Mortimer J. The Paideia Proposal, An Educational Manifesto. New York: MacMillan Publishing Co., Inc. 1982.

Alberta Education, The Education of Teachers in Alberta: A Model for the Future, May 1984.

Bennis, Warren G., Benne, Kenneth D., and Chin, Robert. The Planning of Change: Readings in the Applied Behavioral Sciences. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1961.

Bernstein, Harriet J. "The Information Society: Byting the Hand That Feeds You", in Phi Delta Kappan, October 1983.

D'Amore L.J., Duk, T., Gertler, D., Osborne, P., Anuza, T., France, A. Images of The Future. L.J. D'Amore and Associates Ltd., May, 1984.

Ferguson, Marilyn. The Aquarian Conspiracy. Los Angeles: J.P. Tarcher Inc., 1980.

Frankena, William K., Philosophy of Education. New York: The MacMillan Company, 1965.

Gérin-Lajoie, Paul. "Le nouveau défi de l'éducation", in Education Canada. Vol. 21, No. 3, Summer/été 1981.

Harman, Willis W. "The Coming Transformation", in The Futurist. February 1977.

Krishnamurti, J. Education and the Significance of Life. New York: Harper and Row Publishers, 1953.

Maritain, Jacques. Education at the Crossroads. New Haven: Yale University Press, 1943.

Naisbitt, John. Megatrends. New York: Warner Books Inc., 1982, 1984.

Norton, Priscilla. "Computer Potentials and Computer Educators: A Proactive View of Computer Education", in Educational Technology. October 1983.

Papert, Seymour. Jaillissement de l'esprit. Traduction de Mindstorms Children, Computers and Powerful Ideas. Flammarion, 1981.

Pisar, Samuel. "Mon seul crédo est l'homme", in Psychologies. No. 12, Juin, 1984.

Postman, Neil. Teaching as a Conserving Activity. New York: Dell Publishing Co., Inc., 1979.

Walker, Decker F. "Reflections on the Educational Potential and Limitations of Microcomputers", in Phi Delta Kappan. October, 1983.

Whitehead, Alfred North. The Aims of Education. New York: The Free Press, a division of MacMillan Publishing Co., Inc., 1929.

Worth, Walter H. Report of the Commission on Educational Planning, A Choice of Futures. L.S. Wall, Queen's Printer for the Province of Alberta, 1972.

STYLES DE PROGRAMMATION POUR L'ÉLÈVE ET POUR L'ENSEIGNANT

Jean-Luc Hardy
Université de Liège

Résumé

Des programmes différents par leur texte peuvent produire des résultats identiques notamment en fonction du style de programmation qui est mis en oeuvre. Quelques distinctions entre styles de programmation sont d'abord rappelées. Elles portent sur les structures de contrôle. Il est ensuite suggéré que les critères de choix entre ces styles doivent dépendre non seulement de considérations relatives à la méthodologie de la programmation, mais aussi de la finalité et du contexte éducatifs de l'activité de programmation envisagée. En particulier, les exigences stylistiques diffèrent pour l'élève qui apprend la programmation, pour celui qui apprend en programmant et pour l'enseignant qui construit un didacticiel. Ces différences déterminent les genres de langages à adopter ou à développer pour les utilisations pédagogiques de l'ordinateur.

Beaucoup de discussions actuelles en matière d'informatique éducative ont pour objet le choix d'un langage de programmation. Ces préoccupations ont le mérite d'être situées au-dessus des considérations matérielles privilégiées par les vendeurs d'ordinateurs. Celui qui s'intéresse à un langage choisit une machine non pas en fonction de ses caractéristiques intrinsèques, mais en fonction de la disponibilité d'un logiciel (compilateur ou interpréteur) qui lui permet d'utiliser ce langage.

Pour grossir leur clientèle, les vendeurs de matériel s'efforcent de proposer plusieurs langages pour une seule machine. Le choix d'un langage est alors le problème de l'utilisateur. Mais, l'engouement et les divergences d'opinions à propos des langages profitent aux sociétés de matériel, tout comme les paris sur les chevaux profitent aux sociétés de tiercé.

Mais, alors qu'au tiercé, les parieurs ne misent pas continuellement sur le même cheval, il est fréquent que les programmeurs, amateurs ou

professionnels, s'accrochent à un langage de programmation parce que la maîtrise de ce langage a pris beaucoup de temps, parce que cette maîtrise est liée à un certain nombre de situations ressenties comme valorisantes ou encore parce que les modes de programmation induits par ce langage préféré ont façonné des habitudes de résolutions de problèmes qui freinent l'appropriation d'autres langages.

C'est ainsi que se crée, parmi les programmeurs, un fanatisme qui privilégie un langage au détriment des autres. Pour justifier leur passion, les fanatiques emploient volontiers diverses rationalisations fondées sur des arguments pratiques, empiriques ou théoriques. Ces arguments qui vantent les mérites d'un langage sont souvent développés dans les centres universitaires.

On constate en effet que, si les matériels se rattachent généralement à des noms de firmes commerciales, les langages, par contre, sont le plus souvent créés et défendus par des équipes de chercheurs dans les universités. Ils ont développé de nouvelles religions. Ainsi, la secte PASCAL a un temple à l'Institut Informatique de Zurich et un autre à l'Université de Californie de San Diego; LISP et LOGO ont leur temple dans le campus du Massachussetts Institute of Technology; la secte PROLOG a son temple à l'Université de Marseille; etc. SMALLTALK est l'une des exceptions, puisqu'il fut créé dans un centre privé de recherches, celui de la firme XEROX à Palo Alto; mais ce centre est aussi un des lieux privilégiés de pèlerinage pour informaticiens universitaires en congés sabbatiques.

Alors que le matériel est conçu et développé en fonction d'impératifs de production et sans illusion sur sa pérennité, les langages de programmation sont plus volontiers présentés comme des oeuvres éternelles qui supportent mal la comparaison. Au-delà d'un accord pour dénoncer le caractère désuet du BASIC et du FORTRAN, c'est un peu comme s'il existait un "gentleman agreement" entre spécialistes pour ne pas entrer ouvertement dans une analyse comparative qui les amènerait forcément à expliquer certaines des faiblesses des langages qu'ils ont l'habitude de promouvoir, ou à avouer que leur choix d'un langage ne résulte pas uniquement de considérations théoriques, mais est aussi une affaire de goût et de commodité.

Pour dépasser les discussions partisanes, il importe de trouver des critères de comparaison. Paradoxalement, dans le contexte éducatif, on commence à disposer de grilles d'évaluation des didacticiels, alors que l'évaluation des langages de programmation meuble seulement les conversations. Il faudrait aussi soumettre les langages à une grille d'analyse et de décision reprenant leurs caractéristiques et les contraintes dictées par les applications. Un langage serait considéré comme approprié pour une application à condition qu'il satisfasse aux critères considérés comme prioritaires pour cette application.

Une manière de transcender les particularismes de chaque langage consiste à définir des styles de programmation. Une telle analyse est ébauchée dans la première partie de la présente communication. La seconde traite de l'adéquation des styles de programmation par rapport à des activités de programmation pour l'élève ou pour l'enseignant.

1. Styles de programmation

Un style de programmation se définit principalement par les structures de contrôle, les structures de données et le jeu des primitives disponibles dans l'environnement de programmation. Ces caractéristiques sont difficilement dissociables, mais, dans la mesure où cette communication ne prétend pas à l'exhaustivité, nous nous intéresserons plus spécialement aux structures de contrôle. Elles déterminent la façon d'organiser le flux d'instructions qui constituent le texte d'un programme.

D'emblée, il faut distinguer les styles séquentiels des styles non séquentiels.

1.1 Styles séquentiels

La plupart des langages de programmation requièrent l'écriture des instructions selon l'ordre de leur exécution. Comme l'exécution diffère d'une fois à l'autre en fonction des données du problème, il faut un mécanisme d'aiguillage.

1.1.1 Programmation par branchements

Dans beaucoup de langages de bas niveau, mais aussi dans les langages évolués dont la conception est inspirée du FORTRAN, le mécanisme d'aiguillage par excellence est le branchement. Pour effectuer un branchement, il faut placer des étiquettes devant les instructions vers lesquelles on souhaite ré-orienter l'exécution; il faut également une primitive permettant de sauter d'une instruction à une autre qui ne la suit pas directement: c'est le célèbre "go-to", souvent écrit en un seul mot et qui signifie "aller vers".

Le contrôle de l'exécution est défini par le biais d'indications complètement étrangères à la sémantique du programme: les étiquettes placées en début de ligne, ou, pire encore, les numéros de lignes dont certains seulement sont référenciés par un "go-to".

Depuis l'article de E.W. Dijkstra (1968), intitulé "Go to Statement Considered Harmful" ("l'instruction "go-to" considérée comme nuisible"), les branchements ont été ouvertement bannis par de nombreux méthodologistes de la programmation. À juste titre, car l'expérience montre que la programmation par branchements aboutit souvent à la création de programmes confus, dont la figure 1 illustre le principe d'organisation. Dans cette figure, les flèches représentent les branchements, qui ne sont malheureusement pas visualisés graphiquement dans le texte du programme. Une méthode de travail impulsive et peu systématique s'accommode bien de branchements. La correction et l'amélioration d'un programme constituent alors une tâche très délicate: à cause des interdépendances en amont et en aval, les modifications ont souvent des conséquences inattendues.

