

LA REVOLUTION INTERDISCIPLINAIRE AUJOURD'HUI

Mardi 4 avril - 14 heures 30

SCIENCES HUMAINES

Présidence de **M. Robert DELOINCE**, membre de la Section des Sciences du C.T.H.S., médecin militaire, spécialiste en anatomie et cytologie pathologique, Centre de recherches du Service de Santé des Armées, Lyon et de **M. Mario ALCARO**, professeur d'Histoire de la philosophie, Université de Calabre, Italie.

M. Cyril DEICHA, professeur d'Informatique à l'Ecole supérieure des Techniques de Biologie appliquée :

Pratique, enseignement et avenir de l'informatique comme outil d'acquisition du savoir. Compte-rendu d'expériences pédagogiques

La diffusion des nano-ordinateurs (notamment par l'abaissement de leurs prix) a permis d'envisager leur utilisation à grande échelle pour l'enseignement des sciences. Mais pour être efficace, cette utilisation doit être faite méthodiquement.

Nous avons été amenés à travailler dans trois directions convergentes :

1. Mise au point d'un langage de programmation simple comme support d'une pédagogie, associé à des outils didactiques (matériels et logiciels).
2. Adaptation des méthodes numériques classiques pour servir d'alternative à l'outil mathématique, dans l'étude des fondements de la physique.
3. Etude pratique des possibilités de l'ordinateur de poche de recevoir des interfaces miniaturisées, en remplacement des appareils de mesure de laboratoire.

Les possibilités ainsi découvertes (et appliquées) mènent logiquement à une réflexion épistémologique sur le redéploiement dont pourrait bénéficier, dans tous les domaines, l'acquisition du savoir.

PRATIQUE, ENSEIGNEMENT ET AVENIR DE L'INFORMATIQUE COMME OUTIL D'ACQUISITION DU SAVOIR

Cyril DEICHA

Résumé

Un réseau de nano-ordinateurs, un pseudo-langage et une méthode ont été élaborés pour un cycle d'initiation à l'informatique d'étudiants en biochimie. Cette expérience pédagogique a été l'occasion de constater que l'informatique est une alternative précieuse à l'outil mathématique pour la compréhension des sciences physiques. L'accès à la connaissance scientifique peut être ainsi élargi.

Summary

A network of pocket computers, a programming language and methods were developed in order to teach "computer literacy" to undergraduate students. The gathered experience showed that the computer is a valuable alternative to mathematics as a tool for understanding physics. Access to scientific knowledge can thus be widened.

I. L'INITIATION A L'INFORMATIQUE

A. MÉTHODES

Si, en 1989, l'ignorance totale de l'informatique est un handicap sérieux, la tentation de l'érudition constitue l'excès inverse.

Un enseignement d'initiation peut donc se borner à apporter en sus des notions de base, une utilisation des progiciels les plus courants sur micro-ordinateurs [8], la programmation pouvant être réduite à sa plus simple expression, car elle n'est guère utile, dans la vie courante, que sur ordinateurs de poche [9].

Cette dernière considération nous a amené à mettre au point un pseudo-langage ("basic à 10 instructions" ou "basic scolaire") [3]. Nous l'avons conçu comme un langage complet (ne serait-ce que pour raisons pédagogiques) et nous avons réussi à le rendre intégralement portable.

La mise au point d'exercices pour cet enseignement (Tableau 1) nous a permis de constituer une collection de petits programmes qui se sont révélés être d'une grande utilité pour l'enseignement de la physique et de la chimie.

B. INTERCONNECTION DES ORDINATEURS DE POCHE

1) Réseau

Le souci de proposer des postes de travail individuels et portatifs avec un budget limité nous a amené à exploiter les possibilités des nano-ordinateurs (Sharp 1246-1248 et Tandy PC3) en vue de leur interconnection.

Le système mis au point est constitué par une mallette contenant les 20 ordinateurs d'une classe. Le serveur (un 1248 pour lequel nous avons écrit un logiciel d'exploitation), peut conserver 10 programmes en mémoire vive et les transmettre un à un, à la demande. A ce serveur on peut connecter plusieurs ordinateurs d'étudiants (modèle 1246 ou 1246S) pour constituer un petit réseau.

