

L'avenir de l'informatique dans l'enseignement des sciences physiques

par Jean WINTHER

Si l'ordinateur fait partie intégrante de nombreuses activités de la société civile, il n'a pas encore pénétré de façon décisive le système éducatif.

On connaît sa place actuelle dans l'enseignement des sciences physiques.

Nous allons tenter d'imaginer quelle sera cette place dans les années à venir.

La prévision est une opération difficile.

Le physicien, plus que tout autre, sait que chaque événement est la conséquence des événements qui l'ont précédé.

D'où l'existence de plusieurs scénarios possibles.

Si l'on veut essayer d'imaginer l'évolution de l'informatique dans l'enseignement des sciences physiques il faut prendre en compte plusieurs paramètres :

- l'évolution des matériels,
- l'évolution des structures,
- l'évolution des programmes,
- l'évolution des mentalités.

On peut, et c'est le plus simple faire une prévision à court terme puis tenter une prévision à plus long terme.

PRÉVISION À COURT TERME

Faisons une extrapolation de la situation actuelle.

La situation en 1990

Tous les lycées et collèges sont équipés d'une salle d'informatique comprenant un nanoréseau de 8 ou 6 postes.

Ces salles sont assez peu fréquentées par les professeurs de sciences physiques car ils n'ont pas compris l'intérêt d'un enseignement assisté par ordinateur.

La manque de fiabilité des premiers équipements et logiciels a découragé la plupart des autres.

Dans l'enseignement technique scientifique, plus au contact avec les réalités industrielles, l'ordinateur figure en bonne place dans les activités scolaires.

Les classes préparatoires sont toutes équipées de compatibles PC. L'informatique étant inscrite dans les programmes, les salles fonctionnent à plein rendement.

(Elles sont surtout occupées par les mathématiciens, les physiciens délaissent la programmation pour une utilisation en TP ou en TD les ordinateurs fonctionnant en tant qu'outils).

Si l'enseignement tutoriel et la programmation ne rencontrent pas le succès escompté, l'utilisation ordinateur outil de laboratoire se développe de façon importante.

Pour deux raisons : les professeurs l'assimilent à un nouvel instrument de mesure et l'Inspection générale de sciences physiques soutient cette application de l'informatique.

De ce fait, et suite aux travaux de nombreuses équipes de recherche sur ce domaine, existe sur le marché une quantité importante d'interfaces couplées avec des logiciels d'acquisitions.

De nombreux établissements sont équipés, les autres ont mauvaise conscience de ne pas l'être. Intervient également un problème de budget d'établissement.

L'extrapolation

On peut prévoir que dans un délai de 2 ans tous les lycées auront au moins un compatible PC muni d'une interface.

S'ils arrivent à un équipement de 3 appareils ils pourront organiser des TP tournants. Cette situation qui existe déjà dans les classes préparatoires, où les élèves sont relativement indépendants, sera plus difficile à gérer dans l'enseignement secondaire. Dans les classes préparatoires, l'interfaçage n'est pas pris en compte au niveau des concours. L'utilisation de l'ordinateur interfacé, par les élèves, est de ce fait très restreinte.

Un seul compatible peut assister le professeur lors des expériences de cours.

Il peut également figurer dans la salle de TP pour les activités de représentation et de traitements des données.

PRÉVISION À LONG TERME

La diversité des paramètres que nous avons évoqués rend difficile un acte de prévision.

Adoptons la démarche du physicien.

Dressons un scénario dans lequel nous ferons évoluer les paramètres les uns après les autres.

La paramètre matériel

Sauf modification des conditions économiques, les matériels vont continuer à progresser. Ce qui va mettre à la disposition du système éducatif des appareils performants, fiables, transportables et de coûts abordables.

Les établissements bénéficieront d'un équipement adéquat, les professeurs apprendront à s'en servir (ce dernier point suppose ou que les mentalités évoluent ou que l'institution crée une obligation).

Dans un tel contexte on peut imaginer le scénario suivant, à plusieurs volets.

Au laboratoire

– L'ordinateur muni de son interface et de capteurs appropriés permet l'acquisition de données, même sur des phénomènes très rapides.

A l'aide de logiciels l'élève peut faire toutes les représentations et traitements souhaités. Il en sort un document papier (et/ou) un document informatique qu'il va garder dans sa documentation personnelle.

– Les mesures étant faites sur un montage qu'il a réalisé ou que le professeur lui a proposé l'élève les rentre dans l'ordinateur et se retrouve dans la démarche précédente.

– L'élève doit réaliser un montage, à l'aide de capteurs l'ordinateur teste la validité du montage.

– L'élève dispose de banques de données :

- matériels disponibles au laboratoire et leurs caractéristiques,
- produits chimiques disponibles au laboratoire et leurs caractéristiques,
- bibliothèque de méthodes.

Un problème est posé.

A partir de la banque de données l'élève doit choisir le(s) expérience(s) à réaliser pour le résoudre, le matériel (et/ou) les produits nécessaires, les méthodes à utiliser.

Il réalise les expériences. L'ordinateur l'aide à capter, représenter et calculer.

Dans la salle de cours

Au fur et à mesure du déroulement du cours, l'ordinateur assiste le professeur, il affiche sur un grand écran les courbes, les tableaux des résultats des expériences effectuées. L'imprimante ou la table traçante relayée par une photocopieuse permet à chacun d'obtenir une trace papier.

Il simule les expériences irréalisables dans une salle.

Relié à une ligne téléphonique il permet d'accéder en temps réel aux banques de données physiques, chimiques, économiques ou technologiques.

Le paramètre matériel progresse

Les paramètres structures et mentalités également

Le scénario précédent devient un sous-ensemble du scénario qui suit.