1.1.2 Programmation par blocs

La programmation structurée par blocs disjoints d'instructions ne soulève pas de telles objections. Elle favorise le développement d'une stratégie de résolution de problèmes qui consiste à subdiviser le projet que l'on veut programmer en une série de sous-projets et à appliquer ce

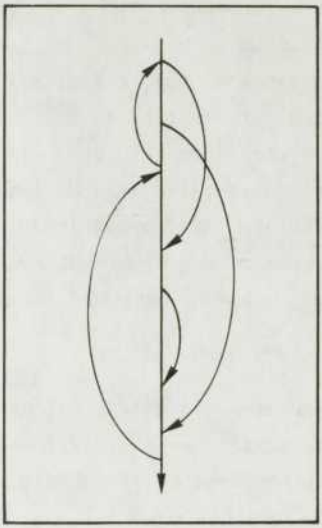


Figure 1: Schéma d'un texte de programme avec branchements.

processus de subdivision autant de fois qu'il est nécessaire pour atteindre les primitives du langage.

La programmation par blocs isole des séquences d'instructions qui ont un seul début et une seule fin et qui ne se chevauchent pas au plan de l'écriture. C'est important, car, comme le dit A. Goldberg (1983, p. IX), la maîtrise que l'on peut avoir d'un système complexe est inversement proportionnelle à l'interdépendance des composantes du système.

Des instructions spéciales, dites de contrôle, permettent de manipuler les blocs. Elles traduisent les figures essentielles de la programmation structurée (cf. figure 2).

1.1.3 Programmation par appel

Pour éviter de répéter des blocs d'instructions identiques, il est indispensable de pouvoir identifier ces blocs d'instructions et donc de leur donner un numéro ou, de préférence, un nom qui évoque les actions

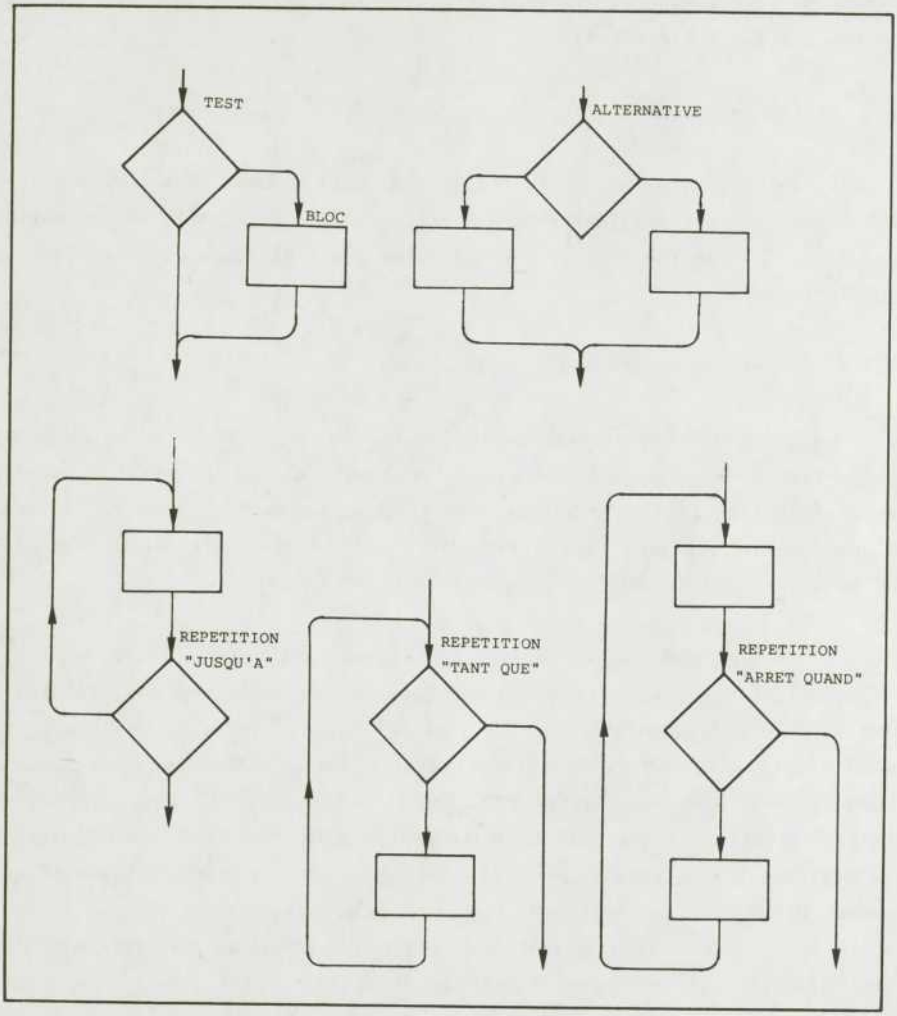


Figure 2: Les figures de la programmation structurée

effectuées dans le bloc. Un bloc qui possède un nom devient un sous-programme ou une procédure. Il peut être utilisé simplement en l'appelant par le nom qui lui a été donné.

1.2 Styles non séquentiels

Certains mécanismes de contrôle, exploités surtout dans les applications qui relèvent de l'intelligence artificielle, évitent la programmation pas à pas qui précise l'ordre chronologique des opérations que l'ordinateur doit exécuter.

1.2.1 Programmer en composant de fonctions

La programmation fonctionnelle consiste à utiliser un formalisme mathématique comme base d'un mécanisme de contrôle. Une fonction associe une valeur résultat à une valeur donnée comme argument. Comme le résultat d'une fonction f peut être pris comme donnée d'une fonction g, le modèle du mécanisme de contrôle est la composition de fonction.

Le langage LOGO est un langage fonctionnel, mais beaucoup de ses fonctions primitives n'ont pas de valeur résultat et sont donc assimilables à des procédures séquentielles. En d'autres termes, le style procédural en LOGO n'est qu'un enduit superficiel greffé sur un mécanisme fonctionnel. LOGO présente une alternative par rapport à LISP: alors que LISP est un langage fonctionnel qui peut invoquer explicitement (grâce à une primitive) le traitement séquentiel, LOGO est un langage d'apparence séquentielle qui permet d'invoquer explicitement (grâce à la primitive RETOURNE) le traitement fonctionnel. En d'autres mots, celui qui programme en LISP part d'un style fonctionnel et "retombe" sur le style séquentiel lorsqu'il ne peut faire autrement, alors qu'en LOGO, on part d'un style séquentiel et l'on "remonte" au style fonctionnel, lorsque le traitement s'y prête.

Le style fonctionnel transforme l'ordinateur en un évaluateur de fonctions. Toutefois, certaines opérations ne peuvent être prises en compte par le mécanisme fonctionnel. C'est principalement le cas de toutes les actions de commandes des périphériques (entrée/sortie). Pour rendre compte

de cela, des effets secondaires sont attachés à certaines fonctions qui sont parfois tronquées, c'est-à-dire sans résultat ou sans argument (cf. figure 3).

Ainsi, l'environnement graphique en LOGO est obtenu grâce à un ensemble d'effets secondaires astucieusement organisés et greffés sur des primitives. Par exemple, la primitive AVANCE a un argument, elle ne produit aucun résultat et l'effet secondaire qui lui est attaché consiste en un déplacement sur l'écran d'un triangle lumineux.

1.2.2 Programmer en énonçant des règles

Le style de programmation logique caractérise les systèmes de bases de connaissances et la programmation en langage PROLOG. Ce langage se prête particulièrement bien au traitement du langage naturel. En style logique, on programme en énonçant des règles logiques et des faits (ou axiomes).

Les règles

mortel (x) ⟶ homme (x);
mortel (x) ⟶ chien (x);

signifient que x est mortel, lorsque x est un homme ou lorsque x est un chien.

Soient alors les faits inconditionnels

homme (Socrate) ⟶ ;
homme (Tintin) ⟶ ;
chien (Milou) ⟶ ;
meuble (Armoire) ⟶ ;

Un système logique répondra à la question

mortel (X)?

