

QUE VA ENCORE APPORTER L'ÉVOLUTION TECHNIQUE DES MICROPROCESSEURS ET PÉRIPHÉRIQUES

Jean-Daniel NICOUD

Résumé : en peu d'années, l'informatique s'est développée et a pénétré tous les secteurs économiques et l'enseignement. Cette évolution peut apparaître comme terminée à certains points de vue, mais la technologie va encore beaucoup évoluer et elle peut encore apporter beaucoup. Son intégration consciente et planifiée dans l'enseignement restera d'une grande difficulté.

1. EVOLUTIONS

L'ordinateur commercial n'a que 40 ans et la microinformatique date de moins de 20 ans. Elle s'est déjà substituée à l'informatique traditionnelle dans la plupart des applications commerciales et scientifiques et a ouvert la porte à des applications pédagogiques nombreuses et variées encore mal exploitées. L'impact réel sur l'enseignement est encore très localisé car l'outil informatique n'a pas encore été vraiment assimilé par les enseignants et la programmation des applications pédagogiques est des plus difficiles.

1.1 Evolution de la technologie

La technologie des circuits intégrés connaît depuis 30 ans une évolution exponentielle facile à caractériser (loi de Moore) : chaque 2 ans le nombre de transistors que l'on peut aligner sur une puce double et tous les paramètres qui caractérisent la performance s'améliorent également de façon exponentielle.. On en est actuellement à 5 millions de transistors pour les derniers microprocesseurs, qui dépassent largement en performance les gros ordinateurs d'il y a moins de 10 ans. La structure régulière des mémoires permet des chiffres plus impressionnants : 16 millions de transistors actuellement sur une seule puce de silicium et un milliard d'ici la fin du siècle. Ces chiffres sont encore bien ridicules vis-à-vis des nombres de neurones et synapses que nous avons dans le cerveau, qui a de plus l'avantage d'être de construction tridimensionnelle. Les processeurs actuels n'effectuent que des transferts et des opérations arithmétiques simples, mais à une vitesse incroyable. Tout peut se simuler avec ces opérations simples, et en particulier les modèles neuronaux. Mais seules des architectures spécialisées pour le calcul neuronal permettront dans les 10 prochaines années des résultats intéressants pour des prises de décision « intelligentes » à partir d'un très grand nombre de paramètres parfois contradictoires.

Les mémoires à disque magnétique suivent une évolution tout aussi remarquable, puisque les capacités augmentent considérablement pour la même taille, et que la taille diminue jusqu'à avoir le volume d'une boîte d'allumettes pour un disque de plusieurs dizaines de méga-octets. Les écrans évoluent également, bien que plus lentement, vers l'écran plat idéal. Avec les progrès dans les souris, scanners et autres liens avec l'environnement, la petite machine portable capable de stocker et traiter de grandes quantités d'information existe et va voir ses performances augmenter considérablement. Certains prétendent que cet outil « révolutionnera » l'enseignement autant que le livre. La technologie n'apportera toutefois qu'une facilité de stockage et d'accès, comme le papier et l'encre, avec toutefois une possibilité de traitement en plus. La révolution dépendra, comme on le verra plus loin, de l'habileté des pédagogues et programmeurs.

L'évolution de la bande passante vers l'écran intéresse le pédagogue. Seul le texte simple était envisageable en 1985. L'image numérisée a fait le succès du programme « hypercard ». L'image animée résultera de la généralisation du disque compact dans quelques années.

De nombreux « gadgets » rendront service au pédagogue pour préparer ses leçons et les donner. Un gros crayon peut contenir une caméra ou un micro, et assez de mémoire pour stocker une information prise en temps réel et transférée ultérieurement sur l'ordinateur individuel. Plus utile, le crayon dictionnaire, qui peut même lire un mot avec son bec qui ressemble à un marker, et afficher son équivalent dans une langue quelconque. Les premières versions de ce marker intelligent existent déjà au Japon.

1.2 Evolution des potentialités

Les premiers ordinateurs ont été développés pour le calcul. Les besoins se sont ensuite multipliés et les potentialités offertes par les ordinateurs et stations de travail se sont développées comme le montre le tableau ci-dessous, qui liste les potentialités successives d'application des ordinateurs et les outils développés pour rendre ces potentialités accessibles. L'année correspond au moment où le besoin commence à être satisfait de façon suffisamment complète.

1960	calculer	Fortran
1966	gérer	Cobol
1974	communiquer	Réseaux, réservation de places dans les avions
1984	s'exprimer	PAO (publication assistée par ordinateur)
1990	concevoir	CAO (dessin, conception assistée par ordinateur)
1995	numériser	ISDN, HDTV (téléphone et TV numérique)
2000	fabriquer	CIM (computer integrated manufacture)
2005	apprendre	EIAO (enseignement intelligemment assisté par ordinateur)

On rêve depuis longtemps à l'EIAO. L'enseignement assisté semble facile à implémenter, mais il ne présente pas d'intérêt s'il n'est pas un peu adaptatif, en attendant d'être intelligent. Cette adaptation aux connaissances et à la psychologie de l'élève est très difficile à réaliser avec les techniques actuelles, et il faudra des

circuits et programmes neuro-minétiques très complexes pour éviter de devoir expliciter chaque action pédagogique potentielle.

