

éditorial

M.A.I.S.

*mathématiques-algorithmique-informatique
dans le secondaire
un essai de prospective
s'appuyant sur les réalisations actuelles*

par Robert Amalberti

Le texte suivant est une contribution personnelle à la mission Dacunha-Castelle, écrite aux environs de Noël 1988. J'ai essayé d'y exprimer ma position personnelle :

1. de non informaticien (titre auquel je tiens beaucoup, même si je possède comme nombre de collègues un P.C. personnel, plus quelques vieilles bécanes à base de Z 80, et si je suis tenu statutairement d'enseigner le turbo-Pascal) ;

2. de spécialiste de l'utilisation pédagogique des calculatrices (titre auquel etc. car je pratique ce sport à raison de classes entières depuis dix ans).

Bien entendu, je ne prétends pas détenir la vérité...

I. Remarques et avertissements

1. En 1984, l'un des temps forts de ICME V à Adélaïde fut le débat entre Hugh Burkhard (Grande-Bretagne) et Philip Davis (U.S.A.) intitulé : "The microcomputer : miracle or menace in mathematics education".

Hugh Burkhard y signalait notamment que ce congrès coïncidait à peu près avec le moment où il était devenu moins cher de stocker de l'information sur du silicium que sur du papier et il comparait cette nouvelle donnée de l'enseignement à celle de la généralisation de l'écriture sur tablettes d'argile quelques millénaires plus tôt.

2. En France, cela fera bientôt dix ans que les calculatrices programmables sont autorisées aux épreuves du baccalauréat. Des élèves de terminale C sont allés au bac dès 1980 avec un logiciel (sur HP 45 C) pratiquant la réduction complète de l'équation d'une conique, rotation des axes comprises. Plusieurs années après et grosso modo jusqu'à une circulaire récente comportant malheureusement des restrictions de dimensions assez curieusement seulement bidimensionnelles* la majorité des enseignants de mathématiques ignorait encore que les calculatrices programmables étaient, sauf mention expresse du contraire, autorisées aux épreuves du baccalauréat !

3. L'environnement international a peu de références valables à nous fournir au niveau de l'utilisation de l'informatique : celui des U.S.A., qui ont privilégié un C.A.L. (Computer - Assisted - Learning) en libre service où l'élève est quasiment seul face à l'appareil avec un projet personnel, est une référence quasi incompatible avec notre style traditionnel d'enseignement et, d'ailleurs les résultats en sont unanimement considérés comme de mauvaise qualité quant à la formation mathématique. Le Japon a jusqu'à une date récente vendu plus d'ordinateurs et de calculatrices qu'il n'en utilisait dans son enseignement, même s'il est maintenant très largement en avance ainsi qu'Israël pour l'utilisation à un niveau élémentaire des langages de l'intelligence artificielle (PROLOG notamment) et des systèmes experts. Beaucoup de pays, dont évidemment les pays de l'Est, n'ont pu jusqu'à aujourd'hui se payer le luxe de ces préoccupations. Et c'est probablement en Angleterre et en France que l'on trouve à l'heure actuelle les essais les plus concluants d'intégration didactique de l'outil informatique (en maths !).

Sur le plan des calculatrices, calettes, ordinateurs portables individuels (*nota* : je désignerai par la suite ce type d'appareil par O.I.I. *outil informatique individuel* essentiellement parce que les images mentales que suscitent les vocables de calculatrice et calette sont actuellement devenus trop réductrices vu l'évolution de la technologie dans ce domaine et que les fonctions de l'O.I.I. devront dans l'avenir dépasser le simple aspect calculatoire), la France occupe, de par les instructions officielles de ses programmes (uniques au monde) une place tout à fait

* Ouf ! dit le Canon X 07 gonflé à 128 KO avec un logiciel gestionnaire de bases de données, je suis la plus gros — et pour cause — à avoir été admis mais je peux venir avec un petit copain relié par le port série !

à part. Les constructeurs d'O.I.I. à usage scolaire ne s'y sont pas trompés : ils accordent en effet beaucoup d'intérêt à ce qui se passe en France sur ce plan, et considèrent notre pays comme un marché-test d'une évolution à l'échelle planétaire. Pour mémoire, Texas Instrument Europe vient ainsi de proposer à l'A.P.M.E.P. un contrat de collaboration pour la définition du cahier des charges d'O.I.I. adaptés à des objectifs didactiques précis.

II. Un essai de prospective franco-française tenant compte de certains développements actuels dans notre pays

Remarque : les exemples d'utilisation cités sont relatifs au niveau d'enseignement de l'auteur mais il en existe, en fouillant un peu, d'aussi significatifs à tous les niveaux.