Les élèves sont divers et un enseignement collectif par essence même est incapable d'amener chacun au maximum de ses possibilités. Il permet une socialisation, l'apprentissage éventuel d'un travail en groupe mais il ne peut s'adapter au rythme des apprentissages individuels.

Le professeur est actuellement le centre de toutes les activités pédagogiques. Il dispense, contrôle et évalue les connaissances. Dans ce domaine il existe un certain nombre de tâches répétitives qui pourraient être dévolues à une machine.

Dès lors on peut imaginer le scénario suivant.

Le professeur n'est plus le vecteur exclusif des connaissances.

L'élève dispose dans son cartable d'un ordinateur portable qu'il peut brancher sur un moniteur à l'école ou à la maison*.

D'où lui viennent ses connaissances ?

Des expériences qu'il a réalisées au laboratoire avec le professeur, des logiciels qu'il fait tourner à l'école ou à la maison individuellement, de banques de données auxquelles il a accès via son ordinateur et une ligne téléphonique et comme traditionnellement d'une documentation papier.

Les connaissances ne sont plus uniquement des données écrites mais aussi des données sonores et des images fixes ou mobiles.

La machine dispense les connaissances. Elle propose des exercices, vérifient les démarches et les solutions au rythme de l'élève.

A côté des devoirs, des contrôles et des rapports de TP papier s'ajoutent des exercices de même type mais sur un support électronique. Des logiciels en assurent une première correction, le professeur affine les points délicats.

Le professeur n'est plus responsable d'une classe mais d'un ensemble d'élèves qui doivent atteindre un niveau de compétence dans un secteur de sciences physiques donné.

Le professeur a la responsabilité du processus pédagogique, de la réalisation des expériences et du choix des vecteurs de connaissances.

L'évolution des programmes

Dans les prévisions précédentes nous avons supposé une stabilité des programmes.

Ceux-ci ont relativement peu évolué en un siècle. Certes ils se sont adaptés aux évolutions des connaissances et des techniques mais pour

* Ce principe est mis en œuvre dans certaines écoles d'ingénieurs ou de commerce qui imposent aux élèves de première année l'achat d'un ordinateur. Utilisation essentiellement en traitement de textes pour les cours.

des raisons qui tiennent principalement aux connaissances mathématiques des élèves (et des professeurs) ils sont dans l'ensemble éloignés de la réalité physique.

Dans un souci de simplification les mouvements sont sans frottement, les oscillateurs ont de faibles oscillations, les gaz sont parfaits, on évite les phénomènes transitoires, etc...

Si une telle démarche se justifie dans une première étape d'un apprentissage en sciences physiques elle a l'inconvénient de créer un hiatus, dans l'esprit de l'élève, entre la réalité du monde physique et la physique du milieu scolaire. L'expérience montre qu'il lui est difficile de faire la jonction entre les deux.

Dès lors on peut imaginer puisque l'outil mathématique est l'obstacle qui empêche l'appréhension du monde physique réel par les élèves, que certaines opérations mathématiques, répétitives, longues, difficiles et complexes soient prises en charge par l'ordinateur.

L'élève n'a pas à maîtriser parfaitement la théorie des techniques mathématiques qui permettent la réalisation des traitements mais à comprendre leurs actions sur les données.

Par contre il faut qu'il est conscience des limites des méthodes qu'il va utiliser.

L'utilisation de ces méthodes ne doit pas être l'occasion de spéculations coupées du réel mais il faudra à tout moment les soumettre au jugement des faits et des observations.

Du point de vue pédagogique l'assimilation des connaissances ne se fait pas d'une façon séquentielle et il existe un contrat tacite entre l'élève et le professeur selon lequel l'on pourra utiliser un outil expérimental ou théorique avant que la démonstration complète de son fonctionnement n'ait été fait. A la fin du cursus de l'élève toutes les démonstrations auront été faites.

Ainsi, par exemple l'ajustement linéaire.

Il est très facile de faire comprendre à un élève ce qu'est l'ajustement linéaire d'un nuage de points ayant l'allure d'une droite.

Il peut à l'aide d'une règle tracer la droite qui passe au plus près de chacun des points.

L'ordinateur fait la même chose mais avec un algorithme mathématique. L'important en physique n'est pas l'algorithme mais l'ajustement.

L'obstacle mathématique étant levé on s'aperçoit qu'il y a rétroaction de l'instrument sur le contenu. La simplification n'étant plus

nécessaire les programmes peuvent se rapprocher de la réalité. Les mobiles se mettent à frotter, les oscillateurs oscillent en toute liberté, les gaz sont moins parfaits mais plus réels et les phénomènes transitoires ne sont plus marginaux. Les sciences physiques deviennent un peu moins scolaires.

Et si l'évolution des différents paramètres ne se produit pas ?

Le scénario catastrophe

L'évolution économique devient mauvaise, les établissements ne peuvent être équipés, les structures n'évoluent pas, les programmes se perpétuent d'une façon immuable, les mentalités se figent. L'outil pédagogique de toujours, la craie prend un nouvel essor, les sciences physiques déconnectées des réalités scientifiques et industrielles se cristallisent en une matière de structure purement scolaire justifiant son caractère expérimental par des expériences artificielles coupées de la réalité.

Les élèves s'en désintéressent, d'autres structures sont amenées à former les scientifiques. La discipline n'a plus d'autre justification que de former des professeurs de sciences physiques : elle est supprimée...

CONCLUSION

Seul le temps pourra affirmer ou infirmer ces prévisions. D'autres facteurs interviendront que personne ne peut imaginer aujourd'hui. Que le lecteur du troisième millénaire me pardonne si sa réalité n'est pas la mienne...