

UTILISATION DE L'INFORMATIQUE DANS L'ENSEIGNEMENT DE LA BIOLOGIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE

Une étude sur les utilisations pédagogiques des nouvelles technologies dans les premiers cycles universitaires

Jacques FISZER

INTRODUCTION

Une étude portant sur les utilisations pédagogiques des nouvelles technologies (technologies de l'information et de la communication ; essentiellement : informatique et techniques audio-visuelles), dans les premiers cycles universitaires, en France, avait été confiée en Janvier 1991 au Professeur Bernard DUMONT (Université Paris 7) par le Ministère de l'Education Nationale, Direction des Enseignements Supérieurs, MEPENTE (Mission des Equipements Pédagogiques et des Nouvelles Technologies d'Enseignement). L'étude concernait tous les domaines, à l'exception cependant de l'enseignement des langues vivantes, et à l'exception des sciences médicales (qui relèvent d'un autre Ministère).

Six mois de travail, d'enquêtes, de démarches, d'entretiens, ont permis de recueillir et analyser un important ensemble d'informations et de documents. Les membres du groupe de travail (ayant chacun la responsabilité d'un domaine déterminé) ont rédigé des synthèses correspondant à leurs secteurs respectifs. Et une synthèse générale a été établie sous la responsabilité de M. B. DUMONT.

J'étais, pour ma part, chargé du secteur : l'Informatique dans l'enseignement de la BIOLOGIE et des SCIENCES DE LA TERRE. Sur la base des données recueillies, j'ai rédigé un rapport de synthèse dont, avec l'autorisation de M. B. DUMONT, l'essentiel se trouve repris dans le présent article.

PROJETS ET REALISATIONS

L'utilisation de l'Informatique dans la pédagogie des sciences biologiques, au niveau universitaire, n'est l'objet, en France, de recherches et de réalisations que dans un nombre limité de centres (en mettant cependant à part le domaine des sciences médicales). Il semble, du reste, en aller en général de même à l'étranger.

Les sciences biologiques représentent un domaine qui requiert, comme tous les domaines certes, mais ici de façon particulièrement contraignante en raison de la nature même des faits, concepts et mécanismes biologiques, un long travail de réflexion et de recherche didactique, notamment un important travail d'analyse de la matière. Un certain nombre d'enseignants, universitaires, sont intéressés par des réalisations pédagogiques utilisant l'outil informatique, souhaiteraient concevoir eux-mêmes et mettre en oeuvre des systèmes et des programmes de ce type, mais ne se trouvent pas en mesure, notamment, d'y consacrer le temps et les moyens qui seraient nécessaires.

Quant au domaine des Sciences de la Terre, les réalisations pédagogiques sont encore moins nombreuses (alors que l'Informatique est, bien entendu, largement utilisée pour la recherche scientifique et technique). Cela s'observe dans l'Enseignement Supérieur comme dans l'Enseignement Secondaire, en France comme, semble-t-il, à l'étranger. De sorte que, dans ce domaine, la présentation ou, au moins, l'annonce d'un produit éducatif nouveau, et de qualité, retient particulièrement l'attention ¹.

Dans l'ensemble, les documents recueillis lors de cette enquête se rapportent à des travaux qui, d'une façon ou d'une autre, sont originaux et qui ne sont pas la reproduction pure et simple de réalisations antérieures, françaises ou étrangères (même dans les cas où se trouvent abordés des thèmes déjà traités ailleurs, mais de façon différente). Et, dans le domaine de la Biologie et des Sciences de la Terre, la comparaison de ces travaux avec des recherches et réalisations faites dans d'autres pays, telles qu'il est possible de les connaître, par échanges, publications, réunions internationales, etc., permet d'assurer, sans nulle exagération, qu'ils se situent en général à un niveau pour le moins digne d'être pris en considération.

¹ Et ce fut également le cas, par exemple, lors d'une conférence internationale en 1990, d'une communication danoise décrivant un intéressant logiciel de Géologie (j'aurai l'occasion d'y revenir).

Ces travaux couvrent un large éventail d'exemples différents d'utilisations pédagogiques de l'Informatique ; une assez grande diversité de voies se trouvent ainsi prospectées ; bien d'autres voies sont certes à explorer. On peut cependant noter qu'aucune de ces recherches n'a actuellement recours, explicitement, à des méthodes et techniques relevant du domaine dit de l'Intelligence Artificielle ; cette piste fera peut-être l'objet, ultérieurement, d'autres travaux.

