

Ce texte complète l'étude de Monsieur le Professeur Le Corre sur l'expérience d'enseignement assisté par ordinateur réalisée à la Faculté des Sciences de Paris. Nous n'avons pu l'insérer dans la revue faute de place et nous prions nos lecteurs de nous en excuser.

TECHNIQUES ACTUELLES DE L'ENSEIGNEMENT ASSISTE PAR ORDINATEUR

Introduction :

Les premières expériences d'enseignement assisté par ordinateur (E.A.O.) ont été réalisées aux Etats-Unis. A cette époque, (1960), les techniques d'enseignement programmé du type Skinner (linéaire) ou Crowder (à embranchements) étaient déjà assez largement diffusées, soit à l'aide de livres (livres brouillés ou nons), soit de machines à enseigner.

Les premières expériences sur ordinateur n'ont souvent été qu'un transfert malheureux d'un matériel pédagogique préparé pour un autre support que l'ordinateur.

Ce n'est que très récemment que l'on essaie aux Etats-Unis et en Europe d'exploiter les possibilités particulières des ordinateurs comme outil pédagogique.

Nous allons décrire ci-dessous les différents types d'utilisation qui existent à l'heure actuelle et les problèmes techniques qu'ils soulèvent. Nous verrons successivement des approches dites directives et non directives.

1) Approche directive

L'initiative du dialogue étudiant - ordinateur est donnée à l'ordinateur, ou plutôt à l'enseignant qui a préparé le dialogue.

On présente à l'étudiant des informations (ou items) qui correspondent à un ou plusieurs concepts que l'on se propose d'enseigner, puis on lui pose une ou plusieurs questions pour vérifier qu'il a bien compris ou retenu les concepts. C'est un cours assisté par ordinateur. La souplesse de l'ordinateur est seulement exploitée au niveau de l'analyse des réponses, (réponse presque libre), du stockage des renseignements pertinents sur le déroulement de la séance (nombre de réponses correctes, incorrectes, non reconnues. Temps de réponse, etc...) et du choix de la stratégie en fonction précisément des renseignements stockés.

L'étudiant n'intervient que d'une façon indirecte, par ses réponses, sur l'enchaînement de la présentation des items.

Dans le cas d'une vérification des connaissances par ordinateur, seule l'étape de la présentation d'items est omise, la matière est supposée connue, l'enchaînement des questions est également du type directif.

2), Approche non directive

Le dialogue étudiant - ordinateur n'a pas un caractère aussi figé que dans l'approche directive. L'ordinateur n'est plus, ici, un moyen de présentation d'informations ; l'étudiant peut demander l'exécution de différents traitements qu'il désire : traitements standards prévus dans le système (documentation, exécution d'un sous-programme, bibliothèque, etc...) ou traitements programmés par l'étudiant lui-même.

Il est possible de combiner les deux approches comme on le trouve par exemple dans l'expérience de Stanford pour le "programme de Logique".

L'étudiant dispose d'un ensemble de commandes (axiomes, théorèmes, règles de déduction) lui permettant de construire les démonstrations demandées. Les étapes d'une démonstration ne sont pas préprogrammées. L'étudiant est libre d'utiliser n'importe quelle commande pourvu que sa syntaxe soit licite, même si l'étape ainsi construite est inutile pour la démonstration : seul le résultat final est recherché.

a - Applications du type "exercice" et "résolution de problèmes".

Pour certaines matières, l'ordinateur est utilisé simplement comme outil de calcul. Le cours peut être magistral, mais il est orienté de façon à obliger les étudiants à utiliser l'ordinateur pour résoudre les exercices proposés (c'est souvent une initiation aux méthodes approchées de calcul par ordinateur).

Dans le cas de la "résolution de problèmes", on cherche en même temps à découvrir la démarche intellectuelle de l'étudiant auquel on propose de résoudre un problème complexe. Les psychologues définissent trois étapes dans la résolution de problèmes : tâtonnement, restructuration, habitudes. Ces trois catégories de faits se retrouvent en pédagogie et peuvent être utilisées dans l'enseignement par la découverte.

b - Applications du type "simulation"

La simulation apparaît comme un moyen permettant de familiariser les étudiants avec des processus souvent complexes, plus précisément la simulation permet d'étudier d'une manière active l'influence de phénomènes, éventuellement très nombreux, sur ce processus.

Les applications de simulation sont typiquement liées à la présence des ordinateurs. Elles élargissent le champ des "travaux pratiques" que l'on peut proposer aux étudiants.

En général, ces expériences portent sur des points précis, qui, après simplification, ont pu donner lieu à l'élaboration d'un modèle. Le dialogue ordinateur - étudiant consiste alors à faire fonctionner ce modèle en lui fournissant des données.

Les modèles peuvent être élaborés par les enseignants, mais il est, dans certains cas, plus instructif de la faire faire à l'étudiant lui-même.

c - Applications du type "dialogue"

C'est une des approches les plus ambitieuses. S'il est possible de stocker de façon structurée l'ensemble des notions et concepts constituant un cours, l'étudiant serait libre de dialoguer avec l'ordinateur, comme il le ferait avec un enseignant ; poser une question, recevoir un commentaire ou une autre question, etc...

.../...

Quelques essais très timides ont été faits dans ce domaine, mais à l'heure actuelle, on se heurte à de très nombreux obstacles techniques dont les plus importants sont :

a - Analyse des questions (tant du point de vue syntaxique que sémantique).

b - L'organisation logique de la matière à l'intérieur de la machine, qui permettrait de donner des réponses adéquates aux questions posées.

c - La génération automatique des questions ou des réponses faisant la liaison entre un "programme d'enseignement" et les points a et b.

Aucun de ces problèmes n'a jusqu'à maintenant reçu de solution satisfaisante et les quelques essais montrent malheureusement que, dans l'état actuel des choses, ce type d'application n'est pas très rentable.

3) Remarque générale sur le "Software" d'un système d'EAO

Les programmes spécifiques pour ce genre de système peuvent être divisés ainsi :

- Gestion des terminaux ;
- Gestion des Etudiants ;
- Ecriture des cours ;
- Analyse des réponses.

a - La gestion des terminaux

La gestion des terminaux pose des problèmes identiques à ceux que l'on rencontre dans les autres systèmes de partage de temps. Seule, la valeur limite admise pour le temps de réponse du système est spécifique. Cette valeur limite indique les performances nécessaires des différents éléments du système (hardware, software).

De plus, l'utilisation de terminaux différents et spécialisés, notamment les écrans cathodiques, nécessitent le plus souvent un effort de programmation supplémentaire.

b - Gestion des Etudiants

Elle dépend souvent du type d'application. On peut cependant résumer le rôle du programme de gestion de la façon suivante :

Etant donné un message envoyé par l'étudiant (réponse, question, données pour un programme de simulation etc...) qui est déjà analysé ou reconnu, définir les informations à envoyer en retour.

Selon les applications, cette gestion est implicite, c'est-à-dire figée dans le programme correspondant, ou bien modifiable grâce à des informations données au moment de l'écriture des cours ; dans ce cas, plusieurs stratégies possibles font partie du programme de gestion des étudiants.

c - Ecriture des cours

C'est un outil important pour les applications non directives. Les enseignants, en général non informaticiens, ont besoin d'un langage simple qui permet de définir des stratégies pédagogiques standards ou particulières et des règles de traitement des réponses des étudiants ; d'avoir accès au fichier du cours. Il existe en fait, des langages de niveaux différents. Au premier niveau un certain nombre d'actions sont considérées comme implicites, à l'exécution (tests de boucles, enregistrement des résultats, etc...) ce qui facilite la rédaction du cours. Au 2ème niveau, chaque action doit être explicitement indiquée.

Si, dans la phase de recherche, il semble nuisible d'adopter systématiquement des actions implicites, il semble que pour l'exploitation, les langages de premier niveau soient plus rentables.

d - Analyse des réponses

Nous rappelons ici "réponses" les messages envoyés à l'ordinateur par l'étudiant. Si l'on veut donner à l'étudiant la possibilité de construire ses réponses, c'est-à-dire éviter qu'il ne s'exprime que par des choix prétablis, on doit avoir au niveau du système, des programmes permettant d'interpréter automatiquement les messages qu'il reçoit. Cette analyse est d'autant plus difficile que la liberté laissée à l'étudiant est grande. De plus, l'interprétation des réponses des étudiants joue un rôle prédominant dans le déroulement du dialogue étudiant - machine.

En pratique, on peut évidemment contraindre l'étudiant à utiliser des formats très stricts tels que : une lettre, un mot, un nombre, etc... mais il semble dommage de limiter ainsi sa participation qui est un des points originaux de l'utilisation des ordinateurs.

Conclusion

Les moyens techniques actuels mis à la disposition des enseignants (ordinateur et software adapté) permettent un grand nombre d'applications de types différents. Bien que certains obstacles techniques existent encore, notamment pour l'analyse des réponses, il semble que le problème actuel soit l'exploitation pédagogique par les enseignants de ces moyens techniques, pour juger de leur adéquation ou pour proposer des solutions ou des moyens différents.

Multiplier les perfectionnements techniques dans ce domaine, sans s'être assuré qu'ils sont utiles pour les applications, apparaît peu rentable.

Hélène BESTOUGEFF

Université Paris VII

PUBLICATIONS DU CENTRE INTERNATIONAL D'ETUDES
PEDAGOGIQUES

DIFFERENTES de la revue "Les Amis de Sèvres"

Liste des dossiers pédagogiques disponibles

TITRE DE LA PUBLICATION	ANNEE DE LA PARUTION
- Les méthodes actives dans l'enseignement du second degré	1962
- Les écoles maternelles	1966
- Horaires et programmes des classes d'initiation économique et sociale	1967
- La chanson contemporaine en France, son utilisation pédagogique - avec disque -	1967
- Journées artistiques de Sèvres - Décembre 1968 -	1968
- Les niveaux de langue du français populaire au français littéraire	1968
- L'enseignement des langues vivantes, la notion de structure, les exercices structuraux, la méthode structurale.	1968
- Qu'est qu'un C.E.S. ? (Journée d'information C.I.E.P. sur les C.E.S. - 9 et 10 décembre 1965) et Textes officiels	1968
- Approche et conquête de la langue écrite, Qu'est-ce que lire ?	1969
- Initiation à la technologie	1969
- Paris et les poètes	1969
- Le paysan dans la littérature	1969
- Mathématique en 6è et 5è	1970
- Journées artistiques de Sèvres - Décembre 1969 -	1970
- Expériences de Pluridisciplinarité dans le second cycle Technologie - Physique - Biologie - Mathématiques	1971
- Etudes d'Images Publicitaires	1971

LES PRIX DE CES DOSSIERS SONT DIFFERENTS DE CELUI DE LA REVUE "LES AMIS DE SEVRES"
ET SONT COMMUNIQUEES SUR DEMANDE ADRESSEE AU :

CENTRE INTERNATIONAL D'ETUDES PEDAGOGIQUES
1, avenue Léon Journault - 92 - SEVRES - FRANCE

Dossiers en cours de réalisation ou en projet (Décembre 1971)

- De la linguistique à la pédagogie du Français
- La non-directivité (réimpression du N°1 de 1970 des "Amis de Sèvres")
- Exercices et documents audio-visuels.

NUMERO 3
1 9 7 1
TRIMESTRIEL



INFORMATIQUE ET ENSEIGNEMENT

LES AMIS DE SÈVRES

ET LES CHEVAUX TREMPAIENT LEUR COU DANS L'AVENIR
POUR DEMEURER VIVANTS ET TOUJOURS AVANCER...

————— JULES SUPERVIELLE —————

ASSOCIATION DES AMIS DE SÈVRES

CENTRE INTERNATIONAL D'ETUDES PÉDAGOGIQUES



COMITE D'HONNEUR

PRESIDENTE-FONDATRICE

Edmée HATINGUAIS

Inspectrice Générale Honoraire
de l'Instruction Publique

VICE-PRESIDENTS

Georges GOUGENHEIM

Professeur d'Université

Jacques QUIGNARD

Provisieur

BUREAU DE L'ASSOCIATION

PRESIDENT : **Jean AUBA**

Inspecteur général de l'Instruction Publique
Directeur du C.I.E.P.

VICE-PRESIDENT : **Aimé JANICOT** agrégé de l'Uni-
versité.

SECRETAIRES : **Paule ARMIER**, professeur de
Lettres.

Marcel HIGNETTE, agrégé de
l'Université.

TRESORIERE : **Renée LESCALIE.**

TRESORIERE ADJOINTE : **Jacqueline LEPEU.**

1, AVENUE LÉON-JOURNAULT - 92 - SÈVRES - TÉL. 027.08.00

MEMBRES BIENFAITEURS 30 F MEMBRES ADHÉRENTS 15 F C.C.P. PARIS 6959-99 LES AMIS DE SÈVRES

INFORMATIQUE ET ENSEIGNEMENT

Sommaire

- 3 EDITORIAL
- 5 LE PLAN CALCUL FRANÇAIS, par Maurice ALLEGRE, Délégué à l'Informatique.
- 11 L'ENSEIGNEMENT DE L'INFORMATIQUE EN FRANCE, par W. MERCOUROFF, Chargé de mission à l'Informatique au Ministère de l'Education Nationale.
- 17 INFORMATIQUE ET PLURIDISCIPLINAIRE, par J. KUNTZMANN, Professeur à l'Université de Grenoble.
- 21 INFORMATIQUE ET PEDAGOGIE, par J. HEBENSTREIT, Chargé d'enseignement à la Faculté des Sciences de Paris, Chef de la Section Informatique à l'Ecole Supérieure de l'Electricité.
- 35 L'EXPERIENCE D'ENSEIGNEMENT ASSISTE PAR ORDINATEUR REALISEE A LA FACULTE DES SCIENCES DE PARIS, par Y. LE CORRE, Professeur à l'Université Paris VII.
- 41 INFORMATIQUE AU LYCEE DE LA CELLE-SAINT-CLOUD, par Max LUMBROSO, Professeur chargé de recherche à l'OFRATEME, Chef de la Section Enseignement Programmé.
- 45 NOUVELLES TENDANCES DANS LE DOMAINE DE LA TECHNOLOGIE PEDAGOGIQUE AUX ETATS-UNIS, par Joël DE ROSNAY, Directeur scientifique E.E.D. Paris.
- 51 LE DEVELOPPEMENT DE L'ENSEIGNEMENT PROGRAMME EN U.R.S.S., par Y. CARRIERE, Chargé de mission auprès du délégué à l'Informatique.
- 55 L'INFORMATIQUE ET L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE DANS LE CANTON DE GENEVE.
PROPOS RECUEILLIS AUPRES DE M. LE PROFESSEUR B. LEVRAT, TITULAIRE DE LA CHAIRE DE CALCUL ELECTRONIQUE DE L'UNIVERSITE DE GENEVE ET DE SON SERVICE,
par M. R. Vandroux, Professeur en stage de formation approfondie à l'Informatique.
- 59 LA VIE DE SEVRES

N° 3
LES AMIS DE SÈVRES
1971

ÉDITORIAL

L'INFORMATIQUE est en train d'envahir tous les domaines de notre existence. Répandant tour à tour l'espoir et la terreur, elle engendre une mythologie futuriste qui oblige à la réflexion. Pour les enseignants, le temps est venu de prendre parti : n'est-il pas devenu indispensable de munir nos enfants de ce langage nouveau, pour qu'ils sachent désormais dialoguer avec l'ordinateur, compagnon obligé de toutes nos activités de demain ?

On peut enseigner l'informatique en l'adjoignant, comme une discipline supplémentaire, à la liste des matières scolaires. La conquête d'un langage machine ouvre déjà un vaste domaine d'action, mais il faut se garder de confondre informatique et programmation. Plus encore qu'une technique, l'informatique n'est-elle pas une science, qui pourrait même, à la rigueur, exister sans le support de l'ordinateur ? Lors du « Séminaire européen sur l'enseignement de l'informatique à l'école secondaire » tenu à Sèvres en mars 70, le professeur Arzac proposait cette comparaison éclairante : « L'astronomie existe en dehors des télescopes. Il est bien clair toutefois qu'elle serait réduite à l'impuissance si ces instruments n'existaient pas. »

Sous sa double face, scientifique et technique, l'informatique se définit comme la transmission des informations. Faire acquérir des connaissances, et avec les meilleurs taux de rendement, c'est un domaine où elle trouve son emploi le plus évident. Mais l'enseignement, pour les vrais éducateurs, n'est pas, ou pas seulement, la transmission des connaissances. Il est avant tout formation des esprits. Cela, l'informatique sait-elle le faire ?

On a pu en douter, peut-être par la faute des informaticiens, trop portés à la voir sous le premier de ces deux aspects. Les pédagogues ont maintenant leur mot à dire. Seules leur réflexion et leur expérimentation permettront de savoir comment acquisition

des connaissances et formation de l'esprit peuvent ici se conjuguer dans une éducation totale.

Par les exigences de rigueur logique qu'elle comporte, l'informatique constitue une méthode privilégiée de formation intellectuelle. Plus qu'une spécialité nouvelle, elle est un état d'esprit nouveau, susceptible d'imprégner toutes les disciplines et de devenir un facteur de leur coordination. La méthode de pensée qu'elle permet d'acquérir peut, en effet, être appliquée à des contenus différents. Les modèles qu'elle enseigne à construire et à tester peuvent être de nature diverse, sans que varie l'attitude fondamentale de recherche personnelle et de créativité intellectuelle.

Les expériences faites à l'étranger, et depuis peu en France, s'orientent dans cette voie. Un certain nombre d'entre elles ont été présentées et discutées lors de la « journée sur l'informatique » organisée cette année à Sèvres, et elles ont ouvert des perspectives neuves. A travers tâtonnements et incertitudes, nous voyons s'élaborer sous nos yeux les fondements d'une culture encore à naître. Tout commence, pour nous éducateurs, dans ce domaine et c'est dans un esprit de découverte que nous voulons faire, en compagnie de nos lecteurs et avec l'aide des pionniers de cette recherche, nos premiers pas dans cette route nouvelle.

Jean AUBA.

LE PLAN CALCUL FRANÇAIS

On entend souvent parler du « Plan Calcul » : c'est une expression qui, comme un certain nombre d'autres, a fait fortune. Mais on n'en connaît généralement guère plus que ces deux mots.

Le Plan Calcul, est la tâche d'un Délégué à l'Informatique dont l'action s'étend sur deux catégories de problèmes bien distincts.

Le premier type d'actions est lié à une simple évidence : l'Informatique pénètre de plus en plus dans le monde moderne. Les premiers ordinateurs dignes de ce nom ont été inventés il y a moins de vingt ans et aujourd'hui tous les journaux en parlent, l'Informatique est donc devenue inséparable de la vie moderne. Or cela ne fait que commencer : on trouve tous les jours ses applications sous forme de relevés bancaires, de quittances d'électricité, etc. ; demain ou après-demain, elle sera utilisée comme outil pédagogique. Cette importance croissante de l'informatique a amené le développement d'une action dont est responsable le Délégué à l'Informatique et que l'on pourrait appeler la promotion de la bonne utilisation de l'Informatique.

Le deuxième type d'actions est lié à une autre constatation relative à l'importance de l'industrie de l'informatique. Cette industrie encore très jeune est en effet une industrie déjà très importante. Son chiffre d'affaires mondial en 1970 avoisine 100 milliards de francs nouveaux, et, si l'on prolonge son taux de croissance actuel qui est supérieur à 20 % par an, elle pourrait devenir dans peu d'années la première industrie mondiale. C'est donc une industrie d'équipement primordiale.

