

i.r.e.m.

UNIVERSITE PARIS VII

INFORMATIQUE - ENSEIGNEMENT

Où sont les problèmes ?

PAR J. ROBINET

cahier de  
didactique des  
mathématiques  
numéro  
14

## Un bref historique.

Introduire l'informatique dans l'enseignement est un projet que l'Education Nationale a depuis fort longtemps. En effet citons une circulaire du BOEN :

"L'informatique est un phénomène qui est en train de bouleverser profondément les pays industrialisés et le monde moderne en général. La mise en place de banques de données, la création de réseaux de communications de l'information, la formulation de nombreux problèmes sans relations apparentes dans un langage unique commun, l'approche synthétique de questions complexes que permet l'informatique, en font un outil scientifique, technique et intellectuel unique.

L'enseignement secondaire tout entier et dès la classe de 4e ne peut rester à l'écart de cette révolution. Il doit préparer au monde de demain dans lequel ceux qui ignoreront tout de l'informatique seront infirmes. Il doit apprendre la portée de cet outil, pour éviter les enthousiasmes excessifs et les septicismes étroits. Il doit profiter de la valeur formatrice de l'enseignement de l'informatique, de la rigueur et de la logique qu'elle impose. Il doit faire apparaître la portée économique du phénomène, et faire savoir ce que l'informatique peut apporter dans la vie professionnelle. Enfin, il doit préparer les consciences à affronter les responsabilités nouvelles créées par sa généralisation.

Un récent colloque de l'Organisation de coopération et de développement économique (O.C.D.E.) a mis l'accent sur l'importance, l'urgence et la portée de l'informatique dans l'enseignement secondaire général. Le ministère de l'Education Nationale souhaite répondre à ce besoin maintenant reconnu. Cette décision passe d'abord par la formation d'enseignants qualifiés. Cependant, pour garder à l'informatique sa vocation d'outil, il s'agit plus de former des enseignants capables de l'appliquer à leur discipline que des spécialistes limités à l'informatique elle-même. Pour se représenter le but recherché, il suffit d'imaginer que nous vivons quelque chose d'analogue à l'invention de l'imprimerie et qu'il s'agit d'en faire bénéficier toutes les activités humaines\*."

Cette circulaire date du 21 Mai 1970. Or elle pourrait être aussi bien de 1984. Et pourtant, il s'est passé depuis 1970 bien des péripéties que nous évoquons très brièvement :

- Jusqu'en 1976, il y a de nombreux grands projets pour l'introduction de l'informatique dans l'enseignement, en particulier le projet européen UNIDATA, et l'expérience des "58 lycées".

- En 1976, la crise économique donne un grand coup de frein à ce dévelop-

\* Extrait du Bulletin APM n°342 - Fév. 1984.

pement, les divers projets sont abandonnés ou mis en sommeil.

- A partir de 1978, la grande diffusion des microordinateurs relance l'introduction de l'informatique dans l'enseignement. Cette introduction s'accélère en 1984 avec le projet du IXe plan d'équiper les écoles de 100.000 micros.

Si l'équipement technique a changé, puisqu'on est passé du Mitra 15 à des T07, les objectifs officiels n'ont pas beaucoup varié. Citons "le programme d'action pour le développement de l'informatique et de la télématique dans l'enseignement", texte du ministère de l'éducation paru en Mars 1981 :

"L'informatique étant une donnée de la société contemporaine, il importe de l'introduire dans le système éducatif pour :

1) Familiariser les élèves, dans tous les ordres d'enseignement à l'utilisation de l'informatique sous les différentes formes qu'elle prendra dans la vie quotidienne. L'informatique et la télématique tiennent ou tiendront une place de plus en plus importante dans la société, que ce soit au domicile personnel, dans la rue ou sur le lieu de travail, etc... Même s'il n'est pas nécessaire que tous les enfants soient des spécialistes ou des techniciens de l'informatique, il est indispensable qu'ils soient des utilisateurs intelligents de ces nouveaux outils.

2) Introduire dans l'enseignement des différentes disciplines ainsi que dans l'élaboration et l'exploitation de banques de données, des méthodes d'analyse, de traitement et d'interprétation de l'information, qui développent non seulement des qualités d'esprit critique et de discernement, mais aussi de logique, de rigueur et de cohérence, d'imagination et de créativité dans la formulation et la résolution de problèmes de toute nature.

