

# L'informatique dans les Classes Préparatoires

par J. HEBENSTREIT  
Chef du Service Informatique à l'E.S.E.

---

## 1. RÉSUMÉ

L'introduction de l'informatique dans les établissements d'enseignement secondaire a commencé en 1970 et dès le début des années 80, il est question d'installer plusieurs dizaines de milliers de micro-ordinateurs dans ces établissements mais à aucun moment on ne mentionne les Classes Préparatoires aux Grandes Écoles.

La conférence des Grandes Écoles créée en 1984, au sein de sa «Commission Amont» (liaison avec les Classes Préparatoires), une Commission «Informatique» chargée de réfléchir au problème et de faire des propositions concrètes.

Après de difficiles discussions sur le mode d'insertion de l'informatique, sur les matériels, les logiciels et les programmes d'enseignement, un compromis fut trouvé au sein de la Commission et, grâce à une action énergique auprès du Ministère de l'Éducation Nationale, les premiers ordinateurs furent installés dès la rentrée 1987 dans les classes de Math Sup et les derniers équipements arrivèrent dans les classes de Math Spé à la rentrée 1988.

L'informatique non seulement figure aujourd'hui dans les programmes des Classes Préparatoires, mais intervient dans un nombre croissant de Concours d'entrée de diverses écoles, soit sous forme d'une épreuve d'informatique (École Polytechnique), soit sous forme d'un outil d'assistance scientifique (École Normale Supérieure, Concours commun Centrale-Supélec, etc).

## 2. HISTORIQUE

En 1970 était nommé, au Ministère de l'Éducation, pour la première fois, un «Chargé de Mission à l'Informatique» chargé d'étudier le problème de l'introduction de l'informatique dans l'enseignement.

Ce problème avait donné lieu à de nombreuses publications et à quelques expériences, depuis de début des années 60, principalement aux États-Unis, mais également en Angleterre, c'est-à-dire dans les deux pays qui étaient, à l'époque, avec la France les principaux fabricants d'ordinateurs, et il était donc normal qu'en France on estime utile de se pencher sur le problème.

Aujourd'hui, avec le recul, on se rend compte que le problème était gravement biaisé dans tous les pays dès le départ et ceci pour plusieurs raisons :

– techniquement, la fin des années 60 voit se répandre l'usage du «temps partagé» sur les gros ordinateurs, ce qui permet un fonctionnement interactif à partir d'un grand nombre de terminaux connectés à une même machine et réduit d'autant le coût d'utilisation horaire par terminal (le système d'enseignement assisté «PLATO», développé à l'Université d'Illinois, fonctionnait sur ce principe). C'est également vers cette époque que les progrès dans l'intégration des circuits permet la réalisation de mini-ordinateurs suffisamment puissants pour qu'on envisage de les faire fonctionner en temps partagé pour l'éducation (le projet TICCIT développé aux États-Unis n'a cependant jamais vraiment fonctionné).

– en pratique l'idée d'utiliser les ordinateurs dans l'éducation venait des États-Unis et véhiculait de ce fait une vision behavioriste de l'éducation qui réduisait le processus d'apprentissage à l'acquisition des mécanismes intellectuels permettant de donner les réponses correctes à un ensemble ou une suite de stimuli, chaque stimulus étant suffisamment élémentaire pour être fourni par l'ordinateur et chaque réponse suffisamment simple pour que l'ordinateur soit capable de juger si elle était correcte ou non.

– comme, par ailleurs, l'heure d'ordinateur coûtait très cher, les partisans de l'usage des ordinateurs dans l'éducation n'avaient de chance d'être crédibles que s'ils pouvaient démontrer que cet usage était «rentable». Pour ce faire, il fallait nécessairement proposer de remplacer par des ordinateurs ce qui était le plus cher dans l'éducation,

c'est-à-dire l'heure de professeur. Ce sont là les véritables raisons de la vogue persistante de l'idée du remplacement des enseignants par des ordinateurs, qui serait incompréhensible autrement car tout enseignant sait, par expérience, qu'aucun processus d'enseignement/apprentissage n'est réductible à cette caricature qu'est l'acquisition de mécanismes de stimulus/réponse.