En vrac :

1. Il apparaît de plus en plus qu'il ne peut pas y avoir dans le secondaire comme dans le supérieur *une* informatique mais *des* informatiques de service des disciplines, lesquelles peuvent prendre des personnalités très différentes selon la discipline considérée. L'option programmation ne peut dans ces conditions se réduire à l'apprentissage d'un langage structuré, au seul usage du mathématicien, mais devrait aussi comporter l'apprentissage (à la charge par exemple des enseignants de lettre ou d'économie) de la gestion de macro-commandes telles que celles que l'on trouve dans un D-base ou un tableur quelconque. L'outil informatique actuellement le plus répandu en France est le minitel : peu de gens savent que c'est un véritable terminal informatique doté d'un logiciel de gestion (le Protocole) simple mais efficace. La technologie du collègue ne devrait pas ignorer cet O.I.I., exceptionnellement répandu, ni l'enseignant mathématicien de ce niveau, la preuve par deux fournie par le bit de parité, sinon le champ considérable d'activités mathématiques tournant autour des problèmes de codage ou de protocoles de transfert.

2. *L'O.I.I.* (outil informatique individuel) : vraisemblablement outil de l'avenir, l'O.I.I. est arrivé à un stade de développement qui permet de modifier en profondeur *et* les comportements didactiques *et* les contenus de formation.

L'intervention de l'O.I.I. peut se faire à différents niveaux :

— soit comme machine ressource utilisant des boîtes à outils (Toolbox) créant un environnement de possibilités graphiques ou calculatoires. Cela signifie qu'un certain nombre de programmes "utilitaires" ont été

chargés en mode résident sur la machine ; il s'agit alors de programmes optimisés dont la confection est hors de portée des élèves, l'implantation se faisant soit à la main d'après documents, soit (l'avenir !) par un interface de communication avec un ordinateur. Exemples actuels : Organizer et TI 74 ;

— soit par magnétophones, disquettes ;

— soit dans des phases de programmation en classe — il s'agit alors de programmes peu sophistiqués dont la seule exigence est de "tourner"*.

Pour donner un exemple précis à propos de l'intégration numérique, la phase en classe peut être celle de la programmation des méthodes des rectangles ou des trapèzes tandis que "l'utilitaire" résident est lui un mini logiciel utilisant des techniques inaccessibles aux élèves type Romberg. Il est évident de même qu'un utilitaire de reconstitution de fractions irréductibles à partir de l'affichage décimal (méthode du développement en fractions continues) est hors de portée de la compréhension des élèves mais peut se révéler didactiquement très intéressant. Idem pour un mini logiciel de gestion des graphismes ou des fenêtrages.

Les modules pré-programmés pouvant difficilement s'adapter à un niveau donné et par leurs lacunes ou leur manque de souplesse d'utilisation, c'est une boîte à outils ad hoc qui devrait représenter le meilleur auxiliaire d'enseignement. Dans ces conditions, l'O.I.I. idéal n'est pas nécessairement celui permettant l'utilisation du langage le plus évolué mais celui offrant les possibilités de programmation les plus *modulaires*, et la gestion la plus simple des appels de modules, des entrées/sorties ainsi que des procédures graphiques. Une caractéristique importante devrait en être la possibilité d'inclure tout programme utilitaire de type module dans un programme simple conçu par l'élève (notion de sous-programme véritable excluant l'utilisation du basic). Un compilateur et des langages récursifs ne sont donc pas nécessaires, voire créateur de difficultés inutiles, pour cet usage.

Pour envisager une intégration réussie de l'O.I.I. il n'y a bien sûr pas que les machines mais aussi les hommes. Cela suppose une considérable évolution des mentalités, par exemple : côté élève, faire admettre que le cours de maths ne se conçoit pas sans l'O.I.I. !

L'intérêt fondamental de l'O.I.I. est bien sûr qu'il utilise des séquences *non dédiées* ne nécessitant pas de transfert en salle spécialisée. Il évite ainsi la rupture d'environnement didactique auxquels les élèves sont si sensibles (il leur suffit souvent de passer de la salle de maths à la salle de physique pour ne pas reconnaître la même intégrale) et favorise par ailleurs le phénomène d'appropriation de l'outil et de ses possibilités qui joue un rôle important dans les couples homme-machine.

* Mais intégrant éventuellement des macro-commandes puissantes (ex. Graph Y =) ou des sous-programmes d'une Toolbox.

Son utilisation intégrée est restée jusqu'à présent un phénomène plus ou moins développé mais limité à l'enseignement secondaire, probablement pour cause de structure pédagogique. Elle est considérablement sous-estimée voire ignorée dans l'enseignement supérieur.