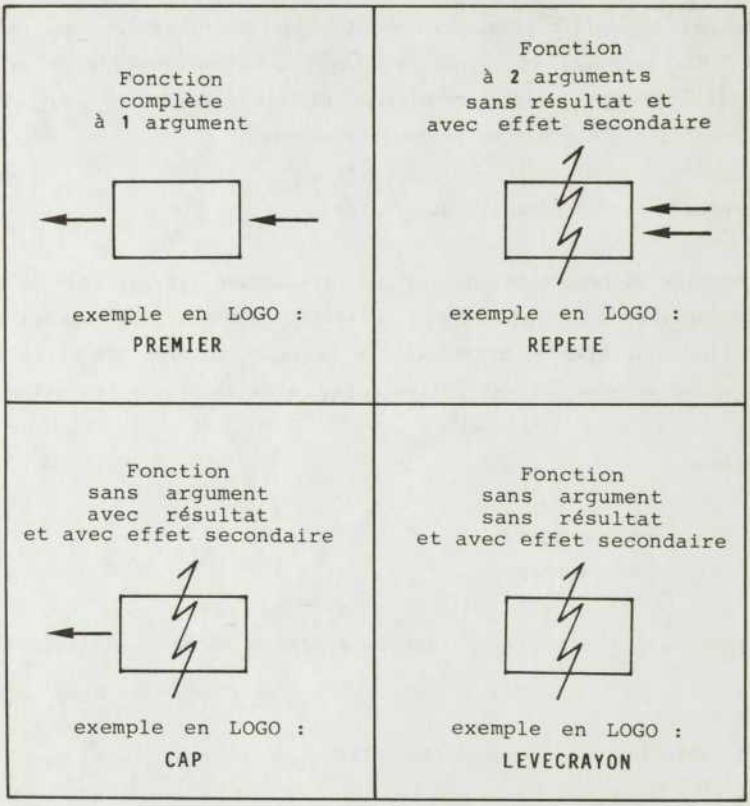


Figure 3: Fonctions: cas général et exceptions

("Quel est x, tel que x est mortel?") en déduisant les faits possibles pour l'objet X, c'est-à-dire:

{x = Socrate}
{X = Tintin}
{χ = Milou}.

L'exemple suivant est inspiré de COLMERAUER (1983):

```
hors-d'oeuvre (radis) —> ;
hors-d'oeuvre (pâté)  —> ;

poisson (sole)  —> ;
poisson (thon)  —> ;

viande (porc)  —> ;
viande (boeuf)  —> ;

dessert (glace)  —> ;
dessert (fruit)  —> ;

repas (h, p, d) —>  hors-d'oeuvre (h) plat (p) dessert (d);
repas (crudités, poulet, tarte) —> ;

plat (p) —>  poisson (p);
plat (p) —>  viande (p);
```

Avec cette base de données, l'interrogation plat (p)?
donnera les valeurs possibles pour p:

{p = sole}
{p = thon}
{p = porc}
{p = boeuf}

De même, il est possible de faire la liste de tous les menus. La question repas (h, p, d)?
donnera les combinaisons possibles de valeur pour h, p et d:

{h = radis, p = sole, d = glace}
{h = radis, p = sole, d = fruit}
{h = radis, p = thon, d = glace}
{h = radis, p = thon, d = fruit}
{h = radis, p = porc, d = glace}
{h = radis, p = porc, d = fruit}
{h = radis, p = boeuf, d= glace}
{h = radis, p = boeuf, d = fruit}
{h = pâté, p = sole, d = glace}
{h = pâté, p = sole, d = fruit}
{h = pâté, p = thon, d = glace
{h = pâté, p = thon, d = fruit}
{h = pâté, p = porc, d = glace}
{h = pâté, p = porc, d = fruit}
{h = pâté, p = boeuf, d = glace}
{h = pâté, p = boeuf, d = fruit}
{h = crudités, p = poulet, d = tarte}

En style logique, l'addition de deux nombres (x = y + z) est réalisée formellement grâce à une primitive qui déduit x, tel que x vaut la somme de y et de z. Ainsi, quand y vaut 2 et z vaut 3,
Somme (x 2 3)?
donne
{x = 5}.

1.2.3. Programmer en envoyant des messages à des objets

Un autre formalisme consiste à définir des objets auxquels sont associés les messages qu'ils peuvent recevoir et les attributs (ou variables) qui les caractérisent. La programmation consiste alors à envoyer des mes-

sages à des objets. Un objet "répond" à un message en exécutant la méthode (sorte de procédure) qui correspond au message. Ce principe de fonctionnement est mis en oeuvre dans le langage SMALLTALK.

Les méthodes et les messages sont définis pour une classe d'objets. Par exemple, les objets de la classe Pen dans le système SMALLTALK-80 sont assimilables à des tortues LOGO, puisqu'ils comprennent des messages tels que:

```
avance:  pas
droite:  degré
```

Un objet d'une classe Rectangle pourrait répondre à des messages tels que

```
dessineToi
grandisDe: x
doubleTesDimensions
etc.
```

Les classes peuvent se hiérarchiser, de telle manière que, si A est une sous-classe de B, tout objet de la classe A "comprend" les messages définis pour la classe A et possède les variables caractéristiques des objets de cette classe, mais, de surcroît, il hérite des propriétés (messages et variables) définis pour les objets de la classe B. La transmission de messages à des objets permet donc un style de programmation "conceptuel", puisqu'il s'agit avant tout d'organiser le problème à programmer en une hiérarchie de concepts.

On a vu que les problèmes d'arithmétique élémentaire pouvait être programmés dans un style logique. Ils peuvent aussi être adaptés au formalisme de la transmission de messages à des objets. Ainsi, effectuer l'addition 2 + 3 revient à envoyer à 2 le message + avec comme paramètre 3. Le nombre 2, en tant qu'instance de la classe des nombres, "comprend" le message + et il y "répond" en renvoyant l'objet 5 qui est aussi une instance de la classe des nombres. Cette formalisation de l'arithmétique n'est

guère habituelle, mais elle est pratique, puisqu'elle permet de développer des programmes en utilisant qu'un et un seul style de programmation.

1.3 Résumé: prose et poésie

La distinction fondamentale entre styles de programmation est liée à l'enchaînement séquentiel ou non séquentiel des instructions. D'un côté, les styles séquentiels ou intéractifs consistent à raconter le déroulement des actions que l'ordinateur réalise lorsqu'il exécute le programme. Pour comparer avec les styles d'expression en langage naturel, on pourrait parler de styles prosaïques ou narratifs[1].

De l'autre côté, les styles dits applicatifs[2], que l'on pourrait aussi appelés poétiques, consistent à donner une représentation intemporelle du problème à programmer. Pour les styles que nous avons mentionnés, cette représentation se réfère à un formalisme mathématique, logique ou conceptuel. Les actions précises de l'ordinateur sont plutôt suggérées que décrites dans le texte du programme, d'où l'emploi du terme poétique. C'est un logiciel de base (interprèteur ou compilateur) qui déduit une résolution séquentielle d'un problème à partir d'une représentation formalisée de ce problème.

Les styles narratifs permettent de se rapprocher davantage du mode de fonctionnement des processeurs. À ce titre, ils conviennent bien pour des applications que l'on veut rapides. Ils sont également appropriés pour développer des applications qui ne se prêtent pas à une formalisation en termes de fonctions, de règles ou de transmissions de messages, et pour soutenir l'implantation de langages et de systèmes poétiques.

Les styles poétiques sont plutôt appropriés pour résoudre des problèmes complexes où toute l'attention doit être accordée à la formalisation du

---

1. Le terme est de P. Christophe, directeur de l'ESP de l'enseignement provincial à Liège.

2. Ce terme convient surtout pour le style fonctionnel.

problème, le plus indépendamment possible de la machine. Ces styles se rattachent à des formalismes théoriques et ouvrent la voie à une programmation qui se détache de l'empirisme.

Actuellement, la grande majorité des applications sont développées en styles narratifs, mais les projets de la cinquième génération et l'impact grandissant de l'intelligence artificielle dans les applications commerciales vont progressivement intensifier le recours à des systèmes poétiques.

1.4 Note: la récursivité

On parle de récursivité lorsque la définition d'un élément du programme utilise, directement ou indirectement, cet élément: une procédure peut s'appeler elle-même, une fonction peut se composer avec elle-même, les prémisses d'une règle peuvent utiliser cette règle, etc.

La récursivité est le mécanisme le plus intéressant de la programmation. Il n'est pas spécifique à un style particulier. Il permet de généraliser la solution d'un problème, tout en réduisant les interdépendances dans la définition des éléments composants le programme.

2. Applications de l'informatique dans l'éducation et styles appropriés

Chaque fois que l'élève ou l'enseignant sont amenés à programmer, on peut se poser la question du style de programmation le plus approprié à leur activité. Pour l'élève, il faut distinguer la programmation considérée comme méthode d'apprentissage. Pour l'enseignant, la question du style de programmation se pose lorsque ses élèves programment et, plus spécifiquement, lorsqu'il réalise des outils informatisés pour l'enseignement.

2.1 Formation à l'informatique et apprentissage de la programmation

Dans le contexte de l'apprentissage de la programmation, qui concerne intensivement les formations professionnelles spécialisées, deux objectifs majeurs orientent ou devraient orienter le choix des styles de programma-

tion à utiliser. D'abord, il s'agit de donner aux formés de bonnes habitudes de programmation. La méthodologie de la programmation, qui se contente parfois d'approfondir un style ou un langage, doit insister sur la formalisation d'un problème, fournir une familiarisation avec divers styles de programmation et donner l'occasion de faire des transpositions stylistiques.