MOTIVATIONS ET ORIENTATIONS DES TRAVAUX

Les raisons pour lesquelles les concepteurs de produits pédagogiques ont entrepris leurs travaux, et celles pour lesquelles les utilisateurs de tels produits ont décidé de les intégrer dans leur enseignement, sont relativement variées. Mais on y retrouve assez souvent des préoccupations communes, ou apparentées.

D'une façon générale, il s'agit de faire face à un certain nombre de problèmes et de difficultés spécifiques, et de réaliser des conditions pédagogiques de type nouveau.

L'emploi de l'ordinateur doit permettre de créer une situation nouvelle, un environnement éducatif assurant à l'étudiant la possibilité d'un travail en grande partie autonome, **adapté** à ses besoins propres et à ses aptitudes. Environnement dans lequel chaque étudiant peut non seulement acquérir, réviser et/ou renforcer ses connaissances, mais également être conduit à retravailler d'une autre façon les faits, les concepts, les mécanismes, à les manipuler et, dans le meilleur des cas, en acquérir la maîtrise, dépassant le stade d'une simple connaissance livresque, mémorisée, sujette à oubli et/ou à distorsion.

Le simple fait d'insérer un outil informatique dans un processus éducatif ne saurait en aucun cas garantir, à soi seul, une véritable amélioration, ni une authentique rénovation de l'enseignement. Mais telles sont en général les orientations prises par les concepteurs de produits pédagogiques, et ce qu'en attendent assez souvent les utilisateurs de ces produits.

Plusieurs enseignants, répondant à l'enquête, font état de **l'hétérogénéité**, parfois très importante, constatée parmi les étudiants abordant les premiers cycles de l'Enseignement Supérieur et présentant, très manifestement, des connaissances déficientes et/ou déformées (y compris, est-il souvent mentionné, parmi des connaissances de base), des représentations inexactes et/ou incohérentes. D'où la nécessité d'une sorte de mise à niveau, pour qu'ils soient à même de suivre avec quelque

profit l'enseignement universitaire. Et l'outil informatique, avec ses potentialités, notamment la possibilité d'une adaptation à chaque cas, semble particulièrement indiqué à cette fin.

Dans les sciences expérimentales, l'ordinateur permet de **simuler** des expériences, renouvelables à volonté. L'étudiant a notamment la possibilité d'observer les phénomènes, d'en analyser les mécanismes et les facteurs, de modifier les paramètres, etc. Situation qui peut contribuer à la réalisation de différents types d'objectifs d'apprentissage, tels que conceptualisation, transfert, modélisation, acquisition de méthodologie, voire découverte (ou, du moins, re-découverte) et création.

Mais des motifs d'un autre ordre conduisent également à avoir recours à des simulations dans l'enseignement. Il s'agit, entre autres pour des séances de travaux dirigés et de travaux pratiques, de tenter de pallier l'insuffisance des moyens disponibles ; parfois l'insuffisance, en nombre, de personnel enseignant et de personnel technique ; l'insuffisance des équipements de laboratoire. Il serait cependant erroné d'assimiler expériences simulées et expériences réelles. De nombreuses études ont paru sur ce point. L'expérimentation réelle est irremplaçable. Et, d'un autre côté, elle ne diminue en rien l'intérêt des simulations qui, en fait, sont d'une nature différente et dont l'apport à la pédagogie est en partie distinct, spécifique. De sorte que l'utilisation de simulations sur ordinateur ne doit pas être considérée comme devant simplement se substituer au travail pratique, réel, en laboratoire - travail pratique indispensable, y compris dans les premiers cycles universitaires.

Dans quelques cas cependant, des logiciels éducatifs de Biologie sont utilisés pour remplacer, au moins en partie, certaines études sur des animaux vivants (principalement lorsqu'il s'agit de Vertébrés). Considération qui se retrouve en divers endroits, en France comme à l'étranger, dans le Secondaire mais aussi, parfois, dans le Supérieur ².