3) Favoriser l'individualisation de l'enseignement et préparer les élèves à l'autonomie de la vie adulte en développant des formes d'enseignement assisté par ordinateur, qui élargissent le champ des connaissances à enseigner et qui permettent aux élèves d'effectuer, en mode conversationnel, des exercices programmés en progressant d'une manière personnelle et autonome, à leur rythme propre, avec le soutien de leurs maîtres.

4) Préparer les élèves aux changements technologiques qui vont se produire d'une manière très rapide, les initier aux nouveaux moyens d'expression et de communication informatiques et télématiques et, plus largement, ouvrir l'enseignement sur le monde contemporain, de façon à donner aux élèves les moyens de comprendre la société et la culture de demain.

5) Etudier, en s'appuyant sur les expérimentations conduites, l'intérêt et l'apport spécifique que représente l'informatique, avec sa démarche algorithmique,

en tant que discipline nouvelle, pour la formation et la culture des élèves.

6) Elaborer avec le concours de l'inspection générale de l'éducation nationale une "charte pédagogique" de l'informatique. L'inspection générale a été ainsi chargée par le ministre de l'éducation d'examiner, par discipline, l'apport des technologies nouvelles utilisées comme outil pédagogique."

Il n'y a guère eu de progrès entre 1970 et 1981 ; si on consulte les objectifs ministériels du IXe plan, on voit qu'il prétend conduire, d'ici 1988, à créer la possibilité pour chaque jeune de s'approprier les connaissances et les pratiques nécessaires à la mise en oeuvre des techniques informatiques et pour ce faire :

- Donner à l'informatique sa place dans la formation générale.
- Utiliser l'informatique et les nouvelles technologies pour améliorer l'efficacité de l'enseignement.
- Adapter l'enseignement et développer les formations professionnelles en fonction du rôle que prend l'informatique dans les différents secteurs d'activités.\*

#### Enseignement de l'informatique.

On voit quand même une certaine évolution dans la place de l'informatique comme objet d'étude. Alors qu'en 1970, l'informatique est uniquement considérée comme un outil, en 1984, il y a apparition de l'informatique comme discipline à enseigner. On trouve une concrétisation dans la création d'une option informatique en seconde, et d'une option d'informatique à l'agrégation de mathématiques.

Sur ce sujet de l'introduction de l'informatique comme nouvelle discipline, les enseignants sont divisés.

Certains, comme Bertrand Schwartz, y sont favorables. Ils ont pour cela plusieurs arguments :

- L'étude des concepts de l'informatique doit, à leur avis, apprendre aux élèves à "penser logiquement", à formuler de manière claire, à modéliser, à être précis, etc...

- Ils pensent, de plus, qu'il est dangereux de laisser aux seuls spécialistes la maîtrise de l'outil informatique. En effet s'il paraît peu important de connaître le cycle théorique du moteur à quatre temps pour piloter une

---

\* D'après le Bulletin APM n°342 - Fév. 1984.

automobile, il semble qu'il soit plus important de savoir programmer un ordinateur ; en effet les ordinateurs sont ou seront sources d'informations, et il paraît impossible de laisser aux spécialistes seulement le soin de traiter l'information pour qu'elle puisse entrer dans l'ordinateur.\*

Cette prise de position ne présume pas du niveau auquel l'informatique doit être introduite (à la maternelle ou à l'université).

D'autres\*\*, au contraire, sont opposés à l'introduction d'une nouvelle discipline. En effet, ils pensent que cela se ferait forcément au détriment d'une autre discipline, les programmes étant déjà surchargés. Ils sont donc opposés à un enseignement de la programmation et même de l'algorithmique ; ils ne pensent pas d'ailleurs que l'étude de ces disciplines amènent nécessairement à "penser logiquement, à modéliser etc...", mais que, bien au contraire, ces aptitudes doivent déjà être développées chez les élèves, si l'on veut qu'ils puissent tirer profit d'un enseignement de l'algorithmique et de la programmation.

Pour ce qui est de la manipulation de l'information, ils pensent que les progrès techniques sont tels que cette information pourra être traitée sans connaissances en programmation grâce, par exemple, à des langages d'auteur bien adaptés ou à des systèmes experts.

#### Utilisation des ordinateurs.

Si l'enseignement de l'informatique est le sujet d'un débat au sein de l'éducation nationale, il semble par contre qu'il y ait un consensus sur la place de l'ordinateur : c'est un excellent outil pédagogique supplémentaire.