L'apparition des micro-ordinateurs vers la fin des années 70 allait contribuer à renforcer le groupe de ceux qui pensaient que l'ordinateur ne peut en aucun cas remplacer un enseignant mais qu'il doit être utilisé parce qu'il permet des activités qui, sans lui, étaient simplement impossibles. Autrement dit, l'ordinateur ne remplace rien ; il vient en plus pour élargir l'éventail de ce qu'il était possible de faire jusqu'ici dans les différentes disciplines, c'est-à-dire qu'il permet un enrichissement de la pédagogie (modélisation-simulation en sciences expérimentales, banques de données en histoire, géographie, sciences sociales, manipulations syntaxiques diverses en lettres, langues, musique, graphisme, etc).

– une dernière raison qui a poussé à introduire des ordinateurs dans l'enseignement, mais qui vise des objectifs totalement différents, est la double argumentation selon laquelle l'informatique sera tellement omniprésente dans la société future qu'il est important que les élèves des écoles soient informés de ses tenants et aboutissants techniques et sociaux (c'est le «computer awareness» des écoles secondaires américaines), et que cette même informatique présente une telle importance à la fois culturelle et économique qu'il est indispensable que tous les enfants apprennent la programmation et l'algorithmique : c'est le «computer literacy» des écoles américaines (comme si pour téléphoner il était indispensable de savoir ce qu'est un réseau commuté ou le multiplexage en fréquence d'une ligne ou si pour se servir d'un caméscope il était indispensable d'apprendre les détails de l'enregistrement magnétique).

Les publications officielles récentes, relatives à l'usage des ordinateurs dans l'éducation (liées largement à la baisse des prix des matériels mais aussi à l'apparition de micro-ordinateurs de plus en plus simples à utiliser pour des tâches standard) tendent à minimiser l'importance de l'enseignement de l'informatique dans le secondaire et ne parlent plus du tout du remplacement des enseignants par des ordinateurs.

C'est ainsi que le Rapport de la Commission Nationale des Programmes récemment remis au Ministre de l'Éducation Nationale dit explicitement à propos de l'Informatique au Lycée :

*Les principales critiques portent sur le contenu. Il faut en effet distinguer l'enseignement de l'informatique discipline et celui de l'informatique outil. Le premier - quel que puisse être son apport dans la formation générale (par exemple sur le plan de la méthodologie) - est destiné d'abord à ceux qui vont devenir informaticiens professionnels ; le second s'adresse à tous ceux qui utiliseront l'informatique d'une manière ou d'une autre dans leur activité professionnelle future - voire dans leur vie personnelle. Le premier intéresse donc une branche professionnelle certes importante (constructeurs, sociétés de services, services informatiques de grandes sociétés...) mais relativement étroite : le second s'adresse, à ce niveau de formation et à notre époque, à tout le monde.*

*Or, les programmes actuels de l'option informatique sont, pour leur partie technique (on reviendra plus loin sur leur partie «sociale, économique et culturelle»), essentiellement orientés vers l'enseignement de l'informatique discipline : structures de données, traitements itératifs, conditionnels, représentations en mémoire. De plus, cette formation à la discipline informatique ne porte que sur un secteur particulier de l'informatique, à savoir l'algorithmique et la programmation...*

*En ce qui concerne la partie non technique des programmes, c'est-à-dire les aspects sociaux, économiques et culturels de l'informatique, on peut se demander d'abord si l'informatique mérite cet excès d'honneur : l'enseignement de physique doit-il évoquer le problème de l'énergie ? Ensuite, nombre de ces questions sont, encore aujourd'hui, controversées (l'informatique crée-t-elle le chômage ?) et semblent plus devoir faire l'objet d'une réflexion que d'un enseignement. Enfin, à supposer qu'il faille en parler, il n'est pas évident que les enseignants d'informatique soient les mieux placés pour le faire...*

*Il convient d'enseigner en priorité non pas l'informatique discipline, mais l'informatique outil. L'introduction de l'informatique dans l'enseignement général du second cycle devrait donc avoir deux objectifs :*

- 1. la familiarisation de tous les lycéens à l'utilisation d'un micro-ordinateur et de progiciels d'usage courant ;*
- 2. l'aide à l'enseignement de toutes les autres disciplines.*

### 3. LA COMMISSION INFORMATIQUE

Inquiète de voir proposé un plan 10 000 micros (sur 5 ans) bientôt suivi d'un plan, 100 000 micros (sur 5 ans) pour l'enseignement primaire et secondaire sans que les Classes Préparatoires soient jamais mentionnées, la Commission Amont décida en mai 1984 de créer en son sein une Commission Informatique et me confia la tâche de former puis de présider cette Commission.