3. Le C.A.T. (*Computer Assisted Teaching*)

Le sigle E.A.O. ayant été considérablement galvaudé, je parlerai donc de C.A.T. (*Computer Assisted Teaching*) par opposition au C.A.L. (*Computer Assisted Learning*) du paragraphe précédent.

Le C.A.T., c'est-à-dire l'utilisation par l'enseignant, face à la classe, d'un ordinateur relié à un moyen vidéo collectif (du poste de télévision à l'équipement professionnel en passant par l'écran rétroprojectable) est une formule peu utilisée, mais qui peut offrir beaucoup de possibilités dans le secondaire. Il ne nécessite pas d'installation informatique fixe, par exemple : au stade élémentaire un portable type Olivetti PC 1 avec une sortie péritel raccordée au poste de télévision qui figure dans beaucoup de salles et qui peut servir aussi pour le magnétoscope ou un lecteur de vidéodisques.

Le problème est qu'à l'heure actuelle peu de logiciels ont été conçus pour ce type d'utilisation, ceux-ci devraient en effet être à la fois très élaborés et de mise en œuvre extrêmement simple. On peut imaginer, par exemple :

- un enseignement de géométrie assisté de cette façon (transformations géométriques) ;
- un logiciel de résolution d'équations linéaires initiant à la méthode du pivot et mettant en évidence les effets d'un format de calcul, d'un recours à un pivot partiel ou un pivot total ;
- un logiciel traitant une collection de fichiers de données statistiques et simulant l'échantillonnage, etc.

Enfin une initiation qualitative en section économique à l'analyse des données paraît concevable dans ces conditions.

4. Le C.A.S.T. (*Computer Assisted Self Training*) et le C.A.A. (*Computer Assisted Assessment*)

Autrement dit l'autoformation assistée par ordinateur et l'évaluation assistée par ordinateur.

L'autoformation assistée en est à ses balbutiements. Il existe pourtant des logiciels remarquables dans ce domaine, par exemple : autoformation au clavier et à la dactylographie à un niveau élémentaire,

entraînement au calcul des primitives à un niveau plus élevé (logiciels développés par l'Ecole Centrale à partir de mu-maths). Rien n'empêche de les aménager de façon à y inclure des éléments d'évaluation (validés ou non par l'institution scolaire). Ce type de logiciels pourrait ainsi être mis à la disposition des élèves dans une salle où l'on retrouverait en libre-service les innombrables compatibles 8088/8086 qui vont bientôt encombrer par suite de réforme les soutes de l'Education Nationale, dans le cadre d'un effort important de fournitures nouvelles.

Le développement de ce type d'activités avec éventuellement une obligation de résultat de la part de l'élève, devrait en particulier pouvoir être coordonné avec la mise en place des *référentiels* à condition que soient développés les logiciels d'évaluation formative adéquats. Il s'agit là aussi d'un niveau de logiciels utilisant des langages d'intelligence artificielle ou de systèmes experts dont il est bien sûr illusoire qu'ils puissent être produits autrement que par des spécialistes.

5. L'informatique (la vraie !)

Les aspects précédents n'excluent pas, même en se plaçant strictement sur le plan des compétences de l'enseignant de mathématiques du secondaire, une utilisation de matériels de plus haut niveau, en salle spécialisée, afin de procéder à une initiation à une véritable informatique. Initiation aux langages compilés modernes, et formation à leur utilisation seraient alors débarrassés des ambiguïtés qui pèsent actuellement sur le développement de l'informatique en lycées et collèges, notamment à cause des rapports maths-informatique. Il faut regretter dans ce domaine la quasi non existence de logiciels-didacticiels simples permettant d'expliquer la gestion d'une pile de récursivité, celle de la mémoire, etc... bref, un environnement de C.A.T. propre à l'initiation à l'informatique niveau lycées-collèges qui pourrait beaucoup faciliter le travail.

6. La télématique

Phénomène spécifiquement français avec le standard Vidéotext, la télématique est notoirement sous-exploitée en matière d'enseignement. On ne peut concevoir actuellement une extension du champ d'intervention de l'informatique en lycée-collège sans une installation télématique dont la place naturelle est le CDI des établissements. Un compatible 80 286 ou 386 avec une base de données professionnelle (D base 3/4) avec modem V 23 - V 25 - V 22 voire V 22 bis + logiciel permettant de consulter la base de données par minitel bi-standard depuis divers points de l'établissement (en réseau interne) paraît donc souhaitable dans chaque établissement ; il pourrait aussi être utilisé pour réaliser un serveur, et le téléchargement de logiciels à partir d'une banque de données nationale.