Une autre caractéristique de cette industrie est d'être une industrie de « pointe », c'est-à-dire qu'au lieu de suivre le progrès technique, elle le provoque bien souvent. C'est ainsi que les produits qui sortent de l'industrie informatique, qu'il s'agisse du « hardware » ou du « software », ont d'importantes « retombées » économiques ou technologiques. En outre, ces produits sont ce que l'on pourrait appeler des produits nobles en ce qu'ils trouvent leur emploi dans l'aide à la décision ou dans l'aide à la conception ; de telle sorte qu'ils ont un caractère stratégique au sens

économique du terme. Enfin, la dernière caractéristique de cette industrie est d'être très fortement dominée par l'économie américaine. Les Sociétés américaines contrôlent, directement ou indirectement, 90 % environ de l'industrie informatique mondiale. Face à cette situation absolument sans précédent, tous les Etats ont été amenés à se poser la même question : compte tenu de l'importance de cette activité, ne faut-il pas qu'il existe une industrie nationale ? D'où un certain nombre d'actions, qui en France portent le nom de Plan Calcul, mais qui existent avec des objectifs semblables en Allemagne, en Angleterre, au Japon, et qui visent toutes à essayer de doter ces pays d'une industrie qui puisse, sinon rivaliser avec la puissance américaine, du moins ne pas être entièrement entraînée par elle.

Je vais développer rapidement ce second point pour revenir ensuite à la bonne utilisation de l'informatique. Cette mission du Délégué à l'Informatique consiste donc à mettre en œuvre ce que l'on pourrait appeler une politique industrielle, tendant à permettre le développement d'une industrie française de l'informatique. Pourquoi une industrie française et non pas une industrie européenne dont on peut penser qu'elle serait mieux armée pour faire face à la concurrence américaine ? C'est que, pour pouvoir créer une industrie au niveau européen, il faut qu'il y ait un accord entre les différents partenaires, et il faut aussi que chacun d'eux puisse apporter quelque chose. Or, ces deux conditions n'étaient pas remplies il y a quelques années : d'une part, les Européens étaient peu sensibilisés ou en désaccord sur ce qu'il convenait de faire, et d'autre part l'industrie de l'informatique était à peu près inexistante, à une exception près, celle de l'Angleterre. D'où cet effort, dans chacun des pays, pour construire une industrie nationale viable, qui puisse éventuellement déboucher sur un ensemble multinational, c'est-à-dire un ensemble où plusieurs pays coopèrent à égalité et participent pleinement aux décisions, par opposition à un groupe international où les filiales, même si elles ont une apparence très nationale, sont soumises à un centre de décision unique qui dirige la stratégie mondiale du groupe. Il s'agissait donc de promouvoir une industrie nationale. Par industrie nationale, il ne faut pas entendre industrie d'Etat. Le Plan Calcul a été fondé sur l'industrie privée. On peut en résumer ainsi la philosophie : un certain nombre d'industriels s'engagent à rassembler leurs forces pour créer une société, qui est devenue la Compagnie Internationale pour l'Informatique, et l'Etat s'engage à les soutenir pendant les premières années de démarrage. Pourquoi une intervention de l'Etat au profit de sociétés qui conservent leur caractère privé ? Parce que l'effort à consentir pour attaquer le marché de l'informatique avec un impact significatif est tellement considérable qu'il n'est à la mesure d'aucune société, si importante et si riche soit-elle. Et ce n'est pas un hasard si, dans tous les pays

qui ont voulu se doter d'une industrie nationale de l'informatique, l'Etat a dû intervenir. Le Plan Calcul ne se limite pas à la création de la Compagnie Internationale pour l'Informatique, même si elle en est la partie la plus importante et la plus spectaculaire. Il y a, en effet, un certain nombre de sociétés, plus petites, mais qui sont susceptibles d'attaquer avec succès certains « créneaux » bien définis du marché, par exemple celui des petits ordinateurs ou celui des ordinateurs destinés à la conduite automatique de processus industriels. En guise de bilan de cette politique industrielle, il convient de souligner que l'objectif n'est pas de réaliser une opération de prestige, de démontrer que les Français sont capables de construire des ordinateurs. Il s'agit de jeter les bases d'une industrie rentable, susceptible de prendre place sur un marché international particulièrement concurrentiel avec des assises suffisantes pour s'engager par la suite dans une coopération internationale fructueuse.

*
**

J'en reviens maintenant au premier point, c'est-à-dire la promotion de l'utilisation, ou plutôt de la bonne utilisation de l'informatique. L'informatique, est un outil extrêmement puissant, qui n'apporte pas, comme certains voudraient le faire croire, de concepts nouveaux, une vision différente du monde, mais qui, de par sa puissance même, apporte la possibilité de faire plus. On peut l'expliquer par une analogie très simple, trop simple, bien sûr, mais cependant éclairante. Lorsqu'au XIX^e siècle on a inventé la machine à vapeur, la puissance musculaire de l'homme a été multipliée par un facteur considérable. Il n'y avait pas de concept nouveau, il y avait simplement la possibilité de faire plus facilement qu'autrefois un certain nombre de choses (comme par exemple déplacer un poids important avec une grue ou tirer des wagons) dont on concevait bien qu'on pouvait les faire, mais qu'on ne faisait pas parce qu'il aurait fallu 1 000 chevaux ou plusieurs milliers d'hommes (ce que seul un pharaon peut s'offrir !). Mais le simple fait d'avoir cette puissance supérieure a permis d'ouvrir des perspectives considérables.

Il en va de même en informatique et on peut prendre pour exemple la conquête spatiale : les équations qui régissent les mouvements des corps célestes sont connues depuis Kepler ; il était parfaitement possible, il y a vingt ou trente ans et même davantage (d'ailleurs Jules Verne l'avait fait) de concevoir une trajectoire terre-lune ou la satellisation autour de la terre. Les fusées existaient également. Mais ce qu'on ne pouvait pas faire, c'était repérer en quelques dixièmes de seconde une fusée sur

sa trajectoire, et calculer instantanément les corrections à effectuer pour revenir au plan de vol initial. Un tel calcul était possible, mais il aurait fallu dix personnes pendant un mois. La puissance nouvelle apportée par l'informatique a donc permis un développement nouveau dont elle est une condition non pas suffisante mais manifestement nécessaire.

Mais, au moment d'utiliser cet outil puissant, il ne faut pas tomber dans un travers que malheureusement on rencontre fréquemment, et qui consiste à vouloir en faire un instrument de puissance, en acquérant un ordinateur parce qu'un vendeur a su nous en montrer les mérites, ou parce que le voisin ou le concurrent en a un, ou parce que c'est une machine prestigieuse. C'est en cela que la **bonne** utilisation est capitale et que le mot **bonne** prend tout son relief. L'installation d'un ordinateur doit être préparée très longtemps à l'avance, par des équipes qui réfléchissent à tout ce que peut apporter la machine et ne se contentent pas de lui faire faire ce qu'on faisait auparavant à la main. Cela nécessite que soient posées un certain nombre de questions, que soient faites un certain nombre de remises en cause concernant la structure de l'organisation dans laquelle s'insère l'ordinateur, les relations du secteur informatique avec les secteurs voisins, etc. Ceci est particulièrement vrai dans l'administration où l'informatique bien utilisée peut être un moyen d'abaisser les barrières entre les services, de fluidifier en quelque sorte un appareil naturellement peu souple, ou au contraire de rigidifier encore davantage les structures existantes, dans la mesure où il est difficile de revenir par la suite sur les options qu'on a choisies, compte tenu des moyens considérables qu'il faut mettre en œuvre.

Il faut donc une pénétration générale de ce qu'on peut appeler « l'état d'esprit informatique ». Le jour où l'informatique sera devenue aussi habituelle, aussi courante que l'électricité aujourd'hui, son utilisation posera beaucoup moins de problèmes qu'elle ne semble en susciter aujourd'hui. Il y a donc un problème de formation des hommes qui est à la base de cette action de promotion de la bonne utilisation de l'informatique. Il est absolument certain, que tous les enfants qui font actuellement leurs études seront pratiquement sans aucune exception, confrontés avec « de l'informatique » dans le courant de leur vie. Cela ne veut pas dire qu'ils seront tous des informaticiens, mais ils devront savoir ce que c'est, de la même manière qu'ils apprennent aujourd'hui à faire des règles de trois, ne serait-ce que pour démystifier cette « bête curieuse » qu'est l'ordinateur.

C'est pourquoi nous comprenons la formation à l'informatique sous deux grandes rubriques : la formation des spécialistes et la culture générale informatique, la sensibilisation ; et la seconde

nous semble au moins aussi importante que la première. Or, où commence à s'acquérir la culture générale, sinon dans l'enseignement secondaire ? C'est dans cet esprit qu'a été lancée l'idée d'introduire l'informatique dans l'enseignement. Les problèmes sont encore loin d'être tous résolus et il reste encore beaucoup de points à préciser, mais je me réjouis que la première décision, qui consiste à former des enseignants, ait été prise.

J'en attends, pour ma part, une meilleure efficacité, ou une meilleure compréhension du fait informatique, suivant qu'on se place d'un point de vue strictement économique ou d'un point de vue humaniste (mais je crois qu'il faut combiner les deux). Car le monde de demain, quelle que soit l'idée qu'on s'en fait ou les régimes qu'il connaîtra, ne pourra pas ignorer le phénomène informatique.

Maurice ALLÈGRE.





L'enseignement de l'informatique en France

Place de l'informatique dans l'Education Nationale.

L'Informatique est enseignée en France depuis de nombreuses années. Les premiers enseignements de ce type, à Paris, Grenoble ou Toulouse datent de 1955 à 1957. Ils se sont développés à tous les niveaux depuis, de manière plus ou moins concertée ou coordonnée.

L'importance de cet enseignement a conduit, lors de la réforme de l'administration centrale du ministère de l'Education Nationale en mars 1970, à la création d'une fonction de Chargé de Mission à l'Informatique, dépendant directement du Ministre, et chargé notamment de définir et coordonner, en liaison avec les différentes directions responsables, la politique d'enseignement de l'informatique en France. Les autres responsabilités du Chargé de Mission à l'Informatique portent sur l'utilisation de l'informatique pour l'enseignement, l'utilisation de l'informatique pour la gestion de l'appareil éducatif, et enfin la politique d'acquisition du matériel informatique pour les services et établissements de l'Education Nationale.

En matière d'enseignement, après un rapide inventaire des actions existantes, de nouvelles orientations ont été définies et ont donné lieu à une série d'actions dès la rentrée d'octobre 1970.

Les différents aspects de l'enseignement de l'informatique.

Dès 1969, dans la perspective de préparation du VI^e Plan d'équipement français, une commission interministérielle d'étude des besoins de formation en Informatique était créée, sous la présidence de M. Ducray, chef du service central de statistiques au Ministère de l'Education Nationale. et avec un rapporteur général de la Délégation à l'Informatique du Ministère du Développement Industriel et Scientifique.

Les travaux de cette commission ont donné lieu à un rapport qui vient d'être publié. La commission n'a pas jugé possible de

se limiter aux seuls besoins en spécialistes informaticiens, et insiste sur la nécessité de donner à cet enseignement des assises très larges. C'est ainsi que l'on distingue :

— **la spécialisation**, ayant pour but de former des « professionnels » de l'informatique, c'est-à-dire des personnes utilisant à titre principal l'informatique dans leur activité professionnelle, même si la finalité de cette activité n'est pas l'informatique (gestion, génie industriel, services, etc.) ;

— **l'initiation**, qui tient compte de la pénétration de l'informatique dans presque tous les secteurs d'activité humaine, qui rend nécessaire un apprentissage du maniement élémentaire de l'outil informatique, sans pour autant entrer dans les détails de son fonctionnement. En effet, le contact avec l'informatique risque de devenir aussi fréquent que par exemple, avec le téléphone, et il faut donner au maximum de personnes « le mode d'emploi » de cet appareil, sans pour autant leur apprendre à le démonter ou à mettre au point des applications complexes ;

— **la sensibilisation**, de plus en plus nécessaire pour tous les citoyens, parce que l'informatique est en train d'envahir la vie quotidienne et qu'une culture générale dans ce domaine devient indispensable. Dans le monde de demain, ceux qui ignorent tout de l'informatique seront infirmes. Il faut donc apprendre la portée de cet outil, pour éviter les enthousiasmes excessifs et les scepticismes étroits, faire apparaître la portée économique du phénomène et faire connaître les débouchés qui lui sont liés. Enfin, il faut préparer les esprits à affronter les responsabilités nouvelles créées par sa généralisation.

Ces trois aspects apparaissent aux différents niveaux de l'enseignement. Ainsi, la **formation permanente** doit assurer simultanément ces différentes actions de formation, et l'on peut dire que c'est à elle que l'on doit l'essentiel du développement actuel de l'informatique. Les efforts ainsi faits ne sont d'ailleurs pas dus uniquement à l'Education Nationale, mais aussi à de nombreuses initiatives privées parmi lesquelles il faut spécialement souligner celle de constructeurs de matériel informatique.

L'enseignement supérieur assure la formation des spécialistes de niveau élevé. Signalons l'existence de **grandes écoles ayant des options spéciales** (Ecole Supérieure d'Electricité, Toulouse, Grenoble...), de la **maîtrise de Méthodes informatiques appliquées à la gestion** amorçant au même niveau une réorientation de ces enseignements vers les applications à la gestion, les **départements d'informatique d'Institut Universitaire de Technologie** ayant réussi avec succès, depuis quelques années déjà, cette réorientation au

niveau du premier cycle universitaire. Mais c'est également dans l'enseignement supérieur que doit se placer l'essentiel de l'enseignement d'initiation, et nous souhaitons généraliser les enseignements qui existent déjà, surtout en sciences, en les introduisant dans les autres disciplines (sciences humaines, sciences économiques, médecine, droit, lettres, etc.), et aussi en les faisant commencer dès le premier cycle universitaire.

L'Enseignement de l'informatique dans l'enseignement secondaire

Spécialisation et initiation existent dans l'enseignement secondaire technique. Ainsi les sections G (techniques quantitatives de gestion) et les sections industrielles assurent une initiation à l'informatique à 42 000 classes environ, notamment en ce qui concerne la saisie de l'information. Quant aux sections H (« Informatique »), elles forment à des emplois de programmeurs ou assimilés, tout en assurant une formation générale permettant aux titulaires du baccalauréat H de progresser ensuite dans la hiérarchie professionnelle. Une vingtaine de sections de ce type sont ouvertes, et la première promotion d'une centaine de bacheliers H est sortie en 1970.

L'aspect « culture générale » de la sensibilisation conduit à la placer au niveau de **l'enseignement secondaire général**.

Deux approches fondamentalement différentes sont alors possibles.

— La première consiste à enseigner l'informatique en tant que telle, c'est-à-dire essentiellement à montrer aux élèves ce qu'est un ordinateur, quelles sont ses possibilités et, partant de là, leur apprendre à communiquer avec la machine par l'intermédiaire d'un langage de programmation. Cette orientation, conforme à la conception la plus répandue de l'enseignement de l'informatique, a d'ailleurs été souvent choisie par les pays qui ont amorcé un enseignement de l'informatique à ce niveau.

— La seconde, plus originale, mais plus conforme aux conceptions nouvelles, et en particulier françaises, de l'informatique, consiste à partir non plus des possibilités des machines, mais des principes propres de la représentation et de la manipulation de l'information, pour ne déboucher qu'ensuite sur son traitement.

C'est cette seconde optique qui paraît devoir être retenue, avec pour conséquence que l'informatique ne doit pas être enseignée dans le secondaire comme discipline autonome, mais au

niveau de toutes disciplines traditionnelles comme méthode de raisonnement et d'analyse. Il y a à ce choix un certain nombre de raisons. Il ne paraît d'abord pas souhaitable d'introduire une discipline nouvelle dans un enseignement déjà suffisamment chargé. Il est clair, ensuite, que l'objectif de l'enseignement secondaire général n'est pas de donner aux élèves une quelconque spécialisation, mais une culture générale et que c'est dans ce cadre de « sensibilisation » que doit se situer l'informatique. Mais la raison la plus profonde est sans doute la suivante : l'apport de l'informatique est beaucoup plus riche que l'acquisition d'une simple technique permettant de se servir d'un outil ; l'essentiel de cet apport réside dans les méthodes de raisonnement et d'analyse qu'elle requiert et qui sont applicables à l'ensemble de nos connaissances.

Ce choix étant fait, il est bien évident que le problème majeur est celui de la formation des maîtres car l'option retenue sous-entend que l'ensemble des professeurs de l'ensemble des disciplines soient capables d'assurer cette sensibilisation.

Afin de démultiplier au maximum cet effort considérable, la circulaire du 21 mai 1970, a prévu deux types de formation en 1970-71 :

— une formation dite « approfondie » qui a été entreprise cette année chez les constructeurs d'ordinateurs implantés en France mais qui devrait dans l'avenir être poursuivie dans un cadre universitaire. Si cette formation peut paraître d'une durée excessive (une année scolaire à plein temps), il faut faire remarquer que dans une première phase encore largement « expérimentale », elle correspond non seulement à un effort d'acquisition des connaissances, mais aussi à un effort de recherche pédagogique sur les modalités de l'introduction de l'informatique dans les différentes disciplines ;

— une formation dite « légère » par correspondance, assurée par le C.N.T.E., sous la forme d'un cours spécialement rédigé pour les professeurs. Ce cours devrait être complété par un court stage effectué dans des centres de calcul universitaires.

— L'idée de ces deux degrés de formation est d'utiliser les professeurs formés à plein temps, non seulement à leur tâche habituelle d'enseignement, mais également pour animer des sessions d'information ou de formation au niveau local à l'intention de leurs collègues et en particulier de ceux qui auront suivi le cours par correspondance.

L'appel de candidatures a connu un grand succès puisque plus de 5 000 demandes nous ont été adressées dont un millier pour la formation approfondie.

La formation « légère » a été dispensée cette année à environ 2 000 professeurs. Elle est prise en charge matériellement par le Centre National de Télé-Enseignement. Un cours a été élaboré spécialement à l'intention des enseignants par un Comité Technique composé de spécialistes de l'Informatique de plusieurs administrations et de professeurs. Le but recherché est de présenter l'Informatique non comme la science des ordinateurs ou comme une branche des mathématiques appliquées, mais comme une méthode d'analyse et de traitement des connaissances. Ce cours qui comprend par ailleurs un certain nombre de travaux écrits corrigés est complété par deux courts stages dans un centre de calcul universitaire permettant aux professeurs d'approcher le matériel et d'avoir un rapide aperçu des techniques de programmation.

La formation « approfondie » a été réservée à quatre-vingts professeurs qui ont été choisis par un Comité de sélection en fonction d'un certain nombre de critères : équilibre entre les disciplines littéraires et scientifiques, entre Paris et la province, âge conciliant une nécessaire expérience pédagogique et une carrière encore suffisamment longue dans l'enseignement, valeur pédagogique appréciée par l'Inspection Générale de l'Instruction Publique. Les professeurs, tout en restant titulaires de leur poste antérieur, sont déchargés de tout service pour suivre un stage à plein temps durant toute l'année scolaire. Ces stages se sont déroulés chez les trois principaux constructeurs d'ordinateurs installés en France. Une grande liberté d'action a été laissée aux constructeurs pour établir leurs programmes, étant entendu qu'il s'agit non pas de former des analystes ou des ingénieurs commerciaux, mais d'initier des professeurs et de rechercher avec eux les lignes de force de l'introduction de l'Informatique dans l'Enseignement secondaire général.