Cette Commission forte d'une trentaine de membres (représentants de diverses Grandes Écoles, de l'Union des Professeurs de Spéciales, de l'Inspection Générale de Maths et de Physique, de représentants de la Direction des Lycées et un certain nombre de personnalités invitées pour leurs compétences) se réunissait pratiquement une fois par mois et sa composition ne fut jamais complètement figée, toute personne qui avait affaire professionnellement aux Classes Préparatoires étant la bienvenue avec voix délibérative.

Cette façon d'opérer ne simplifiait pas les discussions mais un très large consensus était nécessaire sur les termes du rapport que la Commission devait présenter à la Commission Amont, et toutes les parties intéressées devaient pouvoir s'exprimer.

Les débats initiaux portèrent principalement sur le choix des matériels et sur l'usage principal de celui-ci. Un calcul simple prenant en compte le nombre de classes, le nombre d'élèves par classe, le nombre de classes pouvant se succéder dans une salle d'ordinateurs durant une semaine, etc, aboutit à la conclusion qu'il fallait pour les seules classes de Math Sup et de Math Spé environ 2 000 micro-ordinateurs. Les discussions devinrent plus difficiles quand on aborda la définition du matériel. D'entrée de jeu, je proposai de récuser comme insuffisants les ordinateurs T07 qui étaient la règle dans l'enseignement secondaire et de fixer notre choix sur des compatibles PC avec 600 ko de mémoire, un disque dur, un écran couleur et une imprimante pour 4 machines. Ceci conduisait à un total d'environ 30 millions de francs, et certains membres de la Commission n'hésitèrent pas devant ce total à parler de projet relevant de la science-fiction et à évoquer le risque de tout faire capoter par une demande trop ambitieuse.

Les discussions furent encore plus difficiles et durèrent bien plus longtemps quand on aborda l'utilisation des matériels dans les Classes Préparatoires. Deux groupes se formèrent assez rapidement dont l'un

proposait purement et simplement l'enseignement de la programmation et des algorithmes (de préférence en BASIC) avec des applications en analyse numérique, ce qui ramenait aux débuts des années 60 où les ordinateurs étaient, dans les Universités, systématiquement installés dans les Départements de Mathématiques, tandis que l'autre proposait d'utiliser les ordinateurs (munis de logiciels standard) comme des outils pour enseigner les mathématiques et la physique (résolution d'équations, tracé de courbes, simulations diverses, etc).

Pour les concours d'entrée dans les Grandes Écoles (uniquement à l'oral à cause de la quantité de matériel à mettre en œuvre), les uns proposaient une épreuve de programmation tandis que les autres proposaient des «épreuves d'oral assistées par ordinateur» où le candidat aurait à sa disposition, pour répondre aux questions posées, un ordinateur et des logiciels préparés par l'interrogateur.

Les positions des uns et des autres s'avérant inconciliables, on décida de procéder à un... «référendum». Un questionnaire de 4 pages fut envoyé aux directeurs de 150 écoles faisant partie de la Conférence, en leur demandant de choisir entre les deux positions. Environ 60 % des réponses furent en faveur de l'informatique-outil et contre l'enseignement de la seule programmation.

Ceci ne mit pas fin à la controverse car derrière la défense de la programmation il y avait en fait l'idée, chez certains, que dans une école d'ingénieurs il y avait mieux à faire que d'enseigner le b,a-ba de la programmation et qu'on pouvait très bien demander aux enseignants des Classes Préparatoires de se charger de ce fardeau mais c'était oublier que les heures passées à enseigner la programmation seraient nécessairement prises sur les horaires de math et/ou de physique, et qu'on perdait d'un côté ce que l'on gagnait de l'autre sachant, au surplus, que les écoles d'ingénieurs étaient, dans l'ensemble, autrement mieux équipées en matériel et en personnel capables d'enseigner la programmation que les Classes Préparatoires.

Quoi qu'il en soit, l'opposition persista et le seul progrès réalisé fut l'accord sur le remplacement de BASIC par PASCAL qui a quand même d'autres vertus pédagogiques, le fait qu'il soit peu utilisé dans l'industrie n'ayant pas ici une importance décisive.

Dès octobre 1984 le Directeur des Lycées accorda une audience à un petit groupe formé du Président de la Conférence des Grandes

Écoles, du Président de la Commission Amont, du Président de la Commission Informatique et du Président de l'UPS.

Au cours de cette audience des assurances verbales nous furent données par le Directeur des Lycées que l'équipement demandé pourrait être mis en place au cours des 3 prochaines années et qu'un premier crédit de 6 millions de francs serait réservé à cet effet dans le budget de 1985.