Mais une autre orientation intéressante, pédagogiquement riche, est représentée par une **intégration** de l'outil informatique **dans l'expérimentation réelle**. En particulier, l'ordinateur, connecté à

² Des enseignants-chercheurs néerlandais ont, voici quelques années, explicitement indiqué, dans une publication, que s'ils ont décidé d'élaborer des programmes d'Enseignement Assisté par Ordinateur, entre autres des logiciels de simulations d'expériences de Physiologie, c'est, parmi d'autres motifs, en raison de l'opposition d'un nombre croissant d'étudiants à des expériences réelles (impliquant des dissections) sur des animaux vivants ; expériences qui, de toute façon, disent ces étudiants, n'auront que des résultats attendus, déjà connus, qui ne peuvent apporter aucun fait nouveau, aucune conclusion nouvelle par rapport à ce qui est expliqué dans les cours. Nul n'est tenu de partager entièrement une pareille opinion ; mais tel est le point de vue parfois exprimé.

divers instruments et appareillages, est utilisé comme outil d'acquisition et traitement de données en temps réel, contrôle et pilotage d'expériences, selon des techniques maintenant répandues dans des laboratoires de recherches. Techniques que les étudiants auront par la suite à utiliser et auxquelles il semble approprié, chaque fois que possible, de les familiariser ³.

L'ordinateur permet encore la constitution, l'organisation et la consultation de **bases de données** expérimentales, exploitables selon de multiples modalités en cours d'enseignement. Et l'ordinateur est assurément un outil irremplaçable, riche de très importantes potentialités, pour la **modélisation de processus**, type d'activité peu habituel dans l'enseignement et qui, pour les étudiants, peut très efficacement contribuer à une véritable compréhension des faits, des mécanismes, des concepts.

Autre type d'utilisation de l'outil informatique : la **programmation**. Pour l'étude de certains phénomènes et la résolution de problèmes déterminés, des enseignants peuvent demander à leurs étudiants de créer eux-mêmes (en BASIC ou en PASCAL par exemple) des logiciels de simulations, puis à les faire fonctionner. L'étudiant élaborant un tel programme est, en fait, conduit à un nouveau type de travail sur le sujet traité, qu'il doit aborder sous un angle différent, inhabituel. Le travail demandé, essentiellement une activité de **modélisation**, implique un effort d'analyse, de création, voire d'imagination ⁴.

3 Dans un laboratoire de Neurophysiologie de l'Université Paris 6, un collègue, Jean-Louis Huvé, a conçu et réalisé un système original et très complet de traitement informatisé du signal biologique. Depuis plusieurs années, de nombreux étudiants de Sciences Naturelles utilisent ce système, permettant acquisition et analyse de divers types de signaux provenant de l'activité de différents tissus et organes, tels que muscles, nerfs, coeur (visualisation des signaux, amélioration du rapport signal/bruit, traitements statistiques des données, etc.).

Dans l'Enseignement Secondaire, diverses réalisations d'Expérimentation Assistée par Ordinateur, ou Ex A O, ont fait l'objet de différents articles. Et le *Bulletin de l'EPI*, n° 60, p. 115-129 (Décembre 1990), a notamment publié un article de Christian Rellier : "Les histoires d'EVARISTE...".

4 A l'Université Paris 7, des activités de cette nature se trouvent organisées par une enseignante de Génétique, Myriam Rosenberg-Bourgin. Les étudiants ont par exemple à programmer, en Turbo-PASCAL, une simulation de lois de probabilités applicables à des expériences biologiques, puis, en faisant varier différents paramètres, à analyser méthodiquement les résultats de nombreux types de croisements génétiques. Une description détaillée d'une première étape de cette expérience pédagogique doit paraître dans le prochain numéro de la revue *BIOPEDAGOS*, n° 6 (1991).

APPLICATIONS

Parmi les étudiants qui utilisent les différents types de produits pédagogiques, on note le plus souvent une grande satisfaction, en général partagée par leurs enseignants. Et les uns et les autres expriment assez couramment le souhait de voir de telles réalisations se développer, se généraliser. Généralisation qui, cependant, ne saurait se faire sans précaution, sans réflexion et études sérieuses. L'un des problèmes, en tout cas, est de trouver, dans chaque cas, la place exacte des applications pédagogiques de l'Informatique dans l'ensemble des activités éducatives ; de voir comment elles peuvent s'intégrer dans le cours normal des études ; de déterminer leur rôle, leurs limites, leurs implications, la spécificité de ce qu'elles peuvent apporter à l'enseignement.