##### - Les limites de l'outil pédagogique

Certains avaient espéré que dans une certaine mesure l'utilisation des ordinateurs permettrait de diminuer le coût de la formation en freinant l'augmentation nécessaire du nombre des enseignants (cela aurait été à ce moment-là une double réussite économique : moindre coût en enseignants et relance de l'industrie qui doit équiper les écoles en microordinateurs). Il semble qu'un tel espoir ne soit pas fondé, en effet, cela supposerait de grandes compétences du côté de l'ordinateur : il devrait pouvoir se charger de l'apprentissage complet d'un élève pour un concept donné. Or si les logiciels ont fait d'immenses progrès, ils ne sont pas encore devenus "très intelligents", puisque même pour jouer aux échecs ils sont encore régulièrement battus par les spécialistes humains.

---

\* Rapport à la CEE de Bertrand Schwartz  
"L'informatique et l'éducation"- ADI 1981 - La documentation Française.

\*\* "Les ordinateurs à l'école - Pourquoi ?" Jacques Hebenstreit.  
L'informatique au collège, dossier Epi n°4 - Mars 1984.

S'il est donc utopique de rêver que les ordinateurs puissent remplacer les maîtres, par contre tout le monde s'accorde à penser qu'ils peuvent les décharger de certaines tâches répétitives (exercices de renforcement) ou les aider à illustrer leur cours (banques de données, calculs rapides, production rapide d'images, etc...).

Ceci dit, pour passer des concepts à enseigner à l'utilisation de l'ordinateur, il y a un point que tout le monde reconnaît comme délicat, c'est celui de la réalisation de didacticiels ou d'imagiciels.

Il y a à cela plusieurs raisons à notre avis, tout d'abord des raisons purement techniques :

- L'enseignant qui envisage la fabrication d'un didacticiel doit savoir programmer, ou du moins, connaître suffisamment les contraintes techniques de la programmation pour fournir au programmeur un produit qu'il pourra traiter de manière satisfaisante.

- A l'heure actuelle, un didacticiel n'est utilisable que sur une marque de machine, c'est donc un gros investissement en travail pour un rendement assez minime, les différents ordinateurs n'étant pas compatibles entre eux.

Mais on peut espérer que la normalisation des machines d'une part, la création de logiciels élaborés ou de systèmes experts d'autre part, résoudront ces problèmes techniques.

Par contre, les autres raisons qui rendent difficiles la réalisation des didacticiels sont liées à la conception elle-même et sont plutôt d'ordre didactique.

- Tout d'abord, sur quelles théories de la connaissance va-t-on s'appuyer ? En effet, si la conception du didacticiel est fondée sur une méthode du genre "j'apprends, j'applique", il n'y a pas de raison que son utilisation soit plus fructueuse que l'enseignement qui s'appuie sur cette méthode, dont on sait déjà qu'il ne convient pas à la majorité des élèves.

- Pour faire étudier un concept à l'aide d'un didacticiel, il va falloir l'analyser très précisément : comment le découper pour l'adapter à l'outil informatique ? Quel va être l'effet de cette nécessaire transposition didactique ? Comment choisir les cadres pour lesquels l'outil informatique a des avantages par rapport aux autres outils ?

- L'utilisation d'un didacticiel est un problème de communication entre celui qui est censé apprendre et la machine qui doit lui apprendre et cela à l'aide d'un langage (et ici le problème n'est pas de choisir entre BASIC et LSE)

qui ait un sens pour celui qui apprend. Il ne semble pas trop difficile de mettre un contenu dans les mémoires d'un ordinateur, mais il est beaucoup moins évident de le mettre sous une forme telle que l'utilisateur puisse comprendre, c'est-à-dire sous une forme telle qu'elle induise du sens (et précisément celui qui est visé) chez cet utilisateur.

Pour chacun des concepts que l'on veut enseigner avec l'ordinateur, il faut trouver une médiation (utilisant ou non les ressources propres à l'ordinateur) dans laquelle le concept prend du sens pour l'élève. Très généralement dans l'enseignement, la recherche des médiations entre les objets scientifiques et culturels que l'on cherche à enseigner et les objets qui amèneront à une production de sens pour les élèves est encore à faire. Peut-être, les qualités propres de l'ordinateur fourniront-elles certaines de ces médiations pour des concepts précis.

- Enfin, comme dans toute expérience pédagogique, il va falloir trouver des moyens, adaptés à ce nouvel outil, pour pouvoir évaluer l'effet de l'introduction de l'ordinateur pour l'apprentissage de tel ou tel concept.