Les circonstances empêchèrent ces promesses d'être tenues car en janvier 1985, le premier Ministre annonça que 1985 serait l'année du plan «informatique pour tous» (IPT) ce qui eut pour effet de mobiliser tous les crédits disponibles et de renvoyer l'équipement des classes préparatoires à une date indéterminée d'autant plus que 1986 fut une année d'élections et que la majorité à l'Assemblée Nationale changea de camp.

Le nouveau ministère de l'Éducation Nationale se montra en fait tout aussi favorable à nos demandes que le précédent et après des discussions préliminaires pour aplanir certaines difficultés, la Commission Informatique organisa en avril 1987 à SUPELEC une «Journée Nationale d'Étude sur Informatique et Enseignement» qui réunit plus de 400 personnes dont une majorité de professeurs des Classes Préparatoires et, le Ministre de l'Éducation Nationale accepta de clôturer la journée par un discours dans lequel il annonça officiellement un plan destiné à équiper les classes de Math Sup dès la rentrée 1987 et les Math Spé à la rentrée 1988 avec le matériel que nous avons proposé.

A quelques difficultés de mise en place près, ce plan d'équipement a effectivement été mené à bonne fin dans les délais prévus.

L'équipement obtenu, il restait trois difficultés à surmonter :

1) la formation des enseignants des classes préparatoires fut organisée par la Commission Informatique, en faisant appel à la bonne volonté des écoles d'ingénieurs dont un certain nombre acceptèrent de prendre en charge bénévolement des stages de formation d'une semaine dans les principales régions,

2) un compromis fut trouvé entre la Direction des Lycées, l'Inspection Générale, l'UPS et la Commission Informatique pour dégager 50 heures en Math Sup et 50 heures en Math Spé en faveur de l'enseignement de

l'informatique (un programme limitatif fut fixé pour l'enseignement de la programmation),

3) l'introduction de l'informatique dans les concours était indispensable pour que les élèves s'intéressent à ce domaine dans les Classes Préparatoires. Sur ce point chaque école (ou groupe d'écoles dans le cas d'un concours commun) était libre de ses décisions mais si certaines décisions furent rapides elles ne furent pas, et de loin, générales.

En fait, les difficultés ne manquaient pas ; tout le monde fut d'accord pour écarter l'idée d'une épreuve informatique sans ordinateur ce qui éliminait l'informatique de l'écrit à cause du matériel à mettre en œuvre. Mais même en se limitant à l'oral, l'épreuve d'informatique posait de graves problèmes d'équipement, de place, de temps et de formation des interrogateurs.

La solution la plus simple à mettre en œuvre fut choisie par l'École Polytechnique qui avait depuis peu une épreuve de programmation (en BASIC sur T07) optionnelle à l'oral de son concours ; elles continuera dans cette voie en remplaçant BASIC par Turbo PASCAL et le T07 par un compatible PC.

Une solution intermédiaire fut celle de l'École Normale Supérieure qui à l'épreuve orale de Mathématique Appliquée ajouta un certain nombre de questions sur les algorithmes à mettre en œuvre, suivies de l'écriture de courts programmes en Turbo PASCAL pour terminer le problème posé.

Une solution différente intitulée «Interrogation orale Assistée par Ordinateur» qui avait été proposée par J. Hebenstreit fut mise en œuvre pour le concours commun Centrale-Supélec à la fois pour l'épreuve de Physique et pour l'épreuve de Maths.

L'objectif était non pas de tester les connaissances en programmation mais de concevoir de nouvelles questions d'oral permettant de mieux juger les connaissances et les compétences d'un candidat en mettant à sa disposition un ordinateur muni de logiciels adéquats. Ceci devait permettre de traiter à grande vitesse les phases «calculatoires» certes indispensables mais étrangères à la question posée et de concentrer l'interrogation sur l'essentiel en allant plus loin grâce au temps gagné sur les traitements algébriques, numériques ou graphiques (que l'élève est censé connaître mais sur lesquels ne porte pas l'épreuve considérée).

Le caractère de nouveauté de ces épreuves (rien n'avait jamais été fait dans ce domaine) rendit leur mise au point difficile. Il ne fallut pas moins de 3 séminaires de 2 jours chacun, organisés à l'École Centrale pendant l'année scolaire 1988-1989 pour les membres du Jury faisant

passer les épreuves orales de Math II et Physique II et un énorme travail de chacun des Membres de ce Jury pour arriver à définir les nouvelles questions d'oral, à rédiger les logiciels adéquats et à s'entendre sur l'organisation pratique des épreuves.