Cette expérience est suivie par un Comité Pédagogique composé essentiellement des Directions du Ministère concernées, des représentants de l'Inspection Générale de l'Instruction Publique de toutes les disciplines, de façon à bien situer cette opération dans le cadre de l'enseignement secondaire, et de quelques spécialistes. Le Comité Pédagogique a désigné pour chaque constructeur des correspondants chargés d'assurer la liaison entre stagiaires, constructeurs et Education Nationale, et de l'informer régulièrement du déroulement de chaque stage. Des réunions périodiques de l'ensemble des stagiaires sont prévues, afin de mettre en commun les enseignements tirés des trois stages.

En ce qui concerne les matériels, il ne s'agit pas actuellement d'écartier totalement l'utilisation des ordinateurs existants et l'accès à des matériels informatiques, notamment universitaires, est prévu pour ces enseignements.

Par ailleurs, nous avons entrepris de définir la nature d'un matériel informatique spécifique adapté à l'enseignement secondaire et de chiffrer les besoins. Ceci fait actuellement l'objet d'études menées en collaboration avec un certain nombre de constructeurs.

Qu'attendons-nous de ces premières actions ?

- D'abord et dans la mesure où il s'agit cette année d'une première expérience, des conclusions plus précises sur les modalités et les contenus des formations à dispenser aux enseignants, aussi bien pour les cours par correspondance que pour les formations plus approfondies. C'est en partie la raison pour laquelle nous avons choisi de faire assurer ces stages par les constructeurs et que nous leur avons laissé une assez large liberté d'action. Il est évident néanmoins, que les formations ultérieures devront trouver un cadre plus normal au sein de l'Université.

Nous en attendons ensuite des conclusions sur les méthodes pédagogiques à développer pour introduire l'informatique dans les différentes disciplines de l'Enseignement secondaire Général.

- D'autre part, et dans la mesure où il s'agit d'une entreprise « en vraie grandeur », cette action devrait avoir un prolongement direct, les professeurs formés devant participer à la « sensibilisation » de leurs collègues, ou à l'approfondissement des connaissances de ceux d'entre eux qui auront déjà reçu la formation par correspondance.

Il s'agit donc tout à la fois d'une expérience dont nous attendons un certain nombre d'enseignements et d'une première action permettant de diffuser auprès des enseignants les connaissances indispensables à la mutation que nous désirons provoquer dans l'Enseignement secondaire.

W. MERCOUROFF.

Informatique et pluridisciplinarité

Lorsque l'on examine d'un peu plus près en quoi peut consister l'introduction de l'esprit informatique dans l'enseignement du second degré, on s'aperçoit immédiatement que la plupart des notions à introduire et des modifications à proposer font intervenir plusieurs disciplines. Donnons quelques exemples.

Notion de fichier.

Des disciplines comme les langues, la géographie, la biologie, la technologie, la musique, s'appuient sur des données auxquelles il suffit d'avoir facilement accès sans qu'il soit nécessaire de les apprendre par cœur. Citons au hasard, la liste des superficies, populations, productions agricoles et industrielles des divers Etats, la liste des maladies infectieuses avec leurs agents et leurs symptômes, la nomenclature des pas de vis normalisés, la liste et la date des diverses œuvres de Hændel.

Ces données ont en commun, vu leur grand nombre, la nécessité de les classer. Si l'on veut, de plus, pouvoir les utiliser commodément, ce classement doit être assez savant. Par exemple, pour la correspondance entre mots anglais et français, on utilisera un double fichier, l'un classé d'après les mots anglais, l'autre classé d'après les mots français. Pour les données géographiques, on utilisera probablement un tableau à double entrée. Pour les espèces animales, on les classera probablement en arbre, mais on pourra aussi en faire un tableau à double entrée si l'on veut cataloguer en même temps certaines caractéristiques.

Notion de modèle.

La plupart des activités humaines reposent sur des modèles, c'est-à-dire des schémas intellectuels représentant plus ou moins bien la réalité et permettant la réflexion (préparatoire ou non à l'action). Les théories physiques, les théories économiques, les systèmes philosophiques sont des modèles.

Les uns sont seulement qualitatifs (quand une denrée devient rare, son prix augmente), d'autres sont tellement précis et donnent une image si exacte de la réalité qu'on ne les en distingue pratiquement plus (par exemple, la géométrie euclidienne dans la vie courante). Nous ne ferons pas ici une théorie des modèles. Disons seulement que l'apparition de l'informatique fait apparaître des modèles quantitatifs dans des domaines où régnait jusqu'à maintenant le qualitatif. De tels modèles en viennent à se ressembler beaucoup.

Il ne subsiste sans doute pas beaucoup de différences de nature entre un modèle biologique et un modèle économique lorsqu'on les a rendus quantitatifs. Il y a même des modèles qui servent indifféremment dans plusieurs disciplines (par exemple l'oscillateur linéaire).

Notion de système.

La plupart des situations réelles sont d'un degré de complexité supérieur à ce qui peut être décrit par un modèle.

Par exemple, le comportement d'un homme fait intervenir des phénomènes physiques (pesanteur, température), biologiques, psychologiques. Pour chacun de ces phénomènes, on pourra utiliser un modèle, mais il faudra ensuite faire réagir ces modèles les uns sur les autres (par exemple, la température réagit sur l'humeur). On a alors un **système**.

Nous ne ferons pas non plus ici une théorie des systèmes ; disons simplement que cette théorie comprend des notions importantes, par exemple celle de régulation et celle d'instabilité.

Notion de langage.

Les langages, moyens d'expression et de communication, jouent un grand rôle dans la vie humaine et, en particulier, dans l'enseignement.

En fait, chaque discipline utilise un ou plusieurs langages entremêlés (par exemple, en mathématiques, langage algébrique, langage logique, langage de commande pédagogique). L'informatique nous familiarise avec les langages artificiels (qui sont très nombreux, bien que chaque informaticien n'en connaisse que quelques-uns). Il serait utile de faire remarquer certaines particularités et règles de maniement communes aux divers langages.

Notion de représentation plane ou spatiale.

La notion de langage fait appel à une succession totalement ordonnée de symboles ou de sons. En fait, nous pouvons nous exprimer ou communiquer en utilisant le plan (très commodément) ou l'espace (cela pose quelques problèmes). Notre civilisation fait grand usage de l'image (film, télévision).

L'enseignement a tout à gagner à faire appel lui aussi aux représentations planes (en particulier pour visualiser des organigrammes — schémas d'enchaînement d'actions).

Possibilités de présentation.

Nous arrêterons ici cette liste de notions communes à plusieurs disciplines. On y ajoutera si on le désire l'apprentissage de la programmation. Examinons comment ces notions peuvent être présentées pratiquement.

Il serait vraiment regrettable que chaque discipline intéressée se retranche dans son autonomie, introduise son propre vocabulaire et ses propres notations (c'est un peu ce qui se passe parfois entre mathématiciens et physiciens). Il faut donc au moins une coordination entre disciplines et, du fait d'intérêts parfois divergents, cette coordination peut exiger des arbitrages (les mathématiciens à cause de la position des mathématiques, science au service des autres, peuvent être bien placés pour de tels arbitrages).

On peut souhaiter aller plus loin et imaginer une discipline carrefour. Cela pourrait être la bonne vieille instruction civique (j'ignore si elle existe toujours) que l'on transformerait en « Connaissance du monde moderne ». Reste à savoir si ce rajeunissement suffirait à lui mériter l'intérêt des enseignants. J'en doute un peu car personne n'ose s'aventurer en dehors de sa discipline.

Il semblerait, à mon avis, bien préférable d'imaginer une autre solution. Pourquoi ne pas mettre sur pied chaque année une semaine carrefour pendant laquelle on traiterait, plusieurs disciplines et classes mêlées, des sujets tels que ceux évoqués plus haut. Après quoi, chaque professeur reprendrait sa classe et tirerait parti dans sa discipline de ce qui aurait été présenté à tous et par tous.

La mise en route d'une telle initiative exige un peu de travail administratif.

La mise au courant en commun des professeurs, sous forme de groupe de travail, leur demanderait sans doute moins de travail que si chacun la faisait pour son propre compte.

Place dans la scolarité.

Il s'agit de présenter des instruments généraux, utiles à l'homme de demain. Ils doivent donc trouver place dans le cadre de la scolarité obligatoire, en pratique dans le premier cycle du second degré.

Sous la forme que nous proposons, il ne s'agit d'ailleurs pas de surcharger les programmes, mais plutôt d'éclairer sous un jour nouveau les matières classiques.

J. KUNTZMANN.

Informatique et pédagogie

1. INTRODUCTION

Il y a quelques années encore, les expériences pilotes sur ordinateur se succédaient et donnaient lieu, à tour de rôle, à des comptes rendus allant d'un optimisme rassurant à un triomphalisme sans réplique, mais démontrant, en tout état de cause, que la pédagogie de papa était morte et que l'avenir dans ce domaine appartenait aux ordinateurs, les moins enthousiastes dans ce domaine n'étant assurément pas les constructeurs d'ordinateurs eux-mêmes.

Si j'avais eu à faire un article à cette époque, mon plan eût été tout tracé. J'aurais commencé par évoquer la maïeutique de Socrate, puis l'école de Charlemagne, en montrant l'absurdité de la persistance, en notre siècle de technologie avancée, de la relation maître-élève, et l'absence totale de progrès dans ce domaine depuis le Moyen-Age. Puis, évoquant le spectre de la démographie d'une part et l'explosion scientifique avec, en corollaire, l'accroissement exponentiel des connaissances d'autre part, j'aurais montré l'impuissance de la pédagogie classique à faire face à ce double problème. Enfin, soulignant l'incapacité notoire des professeurs à s'occuper de tous leurs élèves à la fois, de façon à permettre à chacun d'eux de progresser à son propre rythme, j'aurais terminé en évoquant les élèves de Douala à Novosibirsk et de Sydney à San Francisco, penchés sur leurs terminaux et apprenant la célèbre leçon-type rédigée par le Professeur X, Prix Nobel de Physique, grâce à un réseau d'ordinateurs interconnectés par satellites, en montrant au passage, chiffres à l'appui, le coût dérisoire de cette réalisation d'avant-garde.

Force est malheureusement de constater qu'aujourd'hui, non seulement le vent n'est plus à l'optimisme, mais que l'enseignement assisté par ordinateur est en pleine crise.

Parmi bien d'autres, je ne retiendrai que quatre faits qui me paraissent symptomatiques à cet égard :

— les conclusions prudentes relatives au CAI (Computer Aided Instruction) du Congrès d'Amsterdam d'août 1970 ;

— les remises en question, quant au fond, par les autorités américaines finançant les grands projets de CAI ;

— les recommandations du Séminaire International organisé par l'O.C.D.E. en octobre dernier à Portland, dont l'ambiguïté reflète les divergences sur le fond qui se sont fait jour pendant les discussions ;

— l'abandon, après une expérimentation coûteuse, par le plus important constructeur d'ordinateurs, de l'industrialisation d'un système spécialement conçu pour le CAI.

Je voudrais essayer, dans ce qui suit, d'analyser les causes de cette crise en indiquant quelques-unes des voies actuelles de recherche et de développement de l'enseignement assisté par ordinateur qui permettent de considérer cette crise comme une crise de croissance.

2. L'ENSEIGNEMENT PROGRAMMÉ

Lancé par Skinner, amélioré par Crowder et d'autres, l'enseignement programmé est caractérisé par une décomposition du sujet en éléments simples, articulés selon la logique interne du sujet. Les questions à choix multiples, jointes à la présence de séquences ramifiées, ont donné à la méthode toute la souplesse souhaitable pour permettre à chaque élève de progresser à son propre rythme. L'aboutissement de cette démarche a été le livre brouillé dont il faut bien reconnaître que, s'il s'est avéré techniquement plus efficace que la pédagogie classique sous certains aspects (vitesse d'apprentissage, durée de rétention, etc.), son usage n'en suppose pas moins au départ une motivation extrapédagogique très au-dessus de la moyenne. Cette seule raison suffirait à expliquer l'échec de cette technique, mais les opinions des utilisateurs montrent qu'il y en a d'autres :

— un sentiment d'atomisation des connaissances lié au découpage en items qui rend difficile une vue synthétique du sujet ;

— un sentiment de frustration dû à la perturbation permanente de l'activité d'apprentissage par la recherche de la page où se trouve l'item suivant ;

— une certaine tendance à la facilité qui se traduit par la recherche de la bonne réponse à tout prix en négligeant les items prévus en cas de réponse erronée ;

— une fatigue rapide due à l'ignorance des tenants et des aboutissants du sujet que l'on apprend par tranches fines ;

— un sentiment d'exaspération induit par la nécessité de choisir entre plusieurs réponses imposées sans pouvoir donner sa propre réponse.

Un certain nombre d'inconvénients étant liés au support, c'est-à-dire au livre, on a cherché à pallier ces difficultés en implémentant l'enseignement programmé sur ordinateur.

3. L'ENSEIGNEMENT PROGRAMMÉ SUR ORDINATEUR

La mise en œuvre de l'enseignement programmé sur ordinateur présente plusieurs avantages :

— le support n'est plus inerte et un pseudo-dialogue peut s'engager entre l'étudiant et la machine qui réagit aux réponses ;

— la totalité de la démarche de l'étudiant pendant une leçon peut être mémorisée sous forme condensée et l'analyse détaillée de cette démarche peut fournir des renseignements importants sur la psychologie de l'étudiant, permettant par là même une efficacité accrue de l'enseignement qui lui est dispensé.

Les avantages indéniables qu'apporte l'ordinateur à la technique de l'enseignement programmé n'annulent pas pour autant les critiques très sévères qui ont été faites sur le fond.

Sur le plan technique, on a reproché à l'enseignement programmé d'atomiser les connaissances par le découpage en items qui rend difficile une vue synthétique du sujet ; on lui a également reproché sur le plan de la méthodologie, ce qui est plus grave, d'isoler, dans la psychologie de l'individu, une « faculté apprenante » et d'analyser celle-ci en la détachant de son contexte en vue d'optimiser son utilisation ; ceci conduit tout droit à considérer l'enseignement comme un transfert de connaissances et à prendre comme seul critère l'efficacité et la vitesse du transfert.

S'il est exact, en effet, que l'acquisition des connaissances repose sur une certaine accumulation ordonnée de faits, qui s'avère par ailleurs suffisante lorsque le sujet se présente sous forme de check-list (techniques de dépannage, procédures militaires, etc.), force est bien de constater, pour paraphraser Poincaré qu'« un ensemble de faits n'est pas plus une connaissance qu'un tas de pierres n'est une maison », et que l'organisation de ces faits, leur structure dans l'esprit des élèves, leur manière de s'intégrer dans les connaissances préalables des élèves sont au moins aussi importantes, sinon plus importantes, que les faits eux-mêmes : c'est toute la différence entre les têtes bien faites et les têtes bien pleines.

Au demeurant, ces critiques sont bien connues et l'enseignement programmé au sens défini ci-dessus, ne trouve plus guère de défenseurs aujourd'hui aux U.S.A. et de moins en moins en Europe.

4. L'ENSEIGNEMENT ASSISTÉ PAR ORDINATEUR

Un autre mode d'utilisation de l'ordinateur qui s'est avéré très efficace consiste en ce que les Anglo-Saxons appellent « drill and practice ».

Ici, l'optique est très différente puisque l'ordinateur n'est plus la source des connaissances et que le professeur conserve son rôle plus ou moins traditionnel dans la classe, l'ordinateur étant utilisé uniquement pour soumettre des exercices aux étudiants.

Il n'y a rien ici de nouveau sur le plan méthodologique car tout enseignant consciencieux termine toujours son cours par une série d'exercices qui lui permet de s'assurer que le cours a été correctement compris.

Ce qui est nouveau, c'est que grâce aux capacités de mémorisation et d'analyse de l'ordinateur, chaque élève se verra soumettre une série d'exercices différents, chaque nouvel exercice étant choisi par l'ordinateur en fonction des réponses faites aux exercices précédents. Par ailleurs, l'analyse statistique des erreurs les plus fréquentes permet au professeur de déceler les lacunes et les imperfections de son cours. Il est inutile d'insister, je pense, sur la très

grande difficulté que présente, d'une part, le choix des séries d'exercices et, d'autre part, l'interprétation correcte des résultats statistiques quant à la validité du cours.

Il n'est pas inutile de souligner que les expériences les plus réussies dans ce domaine sont celles où l'on a limité l'activité de l'ordinateur à ce qu'il sait le mieux faire, c'est-à-dire à la manipulation de symboles (arithmétique, orthographe, etc.), en faisant appel à un minimum de sémantique.

Deux modes d'utilisation des ordinateurs, voisins quant au principe, mais différents quant aux buts poursuivis, dérivent de la technique « drill and practice » : ce sont, d'une part, le mode « contrôle des connaissances » et, d'autre part, le mode « questionnaire ».

Dans les deux cas, on soumet à l'étudiant une série de questions, mais alors que, dans le mode « contrôle des connaissances », les questions portent sur une partie déterminée d'un cours (loi de la chute des corps, phénomènes d'induction, circulation sanguine, etc.), on peut, dans le mode « questionnaire », aborder des aspects beaucoup plus généraux (problèmes interdisciplinaires, modélisation, etc.).

La distinction ainsi faite peut paraître arbitraire à première vue, mais elle se traduit au niveau de l'implémentation par des difficultés qui ne sont pas du tout du même ordre de grandeur.

Dans l'un comme dans l'autre cas, les questions à choix multiples sont exclues, sous peine de rendre l'approche franchement caricaturale, particulièrement lorsqu'il s'agit de l'enseignement supérieur, à cause du degré de complexité et de généralisation des concepts enseignés. On se trouve donc face au problème de l'analyse des réponses libres, dont on sait que la difficulté croît en même temps que l'étendue du champ sémantique. L'ampleur de celui-ci augmentant avec le degré de généralité des sujets abordés, il est clair que la technique des questionnaires pose beaucoup plus de problèmes et pour la rédaction du questionnaire et pour l'analyse des réponses, que la technique du contrôle des connaissances.

5. LA FIN ET LES MOYENS

Le petit Larousse donne de la pédagogie la définition suivante : « Science de l'éducation et de l'instruction ; technique de l'enseignement ».

Compte tenu de l'orientation technologique de notre époque, il n'est pas surprenant de constater que la majorité des chercheurs ait surtout pris comme sujet de réflexion la deuxième partie de la définition, celle qui a trait à la technique de l'enseignement et je suis étonné, qu'à l'image des U.S.A. où une compagnie a pris le nom d'« Edutronics », on ne nous ait pas encore proposé de baptiser « Instructique », « Educatique », et, pourquoi pas, « Enseignatique », cette activité nouvelle encore appelée technologie de l'enseignement.

Cet état de fait est profondément regrettable dans la mesure où il conduit non seulement à prendre la partie pour le tout, mais encore, et c'est infiniment plus grave, à s'hypnotiser à tel point sur les moyens que ceux-ci finissent par imposer leur propre finalité comme but de la pédagogie.

Je n'en prendrai qu'un seul exemple qui a le mérite d'être récent et, à mes yeux, particulièrement typique.

Dans un ouvrage sur l'enseignement assisté par ordinateur qui vient de paraître, l'auteur n'hésite pas à poser l'axiome selon lequel : « Enseigner, au fond, c'est transmettre des informations », ce qui entraîne le corollaire selon lequel le professeur, parce qu'il ne peut être universel, forme un écran entre l'information et l'élève, et conduit à la conclusion qu'il vaut bien mieux laisser l'élève accéder directement aux informations plutôt que de faire transiter celles-ci par cet intermédiaire imparfait et approximatif qu'est le professeur.

En schématisant à peine, on peut dire que la totalité de l'enseignement programmé repose sur l'axiome cité précédemment.