1.3 Evolution des mentalités

L'ordinateur a, comme toute nouvelle machine, d'abord suscité des mécanismes de rejet qui subsistent ensuite, sans oser s'exprimer, chez les personnes âgées. L'utilisation d'un ordinateur individuel ne pose pas de problèmes particuliers ; il faut se souvenir d'un certain nombre de procédures et séquences d'ordres, et s'adapter à l'étroitesse d'esprit des programmes qui ne prévoient pas bien les nombreuses actions et réactions possibles de l'utilisateur. La faculté d'adaptation des jeunes face à l'informatique est manifeste. Ils sont exposés très tôt à certaines formes d'informatique, via des machines à jouer dont l'efficacité pédagogique est discutable, et certains apprennent par eux-mêmes les techniques de programmation. L'expérience montre que ceci ne les aide pas dans leur réussite scolaire.

Du côté des enseignants, on remarque un conservatisme excessif, ou un esprit de pionnier inconscient. Une maîtrise insuffisante des procédures entraîne un esprit de chapelle excessif.

2. LA MICROINFORMATIQUE ET L'ENSEIGNEMENT

L'ordinateur individuel est maintenant accessible à tous les enseignants et à la plupart des élèves de tous les niveaux, au moins pour quelques heures par semaine. Il permet l'exécution de programmes complexes et leur développement avec des outils logiciels très variés. Le processeur est performant, la mémoire abondante bien que mal utilisée, l'écran est assez grand et la souris permet d'interagir efficacement. Le réseau, le serveur disque, le serveur d'impression, permettent le partage des ressources coûteuses et facilitent la gestion dans un environnement multi-utilisateurs.

2.1 Prêt pour l'EAO ?

L'évolution technologique va encore améliorer le rapport performance/prix des systèmes de toute taille. Les périphériques multimédia seront plus accessibles et la palette d'outils de développement logiciels s'élargira. Il ne faut toutefois rien attendre de révolutionnaire ou de merveilleux. Les PC ont atteint un stade de développement correspondant à la voiture automobile il y a 40 ans. Les améliorations technologiques seront significatives, l'extension des services et la normalisation seront appréciées, mais du point de vue performance intrinsèque pour la fonction la plus fréquemment effectuée, les machines resteront trop lentes et trop compliquées à utiliser.

Que penser de cette technologie galopante offrant sans cesse des services nouveaux ? Que penser de la mauvaise exploitation qui est faite des fonctions et services disponibles ? Pourquoi vouloir la couleur alors que le noir et blanc, plus simple et plus rapide, n'est pas maîtrisé pédagogiquement ? Pourquoi le son,

pourquoi l'animation vidéo qui coûtent si cher, et nécessitent l'intervention de professionnels pour ne pas apparaître ridicule ?

En 1967, lorsque j'ai fait quelques exercices d'EAO sur un terminal connecté à un ordinateur IBM distant de 100 km, la technologie était inadaptée. En 1974, l'espoir de disposer, grâce aux nouveaux microprocesseurs, d'une machine personnelle, m'a puissamment motivé pour développer et encourager le développement des Smakys et de leurs environnements matériel et logiciel. En 1984, le confort d'utilisation restait insuffisant, malgré un processeur 16 bits, une souris et un écran graphique. Actuellement les performances sont bien au-delà de ce qui semblait indispensable il y a 10 ans. Les nouvelles technologies (processeurs, disques, écrans) et nouvelles méthodologies (réseaux de neurones artificiels, logique floue) auront certes quelques retombées sur l'EAO, mais ce sont dorénavant des problèmes pédagogiques et humains qui retardent son évolution.

2.2 Autres applications

Si les ordinateurs individuels attendent encore les « Mozart » de l'EAO, ils ont de nombreuses autres applications dans l'enseignement : comme calculatrice, comme dictionnaire, comme simulateur de phénomènes physiques, comme dessinateur de figures géométriques, comme aide à la création artistique, comme jeu éducatif. Des périphériques spécialisés (robots mobiles, expériences de physique, casques de vision 3D) offrent des possibilités d'apprendre et jouer qui susciteront des produits industriels à diffusion large ou étroite, considérés selon les personnes comme des éléments essentiels ou des gadgets inutiles.

L'ordinateur individuel est à la fois outil et instrument. Il peut s'utiliser simplement avec peu de connaissances. Il faut lui consacrer du temps pour bien le maîtriser et bien profiter de ses possibilités. Il jouera un rôle toujours plus grand dans la vie professionnelle de tous les corps de métier. Il a donc sa place dans l'enseignement, comme objet enseigné et comme outil pour apprendre.

3. CONCLUSION

Notre conclusion peut se résumer à deux questions.:

« Que faire avec les milliards de transistors que les ingénieurs pourront mettre dans une petite station portable, quand on est pédagogue ? »

et

« Pourquoi voulez-vous me donner un milliard de transistors alors que je n'ai pas encore su mettre en valeur les 10 millions que j'ai déjà dans mon PC ? »

Jean-Daniel NICLOUD

Laboratoire de Microinformatique
Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne
CH-1015 Lausanne