Dans les différents documents assemblés au cours de l'enquête, un accent particulier est mis par les auteurs sur une notion essentielle, celle **d'interactivité**. Les concepteurs de produits pédagogiques investissent souvent un temps important et des efforts soutenus pour tenter de réaliser un haut niveau d'interactivité.

Les faits et les concepts traités sont, assez souvent, parmi les plus fondamentaux et, semble-t-il, généralement les mieux établis, ce qui se conçoit particulièrement lorsqu'il s'agit d'enseignement dans les premiers cycles. Et les auteurs manifestent un constant souci d'améliorer leurs produits chaque fois que nécessaire. Les produits ne sont pas figés ; ils sont **évolutifs**, peuvent subir - durant des années - des modifications, amendements, adaptations, remises à jour, à la lumière des enseignements recueillis de divers tests et de la pratique effective et suivie des logiciels par les étudiants et, dans la mesure du possible, en tenant compte de l'évolution de la recherche scientifique dans le domaine traité.

Ces diverses circonstances expliquent que les auteurs considèrent que la **durée de vie** prévisible de leurs réalisations est certainement **longue**, très longue. Et si l'on devait raisonner en termes de "rentabilité", il apparaîtrait que l'importance et la durée du travail accompli pour la conception, la réalisation, l'amélioration et la "réactualisation" des produits pédagogiques - durée que les auteurs se disent souvent incapables de chiffrer avec quelque exactitude - trouvent une véritable justification si on prend en compte le grand nombre d'utilisateurs effectifs des produits et la très longue durée d'exploitation réelle dans l'enseignement.

La présente étude est centrée sur les premiers cycles universitaires. Mais il apparaît fréquemment que les différentes réalisations trouvent d'autres applications, dans certains cas non initialement envisagées par les auteurs. L'intérêt pédagogique des produits incite des enseignants à les utiliser pour d'autres étudiants que la population-cible d'origine, étudiants d'autres cycles universitaires pour lesquels, en fait, un certain nombre de problèmes, de besoins, de difficultés, s'avèrent en partie les mêmes que pour les étudiants des premiers cycles.

En outre, sur la base de ces différentes réalisations, l'expérience acquise par leurs auteurs les conduit, lorsque c'est possible, à assurer des actions de **formation**. Notamment, formation d'enseignants à l'utilisation pratique des matériels et des logiciels ; formation méthodologique d'enseignants du Secondaire (en stages de formation continue) ; formation de futurs enseignants de Biologie et Sciences de la Terre (formation initiale).

PROBLÈMES, OBSTACLES, SUGGESTIONS

L'utilisation de l'Informatique à des fins pédagogiques se heurte fréquemment à des très considérables obstacles, de toute nature. Nombre d'enseignants-chercheurs - qu'ils soient concepteurs ou utilisateurs de produits - notent que leurs activités dans ce domaine ne font l'objet d'aucune **reconnaissance** institutionnelle, et ne bénéficient d'aucun soutien ; que le temps qu'ils y consacrent n'est, trop souvent, nullement considéré comme du temps effectif de recherche, ni comme du temps effectif d'enseignement. Et se posent différents problèmes, matériels, notamment : insuffisance de crédits, de locaux et d'équipements appropriés.

Dans l'Enseignement Supérieur, il arrive que certains enseignants, légitimement préoccupés par l'activité de recherche scientifique dans leurs spécialités respectives, ne s'intéressent qu'accessoirement aux problèmes pédagogiques ; ne prêtent que peu d'attention aux recherches didactiques, aux travaux portant sur la didactique de leur propre discipline, aux réalisations qui sont ou seraient susceptibles d'apporter une amélioration, voire une rénovation, de l'enseignement. Attitude qui, certes, n'est nullement générale parmi les universitaires, mais qui peut se rencontrer jusque dans des instances de décision. D'où, notamment, certaines conséquences sur les carrières. Le temps considérable souvent requis pour l'élaboration des produits pédagogiques est, en général, peu compatible avec les nécessités et les contraintes de la vie professionnelle

de l'enseignant-chercheur. Les impératifs de carrière détournent de ce type de travail un certain nombre de collègues qui, cependant, apparaissent vraiment très motivés. Et il est malaisé de susciter et recommander la formation de nouvelles équipes, explorant de nouvelles voies, comme de tenter de recruter de nouveaux membres dans les équipes existantes, permettant un renouvellement, toujours souhaitable, des idées, si cela doit compromettre les promotions et les carrières des intéressés.

