

## UN EXEMPLE D'UTILISATION DE DIDACTICIEL DANS UNE CLASSE DE BEP ÉLECTRONIQUE <sup>1</sup>

Olga MEGALAKAKI

**RÉSUMÉ :** *Dans une classe d'enseignement professionnel (BEP) nous avons abordé l'analyse d'un système technique à l'aide d'un didacticiel. La réalisation du didacticiel est principalement basée sur l'étude des difficultés rencontrées par les élèves pour comprendre le fonctionnement de ce système, et il vise à faire acquérir aux élèves des connaissances pour surmonter les difficultés mises en évidence.*

### I. INTRODUCTION

L'objectif de ce travail consiste à élaborer un didacticiel permettant de fournir une aide appropriée aux élèves de lycées professionnels pour la compréhension du système technique "Echotomographe Ophtalmique" ; en répondant aux différentes questions, leur faire prendre conscience de la démarche qu'il faut suivre pour retrouver les différentes informations ; et afin les familiariser avec la méthode d'analyse descendante.

Dans le programme d'enseignement aux lycées professionnels, on donne aux élèves à étudier un certain nombre de systèmes techniques, comme par exemple, la machine à laver, le téléphone, les feux tricolores etc. De tels systèmes se présentent comme un ensemble "d'individus" affectés d'une ou plusieurs relations entre eux. Un système en tant que tel constitue une unité fonctionnelle, chaque modification de son état constitue un moyen pour atteindre le but qu'on lui a fixé. Le comportement d'un système fonctionnel est décrit par une séquence causale d'événements.

Un système fonctionnel complexe peut être décomposé en sous-systèmes. Les sous-systèmes sont organisés hiérarchiquement en structure arborée. La hiérarchie est définie par l'organisation en

---

<sup>1</sup> Ce didacticiel comporte deux parties : une concerne le système "échotomographe ophtalmique", et une des connaissances sur les "portes logiques". Dans cet article nous parlerons seulement de la partie concernant l'apprentissage du système technique.

buts/sous-buts. Les relations entre les sous-systèmes, essentiellement causales, peuvent être internes ou externes.

## II. L'ANALYSE PÉDAGOGIQUE

La démarche suivie pour la réalisation du didacticiel "Minerve" a consisté à prendre en compte les difficultés et les conceptions des élèves concernant le fonctionnement du système "échotomographe ophtalmique". Nous pensons que pour la construction des outils didactiques, il est important de prendre en compte les conceptions des apprenants, car l'apprenant n'est pas neutre face à une situation nouvelle, il a déjà des conceptions, et c'est à travers celles-ci qu'il essaie de comprendre les nouvelles informations qu'il reçoit.

Les questions que nous nous sommes posées sont : Quels sont les raisonnements et les inférences effectués par les élèves ? Quelles sont les erreurs commises ? Quelles sont les représentations qui les sous-tendent ? Dans quelle mesure le document d'étude fourni une aide aux élèves à acquérir (ou à construire) un modèle mental stable et efficace du fonctionnement du dispositif ?

Pour répondre à ces questions nous avons réalisé plusieurs études : des observations concernant l'enseignement, analyse des copies d'examen, analyse des protocoles individuels. Les résultats de ces analyses nous ont permis de relever un certain nombre de difficultés auprès des élèves pour comprendre la matière enseignée. Notamment :

- *Difficultés relevant de la physique* : Les principes physiques intervenant dans l'étude du système ne sont pas connus des élèves. Par conséquent ils se réfèrent à des situations plus connues pour interpréter ce phénomène.
- *Difficultés dans la compréhension du fonctionnement global du système* : Les élèves comprennent plus facilement le fonctionnement interne du système que ce qui constitue sa communication avec l'extérieur.
- *Difficultés dans la compréhension des correspondances topologiques*, entre les différents niveaux de l'analyse.
- *Difficultés dans la compréhension de certains schémas* : Les schémas sont ceux qui donnent lieu au plus grand nombre d'interprétations et présentations erronées.

Ces difficultés sont dues à diverses raisons :

- Il n'existe pas de références topologiques hors du découpage du système aux différents niveaux. Ainsi l'élève n'arrive pas à coordonner les différentes descriptions du système, afin de se représenter correctement le fonctionnement global.
- L'utilisation de certains schémas, et de certaines phases de fonctionnement ne sont pas assez expliquées dans les documents.
- Les principes physiques utilisés dans l'étude du système ne sont pas décrits dans les documents d'étude. Ce qui amène les élèves à avoir une représentation erronée du fonctionnement.

### **III. DESCRIPTION DU DIDACTICIEL**

Notre logiciel est interactif. Grâce au dialogue, l'utilisateur peut saisir et se représenter l'organisation du système selon la méthode descendante. Le logiciel permet le parcours devant l'écran des différents niveaux de l'analyse du système sous forme d'exercices choisis. L'analyse s'arrête à un niveau suffisamment défini pour que l'utilisateur puisse comprendre le fonctionnement global du système.