Ces difficultés d'ordre didactique peuvent être une des raisons expliquant la lenteur de la mise en place de l'enseignement assisté par ordinateur. En effet, elles sont très intimement liées au manque ou à l'existence d'études sur les processus d'acquisitions des connaissances et l'introduction de l'ordinateur ne va pas nous dispenser de cette étude, bien au contraire. Pour pouvoir faire fonctionner un ordinateur, il faut lui fournir des données et c'est cela que l'on ne sait pas très bien faire. Quand un maître enseigne dans sa classe, il fait constamment des choix didactiques et cela de façon presque inconsciente ; or un ordinateur n'invente rien, il faut tout lui dire, et on aura bien du mal à y introduire les décisions du maître, celles-ci n'étant souvent ni explicitées, ni même explicites simplement. Tant que l'on n'aura pas plus progressé en didactique, il faudra se contenter de l'empirisme, et cela risque d'être long.

#### - Les avantages de l'ordinateur.

Il y a malgré tout dès maintenant des côtés très positifs à l'introduction de l'ordinateur dans les classes.

- C'est un outil pédagogique appréciable, qu'il soit utilisé par le maître ou par l'élève. Il permet d'avoir accès à des banques de données qui seraient inaccessibles à l'école sans la télématique. Il permet de simuler des situations réelles—donc d'expérimenter—(chute des corps avec ou sans résistance de l'air, mouvement des planètes etc...) et donc de donner l'occasion de modéliser. Il est très utile pour faire des calculs compliqués et tracer rapidement des graphiques

(en seconde on peut manipuler sur les développements limités en faisant tracer les différentes courbes polynomiales approchant la courbe, cela illustre fort bien le fait qu'un développement limité n'est qu'une approximation locale).

On peut illustrer rapidement le cours de géométrie ou d'analyse en fournissant de nombreux tracés (par exemple pour illustrer la dérivabilité, l'ordinateur trace la représentation graphique d'une fonction, choisit une zone qui est agrandie avec des loupes de plus en plus fortes, on "voit" alors que l'on obtient toujours une droite, au bout d'un certain temps, pour les représentations graphiques des fonctions dérivables (voir les travaux de D.O. Tall)).

Une telle utilisation permet donc bien une certaine familiarisation avec l'outil informatique; par contre il y a de grands risques pour qu'une telle utilisation de style ostensif ne réduise pas beaucoup l'échec actuel de l'enseignement général. On peut quand même espérer que l'ordinateur facilitera la mise en place des phases d'action grâce à la simulation et qu'il pourra, pour certains concepts, être un cadre dans lequel ces concepts prendront un sens pour les élèves.

- C'est un outil qui permet d'économiser l'apprentissage de techniques devenues désuètes. Il n'est bien sûr plus question d'apprendre l'usage des tables de logarithmes ou de la règle à calcul.

- C'est un outil qui permet d'utiliser les techniques mathématiques sans "faire" de mathématiques. Une fois que les enfants connaissent les nombres et leur fonctionnement, c'est-à-dire qu'ils possèdent à leur niveau le concept de nombre comme outil explicite, ils n'apprennent plus rien en faisant une multiplication. En effet, on leur apprend cet algorithme justement pour qu'ils n'aient plus à faire de mathématiques lorsqu'ils caculent. On peut alors leur fournir une calculette pour résoudre leurs problèmes. Le temps et l'énergie gagnés permettront de faire plus de problèmes ou d'aller plus loin dans leur résolution.

De même, quand les étudiants savent correctement les règles de formation des développements limités, qu'ils savent tout sur les ordres etc..., ils pourront faire des études de courbes beaucoup plus approfondies, plus complexes et plus riches, en faisant calculer des développements limités par un ordinateur. Les études de courbes que l'on rencontre dans les vrais problèmes sont souvent techniquement trop complexes pour être résolues dans un temps raisonnable à la main par des étudiants. L'ordinateur permet de réduire considérablement le temps d'étude, cela donne donc la possibilité de faire faire de véritables problèmes au lieu d'études simplettes dont les étudiants ne voient pas l'intérêt.

Très généralement, chaque fois qu'un concept est acquis à un niveau donné, c'est-à-dire que son fonctionnement est connu dans tous les cadres de ce niveau, il est possible d'utiliser des logiciels qui soulageront les étudiants en leur évitant des calculs longs et fastidieux. On y gagne du temps et l'accès à des problèmes plus complexes.

#### L'ordinateur pour une pédagogie différenciée.

Ceci dit revenons sur un des objectifs, que l'on aurait aimé assigner à l'ordinateur, celui d'aider les élèves en difficulté.