Cet axiome justifie certes des recherches du style de celles entreprises par une équipe américaine qui s'est aperçue avec surprise, après plusieurs mois de recherches, que, placés devant une liste de mots aléatoires, les élèves retenaient beaucoup plus facilement ladite liste lorsque les mots de la liste étaient insérés dans un texte signifiant que lorsque les mots étaient appris isolément.

Le caractère hautement surprenant d'un tel résultat qui a fait l'objet d'une publication récente, n'échappera, je pense, à personne.

Cet exemple, parmi beaucoup d'autres, a le mérite de mettre en évidence à quel point les travaux américains sont conditionnés par le behaviourisme.

Cette approche behavioriste, presque toujours implicite, qui, sous prétexte d'objectivité, s'obstine à considérer l'élève comme une boîte noire en refusant systématiquement de construire un modèle explicatif du contenu de la boîte noire, a joué et joue malheureusement encore un rôle que l'on peut, sans exagération, qualifier de désastreux.

Parce que l'approche behavioriste aboutit, à la limite, à la négation même de la notion de pédagogie, nous avons décidé, dans le cadre du groupe de travail que je dirige, de partir sur des bases radicalement différentes.

L'informatique étant la science du traitement de l'information au sens le plus général et l'enseignement étant dans une large mesure une manière de traiter certaines informations, nous avons essayé d'appliquer la méthode informatique à la pédagogie en commençant par nous poser la question du « pourquoi ? ».

Ce n'est qu'après avoir proposé une réponse au « pourquoi ? », c'est-à-dire après avoir tenté de définir la finalité de l'enseignement que nous avons abordé la question du « comment ? » c'est-à-dire l'étude du rôle éventuel que pourrait jouer l'ordinateur dans l'enseignement compte tenu de la finalité de celui-ci.

6. TENTATIVE D'APPROCHE INFORMATIQUE DE LA PEDAGOGIE

La pédagogie étant la science de l'éducation et de l'instruction, il nous fallait, pour pouvoir progresser, un modèle de l'individu auquel cette éducation s'adresse, c'est-à-dire un modèle de l'élève.

Nous ne cherchions pas un modèle universel permettant d'expliquer le comportement détaillé d'un élève dans toutes les circonstances, car un tel modèle aurait été beaucoup trop complexe pour être utilisable, mais un modèle à la fois suffisamment général pour être d'une utilité réelle et suffisamment précis et simple pour être exploitable.

Considérant que les élèves sont, en moyenne, des individus intelligents, nous avons utilisé comme hypothèse de travail un modèle de l'élève qui n'est autre qu'une définition informatique d'un « système intelligent ».

Cette définition n'est pas nouvelle puisqu'elle est à la base d'un grand nombre de travaux dans le domaine de l'intelligence artificielle et elle ne prétend en aucun cas décrire la totalité de l'activité intelligente humaine.

Nous verrons cependant que, pour fragmentaire qu'elle soit, elle a l'énorme avantage de conduire à un certain nombre de conclusions intéressantes.

Cette définition est la suivante :

« Un système, en interaction avec son environnement, est intelligent si

- le système possède un modèle de son environnement ;
- avant d'entreprendre une action sur l'environnement visant à un résultat déterminé, le système teste cette action en simulation sur son modèle ;
- lorsque le résultat de la simulation n'est pas favorable, une autre action visant au même résultat est simulée, jusqu'à la découverte d'une action conduisant à un résultat favorable.

Cette action est alors exécutée sur l'environnement avec deux issues possibles :

- si le résultat de l'action sur l'environnement confirme le résultat obtenu en simulation, le modèle est renforcé ;
- si le résultat de l'action sur l'environnement est différent du résultat obtenu en simulation, le modèle est corrigé en fonction du résultat obtenu. »

On pourrait objecter à cette définition qu'elle ne fait que reprendre avec quelques détails la définition selon laquelle « Un système est intelligent s'il est auto-adaptatif », à cette différence près cependant que cette dernière définition est de type behavioriste, c'est-à-dire descriptive, donc, en dernière analyse, inutilisable, alors que la définition proposée est de type informatique, c'est-à-dire qu'elle aboutit à un modèle exploitable.

Il est par ailleurs intéressant de comparer notre définition d'un système intelligent au rôle que le professeur Jacques Monod assigne au cerveau :

« Il assure la commande et la coordination centrale de l'activité neuro-motrice, en fonction notamment des afférences sensorielles ;

Il contient, sous forme de circuits génétiquement déterminés, des programmes d'action plus ou moins complexes, et les déclenche en fonction de stimuli particuliers ;

Il analyse, filtre et intègre les afférences sensorielles pour construire une représentation du monde extérieur adaptée aux performances spécifiques de l'animal ;

Compte tenu de la gamme de ces performances spécifiques, il enregistre les événements significatifs, et les groupe en classes, selon leurs analogies. Il associe ces classes selon les relations de coïncidence ou de succession des événements qui les constituent. Il enrichit, raffine et diversifie les programmes innés en y incluant ces expériences ;

Il imagine, c'est-à-dire qu'il représente et simule des événements extérieurs ou des programmes d'action qui sont ceux de l'animal lui-même. »

Si nous avons tenu à citer longuement le professeur Monod, c'est moins pour souligner combien les deux définitions sont voisines que pour permettre d'approfondir un certain nombre de points de notre propre définition.

6.1. LA NOTION DE MODELE

Quand on parle de modèle, on pense habituellement au modèle mathématique tel qu'il est couramment utilisé par les physiciens.

Ce n'est pas le sens auquel il faut ici entendre le terme de modèle ; en effet, comme l'indique le professeur Monod, le modèle peut être causal, analogique, quantitatif, qualitatif, temporel, logique, mathématique, etc. et il peut même être tout cela à la fois selon la partie du modèle que l'on considère.

De façon très générale, on pourrait dire que le modèle est un système relationnel flou (au sens où le professeur Zadeh parle « d'ensembles flous ») en forme de réseau à liaisons plus ou moins lâches selon les parties du réseau, ne formant pas nécessairement un ensemble partout cohérent (au sens de la logique) et structurant un ensemble de connaissances mémorisées.

Il ne faut naturellement pas considérer le modèle comme une juxtaposition de connaissances mémorisées et d'une structure relationnelle mais comme une interaction entre les deux, ce qui signifie que le mode d'acquisition de connaissances nouvelles est fonction du modèle préexistant et que l'acquisition de toute connaissance nouvelle modifie plus ou moins profondément le modèle préexistant (ceci implique, en particulier, qu'il n'existe pas de phénomène de mémorisation à l'état pur, sauf naturellement dans certaines expériences de psychologie expérimentale).

En se référant aux remarquables travaux du professeur Piaget et de son équipe sur les explications causales, on pourrait dire que le modèle que se construit le système intelligent est une synthèse dialectique de l'attitude opérationnelle et de l'attitude logico-mathématique, ces deux concepts étant entendus au sens que leur donne Piaget.

Il est important de souligner, et nous aurons l'occasion d'y revenir, que le modèle est utilisé par le système comme un modèle prévisionnel. Il en résulte que plus le modèle se rapporte à un environnement étendu, plus la capacité d'action efficace du système sur son environnement augmente ; or, et le professeur Monod y insiste, si la démarche modélisante est innée, elle peut être approfondie, affinée et développée.

Enfin, il résulte clairement des deux définitions que seule l'expérience est la pierre de touche de la validité du modèle et qu'elle seule permet de corriger, de compléter et d'étendre le modèle.

C'est en partant de cet ensemble de considérations qu'il nous est apparu possible de définir une finalité de l'enseignement.

6.2. FINALITE DE L'ENSEIGNEMENT

L'enseignement secondaire a longtemps visé à « former les esprits » en les familiarisant avec l'histoire grecque et la versification latine, la connaissance et la domination de l'environnement étant laissé aux bons soins des familles des élèves.

L'introduction, en France, de l'enseignement laïque, obligatoire et gratuit pour tous ne modifia guère cet état de choses puisque cet enseignement se limitait, à peu de choses près, aux quatre opérations sur les nombres réels et les nombres rationnels, l'orthographe et la liste des sous-préfectures, c'est-à-dire un ensemble de connaissances peu cohérent qu'il s'agissait de faire mémoriser aux élèves.

C'est l'évolution technologique de plus en plus rapide de notre société qui allait remettre le système en cause.

Devant l'accroissement de la masse des connaissances accumulées, l'enseignement réagit, dans un premier temps, en gonflant les programmes et en multipliant les matières à enseigner ; puis, face à un accroissement de plus en plus rapide, on fit appel à la technologie pour essayer d'enseigner plus de choses en moins de temps et enfin, saisi par le découragement devant l'obsolescence de plus en plus rapide des connaissances acquises, on lança le slogan selon lequel « Enseigner c'est apprendre à apprendre » comme si cette formule, qui n'est rien d'autre qu'un aveu d'impuissance, pouvait permettre de résoudre le problème.

Devant ce qu'il est maintenant convenu d'appeler l'explosion de l'information, il est évident que l'enseignement classique, conçu comme un système de transmission des connaissances accumulées, est en train de faire faillite.

On peut d'ailleurs aller plus loin et affirmer, sans grand risque de se tromper, que toute méthode qui ne vise qu'à perfectionner l'enseignement conçu comme transmission des connaissances est, elle aussi, vouée à l'échec, quels que soient par ailleurs les résultats plus ou moins spectaculaires obtenus dans tel ou tel domaine partiel. Ceci est vrai, en particulier, pour l'enseignement programmé qui se présente comme une technique visant à une utilisation optimale de certains mécanismes d'apprentissage, c'est-à-dire visant en définitive à apprendre plus de choses en moins de temps.

Si, abandonnant la conception selon laquelle l'enseignement est une transmission de connaissances, nous partons du modèle de l'élève considéré comme un système intelligent pour analyser la démarche pédagogique, alors le problème se pose en termes quelque peu différents.

Nous avons vu qu'un système intelligent possède un modèle de son environnement, que ce modèle est utilisé par le système comme un modèle prévisionnel et que ce dernier est susceptible de s'étendre et de se perfectionner par l'expérience.

De ce point de vue on peut dire qu'« apprendre, c'est apprendre à prévoir », mais l'apprentissage par l'expérience s'il est efficace est aussi le mode d'apprentissage le plus long.

Dans ces conditions on peut considérer que le but majeur de l'enseignement consiste à raccourcir le temps d'apprentissage en enseignant, non pas les connaissances, mais les modèles qui rendent ces connaissances cohérentes et par conséquent opérationnelles.

Dans cette optique « enseigner, c'est enseigner à prévoir », c'est aider chaque élève à se construire, à l'intérieur de ses propres structures mentales, à partir de son propre modèle, un modèle cohérent de son environnement, proche ou lointain, afin de lui permettre d'exercer son activité, quelle qu'elle soit, avec des chances de succès croissantes.

J'insiste sur le fait qu'il ne s'agit pas ici du modèle mathématique, qui a certes fait ses preuves mais qui est incapable, par nature, de rendre compte de toute la complexité de l'environnement.

Le terme de modèle est ici utilisé dans le sens où il a été défini tout à l'heure et il est, à ce titre, utilisable dans toutes les disciplines, y compris celles où l'expérimentation n'est guère possible.

Au sens précédent, les sciences exactes nous fournissent des modèles de l'environnement matériel (physique, chimie, astronomie, etc.), les sciences humaines nous donnent les modèles de l'environnement social (économie, sociologie, etc.), les arts et la littérature enfin fournissent des modèles de l'environnement humain (esthétique, imagination, émotions, comportements psychologiques, etc.).

Bien sûr, il ne saurait être question d'enseigner un modèle dans un domaine quelconque sans enseigner simultanément un certain nombre de connaissances dans ce domaine, mais, entre la méthode qui consiste à mémoriser une suite de faits et celle qui insère ces faits dans un modèle, c'est-à-dire dans un ensemble structuré, nous avons exactement la même différence en efficacité, toutes proportions gardées, qu'entre la méthode qui consiste à apprendre une liste de mots aléatoires et la méthode qui consiste à insérer ces mots dans un texte signifiant.

Je voudrais prendre quelques exemples précis dans un certain nombre de domaines, pour essayer de montrer ce qu'implique la démarche modélisante.

Lorsqu'un professeur de littérature propose à ses élèves comme sujet de dissertation « L'amour chez Racine », qu'attend-il au juste de ses élèves ? Il souhaite que ceux-ci analysent le comportement des principaux personnages de Racine et dégagent de cette analyse un **modèle** de comportement caractéristique des personnages de Racine en proie à la passion.

Dans le domaine des Sciences Naturelles, l'étude détaillée de telle ou telle espèce animale nous paraît moins formatrice, et surtout moins motivante,

que les problèmes que posent la classification des espèces ou l'étude de l'équilibre dynamique d'un milieu écologique, avec les catastrophes que l'homme peut y provoquer par l'abus des pesticides ou par la pollution.

En Géographie, la production annuelle de charbon ou de blé de telle ou telle grande puissance est beaucoup moins parlante qu'un modèle de développement urbain avec les problèmes de circulation, par exemple, qu'il peut poser, ou les problèmes de l'équilibre entre l'agriculture et l'industrie, selon les ressources du pays, avec les problèmes d'ordre économique que cela implique.

On voit que, d'une manière générale, l'enseignement des modèles est par nature pluridisciplinaire, car les mécanismes qui régissent l'environnement ne se laissent pas enfermer dans la classification des sciences selon Auguste Comte.

Un tel enseignement est certes difficile à mettre sur pied non pas qu'il soit, quant à son principe, très nouveau, car on trouve dans nombre d'ouvrages d'enseignement des tendances dans ce sens, mais il y a une difficulté réelle à franchir, pour passer du stade où l'on développe quelques idées générales, à propos de tel ou tel problème, au stade où le modèle devient systématiquement l'objet de l'enseignement.

L'enseignement des modèles pose, de plus, deux problèmes d'ailleurs liés.

Le premier problème résulte de l'analyse informatique du processus même de l'enseignement ; un professeur qui veut transmettre une idée ou un concept n'a pas d'autre moyen à sa disposition que la langue parlée ou écrite (nous faisons abstraction des dessins, photos ou films qui compliqueraient encore le problème) ; il choisit donc une suite de mots qui lui paraissent traduire avec précision sa pensée et la prononce. L'élève ne perçoit que la suite de sons, analyse celle-ci et, grâce aux conventions du langage, essaie de reconstruire la sémantique de la phrase, mais cette re-construction, il faut y insister, est l'œuvre de l'élève et de l'élève seul.

Sans revenir sur les célèbres expériences de Piaget montrant l'incommunicabilité de certaines notions tant que l'élève n'a pas atteint un certain âge mental, il est à peu près évident que la sémantique reconstruite par l'élève sera plus ou moins éloignée de celle que le professeur a voulu communiquer et cet écart, qui existe pour chaque élève, n'est évidemment pas le même pour tous. Il en est résulté la célèbre phrase sur le professeur faisant simultanément autant de cours qu'il a d'élèves, mais il n'en reste pas moins que ce « problème de la communication » est particulièrement aigu lorsqu'on enseigne des modèles, c'est-à-dire des relations entre les choses plus que les choses elles-mêmes.

Le deuxième problème, plus ou moins lié au précédent, a trait à la vérification du modèle par l'expérience.

Nous avons vu précédemment, dans le cadre de la définition du système intelligent, que seule l'expérience permettait le renforcement ou la correction du modèle construit par le système.

Seule l'expérience aussi permettra à l'élève de corriger éventuellement l'écart qu'il aura introduit entre le modèle que le professeur a essayé de lui communiquer et le modèle que l'élève a effectivement construit.

La possibilité d'expérimenter est donc une nécessité absolue mais, indépendamment du coût, comment trouver le temps et surtout le moyen d'expérimenter, par exemple un modèle de croissance urbaine ou un modèle écologique.

6.3. L'ENSEIGNEMENT ASSISTÉ PAR ORDINATEUR

Si l'expérimentation en vraie grandeur est toujours souhaitable, elle est malheureusement presque toujours impossible.

Pour les besoins pédagogiques, elle peut cependant avantageusement être remplacée par une expérimentation sur un modèle simulé sur ordinateur. C'est là, à notre avis, un des rôles majeurs que l'ordinateur sera appelé à jouer dans l'enseignement.

Parce que l'on a considéré l'enseignement comme une transmission de connaissances, on a été tout naturellement conduit à utiliser l'ordinateur dans l'enseignement dans cette même optique, en cherchant à transférer à l'ordinateur une partie du travail de l'enseignant.

A la limite, il n'y a pas d'ailleurs de raison de ne pas confier la totalité de l'enseignement à l'ordinateur, celui-ci jouant simultanément le rôle d'une gigantesque banque de données, d'une source de documentation et d'une réserve de leçons-types, dans tous les domaines possibles et imaginables.

De telles propositions ont été faites fort sérieusement, s'accompagnant par ailleurs de considérations sur la mutation du rôle des enseignants, qui, débarrassés des « travaux de routine », pourraient se consacrer à l'analyse psycho-pédagogique des résultats statistiques relatifs aux démarches de leurs élèves dans les graphes plus ou moins ramifiés des divers cours.

Ce n'est pas que l'ordinateur ne puisse, dans certains cas et pour une certaine part, jouer ce rôle ; ce qui est curieux, mais non pas surprenant, c'est que certains n'aient pas hésité à généraliser abusivement des expériences partielles et à ériger ce mode d'utilisation en dogme.

Cette attitude n'est, en fait, pas surprenante, car elle est le résultat d'une évolution historique liée à l'histoire des ordinateurs. Ce sont en effet les informaticiens qui ont, les premiers, proposé d'utiliser les ordinateurs dans l'enseignement.

N'étant pas, et pour cause, des pédagogues, ils n'ont vu de l'enseignement que la part la plus banale, celle qui consiste à transmettre des connaissances et se sont empressés de monter des démonstrations pour prouver qu'ils avaient raison.

Les enseignants intéressés par ces expériences ignoraient, eux, tout du fonctionnement et des possibilités des ordinateurs et ont, de ce fait, par force, continué dans la voie ouverte par les informaticiens.

Ce n'est guère que récemment qu'un certain nombre de pédagogues, mieux informés des possibilités de l'outil et aussi de la méthode informatique, ont commencé à se poser des questions sur le fond.

Nous trouvons là une analogie frappante avec ce qui s'est passé pour les ordinateurs dans le domaine de la gestion.

Dans ce domaine on a également commencé par confier à l'ordinateur les tâches triviales (feuilles de paye, facturation, etc.), jusqu'au jour où les gestionnaires ont pris conscience des possibilités de l'outil. C'est alors, et alors seulement, qu'a commencé la révolution informatique dans l'entreprise, c'est-à-dire que l'on a remis en cause les méthodes de gestion liées à l'exploitation manuelle et que la mutation des structures à laquelle nous sommes en train d'assister a effectivement commencé.

Ce phénomène est maintenant classique et il semble bien que l'actuelle crise de l'enseignement assisté par ordinateur soit une crise de ce type, c'est-à-dire une crise de croissance.

Jusqu'ici, en effet, l'enseignement assisté par ordinateur a été l'œuvre des informaticiens avec tous les tâtonnements que cela implique sur le plan pédagogique.

Depuis peu cependant les pédagogues se sont attaqués au problème et malgré certaines maladresses dues à des tâtonnements sur le plan informatique, il semble bien qu'un bon départ ait été pris, car l'utilisation de l'ordinateur en pédagogie est d'abord un problème de pédagogie et non un problème d'ordinateur et n'aura de sens que si elle est l'œuvre des enseignants eux-mêmes.

