

## **QUELS DIDACTICIELS POUR L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES-NATURELLES ?**

### **C. ORANGE**

Les didacticiels de Sciences Naturelles disponibles officiellement sur nanoréseau sont en nombre limité : deux disquettes supportant au total huit logiciels. Ceci ne représente en fait qu'une petite partie de ce qui existe réellement (voir en particulier le compte rendu des Journées Informatiques et Enseignement des Sciences Naturelles, I.N.R.P. 1984) ; le reste s'est certainement perdu entre le plan I.P.T. et les malheurs de l'unité logiciels du C.N.D.P.. Il est d'ailleurs aujourd'hui pratiquement impossible de faire éditer un didacticiel.

Cet état de relative pauvreté fait que l'informatique est assez peu employée dans les cours de Sciences Naturelles. Il me semble pourtant que cet outil doit avoir sa place dans notre enseignement.

Je me permets de présenter ici quelques remarques sur les rôles que peuvent ou pourraient jouer les didacticiels dans l'enseignement des Sciences Naturelles.

### **LEÇONS PROGRAMMÉES OU SIMULATIONS ?**

Les logiciels disponibles dans notre discipline peuvent facilement se répartir en deux catégories : les leçons et exercices programmés d'une part (Oeil, Sang, Corps humain par exemple), les logiciels de simulation d'autre part (Pavlov, Cui...).

Dans les cours et exercices programmés les connaissances théoriques et/ou les questions précises donnent lieu à des réponses limitées de l'élève, généralement jugées sommairement (Vrai, Faux...).

Notre propos n'est pas ici de discuter de l'enseignement programmé et des conceptions comportementalistes de l'apprentissage, mais il est permis de douter de l'intérêt de ces didacticiels dans l'enseignement des sciences. Ils visent la mémorisation de détails sans être capables de conduire l'élève vers de vrais problèmes biologiques.

Il est vrai que les logiciels de ce type dont nous disposons actuellement sont particulièrement faibles dans les analyses de réponses et qu'il est tout à fait possible

de les améliorer ; mais je suis persuadé que ce n'est pas là qu'il faut chercher un apport décisif de l'informatique à l'enseignement de la Biologie. Les langages-auteur classiques ne me paraissent donc pas, pour les mêmes raisons, d'un grand intérêt dans cette discipline, si ce n'est pour mettre au point quelques exercices d'évaluation (et encore...).

Les logiciels de simulation sont beaucoup plus intéressants pour la pédagogie des sciences biologiques et géologiques. Ils mettent l'élève dans des situations réellement scientifiques.

Le didacticiel Pavl, par exemple, permet de conduire les expériences de conditionnement : Cui propose des observations et des expériences sur le territoire des Rouges-gorges...

Bien entendu, l'utilisation de ces logiciels ne vise pas à éliminer l'observation ou l'expérimentation réelle. Mais il faut bien avouer que beaucoup de situations expérimentales ne sont pas réalisables en classe, ou mal réalisables ; c'est alors que la simulation est utile. Cette simulation peut s'appuyer sur un modèle mathématique (c'est le cas le plus général), ou être réalisée à partir d'une banque de données expérimentales (le logiciel Léman en est un exemple, hélas non diffusé à ma connaissance).

Voilà donc un premier rôle important de l'ordinateur dans l'enseignement des Sciences Naturelles : servir de succédané au réel ; encore, faut-il, lors de la mise au point des didacticiels correspondants, bien délimiter ce rôle, et il apparaît qu'il y a souvent confusion.

## **ORDINATEUR-OUTIL OU ORDINATEUR TUTEUR ?**

Il est important de distinguer deux types de didacticiels de simulation :

- d'une part, les didacticiels qui se limitent à remplacer l'expérience ou l'observation et dont l'interactivité gère uniquement les entrées de données, les sorties de résultats et les choix de démarche de l'élève, sans jamais juger, conseiller ni orienter.