Par ailleurs, la formation à l'informatique comprend l'étude de l'outil, c'est-à-dire l'ordinateur conçu comme une machine dont toutes les caractéristiques sont finies. Le style de programmation narratif qui se rapproche du fonctionnement élémentaire du processeur se prête bien aux contraintes d'optimisation des programmes. Même la programmation en langage machine, dont la nécessité est souvent mise en cause, peut être appropriée pour amener une compréhension technologique du fonctionnement d'un processeur.

2.2 Apprentissage par la programmation

La programmation est à la fois le moyen de commander à un ordinateur et une façon de formaliser un problème en vue de sa résolution. Elle peut être à la fois objet d'étude et moyen d'apprentissage. On distingue donc l'apprentissage de la programmation et l'apprentissage par la programmation. La seconde possibilité constitue l'apport le plus novateur de l'informatique à l'éducation. Elle est susceptible d'apporter une contribution exception- nelle à l'insertion du constructivisme, dans l'éducation dans la mesure où elle rend l'apprenant actif par rapport à des contenus abstraits. La programmation donne l'occasion de formaliser des problèmes et d'éprouver la valeur opérationnelle de formalisations personnelles ou proposées par d'autres.

Dans ce contexte, les styles poétiques sont particulièrement appropriés, car ils mettent l'accent sur l'efficacité du raisonnement, plutôt que sur l'efficacité de l'exécution par la machine.

Comme ces styles se concrétisent par une syntaxe très régulière, mais quelque peu ardue au premier abord, certains langages développés pour favoriser les apprentissages par le biais de la programmation ont introduit des

adaptations simplificatrices. Ainsi en est-il de LOGO, langage applicatif d'apparence procédural, et du MICRO-PROLOG (1) qui propose une écriture en notation infixée, au lieu de la notation préfixée habituellement en PROLOG.

Dans la mesure où les premières expériences en programmation semblent être les plus prégnantes, on peut suggérer que l'initiation à la programmation débute dans le contexte d'activités d'apprentissage par la programmation qui concentrent l'attention sur l'analyse des problèmes plutôt que sur l'outil de la résolution. Cela est d'autant plus conseillé qu'il semble difficile d'adopter un style de programmation modélisant quand on a pris l'habitude de "bricoler" des programmes à l'aide d'outils de programmation rudimentaires.

2.3 Didacticiels

Parmi les programmes spécialement réalisés dans une perspective didactique nous considérons spécialement les cours individualisés sur ordinateur qui prévoient un parcours et une mise en scène variables en fonction des réponses de l'étudiant.

Le style de programmation utilisé pour élaborer de tels didacticiels ne concerne pas directement l'élève puisque celui-ci ne voit pas les textes des programmes. Toutefois, il faut remarquer que les styles poétiques peuvent présenter un inconvénient pour l'élève parce qu'ils produisent généralement une exécution plus lente que celle obtenue par une programmation en styles narratifs. Pour les didacticiels, les questions d'efficacité représentent une contrainte prioritaire par rapport à l'expressivité du style de programmation.

Indépendamment de l'efficacité, la question du style de programmation d'un didacticiel mérite d'être posée. D'une part, parce qu'elle peut con-

---

(1) Le MICRO-PROLOG fut expérimenté au départ par R. ENNALS à l'Imperial College of Science and Technology de l'Université de Londres.

cerner l'enseignant; d'autre part, parce que la qualité de l'interaction peut en dépendre.

2.3.1 Implications du choix d'un style pour l'enseignant concepteur

L'enseignant peut soit collaborer au développement du didacticiel, soit désirer le modifier, l'adapter à ses goûts personnels ou, plus simplement, découvrir le didacticiel sans devoir l'exécuter.

Cela peut avoir des répercussions indirectes sur les styles de programmation diffusés auprès des élèves. En effet, lorsque des enseignants, qui participent au développement des didacticiels, sont amenés à organiser des activités d'initiation à l'informatique ou d'apprentissage par la programmation, ils ont naturellement tendance à choisir un langage présentant un style de programmation proche de celui qu'ils utilisent pour les didacticiels. Dans la mesure où l'utilisation des styles poétiques est rare dans les programmes d'EAO, la formation des enseignants à l'informatique devrait d'abord leur donner une pratique de ces styles, de telle sorte qu'ils aient une vision aussi large que possible.

Cela s'avère d'autant plus nécessaire que les mécanismes de contrôle des langages utilisés pour l'EAO (les langages d'auteurs) se limitent souvent aux branchements. Il serait préférable d'utiliser des langages dont le style de programmation n'est pas suspect et qui seraient enrichis de primitives spécialisées pour l'EAO.

2.3.1 Implication du choix d'un style sur la qualité du didacticiel

La seconde raison qui invite à être attentif au style d'un didacticiel concerne la nature et la qualité du didacticiel en soi. Comme l'écrit N. Cot (1984, p.2), les réalisations en matière d'EAO devraient évoluer "vers la construction d'un dialogue guidé par l'étudiant et non pas prédéfini". L'EAO classique évoluerait ainsi vers l'EIAO (I pour Intelligent), par référence aux travaux développés dans le contexte de l'Intelligence Artificielle. Cette tendance est présentée comme un virage pédagogique susceptible de relever le niveau des préoccupations en EAO.

Si l'on peut attendre des résultats dans ce domaine, il reste que l'insistance sur l'EIAO relève partiellement du mirage pédagogique. En effet, comme l'écrit encore N. Cot, L'EIAO suppose une double représentation: celle du domaine enseigné et celle des modes de raisonnement de l'étudiant. Dans beaucoup de domaines et surtout dans les disciplines scientifiques, la représentation formalisée du domaine enseigné est considérée parfois même trop exclusivement comme une condition de son enseignement. De son côté, l'expressivité des styles poétiques est bien utile et l'on peut même supposer qu'elle favorisera l'introduction plus scientifique de certains contenus.

En revanche, les modèles d'apprentissage, qu'ils soient ou ne soient pas spécifiques à un contenu, sont généralement décrits dans un langage philosophique, empirique ou probabiliste. L'arrivée de modèles dont l'expression serait fonctionnelle, logique ou conceptuelle représenterait un progrès considérable. Mais, pour exprimer un modèle, il faut d'abord l'avoir découvert et pour qu'il soit opérationnel, il faut l'avoir validé. À ce point de vue, les discours sur L'EIAO risquent de ressembler aux déclarations triomphalistes du début des années soixante à propos de la traduction automatique des langues naturelles. Ces déclarations étaient celles d'informaticiens confiants en leurs outils, mais qui négligeaient l'état d'avancement des recherches dans le domaine linguistique[1].

De surcroît, il faut faire intervenir en EAO la formalisation de l'interaction. Cette formalisation peut être très rigide, notamment lorsqu'elle représente les règles d'un jeu. On sait que la difficulté de concilier, en EAO, l'approche ludique avec l'apprentissage fait dire parfois qu'un jeu informatisé perd son intérêt dès qu'il poursuit un objectif éducatif.

En résumé, la formalisation poussée des applications en EAO est complexe. Elle représente même un véritable défi qui consiste à élaborer et à concilier trois modèles: celui du contenu, celui de l'apprentissage et celui de l'interaction (cf. figure 4).

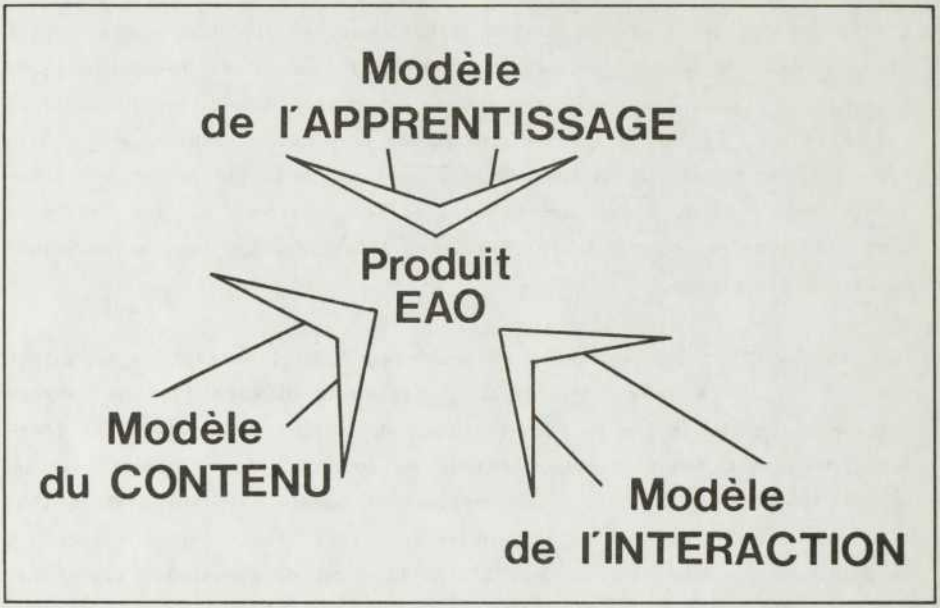


Figure 4: Le défi en matière d'EAO: élaborer et fusionner 3 modèles.