CONCLUSION

Devant l'accroissement exponentiel des connaissances accumulées, l'enseignement considéré comme la transmission des connaissances se trouve dans une voie sans issue ; d'une part parce qu'un tel enseignement sera, en tout état de cause, de plus en plus fragmentaire et d'autre part parce que les élèves, confrontés dans leur vie extra-scolaire aux mass-media modernes qui sont, eux, des systèmes de transmission de connaissance très efficaces, seront tôt ou tard amenés à considérer un tel type d'enseignement comme dérisoire.

Vouloir améliorer l'enseignement en substituant au professeur, considéré comme un « transmetteur de connaissances » imparfait, des dispositifs calqués sur ceux utilisés dans le commerce et l'industrie, revient à déplacer le problème d'un cran sans le résoudre car, quelle que soit l'augmentation de la vitesse de mémorisation ainsi obtenue, il existe une vitesse limite supérieure qui tient à la nature du cerveau humain, tandis que l'accroissement du volume des connaissances accumulées n'a pas de limite.

Par ailleurs, à vouloir se reposer sur la technique, on risque d'aboutir à des aberrations sur le plan pédagogique car, quoi qu'en disent certains, l'enseignement ne vise en aucun cas à obtenir de l'élève un comportement conditionné et ne doit jamais se placer au niveau du développement des réflexes conditionnés, comme c'est le cas par exemple de certaines techniques publicitaires audio-visuelles.

Il semble bien que c'est dans la mesure où, renonçant à considérer l'enseignement comme une transmission de connaissances, on remplacera l'enseignement des faits par l'enseignement des modèles, que l'on aura quelques chances de maîtriser l'explosion de l'information.

Dans cette optique, l'ordinateur joue un rôle essentiel, car c'est le seul outil qui permette aux élèves de procéder, en simulation, aux expérimentations

indispensables en vue de renforcer le ou les modèles corrects et de corriger éventuellement les modèles incorrects que les élèves se sont construits à partir du cours magistral. Plus encore, l'ordinateur permettra aux élèves de construire et d'expérimenter, toujours en simulation, les modèles qu'on leur demandera de construire eux-mêmes dans le cadre de l'entraînement à la démarche modélisante qui est la suite logique de l'enseignement des modèles et le but même de l'enseignement : donner aux élèves la méthodologie qui leur permettra d'affronter dans tous les domaines, avec le maximum de chances de succès, toutes les situations prévues ou imprévues qu'ils pourront rencontrer dans leur existence.

Il ne s'agit pas de rejeter l'expérimentation réelle, bien au contraire, puisque c'est l'expérimentation réelle qui seule permet la construction d'un modèle de la réalité et la vérification de sa validité. Il s'agit d'utiliser l'ordinateur en simulation, soit pour présenter des modèles de complexité croissante, qui risquent, sinon, de demeurer à l'état d'abstraction pure, soit pour expérimenter dans des domaines où l'expérimentation directe est difficile ou impossible.

Enfin, il semble bien que l'enseignement des modèles et des démarches modélisantes doive aboutir à une certaine démocratisation de l'enseignement. Dans le cadre de l'enseignement conçu comme une transmission de connaissances, l'assimilation de ces connaissances, c'est-à-dire leur intégration au modèle dont dispose l'élève, est laissée aux bons soins du milieu socio-culturel dont l'élève est issu, et qui a largement contribué à structurer le modèle. En faisant prendre conscience à l'élève de l'existence de son modèle, en objectivant à ses yeux, en quelque sorte, sa démarche intellectuelle, en lui montrant concrètement comment il peut étendre et affiner son propre modèle en vue d'une domination accrue de son environnement, on devrait, semble-t-il, aboutir plus rapidement à une véritable démocratisation de l'enseignement qu'en cherchant à donner indistinctement à tous, les rudiments d'une culture qui ne forme que ceux qui sont issus de milieux socio-culturels privilégiés et qui reste pour les autres un ornement inutile.

Il est clair, enfin, que la mise au point d'une pédagogie basée sur l'approche modélisante qui est une approche typiquement informatique, pose aux enseignants de toutes disciplines des problèmes méthodologiques très difficiles que seule l'étude de la méthode informatique accompagnée d'une réflexion approfondie sur leur propre démarche pédagogique au sein d'équipes pluridisciplinaires peut leur permettre de résoudre.

Malgré les difficultés sans nombre que cela implique sur tous les plans, l'utilisation dans l'enseignement de l'informatique et de l'outil informatique qu'est l'ordinateur ne sera une utilisation rationnelle et non une « gadgetisation » que si elle est précédée d'une analyse informatique de la pédagogie elle-même, c'est-à-dire si elle est l'œuvre de spécialistes en pédagogie, c'est-à-dire l'œuvre des enseignants.

J. HEBENSTREIT.

L'EXPÉRIENCE D'ENSEIGNEMENT ASSISTÉ PAR ORDINATEUR RÉALISÉE A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

Origine de l'expérience.

En 1965, l'enseignement du Certificat d'Electricité était assuré par une quinzaine d'enseignants, dont deux professeurs pour 2 300 étudiants inscrits.

Il avait alors semblé qu'un ordinateur aurait pu remplacer partiellement un système de « colles », dont la lourdeur des effectifs contrariait le fonctionnement.

L'idée était de permettre aux étudiants de contrôler eux-mêmes leurs connaissances sur des domaines très restreints comme celui des formules fondamentales, les définitions importantes et les théorèmes de base. Par exemple :

— Ordinateur : Ecrire l'expression de la force centrifuge F d'un électron en mouvement circulaire uniforme.

— Etudiant : $F = M V^2/R$.

— Ordinateur : Ecrire l'expression de la force centripète F' lorsqu'une induction uniforme B est normale à l'orbite circulaire.

— Etudiant : $F' = e V B$.

— Ordinateur : Egaler F et F' , en déduire la vitesse angulaire.

— Etudiant : $V/R = e B/M$.

— Ordinateur : Comment appelle-t-on la fréquence à laquelle s'effectue le mouvement circulaire ?

— Etudiant : La fréquence de Larmor.

— Ordinateur : Non, c'est la fréquence cyclotron.

Ce type de dialogue particulièrement naïf posait déjà différents problèmes : formalisme, notations, contraintes d'écritures, reconnaissance d'un mot clé mais ne présentait aucun effort quant à l'analyse de la matière, son découpage, le mode de présentation, la stratégie des branchements et enchaînements, la possibilité d'utiliser simultanément l'ordinateur comme outil de calcul, l'intérêt des statistiques que l'on peut en tirer, l'application à la résolution de problèmes, etc.

Cependant, la Direction des Enseignements Supérieurs et la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique décidaient de financer l'expérience.

Après deux années de préparation, l'ordinateur était installé en juin 1967, le système tournait en novembre et les premiers étudiants arrivaient en décembre.

L'équipe des informaticiens.

Composée à l'origine de deux assistants, cette équipe comprend maintenant huit personnes.

Disposant d'un ordinateur IBM 360-30 de petite mémoire centrale (16 k octets) connectés à 20 télétypes gérés en file d'attente par un système non standard, l'équipe a dû :

1) Modifier le BOS (Basic Operating System), écrire l'ensemble des programmes entrée - sortie et modifier plusieurs macros.

2) Inventer un premier langage auteur constitué par des blocs question - réponse avec possibilités de branchement.

3) Mettre au point un système d'analyse des réponses basé sur la logique suivante :

La phrase doit contenir un mot clé (**ou** ses synonymes) **et** un mot clé (**ou** ses synonymes) mais ne doit pas contenir telle série de mots. L'ordre des mots clés est nécessaire ou non. Les mots clés doivent être consécutifs ou non. Le squelette du mot clé peut suffire ou non. Le nombre de négations est limité.

4) Effectuer l'analyse des formules en tenant compte des parenthèses, des réductions au même dénominateur, des simplifications et des symboles non commutables.

5) Ecrire différents programmes permettant

- d'appeler une documentation et de lister ces appels,
- d'avertir l'utilisateur de ses erreurs de syntaxe,
- d'entrer un questionnaire à partir des pupitres,
- d'afficher l'organigramme d'un questionnaire,
- de découvrir la colonne de la carte perforée où il y a erreur de syntaxe,
- de permettre à l'étudiant d'apporter des commentaires de son choix et d'indiquer son degré de certitude,
- d'imprimer sur terminal le listing d'un questionnaire,
- de délivrer des résultats statistiques (erreurs, réponses non prévues, temps de réponse, degré de certitude).

6) Ecrire quatre versions du système général, la dernière étant modulaire par séparation des diverses fonctions et systématisation des appels automatiques de programme auteur (diverses analyses de réponse notamment) et de programmes étudiant (calcul, documentation).

7) Inventer deux versions d'un langage auteur plus élaboré permettant une association plus souple des blocs question - réponse commandée par des compteurs et des indicateurs.

8) Améliorer le système d'exploitation du constructeur, notamment dans le but de diminuer le nombre d'appels disque.

9) Réaliser un système simple de multiprogrammation permettant d'utiliser les entrées - sorties classiques en cours de séance.

10) Ecrire deux versions d'un langage conversationnel dérivé du Fortran.

11) Mettre au point un éditeur automatique de liens permettant l'adaptation et l'utilisation d'un compilateur Fortran originellement prévu pour le travail sur cartes.

12) Rédiger un programme de constitution de fichiers permettant d'entrer sur disque des programmes en Fortran qui sont exécutés en différé sans avoir besoin de cartes perforées.

13) Coupler un terminal visuel fabriqué au laboratoire (projecteur de diapositives commandé aléatoirement).

Cette équipe tente donc de réaliser des programmes dont elle constate l'intérêt ou qui lui sont demandés par les équipes des enseignants.

Par ailleurs, les membres de l'équipe informatique poursuivent à titre individuel des recherches relevant principalement de l'intelligence artificielle (jeux, démonstration automatique, musique, simulations).

L'équipe des physiciens (Maîtrise).

Cette équipe qui a participé à l'expérience depuis le début est constituée en moyenne d'une demi-douzaine d'enseignants à temps partiel.

Dans un premier temps, jusque vers 1968, c'est-à-dire avant que le système soit opérationnel, un gros effort a été fourni afin de couvrir en une quarantaine de questionnaires une grande partie du cours d'électricité. Il a fallu 200 à 300 heures de travail pour une heure de dialogue sur ordinateur. La présentation était proche de celle d'un ouvrage classique d'Electricité où les démonstrations principales ont été reprises dans un formalisme qui était très lourd dès que les expressions étaient complexes (exemple les lois de Maxwell dépendantes du temps). Le but des questionnaires était toujours de permettre aux étudiants de vérifier leurs propres connaissances. Ces programmes, de qualité variable, étaient le fruit d'une discussion approfondie avec les enseignants et les étudiants, ce qui permettait d'améliorer une première version proche d'un cours écrit. Mais ces programmes ne résultaient pas d'une étude initiale des difficultés et erreurs possibles, ce qui aurait permis de rédiger un questionnaire dans un but défini.

A la suite de la réforme de 1967, la majeure partie de ces questionnaires a été abandonnée, car le programme de la Maîtrise de Physique contient principalement de la Thermodynamique, de l'Optique et de la Mécanique vibratoire.

Une trentaine de questionnaires sur la thermodynamique classique et statistique ont alors été réalisés, dont une vingtaine nous paraissent dignes d'être exploités.

Cependant, l'intérêt des étudiants pour ces questionnaires paraît en régression depuis 1968 probablement pour les raisons suivantes :

1) L'encadrement en enseignants s'est considérablement amélioré par suite de la diminution du nombre des étudiants (300 en maîtrise de physique).

2) Le sujet lui-même est d'un niveau trop élevé et fait appel à trop de connaissances antérieures pour pouvoir appliquer les techniques de l'enseignement programmé et exploiter des résultats statistiques.

Il a donc été décidé que le sujet serait abandonné au profit de la Physique de Propédeutique et que les étudiants de maîtrise qui le souhaiteraient auraient accès en libre service aux questionnaires existants.

Les volontaires étaient souvent les meilleurs qui n'en avaient donc pas besoin, sauf à l'époque des examens partiels où plusieurs venaient effectuer quelque révision.

A la demande des étudiants, les activités de l'équipe en 1970-1971 ont été tournées vers l'enseignement de l'informatique jusqu'au passage de programmes Fortran en différé. Un cours de méthodes approchées de résolution des équations a été délivré et des problèmes de physique ont été conçus en vue de leur résolution à l'aide de l'ordinateur.

L'équipe des professeurs de l'enseignement secondaire.

Depuis janvier 1970, quatre Professeurs de Physique de second degré ont été détachés à mi-temps et ont étudié les points suivants :

- acquisition des connaissances conceptuelles,
- contrôle des connaissances,
- algorithmes de résolution de problèmes,
- simulation d'expériences de physique,
- processus logiques dans les raisonnements scientifiques.

En dehors de divers essais, l'équipe a décidé de rédiger avec méthode un programme d'enseignement assisté par ordinateur sur la notion du système mécanique :

- rédaction de questionnaires papier permettant de déceler certaines causes de difficultés ou d'erreurs de raisonnement ;
- dépouillement et analyse des résultats de 140 élèves ;
- détermination des objectifs précis du programme et des épreuves d'entrée et de sortie ;
- longue analyse de la matière, effectuée en collaboration avec un analyste de l'Unesco, M. Le Xuan, spécialiste de l'enseignement programmé ;
- rédaction du programme selon deux options, l'une linéaire avec dérivations, l'autre bâtie à partir d'exemples.

Il est apparu, en effet, que la meilleure tactique était de construire un nombre très limité de questionnaires, mais de les rédiger en essayant de dégager une méthode de travail et en s'efforçant d'obtenir des résultats statistiques significatifs et utilisables.

L'équipe des anglicistes.

En mai 1969, une assistante et quatre étudiantes de maîtrise ont préparé sur ordinateur un cours d'initiation à la linguistique anglaise destiné à des

étudiants de premier cycle. Il s'agit d'un cours remplaçant l'enseignement magistral où des exercices sur les notions enseignées sont immédiatement proposés et corrigés. Malgré divers incidents techniques, l'expérience s'est déroulée convenablement en 1969-1970, mais il est apparu que les sept programmes rédigés étaient trop difficiles et insuffisamment formalisés.

L'équipe est donc repartie sur des bases nouvelles en juillet 1970 en essayant de mieux cerner les problèmes et en s'adjoignant une psychologue.

Les règles de grammaire ou de linguistique sont écrites d'abord sous forme d'organigramme, les erreurs des étudiants sont recensées, l'efficacité de la méthode d'enseignement choisie est testée par des tests sur ordinateur ou sur papier, permettant la comparaison des divers groupes expérimentaux.

L'équipe des biologistes.

En décembre 1968, six assistants de biologie (sept aujourd'hui) ont décidé de réaliser des questionnaires très soignés sur des sujets limités. L'expérience était de grande dimension puisqu'elle intéressait les étudiants volontaires parmi les 3 000 étudiants du P.C.E.M. ou de C.B.-B.G.

Trois questionnaires sur la division cellulaire en sont à leur troisième année d'exploitation. Les figures sont absentes mais le dialogue libre est poussé assez loin et la mini-documentation automatique est largement utilisée. Les informations statistiques sont assez importantes.

L'embryologie causale fait l'objet de sept questionnaires; les résultats d'expérience sont présentés par des illustrations (un présentateur de diapositives commandé par ordinateur a été réalisé au laboratoire même), le raisonnement des étudiants est analysé. Ces questionnaires font en outre appel à des connaissances précises d'embryologie descriptive révisées, le cas échéant, par des débranchements appropriés aux diverses réponses inexacts prévues et observées.

Deux questionnaires portant sur la génétique des populations utilisent les possibilités de calcul, l'étudiant peut observer les conséquences des variations de différents facteurs d'évolution d'une population.

Les études actuelles portent sur la simulation, la machine présentant les résultats statistiques d'expériences fictives qui demandent plusieurs années en laboratoire.

L'équipe « chercheurs ».

Constituée par quatre personnes, cette équipe de formation récente, ne travaille pas sur l'ordinateur mais a décidé de réfléchir, en liaison avec des psychologues, sur différents problèmes de didactique :

— Etudes des problèmes posés par la rédaction des questionnaires en fonction des objectifs qu'on se propose et tentative de systématisation de la rédaction.

— Etude des réponses aux questionnaires : recherche des causes d'erreurs, analyse de leurs origines, critiques corrélatives du contenu des questionnaires.

— Collaboration au travail de l'équipe des professeurs du secondaire, participation à la détermination des objectifs et à l'analyse de la matière.

— Recherche et études de nouveaux objectifs dans le domaine de la physique : analyse des erreurs, étude du comportement des étudiants et de leur mode de raisonnement devant un cours ou un problème de physique.

Ainsi, une étude approfondie a été effectuée auprès des étudiants de première année sur la notion de modèle vectoriel. Les erreurs, les confusions et les imprécisions rencontrées dans les ouvrages et dans les esprits ont été relevées et discutées. Les résultats atteints sont déjà fort convaincants : ce genre d'étude doit être poursuivi et est fondamental pour l'enseignement programmé.

Conclusion.

Cette expérience, vieille de cinq ans, ne s'est pas déroulée sans erreurs mais l'apport des équipes nouvelles et l'aide des psychologues permet d'utiliser convenablement un outil amélioré sans cesse par l'équipe des informaticiens.

Il n'est pas certain que l'enseignement assisté par ordinateur revêtira l'aspect « dialogue socratique » que plusieurs équipes cherchent patiemment à appliquer dans le cadre de disciplines diverses.

Il semble que la simulation sous une forme dépassant celle des jeux d'entreprise ou de diagnostic pourra apporter une aide considérable à l'enseignement, mais de longues études doivent encore être entreprises avant d'aboutir à une méthodologie nécessaire et d'utiliser sérieusement les résultats statistiques obtenus.

Y. LE CORRE.

INFORMATIQUE AU LYCÉE DE LA CELLE-SAINT-CLOUD

Depuis l'année scolaire 1969-70 une expérience d'introduction de l'Informatique dans l'Enseignement Secondaire Général est en cours au Lycée de La Celle-Saint-Cloud. Cette action, commencée dans le cadre de l'Institut Pédagogique National, est poursuivie par l'Institut National de Recherche et de Documentation Pédagogique en collaboration avec l'Office Français des Techniques Modernes d'Education. Elle a été placée sous la responsabilité de MM. Lumbroso (I.N.R.D.P. - O.F.R.A.T.E.M.E.) et Poly (E.N.S. de Saint-Cloud).

A l'origine de cette expérience, un groupe de professeurs du Lycée (1) appuyés par le Chef d'Etablissement et les Associations de Parents d'élèves, ainsi que par la C.I.I. qui a mis à la disposition de l'expérience un membre de son personnel et un ordinateur (10010, puis IRIS 10).

Finalités et objectifs de l'expérience.

Dans un Enseignement Secondaire Général, l'introduction de l'Informatique ne peut pas être conçue comme la formation de spécialistes, c'est là le rôle de l'Enseignement Technique qui a d'ailleurs créé un baccalauréat spécialisé (H) et celui de l'enseignement supérieur scientifique et technique.

La finalité de cette introduction de l'informatique dans un lycée de second cycle Classique et Moderne doit donc être un peu analogue à celle de l'enseignement de la Physique, par exemple, au même niveau : donner une culture générale d'initiation en laissant aux études qui suivront le rôle de spécialisation.

Pendant ce contact de trois ans avec l'informatique, nos élèves devraient donc être initiés au traitement de l'information (en sachant bien ce que signifie ce terme en Informatique), savoir ce qu'est l'analyse d'un problème (au sens large de ce terme), un algorithme de résolution, la programmation d'un traitement, le traitement par un système automatique (ordinateur), savoir aussi ce qu'ils pourront demander à un informaticien spécialiste avec lequel ils seraient amenés à collaborer, comment le lui demander, avec quel langage. Il s'agit donc de démystifier l'Informatique et les ordinateurs en connaissant les conditions de leur utilisation.