- d'autre part, les didacticiels qui, à cette interactivité que nous pouvons qualifier de technique, ajoutent une interactivité tutorielle, qui juge, corrige, oriente le travail de recherche de l'élève. C'est le cas de Biol (voir bulletin E.P.I. n°29) et, dans une moindre mesure de Pavl.

De nombreux didacticiels de simulation sont de ce deuxième type et remplacent non seulement le matériel expérimental mais aussi, plus ou moins, le professeur. Cela me semble présenter un certain nombre d'inconvénients :

- tout d'abord, il y a risque de confusion dans les relations de l'élève avec l'ordinateur : l'élève est-il libre de conduire sa démarche comme il l'entend ou est-il contrôlé, évalué par la machine ? A-t-il à faire à un outil ou à un juge ?

- la pertinence des interventions tutorielles d'un logiciel sur une démarche expérimentale reste à démontrer. Je n'y crois pas beaucoup, quel que soit le talent du programmeur. Seules, peut-être, les techniques et les matériels de l'intelligence artificielle pourraient donner quelque chose de convenable. Il me semble, de toute façon, difficile de faire mieux qu'une confrontation argumentée entre les membres de la classe (professeur compris).

- si le logiciel a des interventions tutorielles, c'est qu'il a été programmé selon une démarche pédagogique bien définie. Cette démarche convient certainement à l'auteur, mais peut ne pas agréer aux collègues utilisateurs. Autrement dit, l'existence d'une interactivité tutorielle dans un logiciel de simulation, le rend peu ouvert, rigide, puisqu'elle le dédie à une utilisation pédagogique bien définie. Un didacticiel sans interactivité tutorielle sera beaucoup plus maniable et utilisable dans de nombreuses démarches.

Je pense ainsi qu'un bon didacticiel de simulation doit être ouvert et se limiter uniquement à la simulation en laissant de côté tout ce qui est tutoriel : ce doit être un logiciel-outil. J'ajoute, d'après mon expérience, qu'il devrait essayer de tenir en une seule page-écran bien construite ; sa souplesse d'utilisation en sera considérablement augmentée.

Prenons un exemple que je peux me permettre de critiquer : CUI. Ce logiciel se compose de quatre exercices :

- observation des Rouges-gorges dans un terrain quadrillé,
- déplacement d'un oiseau,
- mise en place d'un magnétophone diffusant le chant du Rouge-gorge,
- mise en place d'un plumet rouge ;

Le premier exercice comprend une option "d'aide à l'interprétation" qui contient les seules actions tutorielles (questions évaluées) de ce logiciel. A l'usage et à la réflexion, cette option me semble d'aucun intérêt : une mise en commun est tellement plus riche !

Une autre amélioration est possible sur les nano-machines (Cui a été écrit au départ pour les machines Z80) : regrouper tous les exercices dans une seule page-écran dans laquelle le crayon optique permettrait de capturer et de relâcher un

oiseau, de disposer le magnétophone et le plumet rouge.

Cette deuxième version serait beaucoup plus simple d'utilisation, plus souple et plus puissante (possibilité de combiner les expériences).

En un mot donc, il me semble qu'un logiciel de simulation doit être le plus sobre et le plus neutre possible. Ce doit être un outil pour le maître mais aussi et surtout pour l'élève.

Si maintenant nous essayons de poursuivre dans cette idée de didacticiels-outils, nous devons nous poser la question suivante : l'enseignement des Sciences Naturelles peut-il utiliser d'autres outils logiciels que les simulations ?

## **DE LA SIMULATION À LA MODÉLISATION**

Quand le concept étudié permet expérimentations et observations, l'ordinateur doit-il s'effacer devant le réel ou peut-il encore avoir un rôle pédagogique ?

Paradoxalement, je pense que c'est alors que l'informatique peut jouer son véritable rôle scientifique. Je laisse de côté ici, l'utilisation de l'ordinateur dans l'expérimentation assistée, mon propos étant plus particulièrement celui des didacticiels. Mais une voie n'a pas encore été suffisamment explorée : celle de la modélisation.