Comme cette conciliation semble aussi difficile à réaliser qu'un mariage à trois, les didacticiels traduisent le plus fréquemment une démarche méthodologique empirique qui ne se prête pas à être très formalisée. Ceci, ainsi que les contraintes d'efficacité déjà mentionnées, justifient, dans bien des cas, le choix d'un style narratif.

Le style narratif convient également pour une approche par scénario qui s'efforce de placer l'apprenant dans un contexte motivant. Une telle approche qui intègre l'art pédagogique dans la technologie éducative est développée notamment par A. Bork à l'Educational Technology Center de l'Université d'Irvine et par D. Leclercq au Laboratoire de Pédagogie expérimentale de l'université de Liège.

Bibliographie

BORK, A. (1982), Production Systems for Computer Based Learning, Educational Technology Center, University of California, Irvine, ronéotypé.

BOWLES, K.L. (1977), Problem Solving Using Pascal, New York, Springer Verlag.

COLMERAUER, A. et C. (1983), PROLOG en 10 figures, Faculté des Sciences de Luminy à Marseille, ronéotypé.

COT, N. (1984), Remarques sur EAO et Intelligence Artificielle, Lettre Intelligence Artificielle et Formation, 1, p. 2.

DE LANDSHEERE, G. (1983), Formation des enseignants à l'E.A.O.: vers un contrôle de qualité des didacticiels, Education permanente, 70-71, pp. 73-82.

DIJKSTRA, E.W. (1968), Go-To statement considered harmful, Communications of the ACM, 11, pp. 147-148.

GOLDBERG, A. et ROBSON, D. (1983), Smalltalk-80, The Language and its implementation, Londres, Addison-Wesley.

HARDY, J.-L. (1984), L'Eden de Smalltalk, Micro-Systèmes, 39, pp. 116-121.

LECLERCQ, D. (1984), Le didactogramme: un système graphique pour visualiser les fonctions et les structures des didacticiels, Laboratoire de pédagogie expérimentale, Université de Liège.

PAPERT, S. (1972), Teaching Children to be Mathematicians Versus Teaching About Mathematics, International Journal of Mathematics Education, Science and Technology, 3, pp. 249-262.

PAPERT, S. (1981), Jaillissement de l'esprit. Ordinateurs et apprentissage, Paris, Flammarion.

WEIZENBAUM, J. (1981), Puissance de l'Ordinatedur et Raison de l'Homme, Paris, Editions d'Informatique.

WIRTH, N. (1976), Algorithms + Data Structures = Programs, Londres, Prentice-Hall.

CONFERENCE DE CLOTURE

Gaston Mialaret
Professeur à l'Université de Caen
Président-fondateur de l'AIPELF

QUELQUES REFLEXIONS PERSONNELLES SUR LE THEME: "ORDINATEUR ET EDUCATION"

1. Une conférence de clôture est toujours difficile à prononcer. Et ceci est plus vrai à la fin de ce congrès; il est, en effet, impossible de faire soit un résumé, soit une synthèse du très riche ensemble des communications et des discussions. Le Congrès n'est pas arrivé d'autre part, (ce n'était pas son objectif) à l'élaboration de "résolutions" susceptibles d'être présentées soit aux autorités pédagogiques, soit aux autorités administratives ou politiques. Cette conférence se propose donc de regrouper, autour de cinq thèmes principaux à la fois des idées émises dans des ateliers et des réflexions personnelles sans qu'il soit possible d'établir la paternité réelle de telle ou telle affirmation ou le pourcentage des idées personnelles et des idées des participants au Congrès.

En fait, nous avons essayé de nous poser, en tant que chercheur, qu'éducateur, que père de famille, que citoyen, qu'homme, la question suivante: qu'est-il donc de cette étrange machine qu'on nomme "ordinateur" par rapport à l'homme de la fin du 2ème millénaire?

2. Une transformation technologique extraordinaire

Il y a des banalités qu'il ne faut pas hésiter à répéter afin de bien mettre en évidence, avec le même effort de lucidité, les aspects positifs et les aspects négatifs. Ce n'est pas parce qu'un aspect ou qu'une facette d'un phénomène est négatif qu'il faut condamner l'ensemble; à l'inverse, ce n'est pas parce qu'il y a des aspects très positifs d'une situation ou d'un instrument qu'il faut parler de panacée.

2.1 La rapidité extraordinaire de fonctionnement de cette étrange machine rend possible ce qui paraisssait ou démesurément long ou même impossible.

Prenons un exemple dans notre domaine. Avant l'ordinateur, en présence d'un ensemble de résultats, on appliquait les tests de normalité et, si tout allait bien, les statistiques paramétriques habituelles; dans le cas contraire on essayait d'appliquer des statistiques non-paramétriques. Actuellement, et en quelques minutes l'ordinateur fait l'ajustement et indique la qualité de l'ajustement d'un ensemble de données à une fonction linéaire, une fonction de type parabolique, une fonction de type logarithmique... On peut, dès lors, en toute connaissance de cause, appliquer la technique statistique adéquate. Ce qui aurait pris plusieurs heures est fait en quelques minutes. C'est aussi avoir une attitude beaucoup plus nuancée vis-à-vis des données elles-mêmes que l'on ne condamne plus à être "gaussiennes" ou non.

2.2 Le stockage et le repérage rapide de l'information. C'est un aspect bien connu mais dont on ne mesure pas encore toutes les conséquences (voir ci-après les aspects sociaux). Les technologies modernes nous permettront, sans aucun doute, d'être avec un poste de téléphone et un mini-appareil, d'être en contact avec toutes les connaissances de l'humanité.

2.3 Tout ceci se réalisera de plus en plus avec le phénomène de miniaturisation. Ceux qui ont connu les premières générations d'ordinateur, ou même les premières machines à calculer, peuvent mesurer la distance. A ce phénomène de miniaturisation s'ajoute celui de l'abaissement des prix. C'est dire que n'importe quelle petite machine à calculer est à la portée de toutes les bourses et qu'il en sera de même, d'ici peu, avec les ordinateurs. D'où un phénomène de familiarisation des enfants, des parents... et des éducateurs. L'enfant vit dans le monde de ces machines qu'il voit fonctionner pratiquement dans tous les magasins et il doit se demander pourquoi on lui fait faire des problèmes du genre: "j'achète pour une somme de..., je donne un billet de..., combien doit-on me rendre?" puisque la machine donne immédiatement le résultat!

2.4 La conséquence de tout ceci est le phénomène de commercialisation et sa soeur jumelle la publicité. Pour vendre leur produit, les firmes font croire qu'avec l'ordinateur tout va être résolu, que la panacée est enfin trouvée pour mettre fin à nos misères et nos insuffisances. Une analyse sémiologique des placards publicitaires tend à laisser croire qu'ordinateur rime avec bonheur ou qu'utiliser un ordinateur, c'est réellement "être dans le vent" ou "être branché"!

Une vision plus objective des choses nous montre que l'ordinateur:

2.4.1 Permet de résoudre avec beaucoup de rapidité, et souvent d'élégance nos problèmes habituels de recherche.

2.4.2 Permet de s'attaquer à des problèmes devant lesquels l'énergie humaine se découragerait en fonction de leur complexité, de leur difficulté de traitement.

2.4.3 Ne résout pas tous les problèmes que se pose l'homme. Il a un domaine d'action précis - bien que très large - et on ne peut pas lui demander ce qu'il ne peut pas donner. C'est tromper les gens que leur présenter l'ordinateur comme une panacée. C'est méconnaître et déconsidérer l'éducation en croyant qu'en introduisant une nouvelle technique - quelles que soient les possibilités extraordinaires de celle-ci - on puisse apporter une solution valable aux problèmes éducatifs contemporains. L'ordinateur n'est qu'un instrument au service d'un projet pédagogique et sans ce "projet", il n'y a pas d'éducation.

2.4.4 Comme tout instrument, l'ordinateur permet de résoudre un plus grand nombre de problèmes mais aussi crée des problèmes nouveaux (voir ci-après les aspects psychologiques). Si les aspects positifs l'emportent largement sur les aspects négatifs nous ne pouvons pas négliger ceux-ci qui peuvent, aussi bien sur le plan individuel que sur le plan collectif, avoir des conséquences que nous ne pouvons pas toujours connaître.

3. Une transformation sociale

L'ordinateur ne constitue pas seulement une découverte technologique de première grandeur (analogue à celle de l'électricité par exemple). Il a déjà des conséquences sociales extrêmement importantes que l'éducateur ne peut pas ignorer. La connaissance du "monde" dans lequel nous vivons est une des données primordiales pour l'éducateur. Rappelons-nous la devise d'O. Decroly: "L'école pour la vie et par la vie". Ce n'est donc pas nous éloigner de notre sujet que de tourner notre regard vers les conséquences sociales de la naissance de l'ordinateur.