Cet objectif ne peut pas être atteint par l'usage seul de l'ordinateur, il faut aussi qu'il y ait application d'une théorie de l'acquisition de connaissances différente de celles qui sont couramment appliquées et qui ont amené les élèves à l'échec. Par contre l'introduction de nombreux ordinateurs dans une classe permettrait l'utilisation de pédagogies différenciées ; chaque élève travaillant sur un didacticiel spécialement fabriqué pour lui (par un système expert par exemple). Il s'agit malheureusement de pédagogie-fiction. En effet, cela nécessiterait un ordinateur par élève en difficulté, et même avec 100.000 micros, on en est encore loin pour longtemps. De plus, la fabrication de didacticiels différenciés ne peut s'appuyer que sur des langages évolués (ce qui est une difficulté qui sera éliminée avec le temps, les progrès dans ce domaine étant rapides et énormes) et sur des études très précises sur les différents cheminements cognitifs qui sont susceptibles d'amener à la connaissance (ces études en sont encore à leurs balbutiements, et en attendant leurs résultats, il faut encore une fois se fier à l'empirisme).

#### Conclusion.

Il ne faut pas attendre de miracles de l'EAO; tant que des études approfondies sur les processus d'acquisition des connaissances, sur les différents cheminements cognitifs et sur des phénomènes de gestion de classe n'auront pas été faites, il reposera sur l'empirisme et sur le tour de main, et cela pourra prendre un temps très long avant d'être efficace. Cependant l'utilisation de l'ordinateur est très pratique pour le maître et l'élève car elle les décharge pour l'un des tâches répétitives, pour l'autre des calculs fastidieux; c'est d'autre part un outil pédagogique qui permet à la fois de simuler, d'imager, et qui peut éventuellement fournir un cadre supplémentaire pour l'introduction de concepts précis.

De toutes façons, l'utilisation de l'ordinateur à l'école participe à la familiarisation avec l'outil informatique et à sa démythification, donc aide à adapter les élèves à une société informatisée.

## Eléments d'une bibliographie pour l'EAO

---

(Plus spécialement pour l'enseignement des mathématiques)

### REVUES

- Education et informatique  
Fernand Nathan, 9, rue Méchain 75676 PARIS CEDEX 14
- Association Enseignement public et informatique  
EPI, 1, avenue P. Corneille 78170 LA CELLE SAINT-CLOUD.
- Bulletin de liaison de l'informatique dans l'enseignement secondaire,  
n°11 Juin 1974, n°12 Juin 1975, numéro spécial Décembre 1976.

### OUVRAGES

- L'informatique au collège, dossier EPI n°4 Mars 1984.
- Imagiciels Rencontres pédagogiques, 1983 n°1,  
publication INRP, 29, rue d'Ulm 75230 PARIS CEDEX 05
- EAO 84  
Premier colloque scientifique francophone sur l'enseignement  
assisté par ordinateur.  
Agence de l'informatique Tour Fiat, CEDEX 92084 PARIS LA DEFENSE.  
(Cet ouvrage contient une bibliographie sur l'EAO pages 211-212).
- Informatique et enseignement.  
Actes du colloque national 21-22 Novembre 1983 PARIS,  
CNDP La Documentation Française.
- Rapport Simon au Président de la République,  
"L'Education et l'informatisation de la société",  
1980 La Documentation Française.
- Rapport à la CEE de Bertrand Schwartz  
"L'informatique et l'éducation",  
ADI 1981 La Documentation Française.

- Programme d'action pour le développement de l'informatique et de la télématique dans l'enseignement,  
Ministère de l'Education,  
Mars 1981 DGPC Prospective et développement des moyens scientifiques et techniques dans l'éducation.
- L'informatique / L'enseignement,  
Supplément au bulletin de liaison des professeurs de mathématiques n°28.  
Octobre 1981 IREM Université Paris VII.

#### ARTICLES

- Informatique,  
Bulletin APM n°342 - Février 1984.
- Le boom des systèmes experts,  
Supplément au Monde Septembre 1984.
- 100.000 maîtres pour 100.000 micros,  
"Spécial options" n°8 Septembre 1984.
- Dossier informatique et enseignement,  
"Degrés" n°1 Septembre 1984.
- Informatique et enseignement,  
01 Hebdo n°819 Septembre 1984.
- Commission Amont : Conférence des grandes écoles,  
60, Bd. St. Michel 75272 PARIS CEDEX 06.