Ces finalités exprimées, le problème essentiel concernait la stratégie d'introduction de l'informatique dans ce type d'établissement.

(1) Mmes BOUSSIE, MAGNAN et MICHOUX.

— Ou bien la mise au point d'un enseignement de l'informatique en tant que discipline.

— Ou bien l'introduction de l'informatique à travers les contenus des autres disciplines déjà enseignées.

Il apparaît nettement que cette dernière hypothèse est, compte tenu des finalités exposées plus haut, la plus intéressante : elle permet aux élèves d'être mis en contact avec l'informatique à travers la très grande variété de ses applications, dans le cadre même de ces applications. Cependant, la mise en œuvre de cette hypothèse présente de grandes difficultés, car elle nécessitera une formation assez approfondie des maîtres de toutes les disciplines, une étude et des recherches également approfondies des contenus et des modifications à apporter aux programmes. Malgré ces difficultés, nous avons conservé cet objectif à moyen et à long terme. Dans ce domaine, le lycée de La Celle-Saint-Cloud ne pourra d'ailleurs pas faire plus qu'apporter une contribution à des travaux qui seront développés ailleurs, notamment dans l'Enseignement Supérieur, le lycée pourrait également servir de terrain d'expérience pour valider des présentations et des contenus nouveaux dans différentes disciplines.

La première hypothèse (enseignement de l'informatique) présente aussi des difficultés : elles sont surtout d'ordre institutionnel.

Peut-on raisonnablement introduire une nouvelle discipline dans notre enseignement secondaire ? Les horaires et les programmes semblent actuellement suffisamment chargés et il faudrait retrancher ailleurs ce qui serait donné à l'informatique. D'autre part, peut-on créer un corps enseignant spécialisé avec ce que cela comporte de contraintes (organisation d'une carrière, de concours, etc.) ? Et même si tout cela se réalisait, combien de temps faudrait-il pour pourvoir tous les lycées français de ce personnel nouveau ?

Cette problématique, et l'urgence d'un développement de l'introduction de l'informatique dans nos lycées, nous a conduit à l'adoption d'une voie de compromis :

1. Expérimentation des modalités d'un enseignement optionnel destiné à des élèves **volontaires**, assuré par des professeurs **volontaires** de toutes disciplines, ayant reçu au minimum une fonction du type « Formation légère » actuellement dispensée par correspondance par le C.N.T.E.

Cette expérience pourrait déboucher sur la mise au point d'un matériel didactique et même autodidactique qui, mis à la disposition des établissements, rendrait possible l'initiation d'élèves plus nombreux en palliant, dans un premier temps, l'absence d'un nombre suffisant d'enseignants formés.

2. Etude de l'intégration de l'information dans les contenus d'autres disciplines.

Objectif à plus long terme auquel le lycée de La Celle-Saint-Cloud pourrait apporter une contribution. Des travaux sont prévus en Mathématiques, Histoire, Géographie, Anglais et Musique. Certaines parties de ces disciplines peuvent être traitées de manière algorithmique, les résultats des travaux des professeurs du lycée pourront être confrontés et ajoutés à ceux d'autres équipes.

3. Contribution de l'ordinateur à certaines tâches de gestion pédagogique.

Le lycée étant équipé d'un ordinateur (IRIS 10) il est intéressant d'étudier l'aide qu'il peut apporter dans certaines tâches telles que : constitution d'un fichier élève, gestion des notes, application de techniques docimologiques, etc.

Déroulement de l'expérience et premiers résultats.

La pré-expérimentation de l'année 1969-70 a surtout concerné le premier objectif (enseignement). Elle a permis d'explorer des possibilités de contenus, ce qui a abouti à la mise au point d'un programme d'enseignement expérimental pour la classe de seconde. Ce programme expérimental s'étend sur vingt et une semaines de cours et de travaux pratiques à raison, pour les élèves, d'une heure de cours par semaine et de deux heures de T.P. tous les quinze jours.

Le contenu des leçons a très étroitement tenu compte du contenu de la « Formation légère » de façon, nous le rappelons, que ces leçons puissent être assurées par des enseignants ayant reçu cette formation.

L'expérience d'enseignement doit se poursuivre dans les années qui viennent. L'attitude des élèves qui ont été volontaires en 1969-70 a été extrêmement positive, ce qui s'est confirmé cette année : en effet, 160 élèves de seconde ont été volontaires pour participer en 1970-71 à l'expérience. Le nombre limité d'enseignants pouvant assurer les cours nous a contraint à choisir 90 élèves parmi ces volontaires. Le choix a été réalisé de manière à constituer un échantillon comprenant des élèves de toutes sections (A.AB.C), des élèves des deux sexes, des élèves réputés bons, moyens ou faibles en matières littéraires ou scientifiques. L'étude des résultats obtenus aux exercices de validations de notre enseignement devrait donc permettre d'obtenir des renseignements sur les différents facteurs qui peuvent influencer sur cet apprentissage.

La période pré-expérimentale a également servi à parfaire la formation des professeurs du lycée qui participent à l'expérience ainsi que l'information de nombreux autres enseignants : un stage d'information de six jours a réuni 48 enseignants en juin 1970.

Le groupe de travail s'est enrichi cette année de quatre nouveaux professeurs et deux professeurs qui ont suivi cette année le stage de formation approfondie organisé par la Mission à l'Informatique, renforceront encore ce groupe l'an prochain.

Max LUMBROSO.

Nouvelles tendances dans le domaine de la technologie pédagogique aux États-Unis

La technologie pédagogique (**Educational Technology**), après avoir marqué le pas dans le courant de l'année 1968-1969, s'engage actuellement dans des directions nouvelles et prometteuses. De nombreux projets coûteux comme la mise au point de langages adaptatifs permettant à l'étudiant de dialoguer en langage naturel avec la machine, ont dû être abandonnés par suite des restrictions budgétaires. Mais surtout, les buts et les stratégies du CAI (Computer Assisted Instruction) ou Enseignement Assisté par Ordinateur, méthode pédagogique « mécanisée » qui fit couler beaucoup d'encre, ont été redéfinis.

Pour mieux comprendre cette réorientation de la politique d'utilisation des nouvelles techniques pédagogiques aux États-Unis, il faut remonter jusqu'aux années 50 et aux travaux de Skinner et Crowder sur l'enseignement programmé.

Les machines à enseigner laissèrent entrevoir la possibilité, face au manque d'enseignants, de remplacer certaines des fonctions des professeurs par une machine programmée présentant les questions et analysant les réponses. Avec les ordinateurs et la conduite d'un véritable dialogue en langage naturel entre la machine et les élèves, il devenait possible de simuler pour la première fois certaines des relations professeurs-élèves. Un champ nouveau d'expérimentation s'ouvrait aux éducateurs, tandis que la promesse d'importants profits conduisait les grandes industries américaines de l'électronique, de l'informatique, de l'audio-visuel et de l'édition dans une voie toute neuve, celle de la technologie pédagogique.

Au début des années 60, on assista au mariage de grandes compagnies américaines de hardware et de software, dans le but de se préparer à l'explosion éducative, explosion à laquelle on ne pourrait répondre, pensait-on que par la conception, le développement et la distribution de matériel pédagogique de type nouveau s'appuyant largement sur l'électronique et l'informatique. C'est ainsi que furent créés General Learning Corporation (General Electric et Time Life) ; Xerox Education Division (Xerox et Basic Systems) ; Raytheon Education Company (Raytheon et Dage Bell) ; ou des départements nouveaux fondés sur le rachat, par des géants du hardware, de petites compagnies de software pédagogiques et d'édition : RCA-Random House ; IBM-Science Research Associates ; CBS-Holt ; Rinehart and Winston.

Après quelques années de fonctionnement, presque toutes ces compagnies furent forcées de réduire l'étendue de leurs opérations et de limiter l'ambition de leurs programmes. Dans le domaine de l'enseignement assisté par ordinateur, on s'aperçut que les systèmes en fonctionnement coûtaient trop cher pour seulement « tourner les pages d'un bon livre programmé » et que les résultats obtenus (intérêt des étudiants, efficacité pédagogique) étaient plus que modestes.

Aujourd'hui, à part des résultats limités mais concluants dont nous reparlerons, on ne peut pas dire que l'enseignement assisté par ordinateur sous sa forme « classique » (questions présentées par la machine et analyse par mots-clés des réponses des élèves) représente une voie aussi prometteuse qu'on le pensait à la fin des années 60.

Essayons d'analyser les raisons de ces échecs et de dégager les tendances nouvelles qui se dessinent dans le domaine de la technologie pédagogique.

L'erreur d'orientation de l'enseignement assisté par ordinateur tient probablement à deux facteurs principaux : l'attitude des constructeurs, cherchant à commercialiser un matériel coûteux, mais peu adapté à l'environnement de la classe, et l'attitude des premiers utilisateurs de ces systèmes, informaticiens et électroniciens plutôt que psychologues et pédagogues.

En effet, les efforts qui ont été faits dans la première phase du développement de l'industrie pédagogique, se concentraient généralement sur le hardware aux dépens du software. Les premiers produits proposés portaient la marque des milieux dont ils étaient issus. Ingénieurs et électroniciens avaient accordé une importance prépondérante au « médium » par rapport au « message ». Cette tendance atteint un aspect presque caricatural dans certains types de matériel éducatif proposés par de grandes firmes d'informatique où l'aspect « gadget » l'emporte sur les considérations purement pédagogiques.

Par ailleurs, l'enseignement assisté présenté sous forme de questions et réponses n'est que la transposition aux ordinateurs de l'attitude traditionnelle du professeur, source unique d'information et pré-organisateur des connaissances. Cette attitude conduit à un compartimentage des connaissances, à une atomisation du savoir. Les machines se sont faites les complices de ce jeu et les étudiants ne s'y sont pas trompés : ils attendaient de l'ordinateur qu'il les aide à comprendre les processus dynamiques ou les relations entre éléments des systèmes complexes ; ils ont eu à mémoriser (de manière peut-être plus efficace, mais discontinue) des faits sans relations ni complémentarité.

L'aboutissement logique de cette attitude pédagogique était la mise au point de langages adaptatifs complexes et fort coûteux (du type ELIZA) permettant à l'étudiant de répondre en langage « naturel » et à l'ordinateur de composer les phrases du « dialogue » en fonction des mots et des phrases mêmes utilisés par les étudiants. Malgré la ressemblance entre le dialogue avec l'ordinateur et celui qu'un étudiant pourrait avoir avec son professeur particulier, l'efficacité de la méthode n'apparaissait pas de manière évidente. Il s'avéra extrêmement difficile de répondre à la question : les étudiants apprennent-ils mieux avec ou sans ordinateur ?

Les tendances nouvelles qui se dégagent et qui orientent déjà la conception et le développement d'une deuxième génération de matériel pédagogique résultent du jeu de deux facteurs principaux : accroissement de la participation des étudiants dans le processus d'acquisition des connaissances et accroissement du degré de contrôle des étudiants sur la durée, le contenu et le niveau de la matière enseignée.

Les programmes classiques d'enseignement assisté par ordinateurs (drill and practice), ou les programmes de machines à enseigner, demandent une faible participation et un degré de contrôle limité de la part des étudiants.

Par contre, les programmes de simulation, la conception et l'utilisation de jeux pédagogiques simulant la réalité, ou la résolution de problèmes avec l'aide d'un ordinateur, nécessitent des étudiants une participation élevée et un degré de contrôle accru.

Le rôle de l'ordinateur se modifie. L'enseignement programmé fait place à un « environnement pédagogique », dans lequel l'ordinateur n'est plus qu'un élément parmi d'autres, destiné à favoriser l'acquisition des connaissances. On cherche à utiliser l'ordinateur « en tant qu'ordinateur », non point dans le seul but d'apprendre la programmation aux étudiants, mais dans le but de leur permettre de résoudre des problèmes de toute nature.

Il n'est pas évident, en effet, que le seul fait de répondre à des questions précises posées par un ordinateur favorise le processus d'acquisition des connaissances. Par contre, nombreux sont les enseignants qui estiment que le fait d'avoir à organiser ses propres connaissances (et d'avoir à en acquérir de nouvelles) pour les communiquer à l'ordinateur sous la forme d'un programme, représente une des méthodes pédagogiques les plus efficaces.

A la notion d'apprentissage d'un langage de programmation classique, destiné principalement au calcul numérique, se substitue peu à peu celle, plus souple d'apprentissage de la logique. L'étudiant se « met à la place du professeur ». Il doit avoir parfaitement assimilé ce qu'il présente à la machine et dispose de plusieurs voies pour parvenir à un résultat donné, ce qui lui permet de saisir les principes fondamentaux et non d'appliquer des recettes apprises par cœur.

Les pionniers de ces méthodes dites d'**instruction algorithmique**, (Algorithmic Instruction) ont été le Dartmouth College dans le New Hampshire (université où fut créé, par les étudiants, en 1966, le langage BASIC), et les écoles de Projet LOCAL dans le Massachusetts.

Un certain nombre d'écoles élémentaires, de collèges et d'universités s'engage actuellement dans cette voie. On estime qu'entre 1975 et 1978, 25 % des écoles américaines auront accès à un ordinateur. Un nombre croissant d'élèves des écoles élémentaires et des « high schools » pourront donc apprendre la programmation comme on apprenait jadis le latin. Selon de nombreux éducateurs, la programmation procure très tôt, même dès les classes élémentaires, les bases logiques indispensables à la mise en ordre des idées, en vue de la résolution de problèmes. Le nouveau « latin » et la nouvelle « grammaire » des écoles américaines des années 70 s'appelleront probablement LOGO, FOCAL ou BASIC, langages de programmation faciles à apprendre et à utiliser.

Les **langages adaptatifs** continueront à se développer car ils représentent le seul espoir de dialogue réel étudiant/ordinateur. Cependant, leur utilisation à grande échelle n'est pas prévue pour les cinq prochaines années. Leur développement est en effet étroitement lié à celui de la reconnaissance syntaxique et sémantique des phrases et, en général, au développement de « l'intelligence artificielle ». On connaît les difficultés rencontrées en ce domaine, ne serait-ce que pour la traduction automatique. Par contre, un effort considérable sera fait dans le développement de **programmes interactifs** capables : 1) de diagnostiquer et de signaler les erreurs des élèves et de noter leurs exercices ; 2) de tenir compte des réponses passées de l'élève et de lui poser de nouvelles questions en conséquence ; 3) d'orienter les étudiants en fonction de leurs

réponses vers des références ou des textes mémorisés dans la machine ;
4) de contrôler un environnement multi-media.

La simulation apparaît également comme un des moyens pédagogiques les plus efficaces mis à la disposition des éducateurs. On peut la concevoir comme une méthode permettant a) d'évaluer ou d'analyser des systèmes déjà existants ; b) de développer ou d'évaluer le modèle d'un nouveau système sur lequel on possède peu d'information ; c) de fournir un environnement représentant une situation réelle et ce, à des fins d'enseignement.

Les principaux avantages de la simulation sur l'expérimentation directe sont les suivants : 1) la simulation fournit généralement un modèle peu coûteux d'un environnement complexe ; 2) les modifications introduites par les utilisateurs ne risquent pas de conduire à la destruction irréversible du système ; 3) les conséquences de ces modifications sont rapidement retournées à l'utilisateur (feed-back) ; 4) la simulation est reproductible : elle permet de tester différentes hypothèses et de les vérifier, ce qui donne à l'étudiant l'impression de contrôler le système.

On peut s'attendre à un accroissement important du nombre de programmes de simulation destinés aux étudiants. Le matériel pédagogique de **simulation analytique** (jeu éducatif ne nécessitant pas d'ordinateur) devrait également connaître un développement accru. Ces jeux permettent aux étudiants de comprendre des relations dynamiques entre les éléments de systèmes complexes évoluant au cours du temps.

On assiste depuis peu aux Etats-Unis à un important développement de ces jeux de simulation sur les problèmes les plus variés (biologie, économie, sociologie) et au développement de « packages éducatifs » à bas prix de revient comportant un guide d'auto-apprentissage (Self-Study Guide, remplaçant le livre programmé et permettant à l'étudiant d'apprendre à son rythme propre), des modèles ou des « kits » illustrant un phénomène particulier et des films 8 mm à boucles ou des diapositives permettant d'insister sur un aspect où la visualisation est essentielle.

Une importante tendance se manifeste également dans le domaine de l'utilisation des **systèmes documentaires automatisés**. Le développement de programmes d'accès aléatoire permettant de composer sur un cadran un numéro correspondant à une référence ou à un document (Dial Acces Information Retrieval) met à la portée des étudiants sur différents types de terminaux de visualisation, le contenu imprimé ou audio-visuel d'une banque de données pouvant être exploré à loisir. La bibliothèque devient ainsi un véritable « **learning center** ».

Si l'on considère le nombre d'expériences actuellement entreprises dans ce domaine aux Etats-Unis, il est raisonnable de penser que la notion de « learning center » s'imposera. Cette approche permettant de coupler les ressources de la bibliothèque avec l'enseignement assisté a déjà été utilisée avec profit, notamment par la National Library of Medicine, et la Harvard Medical School. Des programmes permettant de guider l'interaction de l'étudiant au cours de son exploration de la banque de données sont également expérimentés dans plusieurs universités.

Enfin, il faut signaler une tendance fort intéressante et qui connaît un succès croissant dans la plupart des grandes universités : c'est le concept de l'« open house ». Un département utilisant un ordinateur est ouvert la nuit et les week-end, en plus des heures habituelles de cours. L'ordinateur est à la disposition des étudiants pour leurs problèmes particuliers. Ceux-ci se forment ainsi « sur le tas » en posant des questions aux étudiants les plus expérimentés. Cette formation est empirique : la théorie vient après. L'ordinateur agit comme un catalyseur. Cette méthode, dont les résultats sont difficilement prévisibles, est estimée par certains plus efficace que les coûteux programmes de CAI.

On peut considérer également que font partie de l'enseignement assisté par ordinateur, le C.M.I. (Computer Monitored Instruction), l'orientation scolaire et universitaire, et l'utilisation de l'informatique dans l'administration scolaire.

Dans le C.M.I., les réponses sont enregistrées sur des cartes spéciales et analysées par l'ordinateur. L'élève est noté, des références complémentaires lui sont fournies en cas de réponses fausses ou incomplètes. Le C.M.I. est plus économique que le CAI, mais possède évidemment un temps de réponse plus lent.

L'utilisation de l'informatique pour le traitement des données administratives, la scolarité ou la répartition des classes et des cours, continuera de s'accroître. De nombreuses écoles sont déjà reliées à des ordinateurs centraux offrant de tels services. Cependant, un élément nouveau va jouer un rôle de plus en plus important dans la vie scolaire, universitaire et même professionnelle des Etats-Unis : l'utilisation de l'informatique pour l'orientation scolaire et universitaire.

Plusieurs compagnies offrent déjà un service permettant à des étudiants de choisir l'université dans laquelle ils désirent poursuivre leurs études. Un questionnaire rempli par les étudiants et pouvant être renvoyé par la poste, est transcrit en cartes perforées. Ces cartes sont ensuite comparées dans la machine avec les informations disponibles sur les cours et les programmes offerts par les universités et collèges de différents états. D'autres systèmes permettant un dialogue en langage naturel entre l'étudiant et la machine ont été développés. L'ordinateur répond aux questions posées par les utilisateurs sur les différentes professions qui les intéressent et les aide à choisir leur carrière.