3.1 Problèmes généraux de gestion

Nous ne rappellerons ici que l'utilisation de l'ordinateur dans beaucoup de secteurs de notre vie sociale et dans la gestion de tout groupe social, économique, technique, depuis les agences de voyages jusqu'aux problèmes humains les plus délicats en passant par les fichiers de toutes catégories.

3.2 Nous préférons concentrer notre attention sur d'autres aspects humains qui font de l'ordinateur la meilleure et la pire des choses (Esope, pas mort!).

3.2.1 Pour le meilleur

Il est évident que l'introduction de l'ordinateur dans le diagnostic médical, la gestion des places dans les hôpitaux en cas d'urgence, la régulation et la connaissance de trafics (soit ferroviaires, soit aériens, soit du mouvement des eaux ou des vents...) permettent à l'homme de mieux connaître et, comme disait A. Comte, de mieux prévoir...

3.2.2 Pour le pire

Toutes les possibilités de stockage de l'information d'une part, la possibilité, d'autre part, de retrouver très rapidement cette information

font de l'ordinateur, s'il est placé dans de mauvaises mains (régimes politiques en particulier) le pire ennemi de la liberté individuelle. Tous les faits et gestes d'un individu peuvent être, à la limite mis en mémoire et nous ne pouvons plus maintenant être "le voyageur sans bagage" de Pirandello (Contrôles dans les aéroports par exemple).

3.3 Quelques autres commentaires

3.3.1 La nécessité de "codifier" l'information avant de l'introduire en mémoire aboutit forcément, au moins dans l'état actuel des choses, à un appauvrissement de la réalité. Les mille et mille nuances de l'action humaine, ses motivations devront, pour pouvoir être enregistrées, se couler dans le moule du codage. Celui-ci afin d'être utilisable, ne peut avoir que des dimensions finies et toutes les motivations un peu extraordinaires (pour ne prendre qu'un exemple) rentreront dans la rubrique des "divers" si leur fréquence ne justifie pas une rubrique supplémentaire. C'est une situation analogue à celle que l'on trouve, dans les tests de créativité, en présence de réponses extraordinaires: sont-elles accidentelles, "pathologiques", ou relèvent-elles réellement d'une authentique créativité? Très souvent on les regroupe dans la classe des divers.

"L'image" donnée par l'ordinateur va donc essentiellement être appauvrie. C'est comme si tous les édifices étaient construits avec les mêmes matériaux (ici les rubriques du codage), les possibilités architecturales seraient considérablement diminuées.

3.3.2 On se trouve donc en présence d'une situation contradictoire: d'une part on possède une plus grande possibilité d'individualisation mais, d'autre part, on doit nécessairement éliminer les caractéristiques très personnelles pour les codifier: on va donc vers un processus d'uniformisation.

Dans l'ensemble, ne peut-on pas penser que l'on va vers une révision épistémologique du concept d'individu?

3.3.3 Dans une perspective très voisine, on peut observer aussi (la T.V. avait déjà amorcé ce phénomène) un enrichissement de l'expérience person-

nelle mais, en même temps, une uniformisation de cette expérience. Il suffit, par exemple, d'observer actuellement certaines formes de tourisme. En fonction de vos revenus, de la durée, de votre âge... l'ordinateur vous présente le voyage qui répond le mieux à vos désirs. D'où une possibilité, pour l'individu, d'avoir une expérience nouvelle à sa portée. Mais, étant donné le "rabotage" des éléments individuels, (voir ci-dessus 3.3.1), l'ordinateur va proposer à des individus de profil analogue, le même voyage, donc la même expérience. On assiste donc à une situation curieuse où l'enrichissement personnel correspond à une uniformisation des expériences personnelles.

Cette situation n'est pas nouvelle puisque trop souvent malheureusement, le processus éducatif a été, lui aussi, un processus d'uniformisation (sans aller jusqu'à A. Huxley!): les mêmes programmes, les mêmes livres, les mêmes exercices. Les "didacticiels" actuels, tant qu'ils ne sont pas encore suffisamment nombreux, présentent ce risque: même type d'apprentissage pour tous les élèves. On peut espérer que le développement de ces formes pédagogiques nouvelles d'une part, les progrès technologiques d'autre part, nous permettront de surmonter les inconvénients que nous venons de signaler. Le rôle de l'éducateur, bien que différent, sera très important malgré cette technologie avancée parce qu'il devra aider chaque enfant à retrouver, au-delà des apprentissages plus ou moins stéréotypés, son propre style d'évolution et de construction de sa personnalité.

4. Les conséquences psychologiques

Nous examinerons ultérieurement les aspects psycho-pédagogiques. Limitons-nous ici à quelques commentaires généraux. Nous aurions presque envie, mais ce serait pourtant limiter notre réflexion, de présenter nos commentaires sous la forme de question:

- Est-ce la machine qui est construite sur le modèle de l'homme?

- Faut-il construire, psychologiquement, l'homme sur le modèle de fonctionnement de la machine?

- S'il y a hétérogénéité essentielle entre l'homme et la machine, comment s'établit (ou faut-il faire pour établir) la communication?

Ces questions ne sont pas innocentes et, sans remonter à la théorie cartésienne de l'animal machine, certains ont voulu analyser le fonctionnement psychologique de l'enfant et de l'homme en prenant comme modèle le fonctionnement des machines que la technologie mettait à notre disposition.

4.1 Il faut bien rappeler que la psychologie de l'éducation nous a permis de prendre conscience (même si les preuves apportées ne sont pas toutes définitivement convaincantes) de l'importance, au-delà ou à travers les contenus, de la méthode pédagogique comme un des éléments essentiels de l'action éducative et de la structuration du psychisme des éduqués. Il suffit de se rappeler les discussions sur les avantages de la méthode d'apprentissage de la lecture dite "globale" ou les très fines analyses de P. Greco sur l'enseignement programmé.

Incontestablement une méthode pédagogique, et même certaines techniques pédagogiques, se réfère à une psychologie implicite ou explicitement annoncée et l'on ne peut nier - même, nous le répétons, si les preuves ne sont pas toujours apportées - l'influence de cette psychologie véhiculée par la méthode sur le développement de la personnalité de l'enfant. D'où l'importance psychologique de l'introduction de l'ordinateur, de la psychologie et de la logique qu'il introduit au sein du processus éducatif.

4.2 Nous ne pouvons pas non plus, d'autre part, oublier les positions et les apports de certains courants contemporains, soit celui du matérialisme dialectique que représente H. Wallon "De l'acte à la pensée", soit celui du "constructivisme" de J. Piaget, soit celui des émules d'A. Huxley "Le meilleur des mondes" et de la triste "Action psychologique".

On peut affirmer qu'aujourd'hui on ne suit plus Kant qui affirmait que le rôle de l'éducation était de retrouver "l'essence de l'homme". Nous pensons, au contraire, que l'éducation doit construire l'homme d'aujour-

d'nui et de demain. Reste à la philosophie à nous indiquer quel en sera le modèle.

4.3 Il n'est pas inutile ici de se rappeler que tout au long de l'histoire de la pensée humaine, l'éducation s'est référée à des "modèles" psychologiques dont nous n'en citerons que quelques-uns pour mémoire, sans aucun souci d'exhaustivité:

- modèle aristotélicien
- modèle cartésien et le déterminisme newtonien
- modèle de la pensée historique du XIXe siècle
- modèle du déterminisme biologique de C. Bernard
- modèle du pragmatisme de W. James et J. Dewey
- modèle de la pensée dialectique maxiste

...

4.4 On peut donc essayer de préciser quel modèle véhicule actuellement l'ordinateur, nous disons bien "actuellement" parce que l'on ne sait pas les surprises que nous réserve la technologie actuelle.

4.4.1 Une forme de logique en arbre avec une utilisation essentielle du "et" et du "ou" (union ou intersection). Cette logique suppose respecter la seconde règle cartésienne de la méthode: "diviser chacune des difficultés que j'examinerais, en autant de parcelles qu'il se pourrait, et qu'il serait requis pour les mieux résoudre" (Discours de la méthode).

4.4.2 L'importance de l'ordre qui peut être positivement considérée comme une préparation à la rigueur de la démonstration mathématique et qui exige une analyse très rigoureuse de la démarche nécessaire à la solution du problème.

4.4.3 La reconnaissance des "structures" du raisonnement (les boucles ou les GOSUB) et l'analyse des sous-programmes nécessaires.

4.4.4 L'apprentissage d'un langage nouveau (vocabulaire et syntaxe) qui est très rigoureux et qui n'admet ni l'implicite, ni les approximations.

Dans ce domaine, aucune créativité, aucune poésie, n'est possible au moins avec les machines actuelles.

4.4.5 Par contre, l'ordinateur permet le développement de nouvelles formes de créativité au niveau de la construction d'un programme, au niveau des questions posées et des réalisations obtenues.

4.4.6 L'ordinateur établit une liaison immédiate, dans le temps, entre l'action et ses conséquences. La moindre erreur est relevée immédiatement, les résultats d'un programme sont connus après quelques secondes de travail de l'appareil. Certains aspects de la notion de "maturation" ne sont-ils pas en train de disparaître?.