L'oral du concours 1989 se déroula non seulement sans incident mais tous les membres concernés du Jury furent unanimes à déclarer que ce type d'épreuve permettait effectivement une meilleure évaluation du candidat, et que l'expérience faite était riche d'enseignements et les incitait à réviser les logiciels et/ou à en écrire d'autres.

Les épreuves du concours 1990 se déroulèrent à la satisfaction des Membres du Jury et cela est tellement vrai que les Membres du Jury qui interrogent en Chimie ont décidé, à leur tour, d'adopter cette technique pour le concours 1991. On peut y ajouter aussi (et cela est intéressant) la satisfaction des candidats comme l'a montré un sondage rapide fait après les épreuves.

À l'issue de deux années d'expérimentation en vraie grandeur au Concours Commun Centrale-Supélec on peut affirmer que l'« Interrogation Orale Assistée par Ordinateur » est aujourd'hui une pratique institutionnalisée et qu'elle offre une troisième voie à côté de l'épreuve de programmation et de l'épreuve de mathématique appliquée. Elle est certes plus difficile à mettre en œuvre que les deux autres, elle requiert plus de travail de préparation de la part des interrogateurs, elle n'exige que peu de connaissances en informatique de la part des candidats mais elle permet une meilleure évaluation des candidats dans le domaine où on les interroge enfin et surtout (et c'est peut-être le plus important pour la formation des candidats) elle encourage un usage des ordinateurs qui est extrêmement proche de la manière dont les scientifiques travaillent aujourd'hui et à ce titre cet usage des ordinateurs fait ou devrait faire partie intégrante de la formation à la physique à la chimie et aux maths.

Notons enfin, pour finir, que compte tenu des difficultés de mise en œuvre et ce quelle que soit la voie choisie, l'ensemble des écoles d'ingénieurs est aujourd'hui encore hésitante sur le mode d'introduction de l'informatique dans les épreuves des concours.

## **PERSPECTIVES D'AVENIR**

Lorsqu'on porte un jugement sur la manière dont les ordinateurs sont actuellement utilisés dans l'enseignement en général, et dans les classes préparatoires en particulier, il faut garder présent à l'esprit que

cette utilisation est étroitement liée au fait que dans ce domaine on gère la pénurie.

Le petit nombre de micro-ordinateurs disponibles impose qu'on les partage dans le temps entre différentes classes et leur coût impose qu'on les protège contre le vol. Ces deux contraintes conduisent tout naturellement à la création de «salles d'ordinateurs» et à la définition de «tranches horaires» pour leur usage.

Cette organisation vise, bien sûr, à un usage optimal de matériels à la fois chers et rares mais force est de constater qu'elle conduit à des modes d'utilisation des ordinateurs qui sont aberrants.

Dans presque tous les cas, l'usage des ordinateurs est «institutionnel» c'est-à-dire qu'un groupe d'élèves se rend dans la salle des ordinateurs pour travailler avec un logiciel soigneusement choisi par l'enseignant.

Jamais ces ordinateurs ne sont utilisés par les élèves comme des ordinateurs «personnels» à l'aide desquels chaque élève pourrait, à sa manière, vérifier une hypothèse, tester une conjecture ou chercher un renseignement au moment précis où il en aura besoin ou envie.

C'est pourtant ce dernier usage qui est, de loin, le plus motivant car, après tout, l'utilisation d'un ordinateur n'a de raison d'être que s'il permet de gagner du temps dans des activités obligatoires ou s'il permet, grâce à sa rapidité, de mener à bonne fin des activités qu'on ne pourrait entreprendre raisonnablement à la main, à cause de leur durée.

Ces considérations permettent de dire que l'usage actuel des ordinateurs, à base de visites hebdomadaires à la salle des ordinateurs, n'est qu'une pâle image de ce que l'usage des ordinateurs apportera à l'enseignement lorsque l'«ordinateur de poche», en développement chez divers industriels, fera partie de la panoplie de chaque élève de classe préparatoire.

Pour éviter d'être, une fois encore, prise de vitesse par l'évolution technique il est temps de commencer à réfléchir aux logiciels que nous souhaiterions voir utiliser par les élèves sur leurs ordinateurs indivi-

duels et dans cette perspective, la mise en œuvre de l'«interrogation assistée par ordinateur» s'est avérée être une mine d'idées nouvelles et de réflexions intéressantes sur de nouvelles stratégies pédagogiques basées sur l'usage de l'ordinateur personnel.