Les auteurs des produits pédagogiques, de même que les utilisateurs de ces produits, expriment principalement le souhait d'être en mesure de **poursuivre** leurs activités dans ce domaine et de les développer.

Le **temps** passé avec les étudiants lors de séances de pratique de produits pédagogiques sur ordinateur doit pouvoir être comptabilisé dans le temps de service normal de l'enseignant. Lorsque tel n'est pas le cas, des enseignants, pourtant convaincus de l'intérêt spécifique que présentent de telles séances, se trouvent empêchés d'en faire bénéficier leurs élèves, ou ne peuvent y avoir recours autant qu'il serait nécessaire.

L'activité de conception et de réalisation de produits pédagogiques implique normalement des travaux originaux de **recherche** didactique (non assimilable, ou non entièrement assimilable, à la recherche dans le domaine dit des Sciences de l'Education). Et implique la nécessité de faire connaître l'orientation des travaux et la nature des réalisations, de publier ; d'échanger informations et idées ; de se tenir informé des travaux entrepris dans d'autres centres, français et étrangers ; de participer à des réunions et congrès, nationaux et internationaux.

Ce type d'activité doit pouvoir - comme c'est du reste le cas dans un certain nombre de pays - bénéficier d'une reconnaissance institutionnelle, en tant que travail de recherche et de développement, dans un domaine encore considéré comme "nouveau", mais qui, tout l'indique, est de plus en plus appelé à prendre de l'extension, en tous pays, selon des voies, des modalités et des technologies en constante évolution, en constant enrichissement. Et on ne saurait trop souligner l'importance des actions de formation d'enseignants et de futurs enseignants, susceptibles de les préparer méthodiquement à une utilisation appropriée des nouvelles technologies dans la pédagogie - l'expérience acquise dans ce domaine par les différentes équipes les met particulièrement en mesure de concevoir et d'assurer valablement de telles actions de formation. On peut noter que, dans une certaine mesure, quelques équipes ont pu être

l'objet d'une reconnaissance officielle, ont pu obtenir un soutien et des moyens. Mais il s'agit là de cas en nombre encore limité.

Les auteurs expriment tous, en outre, le souhait d'une **diffusion** de leurs produits auprès des établissements, centres, équipes, enseignants, intéressés, en France (voire dans des pays francophones), y compris, naturellement, d'une diffusion proprement commerciale. Une véritable demande existe effectivement, en plusieurs endroits, pour l'utilisation des divers produits recensés lors de cette enquête et décrits dans les documents assemblés. Mais en général, une structure institutionnelle de diffusion n'existe actuellement pas. Certains auteurs suggèrent, notamment, des procédures s'inspirant du principe des licences mixtes, régissant la diffusion des logiciels éducatifs dans les établissements d'enseignement primaire et secondaire. C'est sans doute, parmi d'autres, l'une des voies à envisager.

On ne peut cependant se dissimuler que la mise sur le marché d'un logiciel éducatif peut rendre plus malaisées les actions de **suivi** du produit, les modifications, améliorations, remises à jour appropriées - il convient en tout cas de tenter de se préserver la possibilité de le faire lorsque cela apparaît indispensable.

CONCLUSION

L'utilisation pédagogique des technologies de l'information et de la communication ne saurait permettre de résoudre tous les problèmes qui peuvent se poser dans l'enseignement, ni de faire efficacement face à toutes les difficultés qui se présentent, que ce soit pour la Biologie et les Sciences de la Terre ou pour tout autre domaine. Et elle ne se substituera certainement pas à l'ensemble des autres activités d'enseignement. L'essentiel est plutôt d'en déterminer et caractériser la place et le rôle exact, dans chaque domaine, à chaque niveau.

Mais l'**enrichissement** qui peut en résulter pour l'enseignement, et pour la recherche didactique, peut grandement justifier de définir et de prévoir les conditions et les moyens, notamment matériels et organisationnels, qui puissent permettre d'en assurer le développement.

Jacques FISZER
E A O - BIOLOGIE
U. P. M. C.
12, rue Cuvier
75005 PARIS