4.5 Quelques commentaires sur ce modèle

4.5.1 Il s'agit bien essentiellement d'une logique adulte, c'est-à-dire de la logique utilisable et utilisée par des sujets ayant atteint un certain niveau de développement psychologique (voir sur ce point tous les travaux des psychologues génèticiens). Il est impossible de parler à ce sujet de pensée syncrétique, de progrès par approximations successives, de restructuration... Ou bien le sujet a atteint le niveau requis, et dans ce cas la communication peut se faire avec l'appareil, ou bien il n'a pas atteint ce niveau et il ne peut qu'appliquer des recettes puisque l'ordinateur n'est pas encore capable de servir de support à un apprentissage logique. Il faut pourtant être très prudent avec de telles affirmations. Des expériences telles que celles de LOGO nous ouvrent des perspectives qui pourraient modifier certains de nos points de vue psychologiques.

4.5.2 L'ordinateur n'est qu'un des aspects, qu'un des instruments du milieu environnant de l'enfant. Le développement psychologique se fait à travers une constante relation dialectique "sujet - milieu ambiant" et il se faudrait pas que les mérites et les possibilités extraordinaires de ce merveilleux instrument nous fissent oublier qu'il n'est qu'un élément parmi d'autres et que l'enfant a un besoin essentiel d'établir, par expérience tâtonnée disait C. Freinet, des contacts avec le milieu. Il est utile de

rappeler ici l'importance des facteurs affectifs et sociaux dans l'évolution équilibrée d'une personnalité.

4.5.3 Créativité et créativité

Il est évident, et beaucoup d'expériences du type LOGO le montrent, que l'ordinateur peut développer chez les enfants certaines formes nouvelles d'imagination et de créativité. Ce qui est positif. Mais nous ne devons pas oublier les aspects qui peuvent être négatifs: ne voir le monde qu'au travers des formes que peut réaliser l'ordinateur, quelles que soient l'originalité et même la beauté de certaines d'entre elles. Ici encore un contact avec la nature, avec la richesse de ses formes et de ses couleurs doit constituer un contrepoids indispensable à l'usage de l'ordinateur.

5. Nouveaux aspects des problèmes psycho-pédagogiques

Dans ce domaine aussi, de très nombreux problèmes seraient à soulever. Nous n'allons en choisir que quelques-uns.

5.1 Nous rappellerons volontiers ici la devise très classique d'O. Decroly: "Une école pour la vie et par la vie". Nous vivons dans un monde où l'ordinateur existe. Il faut préparer nos élèves à l'utiliser en l'utilisant ("learning by doing" disait J. Dewey). L'ordinateur à l'école n'est pas une mode: c'est une nécessité.

5.2 L'ordinateur à l'école provoque deux phénomènes contradictoires: il étend considérablement les possibilités et développe de nouvelles aptitudes d'une part, il crée de nouveaux problèmes et de nouvelles difficultés d'autre part, les avantages l'emportant d'ailleurs sur les inconvénients. Ceci est d'ailleurs le fait de tout progrès de la technique.

5.2.1 Il faudrait ici énumérer tous les problèmes d'apprentissage et de résolution de problèmes.

- l'individualisation et la prise en considération des rythmes personnels,

- l'effet de la connaissance immédiate des résultats,
- connaissance, dénombrement et analyse des erreurs,
- choix des traitements correctifs adaptés,
- ...

5.2.2 Les possibilités de simulation, c'est-à-dire de développer une forme de raisonnement scientifique, à savoir tester des hypothèses. De plus, les étapes de la construction d'un modèle impose des analyses successives de plus en plus fines et précises de la réalité.

5.2.3. Les possibilités d'évaluation au titre soit de l'évaluation formative, soit de l'évaluation diagnostic, soit de l'évaluation sommative font de l'ordinateur un appareil appelé à jouer un rôle de tout premier plan dans certaines démarches éducatives. Les machines déjà anciennes dites "d'analyse des réponses collectives" répondaient déjà à ce besoin. L'ordinateur, avec plus de puissance et de souplesse, permet une évaluation beaucoup plus efficace.

5.2.4 Toutes les expériences pédagogiques déjà faites indiquent un aspect auquel, il faut l'avouer, on ne pensait pas: le développement d'une certaine forme de vie "sociale" autour de l'ordinateur, un peu comme on a connu, dans certains établissements, le développement d'équipes autour d'un jeu d'échecs. L'ordinateur est pour les enfants l'occasion d'échanges, de discussions, de petites expérimentations collectives. Plusieurs communications de ce congrès et plusieurs publications signalent ce fait qui ne doit pas être négligé par les éducateurs. On sait, par ailleurs, l'utilisation de l'ordinateur dans certaines formes de psychothérapie pour les schizoïdes.

5.3 Il est évident, comme chaque fois qu'apparaît une nouvelle technique pédagogique, que l'on commence d'abord par utiliser l'ordinateur, établir des règles de son intégration au sein du processus éducatif et découvrir ensuite les problèmes psychologiques qu'il crée. Les analyses psychologiques et psycho-pédagogiques, comme l'ont montré certaines communications, commencent à se faire, et sans vouloir ici tracer un plan de travail, on peut relever quelques axes généraux qui nous paraissent importants.

5.3.1 Comment s'établit, d'une façon générale et d'une façon différentielle, la communication du sujet et de la machine? L'observation d'une part et l'utilisation personnelle d'autre part, nous ont amené à donner un contenu très riches à ce problème en apparence étonnant: relation ou communication utilisateur-machine. L'utilisateur a des réactions affectives curieuses devant cette étrange machine qui lui résiste, qui lui donne ce qu'il n'attendait pas, qui refuse de faire telle ou telle démarche, qui... quelquefois - et non sans humour souvent -, le menace ou se moque de lui" ("Si vous continuez à faire cette faute, je ne travaillerai plus avec vous!").

5.3.2 L'ordinateur est un outil. Quelle est la psychologie de son utilisation, (aspects intellectuels, affectifs, moteurs)? Exactement comme il y a une psycho-pédagogie de l'écriture ou de la lecture, il existe une psycho-pédagogie de l'ordinateur. Elle commence à s'écrire, de nombreux domaines sont encore à explorer.

5.3.3 Dans le cadre d'une pédagogie du projet personnel, comment va s'inscrire l'ordinateur? Quels vont être les "pré-requis" de cette intégration et de cette utilisation? Comment éviter une simple juxtaposition mais provoquer une authentique intégration?

5.4 Tout ceci ne va pas sans danger que nous devons - sans les exagérer - signaler.

A la plus banale des observations d'enfants - et d'adultes - en présence d'un ordinateur, on ne peut pas ne pas noter "l'effet fascination" et "l'effet mobilisateur". Le temps passe sans que le sujet en prenne conscience. Tous les responsables de clubs d'informatique dans les établissement scolaires sont d'accord sur ce point. Ces aspects de mobilisation psychique sont très positifs mais ils ne doivent pas faire oublier le danger possible d'une rupture avec le réel et la vie quotidienne. Une très longue analyse psychologique et psychanalytique serait ici nécessaire, comme elle le serait pour d'autres phénomènes tels que l'automobile ou la télévision. Nous retrouvons ici nos points de départ relatifs à l'éducation et la vie. Il ne faudrait pas qu'une merveilleuse invention nous fît

oublier que nous vivons dans un monde où tout ne se traite pas par ordinateur.

6. Ordinateur et recherche en éducation

Nous ne pouvons pas, dans cette conférence de clôture du Congrès de notre Association de Pédagogie Expérimentale de Langue Française, ne pas parler des relations de l'ordinateur et du chercheur.

6.1 Il est utile d'insister sur le fait que l'ordinateur a simplifié et accéléré toutes nos procédures de calculs statistiques; il suffit de se rappeler le temps que nous passions jadis à faire une simple analyse de variance et faire la comparaison avec ce qui se fait aujourd'hui.

6.2 Il est évident que nous pouvons faire aujourd'hui ce que nous abandonnions hier par manque de temps; ce sont de nouvelles possibilités de réalisations qui nous sont offertes.

6.3 L'ordinateur nous permet donc de nouvelles formes d'analyse, de recherche de nouvelles techniques de calcul, de nouvelles façons de récolter et de traiter les informations que nous pouvons recueillir au cours de nos expériences.

6.4 Nous ajouterons volontiers - et ceci pourra faire l'objet d'un de nos futurs colloques - que de nouvelles formes d'expérimentation s'offrent à nous. Nous n'en prendrons qu'un exemple: celui de l'introduction, au cours de l'expérimentation elle-même, des résultats obtenus par les sujets eux-mêmes. Il s'agit donc bien d'un nouveau type d'expérimentation puisqu'une série de résultats (variable dépendante) peut devenir, au cours de l'expérience, une variable ayant le statut de variable indépendante.

7. Conclusion

On ne trouvera pas étonnant qu'au cours de cette conférence de clôture d'une réunion consacrée à l'informatique, on retrouve quelques idées déjà exprimées et que l'on parle de "boucle". Mais, tout en reprenant des idées

déjà exprimées, je vais me situer sur trois autres plans différents.