2) Interfaçages

Les mêmes ordinateurs de poche peuvent servir à quelques expériences de robotique ou pour la mesure. Des interfaces d'actionneurs utilisent simplement le connecteur à 11 broches tandis que, en l'absence de langage machine, pour brancher un capteur il faut souder un phototransistor sur le clavier de l'ordinateur, l'entrée des signaux se faisant par fibre optique. Tous ces montages peuvent être fabriqués pendant des travaux pratiques d'initiation à l'électronique. Signalons qu'une entreprise européenne vient de commercialiser une interface qui permet de connecter les ordinateurs de poche à un IBM PC.

3) Perspectives

L'informatisation de l'enseignement pourrait se développer d'une façon peu onéreuse en généralisant l'emploi d'ordinateurs de poche dont pourrait s'équiper chaque élève pour un coût inférieur à celui de bien des calculatrices-gadgets. Cet ordinateur vraiment "personnel" aurait plusieurs usages : calculatrice normale; support pour les cours d'informatique; appareil de mesure pour travaux pratiques de physique; terminal de saisie portatif; chronomètre ou autre instrument pour toutes disciplines... Des serveurs portatifs serviraient aux enseignants à "distribuer" des exercices ou des outils didactiques; un serveur installé sur le mur d'une salle de travail permettrait une connexion en libre-service.

II. L'INFORMATIQUE COMME OUTIL EN PHYSIQUE

A. UNE ALTERNATIVE AUX MATHÉMATIQUES

Lorsqu'on se rend compte que certains exemples de programmation, plus que de simples exercices, peuvent devenir de véritables outils [2], on en arrive à envisager une autre approche des sciences expérimentales.

L'expérience de mécanique dite du pendule élastique nous permet d'illustrer les deux approches possibles [7] : un objet massif accroché à un ressort constitue un modèle d'oscillateur harmonique. Pour formaliser l'observation il s'agit, en partant de la relation fondamentale de la

dynamique et de la loi d'allongement d'un ressort d'aboutir à un mouvement sinusoïdal. La méthode scolaire traditionnelle (résolution d'une équation différentielle du second ordre) prérequiert des connaissances mathématiques étendues qui nécessitent plusieurs années de lycée pour leur acquisition ^[6]. L'avantage est que le résultat se présente sous forme d'une formule facile à exploiter par le (futur) ingénieur.

La méthode informatique ne nécessite que quatre opérations (+ - * /). Le calcul numérique qu'effectue notre programme ^[5] de façon parfaitement transparente et rigoureuse aboutit à un tracé de courbe point par point. Une telle présentation s'adresse plutôt au non-spécialiste qui reconnaîtra plus facilement une sinusoïde qu'une formule.

B. COMPLÉTER LES MATHÉMATIQUES

Les méthodes numériques réputées pour leur élégance et leur simplicité gagneraient à être plus largement appliquées dans un esprit interdisciplinaire.

Ainsi une équation, au-delà du degré 2, peut être résolue par un programme d'une vingtaine de lignes en basic, alors qu'autrefois une telle équation, réputée insoluble, était traitée à coups d'hypothèses "simplificatrices" pour la ramener au cas d'une équation du second degré (par exemple dans le cas des calculs de pH en chimie).

L'aire sous une portion de la courbe de Gauss, dont la valeur numérique est indispensable en statistique, est beaucoup plus facile à calculer sur ordinateur que par le calcul intégral.

III. INFORMATIQUE ET CULTURE

A. ACCÈS AU SAVOIR SCIENTIFIQUE

Une enquête récente ^[1] a montré que les mathématiques constituaient un obstacle sérieux pour 49% des élèves des classes de seconde. Or cette discipline constitue actuellement une base indispensable pour suivre un enseignement de sciences physiques par les méthodes traditionnelles. Près de la moitié des gens "instruits" risquent ainsi d'être privés définitivement de tout accès à un des constituants majeurs de notre culture.

C'est dans ce contexte que la réflexion sur le rôle de l'informatique comme outil d'acquisition du savoir prend toute sa signification.