L'ordinateur ne remplacera évidemment pas le conseiller pédagogique, mais dans bien des cas, il permettra de gagner un temps précieux en offrant au conseiller un résumé des problèmes qui se posent à l'étudiant, lui permettant ainsi d'y répondre de manière plus approfondie.

En conclusion, il est permis d'espérer qu'après une période de tâtonnement, centrée presque exclusivement sur l'ordinateur, on pourra obtenir, dans un très proche avenir, des statistiques sérieuses permettant de juger les méthodes et les systèmes les plus favorables à l'acquisition des connaissances. On se préoccupe plus aujourd'hui de savoir **comment** enseigner et **quoi** enseigner que de réaliser des programmes à partir de la machine ou du hardware dont on dispose. L'attrait des gadgets cède la place au travail en profondeur nécessaire à la conception du software éducatif. Et l'on voit tout à coup les

supports pédagogiques se modifier : des machines coûteuses, on passe aux jeux et aux « packages ». Des ordinateurs géants en « time-sharing » comportant des centaines de terminaux, on passe aux mini-ordinateurs, laissés à la libre utilisation des étudiants, comme les livres d'une bibliothèque, pour jouer, pour apprendre en jouant.

Afin d'illustrer cette nouvelle tendance, de mettre l'accent sur le message et la manière de le faire passer, on a créé à côté du hardware et du software le terme de teach-ware.

Comme le faisait remarquer le Professeur Joseph Weizenbaum du MIT, créateur du programme de dialogue étudiant/machine Elisa, « même si l'on pouvait imaginer un terminal à l'aspect humain, qui parle, écoute, analyse les réponses des étudiants et possède une mémoire encyclopédique, il n'est pas certain que les élèves apprennent mieux et plus vite avec un tel matériel : le problème est de savoir ce que nous voulons dire ».

Joël de ROSNAY.

Le développement de l'enseignement programmé en U.R.S.S.

L'enseignement programmé a acquis en Union Soviétique une place importante dans l'enseignement supérieur. Loin de servir uniquement de support à l'enseignement classique, il le remplace souvent et permet d'effectuer le contrôle des connaissances.

Une multitude incroyable de machines à enseigner mécaniques ou électriques existe et cela d'ailleurs donne lieu à des présentations dans des musées, par exemple à Moscou, ou au sein de laboratoires de recherche, tel celui de l'Institut Technique de Kiev. Aujourd'hui, un grand nombre de machines est utilisé à travers l'Union Soviétique. Il importe de définir les principaux types de matériels en place en se référant aux méthodes utilisées en enseignement programmé. Quel est l'apport de l'informatique dans le domaine de l'enseignement ? Il est intéressant de voir les quelques expériences en cours et les projets à plus long terme.

LES MACHINES A ENSEIGNER

La machine à enseigner la plus courante est fondée sur le principe des questions à choix multiple. L'étudiant se voit poser une série de questions et doit désigner pour chacune d'entre elles la réponse exacte dans une liste de réponses possibles.

L'ordre des interrogations est fixé à l'avance. On peut soit poser toujours la question qui suit après avoir constaté la validité ou non de la réponse précédente fournie, c'est le cas de la programmation linéaire la plus souvent rencontrée, soit se brancher sur des informations complémentaires et des questions intermédiaires et faire ainsi adapter par l'étudiant lui-même le détail de l'enseignement au moyen de la mesure de son propre niveau de connaissances, tel est le cas de la programmation ramifiée.

En fin d'exercice, l'étudiant se voit sanctionné par une note de 1 à 5 — équivalente au barème ABCDE —, qui dépend de l'exactitude des réponses proposées et du temps nécessaire pour chaque réponse.

Le contenu de l'enseignement traité sur machine correspond à l'essentiel du travail individuel demandé à chaque étudiant. Un cours commence par une présentation pendant quelques séances (de l'ordre de 1 à 3) en amphithéâtre où l'on insiste surtout sur la structure logique de l'ensemble. Le travail personnel sur machine est contrôlé par des examens sur des matériels voisins. Enfin un séminaire de synthèse permet de tirer les principales conclusions et d'enchaîner sur la suite de l'enseignement.

Dans la grande université Lomonossov de Moscou fonctionnant avec un rapport professeurs/élèves de 1 à 6, l'équipe du Professeur Talizina, directrice du Laboratoire d'Enseignement Programmé, insiste sur les principes d'analyse qui doivent représenter une part importante de l'enseignement et critique toute simple énumération de faits.

Parmi l'ensemble des matériels qui ont pu être vus, Cactus est très répandu (2 500 exemplaires en Russie) et sert au contrôle des connaissances. L'appareil se présente comme une longue boîte avec en façade un écran carré en verre dépoli et des boutons-poussoirs de marche dont cinq correspondent aux réponses possibles numérotées. Le texte est sur film sans fin à l'intérieur du boîtier. La vérification de la réponse est opérée optiquement en se référant au cadre de carrés blancs et noirs qui entoure la photo et n'est bien sûr pas visible pour l'étudiant. Celui-ci est informé de la valeur de sa réponse : un voyant « correct » ou « incorrect » s'allume dès qu'il appuie sur le bouton correspondant à son choix et le film progresse d'une vue.

Deux autres machines du même type sont également utilisées. L'une traite les questions par groupe au moyen de plusieurs contacteurs. Pour chaque réponse on positionne un contacteur sur le numéro choisi. La validité de l'ensemble n'est signalée qu'en fin d'exercice. Ce système fonctionne en mathématiques avec des séries d'exercices. L'étudiant cherche la solution sur du papier brouillon et ne propose qu'une solution parmi cinq.

Une autre configuration utilise pour répondre un cadran de téléphone. Dans ce cas, l'élève compose caractère par caractère la réponse qui peut être un mot ou une formule de chimie.

APPORT DE L'INFORMATIQUE

Si toutes ces machines ont le mérite d'exister, il n'en reste pas moins que l'on atteint très vite l'utilisation maximum possible et que l'on se heurte à l'impossibilité de mieux adapter l'enseignement au niveau des élèves en détaillant certains points et en passant vite sur d'autres bien compris et surtout à la difficile mise à jour du cours. De plus, on ne peut pas profiter des renseignements acquis précédemment ou même pendant l'exercice sur l'étudiant, pour affiner le jugement.

Une petite machine isolée ne peut en aucun cas offrir de tels avantages. Il faut notamment disposer d'un fichier important facile à consulter et d'un système d'aiguillage efficace.

L'utilisation d'un ordinateur relié à des machines classiques permet déjà de gérer la notation de l'ensemble des élèves et simplifie le passage à la programmation ramifiée. Il est même possible d'autoriser alors, sur demande de l'étudiant, la marche arrière pour se remémorer une question déjà vue au cours de l'interrogation.

Vue du côté étudiant, la méthode d'enseignement a peu évolué. Il s'agit toujours de questions à choix multiple, certes plus agréables à manier. Et l'on peut se demander si cette démarche constitue une bonne pédagogie. En effet, pour retenir une réponse il est souhaitable de l'écrire et de la voir s'écrire. La présence d'un terminal de type téléscripteur ou écran de visualisation avec clavier correspond mieux à ce que l'on souhaite utiliser en enseignement assisté par ordinateur.

L'ENSEIGNEMENT ASSISTÉ PAR ORDINATEUR

La mise en place d'expériences d'enseignement assisté par ordinateur nécessite la présence d'un système d'exploitation en temps partagé avec des terminaux. Actuellement, deux centres en Union Soviétique comptent développer des activités d'enseignement. Il s'agit d'un cours d'informatique limité à l'apprentissage de langages de programmation, COBOL et ALGOL, respectivement à l'Institut de Cybernétique de Kiev et au Centre de Calcul de la Cité des Savants Akademgorodok.

La méthodologie de l'Enseignement Programmé est développée en Union Soviétique. Mais avec des moyens limités, seules des machines élémentaires ont pu être créées et diffusées dans l'enseignement supérieur où la sélection par concours et le contrôle des connaissances tiennent une place importante.

Y. CARRIERE.

L'informatique et l'enseignement secondaire dans le canton de Genève (1)

Le début de l'année scolaire 1969-1970 a vu l'informatique faire son entrée dans l'enseignement secondaire du canton de Genève, par la création du centre de calcul électronique du collège de Genève, sous la responsabilité de M. le Professeur G. Haury en étroite collaboration avec l'Institut Interfacultaire de calcul électronique sous la direction de M. le Professeur B. Levrat, titulaire de la chaire de calcul électronique de l'Université. C'était l'une des conséquences directes du développement extraordinaire pris par l'Informatique, technologie dont l'homme de demain, qui actuellement n'est encore qu'un élève, sera de plus en plus tributaire.

A un niveau strictement scolaire, pour nos collègues genevois, l'Informatique peut, par la rigueur de pensée exigée par l'emploi de l'ordinateur, être un élément de valeur dans l'acquisition des qualités de probité intellectuelle.

De plus, pour que l'homme de demain puisse mettre l'ordinateur à sa juste place, il est nécessaire qu'il apprenne à la connaître le plus tôt possible.

Il n'est absolument pas question pour eux de former des programmeurs très habiles, mais essentiellement de démystifier l'ordinateur.

Sur le plan, non plus strictement scolaire, mais simplement éducatif, il peut permettre à des jeunes de prendre des responsabilités.

A ce sujet, une expérience a été faite : les camps de ski du collège Calvin en 1970, ont été entièrement organisés sur ordinateur. Le problème était d'établir les listes des élèves à partir d'un fichier central comprenant pour chaque élève : nom, prénom, sexe, classe, numéro de téléphone, station choisie (deux possibles), groupe skieurs, thème de conférence, skis, chaussures, bâtons empruntés, pavillon et numéro de dortoir.

La répartition devait se faire :

- par groupe skieur (à l'intention des moniteurs de ski),
- par pavillon (à l'intention des responsables de pavillon),
- par dortoir (à l'intention des responsables de chambre),
- par thème de conférence (à l'intention des conférenciers), etc.

(1) Propos recueillis auprès de M. le Professeur B. Levrat, titulaire de la chaire de calcul électronique de l'Université de Genève, et de son service, par M. Vandroux René, Professeur de Biologie-Géologie, en stage de formation approfondie à l'Informatique.

Cette expérience de gestion s'est révélée concluante et la tâche des organisateurs en a été allégée d'autant.

L'accueil de l'informatique par les élèves concernés semble avoir été favorable puisqu'en 1969-1970, plus d'un élève sur trois a suivi le cours facultatif de calcul électronique donné au niveau du troisième degré (équivalent de la classe de première de l'enseignement français).

A Genève, le processus pédagogique adopté pour introduire **l'informatique dans le secondaire présente trois aspects** :

- 1) enseignement individualisé sous forme de travaux pratiques ;
- 2) intégration des méthodes de calcul électronique dans l'enseignement des disciplines scientifiques ;
- 3) intégration des méthodes de calcul électronique dans l'organisation scolaire.

Actuellement les élèves des divers établissements s'initient à la programmation en Fortran ; cette initiation facultative se fait sous forme de deux séances par semaine. Chaque élève est tenu de rendre avant une date limite un programme. Pour le premier trimestre, le sujet était un calcul de moyenne. Pour le deuxième trimestre, il consiste en la résolution d'une équation du deuxième degré.

CHAQUE PROGRAMME DOIT CORRESPONDRE A CERTAINES NORMES :

- 1) explications et organigrammes ;
- 2) listage sur C.D.C. 3800 (avec commentaires) ;
- 3) listage des données sur 870 (sauf si elles apparaissent au début des résultats) ;
- 4) présentation complète (avec titres) des résultats, avec rappel de l'énoncé.

— Ce sont les élèves qui ont la responsabilité de l'écriture des cartes de contrôle. Il sont également chargés de la perforation de leurs programmes.

Parallèlement, un travail de démystification de l'ordinateur est mené vis-à-vis des parents des élèves qui suivent les cours. Une visite commentée de l'ordinateur a été organisée pour eux.

MOYENS MIS EN ŒUVRE

Pour accomplir ce travail, le centre de calcul électronique du Collège de Genève dispose de divers moyens :

1) **Du point de vue personnel**, actuellement 13 enseignants issus de disciplines scientifiques doivent des cours, essentiellement de programmation. Leur formation a été effectuée dans le cadre universitaire sous forme d'un cours de deux heures par semaine.

Après les mathématiciens, ce sont cette année les géographes qui suivent cette formation. Leur emploi du temps habituel a été réduit de deux heures afin de leur permettre cette formation complémentaire. D'autres professeurs suivent les cours de leurs collègues dans le cadre de leur établissement, mais de manière facultative.

2) **Du point de vue matériel**, le collège de calcul électronique de Genève a accès à l'ordinateur de l'Université (un Control Data CDC 3800). Cet ordinateur traite en moyenne 50 jobs par jour pour le compte de l'enseignement secondaire.

— Le transport des travaux entre l'Université et chaque établissement est assuré par une camionnette.

— Chaque école a, à sa disposition, des perforatrices qui sont en location.

— A partir du 1^{er} janvier, un supplément de matériel doit être mis à leur disposition sous forme d'une nouvelle machine à lister (tabulatrice IBM 447).

— Du 15 janvier au 15 février 1971, la compagnie Honeywell-Bull mettra gratuitement à leur disposition un terminal leur permettant de travailler directement avec l'ordinateur de Lyon.

— A partir du deuxième trimestre, un service conseil sera mis en place dans le cadre universitaire, de 18 heures à 20 heures, un soir par semaine. Tous les participants (professeurs et élèves) ont la possibilité de bénéficier de ce service.

— Un manuel de référence Fortran est vendu au cours pour la somme de 10 F.

OBTENTION DE CERTIFICATS

Ces cours, bien que facultatifs, sont sanctionnés par l'attribution de deux types de certificats :

— **Un certificat de programmation élémentaire :**

Les élèves qui auront suivi avec assiduité le cours de programmation et qui auront rendu les programmes imposés, devront résoudre un problème particulier lors du troisième trimestre. Ils le présenteront à une commission formée du titulaire de la chaire de calcul électronique, du professeur de programmation et du responsable du centre de calcul. Les élèves qui obtiendront le certificat de programmation élémentaire décerné par le collège de Genève pourront continuer à fréquenter le centre de calcul de quatrième année.

— **Un certificat de programmation avancée :**

Les élèves qui auront suivi avec assiduité le cours de programmation pour élèves avancés devront exécuter un travail personnel au troisième trimestre et le défendre devant une commission d'experts qui décidera de l'attribution du certificat pour élèves avancés :

L'intérêt actuel du certificat de programmation avancée se situe au niveau de l'enseignement supérieur. Dans le cadre universitaire, l'enseignement de l'informatique est conçu comme un enseignement qui vient en complément à d'autres cycles d'études (math, physique, par exemple). De ce fait, le certificat de programmation avancée dispensera les futurs étudiants de certains cours universitaires d'informatique, s'ils le désirent évidemment, lors de leur passage à l'Université.

Le certificat de programmation élémentaire permet seulement aux élèves de fréquenter le centre de calcul lors de leur année de maturité (terminale de l'enseignement français).

PERSPECTIVES

Les perspectives à venir sont actuellement élaborées au sein de sous-commissions dont les principales tâches sont :

- organisation de la rentrée 1971-1972,
- calcul des moyennes et établissement des livrets scolaires ; relevé des absences,
- établissement des horaires,
- informatique comme support de l'enseignement,
- établissement de l'horaire des conférences de maîtres,
- organisation des camps de ski,
- manipulation d'un horaire établi de façon classique,
- répartition stochastique des élèves pour les épreuves trimestrielles,
- organisation des stages,
- établissement des travaux d'élèves dont les réponses seraient formulées d'une façon assimilable par un ordinateur.

De plus, le service de recherche de l'Université de Genève met au point un procédé de consultation de fichier à partir d'un terminal. Ce procédé, dénommé IN FOOL, présente la particularité d'être facilement accessible et utilisable par des non-informaticiens. Il doit faire l'objet d'une communication au prochain congrès de l'IFIP.

Voici donc les faits qui permettent à M. Gérard Haury, responsable du centre de calcul électronique du Collège de Genève de dire que : « Grâce au dynamisme d'un grand nombre de maîtres, qui portent un intérêt très vif à tous les domaines de l'informatique, et à l'appui constant du chef du DIP et du directeur général de l'enseignement secondaire, Genève reste, en Suisse, à la pointe du progrès dans un des domaines les plus révolutionnaires de notre époque. »

VIE DE SÈVRES

ANNIVERSAIRES

Le 19 juin 1971, le Centre d'Etudes pédagogiques fêtait son 25^e anniversaire, en même temps que le 50^e anniversaire du Lycée de Sèvres. Cette célébration s'accompagnait d'un hommage à Mme Hatinguais, première directrice du Centre et à son œuvre à la tête de cette maison.

La première partie de cette journée de fête était consacrée à la commémoration officielle, présidée par M. le Ministre de l'Education nationale, qui prononça l'allocution suivante :

« Nous célébrons un, et même deux anniversaires. Il arrive que les cérémonies de ce genre restent des cérémonies, où le rite l'emporte sur la ferveur, ou qu'elles ne touchent profondément qu'une minorité d'initiés et de nostalgiques. A Sèvres, nous ne courons pas ce risque. En commémorant les débuts des deux institutions rassemblées aujourd'hui dans cette demeure, nous n'avons pas seulement à évoquer des souvenirs. Ces institutions sont des entreprises bien vivantes. Leur histoire est déjà riche, mais leur bilan n'est pas clos. C'est à leur avenir aussi que nous pensons aujourd'hui, au rôle toujours plus important qu'elles sont appelées à jouer dans notre système éducatif de demain.

Sèvres, en effet, m'apparaît comme accordé, de nature et d'esprit, à tout ce qu'il y a d'ouvert et d'accueillant dans ce système dont nous devons trop souvent constater la lourdeur et la rigidité. Son Lycée maintenant cinquantenaire était déjà par lui-même une idée neuve, puisque sa création traduisait une volonté d'associer formation scientifique et formation pédagogique des jeunes enseignants qui constitue l'un des axes de notre effort actuel. Que, très vite en somme, il ait débouché de la formation sur l'expérimentation, ce fut une seconde rencontre, non moins heureuse, dont la fondation du Centre international, voici vingt-cinq ans, allait élargir les dimensions. De l'organisation des classes d'orientation à celle des classes nouvelles, puis des classes-pilotes, de la rénovation des enseignements traditionnels à l'intégration de

sections techniques et à l'établissement de liens originaux avec l'école élémentaire, Sèvres a pu poser ainsi la plupart des problèmes que nous avons à résoudre, explorer les voies de leur solution, aider à y voir clair et à choisir.

Tout ce travail s'est fait selon la seule formule efficace, encore fallait-il la trouver, et savoir en user : une approche très souple des réalités pédagogiques, d'allure libre, mais non pas libertaire, tempérée par le goût de la concertation et le sens de l'action en équipe, un aménagement des contraintes hiérarchiques ou réglementaires capable de satisfaire aux exigences de l'innovation sans tomber dans les illusions d'un spontanéisme anarchique. C'est dire la part qu'ont prise à leur réussite les maîtres d'œuvre de ces recherches et de ces réalisations collectives. Il m'est particulièrement agréable de le reconnaître en m'associant à l'hommage plus personnel qu'est aussi cette cérémonie et qui s'adresse à une éducatrice, à une animatrice d'exception. Sans la présence de Mme Hatinguais, notre réunion n'aurait plus le même sens.