En effet qu'est-ce donc que de faire des sciences si ce n'est construire des théories, des modèles et de les mettre à l'épreuve du réel. Cette activité modélisante peut trouver dans l'ordinateur un outil puissant : si, lors de l'étude d'un concept de biologie, un modèle élaboré par la classe peut être entré dans l'ordinateur, il est alors possible de confronter son fonctionnement avec les données empiriques et ainsi de le corriger, de le valider. Les exemples d'études où ce travail est possible sont nombreux : classification, fonctionnement d'écosystèmes, boucles de régulation...

Dans cette optique, le logiciel ne propose plus un modèle à découvrir, comme dans le cas de didacticiels de simulation, mais aide à mettre au point ce modèle. L'ordinateur ne prend plus la place du réel, mais aide à l'étudier.

A priori tout langage de programmation peut convenir pour ce travail de modélisation, mais le codage doit être simple de façon que l'activité principale tourne autour de l'élaboration du modèle (analyse du problème) et non autour de sa programmation. Il faudrait donc avoir à notre disposition des didacticiels permettant de créer des modèles.

On peut penser à des langages-auteur spécialisés. En 1984, aux Journées

Informatique et Enseignement des Sciences Naturelles, C. et J. Bravard avaient présenté un projet (SYSIM) allant dans ce sens et souligné l'intérêt pédagogique de telles activités. Depuis, aucune trace de ce logiciel : est-il coincé au C.N.D.P. comme tant d'autres ? Si quelqu'un, en particulier les auteurs, pouvait nous donner des nouvelles...

Mais d'autres logiciels-outils sont utilisables pour la création de modèles. N'oublions pas les tableurs qui peuvent convenir pour certains modèles mathématiques et qui ont le mérite d'être disponibles.

Une autre voie intéressante me semble être celle des générateurs de systèmes-experts et, plus généralement, des générateurs de systèmes de production. De tels logiciels se programment en leur fournissant, sans ordre imposé (en vrac), des règles du type :

Si Conditions ALORS Action.

Voici quelques exemples de telles règles dans des modèles de biologie que pourraient élaborer et programmer les élèves.

Classification animale :

Si l'animal a des poils et allaite ses petits alors c'est un Mammifère  
etc.

Comportement animal :

Si oiseau dans son territoire et seul alors déplacement habituel.

Si oiseau dans son territoire et non seul alors attaque.

Si oiseau non dans son territoire alors retour.

Régulations :

Si glycémie augmente alors augmenter insulïnémie etc.

Dans les deux derniers exemples les actions "déplacement habituel", "attaque", "retour", "augmenter insulïnémie" peuvent faire l'objet d'une représentation graphique. Il suffit qu'elles correspondent à des procédures toutes prêtes fournies aux élèves. On retrouve ici une idée déjà utilisée dans la simulation d'objets techniques par des didacticiens du type Ecluse. La différence importante vient ici de la programmation par règles qui est plus proche des modèles biologiques que la programmation par algorithmes.

Un petit générateur de systèmes experts est disponible sur nano-réseau et fait

partie de la "valise" (L'Expert d'Infogramme), mais il est d'ordre zéro et n'accepte en conclusion des règles que des assertions et non des actions. De ce fait il ne peut être utilisé que pour des modèles simples (classifications). Reste donc à mettre au point un véritable outil permettant la construction de systèmes de production complexes... Mais c'est une autre histoire.

## CONCLUSION

J'ai essayé d'exposer ici les quelques idées que je pouvais avoir sur l'utilisation pédagogique de l'informatique dans l'enseignement des Sciences Naturelles. La présentation des types de didacticiels (existants ou espérés) est allée des plus fermés (cours et exercices programmés) aux plus ouverts et aux plus riches (outils de simulation, aides à la modélisation). J'espère que c'est également dans ce sens qu'ira l'évolution de leur utilisation.

C. ORANGE  
École Normale de la Manche  
50200 COUTANCES