L'animation des premiers clubs d'informatique, nous avait permis de constater que la pratique de l'ordinateur révèle chez les jeunes des qualités ludiques de bricoleur ou d'artiste tandis que les mathématiques leur apparaissent comme faisant appel à l'abstraction "sérieuse" et à la mémoire.

L'enseignement scientifique a donc tout à gagner d'une panoplie où le pédagogue choisirait l'outil (mathématique ou ordinateur) en fonction de son auditoire.

B. CULTURE GÉNÉRALE

Tout enseignant transmet en même temps que sa discipline, d'autres éléments culturels et cela est particulièrement vrai pour l'informatique.

A ce propos, pour répondre à une question souvent posée, précisons que les exercices littéraires [4] représentent pour certains de nos étudiants l'unique occasion de travailler sur des extraits de grands écrivains français. En effet c'est bien sur les œuvres originales que nous travaillons, et non sur des pastiches que pourrait "créer" un générateur aléatoire !

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES	SUPPORTS	EXEMPLES D'EXERCICES
U S A G E D E L'ORDINATEUR Savoir introduire, lister, exécuter, interrompre et corriger un programme court.	Ordinateur de poche	Calculs de fonctions
CALCUL Savoir résoudre une équation du 3 ^{ème} degré. Intégration. Equations différentielles. Utilité en physique.	Ordinateur de poche Exercices constitués d'algorithmes à établir et à programmer	Calcul du pH d'un acide faible. Calcul de l'aire délimitée par une courbe de Gauss. Oscillateur (avec tracé automatique de courbe) [5].
Connaître les principales structures algorithmiques.	Programmes à faire tourner à la main, sur papier (sans ordinateur).	Exercices littéraires : Molière, V. Hugo, J. Prévert [4].
Connaître les principes de quelques applications de l'informatique.	Ordinateurs de poche, Réseau avec serveur, Programmes à faire tourner sur ordinateur et à analyser, Interfaces miniatures.	Intelligence artificielle Voltmètre, Hématologie assistée par ordinateur, (modèles fonctionnels).

Tableau 1 : Logiciels et matériels présentés en démonstration.
 Leur place dans le cursus d'enseignement

BIBLIOGRAPHIE

1. BARBANÇON (G.), PLUVINAGE (F.), DUPUIS (C.) et DUVAL (R.), 1989, "Les maths et vous (enquête réalisée auprès de 2234 élèves par l'IREM, offset, Université Louis Pasteur Strasbourg, 80 p.
2. BOECKEL (G.), 1987, "Enseigner les sciences physiques... ou faire de l'informatique ?", *Bulletin de l'Union des Physiciens*, Paris, 695, p. 765-766.
3. BONBOIRE (P.) et DEICHA (C.), 1985, "Enseigner l'informatique aujourd'hui", *Synchro*, UNIREG, Paris, 108, p. 7-8.
4. DEICHA (C.), 1988, "Le coin littéraire", *Nano-ordinateurs*, Paris, 2-4, p. 3-6.
5. DEICHA (C.), 1988, "L'oscillateur harmonique", *Nano-ordinateurs*, Paris, 6,, p. 4-5.
6. DUREY (A.) et JOURNEAUX (R.), 1987, " Résolution d'une équation différentielle", dans *Cours et TP de physique et chimie avec l'ordinateur*, INRP et Union des Physiciens, 1987, p. 61-64.
7. DUTOUR (C.), 1987, "Etude d'un Oscillateur à l'aide d'un microordinateur", dans *Cours et TP de physique et chimie avec l'ordinateur*, INRP et Union des Physiciens, 1987, p. 65-79.
8. FAVRE-NICOLIN (R.) et MARANINCHI (J.B.), 1988, "Le tableur en sciences physiques : vers la programmation par objets", dans *Troisièmes journées "informatique, pédagogie et sciences physiques"*, Grenoble 14 et 15 mars 1988, INRP-UdP-IG, p. 65-70.
9. LEDON (G.), 1986, "Une nouvelle règle à calculs : l'ordinateur de poche", dans *Deuxièmes journées "informatique, pédagogie et sciences physiques"*, Université de Nancy 21-23 avril 1986, UdP, p. 96-101.