Sèvres fut, et reste, le reflet, et plus encore l'artisan, de toute une politique attachée à donner à notre enseignement la ressource qui lui manque peut-être le plus, l'aptitude au changement. J'entends au changement nécessaire, cohérent, réfléchi. Une autre ouverture s'imposait pour parvenir à cet état de disponibilité, à cette capacité d'adaptation continue et pour en tirer parti : l'ouverture sur le monde extérieur, les contacts internationaux, la confrontation des conceptions et des pratiques pédagogiques qui nous sont familières et de celles qui sont développées hors de France. Il fallait, en un mot, que Sèvres fût un Centre international. Je crois pouvoir dire qu'il l'est devenu au plein sens du terme. En permanence, ou presque, stagiaires étrangers et stagiaires français y coexistent, pacifiquement bien sûr, et même harmonieusement. L'enrichissement mutuel qu'ils en retirent n'est pas seulement professionnel, mais humain. Tout un réseau d'échanges intellectuels et de relations amicales s'est construit sur cette base. Y voyant l'un des mérites les plus certains de cette maison, nous attachons le plus grand prix à son maintien et à son renforcement. L'intérêt que veulent bien lui porter, de leur côté, nos partenaires, ne peut que nous encourager dans cette conviction. Je suis très sensible au témoignage que nous apporte ici l'Amicale des Conseillers culturels, et je remercie tout particulièrement M. de Gorter, Conseiller culturel à l'Ambassade des Pays-Bas, qui, en se faisant leur interprète, a su les associer si généreusement à notre rencontre.

L'accueil que Sèvres réserve à tous ses visiteurs n'est pas étranger sans doute à son rayonnement. Je pense à l'heureux accord de son paysage et de son architecture, aux souvenirs, aimables ou graves, qui composent aussi son image. Mais je sais également le travail qu'exigent les activités multiples du Centre et du Lycée de Sèvres, et, si je parlais tout à l'heure à leur propos d'entreprise plutôt que d'institution, c'est que je n'oublie pas la part que prennent à leur vie et à leurs progrès tous ceux qui s'en font quotidiennement les bons ouvriers. C'est pour beaucoup grâce à eux que notre Education Nationale peut trouver ici quelque chose d'exemplaire, et, si M. Auba le permet, j'en verrai volontiers un signe dans la dualité de son personnage qu'il assure, non certes sans mérite, mais sans difficulté apparente. Il n'est pas indifférent que le Directeur de Sèvres exerce aussi, en matière de recherche pédagogique, des responsabilités qui se situent au niveau national. C'est que le centre n'est pas seulement, comme on dit, un haut lieu, encore moins une citadelle aux

portes closes ; il est fait pour recevoir, pour rassembler et pour transmettre, c'est-à-dire pour créer, au bénéfice de tous. C'est un creuset d'avenir. Je vous en remercie... ».

M. de Gorter, attaché culturel à l'Ambassade des Pays-Bas, au nom de tous les attachés culturels de Paris, représentant soixante-quinze pays, souligna la vocation internationale de Sèvres. Evoquant les grands mouvements qui, dans tous les pays, secouent les fondements de l'éducation traditionnelle, il ajouta : « *Le Centre offre aux éducateurs les moyens de réfléchir sur les données pédagogiques du monde moderne, réflexion qui pourrait les conduire à animer à leur tour, dans leur région ou leur pays, des équipes de chercheurs. La formation et l'information sont, à Sèvres, les éléments moteurs, en ce lieu privilégié de rencontres internationales, d'une indispensable confrontation de théories et d'expériences pédagogiques ».*

Ayant eu le privilège de connaître le Centre depuis son origine, M. de Gorter souligne la continuité de l'œuvre entreprise et ses perspectives de développement : « *Fonctionnant tantôt comme laboratoire de pensée pour les chercheurs, tantôt comme intermédiaire, le Centre pose sans cesse de nouveaux points d'interrogation. »*

Il appartenait à M. l'Inspecteur général Auba, directeur du C.I.E.P. de retracer l'histoire de notre maison. La modeste école d'application, créée par Mlle Amieux pour les Sévriennes, est devenue un grand établissement moderne, sans perdre son atmosphère de recherche et de liberté. Le Centre, né en 1945 en même temps que les classes nouvelles, est resté fidèle à l'idéal de ses créateurs, Gustave Monod et son équipe, formée d'éducateurs exceptionnels, comme Jean Bayet, Marcel Abraham, Pol Simon et les « quatre mousquetaires » : Roger Gal, Alfred Weiler, Claire Roby, Georges Petit.

« Mais le Centre n'aurait pu devenir cette maison rayonnante, foisonnante, mais animée par un ordre intérieur riche d'humanité, si M. Monod n'avait mis à sa tête celle qui, pendant plus de vingt ans, allait s'y consacrer tout entière, avec une remarquable largeur de vues à laquelle s'alliaient le plus sûr réalisme, une intelligence solide et une intuition pénétrante, une générosité éclatante et une habileté de tous les instants, une force irrésistible et un charme délicat, celle que nous avons la joie d'avoir ici avec nous, en ce moment, Mme Hatinguais ».

Sous son impulsion, « *cette joie d'apprendre chez les élèves, cette joie d'enseigner chez le maître »* donnent à notre maison son style irremplaçable.

Au Lycée de Sèvres sont venus se joindre les autres Lycées-pilotes de Montgeron, Enghien, Toulouse-Bellevue, Marseille-Veyre, La Folie-Saint-James, « *communautés vivantes et ardentes, où s'épanouit l'enfant dans la richesse de sa personnalité ».*

Très vite aussi, les éducateurs des autres nations ont été associés à notre recherche et à la vie même de notre maison. Et M. le Directeur Auba conclut :

« Telles furent les origines du Centre : telle fut la mission à laquelle il est resté fidèle. Certes, après les promesses lumineuses de l'aube, la tâche quotidienne ne s'accomplit pas sans effort ; mais variée, exigeant un renouvellement perpétuel, elle reste inséparable d'une espèce d'allégresse : celle des enseignants dont les recherches pédagogiques s'effectuent au contact du réel, dans l'atmosphère stimulante du travail d'équipe, car c'est au nom de toute une équipe que j'ai l'honneur de parler en ce moment : celle des élèves qui grandissent et se forment dans cette maison ; celle des stagiaires français et étrangers, qui, après les conférences, les longues et passionnées discussions dans les salles à manger et les couloirs, voient plus clair dans les nécessités de leur métier et peut-être en eux-mêmes. Comment méconnaître l'importance du chemin parcouru ? Bien des expériences tentées à Sèvres, il y a vingt-cinq ans et qui paraissaient alors originales et audacieuses ont pu être généralisées ; grâce à l'institution des professeurs chefs d'équipe, des conseils de classe, à l'établissement du dossier scolaire, il est apparu nettement que nous voulions former non le spécialiste de telle ou telle discipline mais l'être tout entier ; élèves des lycées et des C.E.G. se retrouvent maintenant dans le même C.E.S. Notre système d'enseignement devient peu à peu plus humain. Mais la route reste bien longue encore. Que le Centre ait pu se trouver associé à certaines réformes récentes, c'est une de nos fiertés. Il y a trois ans, M. Edgar Faure s'adressait ici à des proviseurs, directrices et directeurs de lycée et de collège et étudiait avec eux les moyens qui doivent permettre à nos élèves de vivre dans nos établissements conformément aux exigences d'une démocratie véritable. Dans la salle où nous nous trouvons, vous-même, M. le Ministre, avez défini, en octobre 1969, la doctrine du tiers temps qui redonnera à l'école élémentaire une nouvelle jeunesse.

S'il est vrai, selon le mot de Camus que « le but de la vie, c'est le bonheur des autres », peut-être est-ce ici un lieu où, comme dans tant d'autres maisons de l'Education Nationale, les enseignants peuvent se dire qu'ils n'ont pas manqué leur vie ».

Au cours de la cérémonie, M. le Ministre de l'Education Nationale dévoila une plaque donnant le nom de « Salle Edmée-Hatinguais » à la grande salle de conférences du Centre. Il reçut d'autre part, en hommage, un exemplaire du livre « Une demeure, une femme » qui retrace l'histoire de notre maison et l'œuvre de Mme Hatinguais de 1945 à 1966.

Dans la deuxième partie de la journée, c'est une véritable foule qui se pressa pour venir témoigner à Mme Hatinguais l'amitié et la reconnaissance de tous ceux qu'elle a accueillis au Centre et au Lycée. Dans une atmosphère chaleureuse, plusieurs orateurs retracèrent sa carrière et son action : Mme Fauconnet, directrice du Lycée de Sèvres, définit ce que lui doivent les Lycées-pilotes, artisans d'une rénovation des méthodes éducatives qui se développe chaque jour davantage. Soulignant l'union du Centre et du Lycée qui fait l'heureuse harmonie de cette maison, M. le Directeur Auba célébra ce don qu'a Mme Hatinguais de créer autour d'elle l'unité, cet art d'harmoniser les opinions de gens de tous pays, de coordonner les efforts de toute nature, autour d'une pensée unique : le progrès de l'éducation pour un meilleur avenir de la jeunesse. M. Levarlet, secrétaire général du Ministère de l'Education de Belgique,

rappela les liens d'amitié qui unissent les éducateurs de nos deux pays, concrétisés par la présence au Centre, dès sa création, de M. Roger, un des maîtres d'œuvre de la réforme belge, et par les multiples visites qui ont formé entre nous un courant continu d'échanges pédagogiques. M. Clarac, membre de l'Institut, retraça, avec autant d'esprit que d'émotion, ses rencontres avec celle qui sut faire de l'Internat d'Alger un « paradis éducatif », puis fut la plus jeune directrice de Lycée de Paris, avant d'être la dynamique directrice de l'E.N.S. de Sèvres, puis du Centre.

D'autres amis avaient envoyé par écrit leur message, tel M. Pénard, conseiller culturel, qui, d'Alger, évoquait la période où Mme Hatinguais « toute illuminée de bonheur », menait à bien, « par la foi et la ténacité », la construction de cet internat « cité heureuse, lieu et instrument d'une éducation personnelle et civique ».

A tous, Mme Hatinguais répondit en quelques mots émouvants qui associaient tous les amis et collaborateurs du Centre à l'œuvre accomplie pendant ces vingt-cinq ans.

Pendant ce temps, c'est l'ensemble de la maison qui constituait un hommage vivant à celle qui sut donner une si remarquable impulsion. A travers les salles et les couloirs, une exposition reflétait, non seulement le brillant passé de Sèvres, mais surtout la vitalité des méthodes actives qui y sont pratiquées. Concerts, spectacles dramatiques, compétitions sportives, démonstrations audiovisuelles, se déroulaient simultanément, témoignant de l'imagination créatrice des enfants, de leur bonheur de vivre dans cette maison et de l'harmonie qui y règne. Partout la jeunesse triomphait, faisant de cette journée d'anniversaire, non pas une commémoration du passé, mais une étape de notre élan vers l'avenir.

P.A.

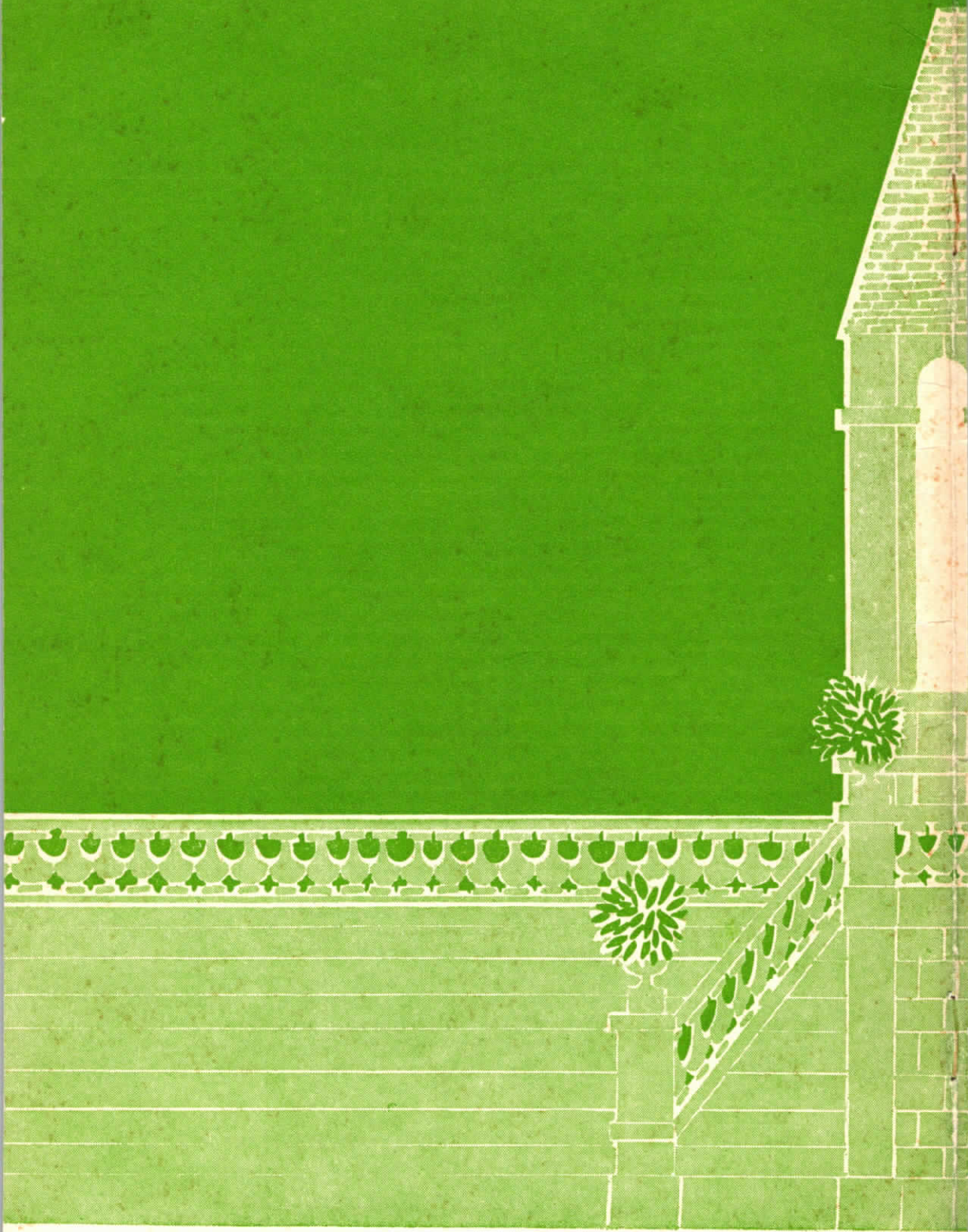
CONDITIONS D'ADHÉSION

Envoyer le montant de l'adhésion (membres adhérents : 15 F, membres bienfaiteurs : 30 F) au compte chèques postaux : Paris 6959-99 «Amis de Sèvres» 1, avenue Léon-Journault - 92-SÈVRES.

Pour l'étranger, s'adresser à nos correspondants Hachette à l'étranger :

AFRIQUE DU SUD : CONSTANTIA CONTINENTAL BOOKSELLERS. P.O.B. 7753 Johannesburg. — **ALLEMAGNE FEDERALE** : W.E. SAARBACH G.m.b.H. Follerstrasse 2, D. 5. Koeln. — **ARGENTINE** : LIBRERIA HACHETTE. Rivadavia 739-45, Buenos Aires. — **AUTRICHE** : MORAWA, Wollzeile 11, 1010 Wien. — **BELGIQUE** : AGENCE ET MESSAGERIES DE LA PRESSE. 14-22 rue du Persil, Bruxelles. — **BRESIL** : LIVRARIA HACHETTE S.A. DO BRASIL. 299 Avenida Erasmo Braga-4º andar, Caixa Postal 1969, Rio de Janeiro. — **CANADA** : LIBRAIRIE HACHETTE. 554 est, rue Sainte Catherine, Montréal 24 P.Q. — **CHILI** : LIBRAIRIE FRANÇAISE. Huerfanos 1076 Casilla 43 D, Santiago. — **COLOMBIE** : LIBRERIA CENTRAL. Apartado aereo 3484, Bogota. — **CONGO** : SOCIETE CONGOLAISE HACHETTE. B.P. 2510, Brazzaville. — **CHINE** : WAIWEN SHUDIAN. P.O. Box 88, Pékin. — **CUBA** : CUBARTIMPEX. Simon Bolivar n° 1, Palacio Aldama Bldg aptdo 6540, La Havane. — **ESPAGNE** : SOCIEDAD GENERAL ESPAGNOLA DE LIBRERIA. Evaristo San Miguel 9, Madrid 8. — **ETATS-UNIS** : EUROPEAN PUBLISHERS REPRESENTATIVES INC. 132 West 43rd Street, New York 36 N.Y. — **ETHIOPIE** : INTERNATIONAL PRESS AGENCY : G.P. Giannopoulos, Haillé Sélassié Star Sq. P.O.B. 120, Addis Abeba. — **FINLANDE** : RAUTATIEKIRJAKAUPPA Oy. Kampinkatu 2, Helsinki. — **GRANDE-BRETAGNE** : THE CONTINENTAL PUBLISHERS ET DISTRIBUTORS LTD. 25 29 Worship Street, London E.C. 2. — **GRECE** : LIBRAIRIE KAUFFMANN. 28, rue du Stade, Athènes. — **HONGRIE** : KULTURA, P.O.B. 149, Budapest 62. — **IRAK** : IRAQ STORE Cie. P.O. Box 26, Bagdad. — **IRAN** : I.A.D.A. 151 Khiaban Soraya, Téhéran. — **ISRAEL** : LIBRAIRIE FRANÇAISE ALCHEH. 62 Nahlat Benyamin B.P. 1550, Tel Aviv. — **ITALIE** : MESSAGERIES ITALIENNES. Via Giulio Carcano 32, Milan. — **LIBAN** : LIBRAIRIE A. NAUFAL. Rue de l'Emir Béchir, Beyrouth. — **LUXEMBOURG** : MESSAGERIES PAUL KRAUS. 5, rue Hollerich, Luxembourg. — **MEXIQUE** : LIBRAIRIE FRANÇAISE. Paséo de la Réforma 12, Mexico. — **NORVEGE** : NARVESENS KIOSKKOMPANI. Stortingsgata 2, Oslo. — **PAYS-BAS** : VAN DITMAR'S. Schiestraat 32-36, Rotterdam. — **PEROU** : PLAISIR DE FRANCE. Av. Nicolas de Pierola 958, Lima. — **PORTUGAL** : LIVRARIA BERTRAND. 72-75 rua Garrett, Lisbonne. — **R.A.U.** : LIBRAIRIE HACHETTE. 45 bis, rue Champollion, Le Caire. — **SUEDE** : WENNERGREN WILLIAMS AB. Drottninggatan 71 D, Stockholm. — **SUISSE** : NAVILLE et Cie S.A. 5-7 rue Lévrier, Genève. — **ROUMANIE** : CARTIMEX. 14-18, rue A.-Briand, P.O.B. 134-L35, Bucarest. — **TCHECOSLOVAQUIE** : ARTIA. V° Smeckach 30, P.O.B. 790, Prague 2. — **TURQUIE** : LIBRAIRIE HACHETTE. 469 Istiklal Caddesi, Beyoglu, Istanbul. — **URUGUAY** : MONTEVERDE et Cie S.A. 25 de Mayo 577, Montevideo. — **VENEZUELA** : LIBROS Y ARTE. A.L. Avila, La Florida, Caracas. — **YUGOSLAVIE** : JUGOSLOVENSKA KNIGA. Terazije 27, Belgrade.

Jean AUBA, Inspecteur général - Directeur de la publication



CENTRE INTERNATIONAL D'ETUDES PEDAGOGIQUES 1, avenue Léon Journault, Sèvres