7.1 Vie commerciale, technique et éducation.

On parle de mode pédagogique ou bien les "commerçants" affirment que, grâce à l'ordinateur, tous les problèmes éducatifs trouveront leur solution. C'est oublier que l'éducation ne se ramène pas à l'usage de techniques; faire de l'éducation ce n'est pas seulement juxtaposer des techniques, quelle que soit la valeur de celles-ci. Toutes les techniques les plus sophistiquées sont au service d'un projet éducatif qui, seul, pourra résoudre les problèmes que lui pose l'éducation des enfants qui lui sont confiés. Les techniques, seules, ne peuvent pas résoudre les problèmes de l'éducation du monde contemporain.

7.2 Technologie et finalités

Contrairement à ce qu'en pensent certains ignorants, les techniques ne peuvent pas remplacer l'homme quand il s'agit de faire un choix de valeurs. L'ordinateur peut être au service de théories pédagogiques opposées. Le premier travail de l'éducateur est de choisir explicitement son système de finalités, d'établir son projet pédagogique.

7.3 L'éducation est une activité sociale et humaine

Après ce que nous venons de dire et de répéter, nous pouvons affirmer l'intérêt et la nécessité de l'ordinateur dans le processus éducatif. Sans éliminer les facteurs humains, il faut reconnaître toutes les possibilités que nous avons maintenant dans le domaine de l'évaluation des résultats, dans le contrôle des résultats de nos innovations ou de nos expériences. Les modalités de l'évaluation ont considérablement changé depuis un demi siècle mais la nécessité de l'évaluation, du contrôle scientifique demeurent. C'est bien là l'objet (un des objets) de notre Association: rester fidèles à l'attitude scientifique sans pour autant nous enfermer dans de vieilles conceptions qui ont eu leur heure de gloire mais qui sont maintenant dépassées. Nous devons donc rester à l'écoute de la science moderne pour, qu'avec l'aide de tous les chercheurs et tous les scientifiques,

quelle que soit leur spécialité, nous redéfinissions les nouvelles formes de l'attitude scientifique en pédagogie. C'est à ce prix que notre A.I.P.E.L.F. gardera sa jeunesse et sa fécondité.

LES 30 ANS DE L'AIPELF

Anna Bonboir

Présidente de l'AIPELF

Mesdames et Messieurs,
Mes chers amis,

La tradition veut que l'on parle des 25^{e}, 50^{e}, 60^{e} ou 65^{e} anniversaires et que l'on célèbre les noces d'argent, d'or, de platine, de brillant. On dit que c'est pour célébrer des fidélités dures comme ces métaux ou comme cette pierre qui brille selon qu'on la taille adroitement.

En ce qui nous concerne, nous fêtons un 30^{e} anniversaire et, sans spécifier, nous y ajoutons chaque année un anniversaire. Nous nous disons que les fidélités sont quotidiennes, continues. Et s'il est un moment à partir duquel on tait son âge, que ce soit au féminin ou au masculin, la fierté de la fidélité demeure. Quand il s'agit d'une association à laquelle on appartient, elle peut être centenaire ... cela ne dit pas pour autant que ses membres le soient aussi. On le crie bien haut, on a pris le train en marche. Par contre, 30 ans ne vieillit personne ... c'est le début de la maturité. Trente ans de fidélité d'une collectivité, c'est cela une association, mais cela ne veut pas dire qu'il n'y ait pas eu évolution, changement. Il y a simplement tradition ... avec les doutes qui sont autant de gestes qui forgent, qui gravent, qui taillent, mais qui jamais n'usent et toujours se renouvellent.

L'A.I.P.E.L.F. a trente ans ... trente années où s'est scellée, dans la fidélité, une relation d'attachement à la pédagogie expérimentale. Le président-fondateur est parmi nous, jeune, passant à la maturité qui s'affirme chaque jour davantage, comme la nôtre, à chacun. Gaston Mialaret est là, comme au premier jour et de ceux qui l'ont rejoint au début, quelques-uns restent; quelques-uns sont ici. Ils se souviennent de leurs premières rencontres et les photos "de famille" défilent à leurs yeux, évoquant les bons moments, rappelant ceux qui ont rejoint l'éternité, invitant à rejoin-

dre, par la pensée, ceux qui, tout en restant fidèles à l'A.I.P.E.L.F., étant à la retraite, viennent moins souvent à nos réunions. Comme la vie en famille, nos réunions familiales ont évolué: toujours familiales, mais dans un autre style.

Ceux des premières années se souviennent. Ni eux, ni le président-fondateur ne se complaisent dans le passé. Ils regardent vers l'avenir, vers l'immensité où est inscrit un destin ... un destin que tous ensemble nous construisons. Ils regardent sereinement vers l'avenir, pleins de confiance, mais en ne sachant ce que sera demain, l'A.I.P.E.L.F. échappe à leurs représentations d'aujourd'hui.

Notre association se trouve au plein coeur d'une antinomie, celle que ressentent l'éducation et la réflexion scientifique sur l'éducation: antinomie entre:

- recherche et pratique
- expérimentation et art vécu d'instinct, d'intuition
- objectivité et subjectivité
- situation expérimentale et situation ordinaire
- situation simplifiée et système dynamique complexe
- généralité des conditions et particularité des sujets et des situations
- structure d'un moment et fonctionnement dynamique
- explication par le passé ou le présent et tension vers un idéal.

Évoquant de telles antinomies, certains ont remis en cause le qualificatif "expérimental" et ont proposé que l'on parle de pédagogie scientifique. L'argument évoqué était que l'on pourrait rallier des scientifiques non expérimentalistes. Mais, à la réflexion, ne doit-on pas parler d'esprit expérimental et cet esprit est celui de la pensée réfléchie sur le concret. Alors faut-il être restrictif et identifier esprit expérimental avec les schémas particuliers de l'expérimentation? Ne serait-ce pas confondre l'outil et l'esprit, une nouvelle fois? C'est sans doute à l'esprit que pendant 30 ans l'A.I.P.E.L.F. fut fidèle et c'est à l'esprit qu'elle sera encore fidèle désormais.

Aujourd'hui, il me plaît de penser que les contestataires du qualificatif "expérimental" peuvent prétendre à une seule chose: ils ont aiguisé notre sens de la recherche et ont élargi la signification de ce qu'ils voulaient mettre de côté; ils ont été agent de croissance, mais non occasion de l'abandon d'une certaine rigueur appliquée à la richesse et à la variété des situations naturelles analysées - donc divisées - et reconstruites grâce à la connaissance que l'on a pu en avoir.

Trente ans de recherche et d'action, trente ans de partage au sein du monde francophone ... cela vaut d'être marqué. Ces trente ans se confondent avec une carrière, celle de Mialaret, français, ambassadeur de la pédagogie venant de France et portée aux quatre coins du globe; français, oui, mais aussi québécois par la part qu'il a prise dans des institutions universitaires du Québec et, par un attachement authentique.

Trente ans de travail dont témoignent les publications et les actes des colloques, trente ans où se sont partagées les joies de l'amitié et de la culture, et aussi, les joies de la table ... mais y a-t-il culture française sans le savoir goûter à table? Ainsi, nous avons cheminé dans les sentiers qui devaient, en principe, nous conduire à Saint-Jacques de Compostelle, mais après le ravissement de Saint Bernard de Cominges, nous avons pris la décision immédiate de ne pas poursuivre et de passer à table. Le château de Chion, évoque des amis chers par la voie de nourritures terrestres "de château". Les abbayes que nous avons visitées étaient l'occasion d'appels au recueillement dans l'austérité ... où qu'elles se trouvent, qu'il s'agisse de Sénanque en France, de Villers-la-Ville ou d'un grand béguinage en Belgique, mais toujours une autre voix se faisait entendre dès la sortie, celle qui indiquait que le dîner était servi et devait rester aussi plein d'inspiration que les cloîtres ... l'ordre des inspirations était bien différent. Le Québec nous avait appris que les nourritures terrestres ont de ces ravissements ... mais, avant, il y avait eu le concert de harpe et de flûte à Orford. Laissez-moi ne pas continuer l'évocation, car ceux qui nous rejoignent pour la première fois se méprendraient sur les finalités de l'A.I.P.E.L.F. ... bien qu'ils voient qu'aujourd'hui, en cette salle, après tout ce qui a précédé, tradition demeure. Merci aux amis de Sherbrooke: ils sont, étaient déjà et resteront des nôtres.

À l'occasion d'un 30e anniversaire, on peut fixer une plaque commémorative. L'A.I.P.E.L.F., rejoignant le voeu du Québec, n'a trouvé meilleur endroit, pour la plaque 30e anniversaire, que la personne de notre président-fondateur. C'est chez lui qu'il faudra la voir, c'est lui qui l'a méritée.

Achevé d'imprimer
en avril 1985 sur les presses
des Ateliers Graphiques Marc Veilleux Inc.
Cap-Saint-Ignace, Qué.

RELIURE
Claire Enrg.

BNQ
000 358 350