#### **III.1. Contenu du didacticiel**

On propose une série d'exercices dans un ordre correspondant à la méthode d'analyse descendante. La tâche de l'élève consiste de répondre à des questions soit en choisissant entre les réponses proposées, soit en répondant librement.

A titre d'exemple, dans le premier exercice on demande aux élèves d'établir les relations entre les éléments physiques du système (réponse libre) (figure 1).

Assistance	Exerc-Electronique	Exerc-Systèmes	Statistique
☐ _____ Programme Didacticiel _____			
<u>CONFIGURATION MATERIELLE DU SYSTEME TECHNIQUE</u>			
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">EMETTEUR-RECEPTEUR ULTRASONIQUE</div> <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px 5px;">B</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">UNITE CENTRALE</div> <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px 5px;">C</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">UNITE DE VISUALISATION (télé)</div> <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px 5px;">D</div>
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">LECTEUR DE DISCETTE</div> <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px 5px;">F</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">IMPRIMANTE</div> <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px 5px;">G</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">APPAREIL PHOTOGRAPHIQUE</div> <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px 5px;">H</div>
<p><b>TRAVAIL DEMANDE:</b> Essayer de trouver les connexions entre les "boîtes" ci dessus.          Pour le faire, il suffit de taper les lettres des "boîtes" que vous voulez connecter.          Essayer de donner vos réponses, selon l'ordre du fonctionnement du Système.</p>			
<b>REPONSE DU SYSTEME</b>			

### III.2. Interface homme-machine

Durant la réalisation du logiciel, notre objectif (et souci) essentiel était de créer chez les élèves d'automatismes pour toutes les tâches répétitives afin de leur permettre de dégager le maximum de temps pour des activités intellectuelles plus complexes. Pour favoriser cette création d'automatismes, nous avons essayé de concevoir tous les paramètres d'interface homme-machine avec le maximum d'homogénéité. Par exemple, la touche permettant de quitter l'application est la même à toute position et moment ; ou encore avoir pour le dialogue une zone permanente en bas sur l'écran.

### III.3. Séquencement des opérations

Les principales caractéristiques d'enchaînement sont :

- a) Le didacticiel permet l'*enchaînement* libre / guidé / automatique ou leur combinaison selon le cas. En principe, si l'utilisateur se trouve au premier ou second niveau de commandes, l'enchaînement est libre et implicitement guidé par l'ordre d'exercices proposés ; sinon s'il se trouve dans un exercice, l'enchaînement est pratiquement automatique et avec certaines exceptions libre.

- b) *Interruptions*. Nous assurons à tout moment et à n'importe quelle position la possibilité d'interrompre une transaction en cours soit pour un temps bref (consultation), soit pour reprendre ultérieurement, soit pour quitter l'application définitivement.
- c) *Affichage*. Afficher ce qu'on vient de faire soit pour obtenir des conclusions pédagogiques soit pour reprendre plus tard. Ce qui est assuré par le module Statistique. La commande *Statistique* permet de conserver toutes les réponses données pour les exercices sur le système "Echotomographe Ophtalmique".
- d) *Consultation*. Pouvoir accéder aux modules d'assistance à tout moment.

### III.4. Le traitement des erreurs.

Le système présente le message d'erreur dans la zone de dialogue. Certains messages importants sont accompagnés par un signal sonore.

On distingue deux principaux types d'erreurs :

- *Les erreurs d'exécution* : Ce type d'erreurs est facilement détectable par "Minerve". Les messages communiqués par la machine sont :
  - "Vous avez choisi une mauvaise lettre. Recommencez s.v.p." ou
  - "Vous devez cliquer dans l'une des cases. Recommencez s.v.p."
- *Les erreurs de nature "pédagogique"*. Il s'agit de réponses fausses données par l'élève pour une question posée par le système. Le système identifie et ensuite signale l'erreur à l'utilisateur. Les messages d'erreurs sont normalement accompagnés par d'autres messages d'explication sur la nature de l'erreur et du guidage. Ensuite, le système attend (voir assiste) la rectification des erreurs par l'utilisateur. Toutefois l'utilisateur a toujours la possibilité de ne pas répondre et passer à l'exercice suivant etc.

### III.5. Structure interne du didacticiel

Le didacticiel proposé est un programme PASCAL avec menu déroulant réalisé en Macintosh. Le Mac est un ordinateur très maniable mais sa conception interne est complexe et sophistiquée. Les modules d'interface avec le Macintosh fournis par Turbo PASCAL nous ont permis de rendre le logiciel simple à manier. Obtenir un logiciel maniable était parmi nos principaux soucis, vue la population novice (côté informatique) pour laquelle il était destiné.

## IV. MÉTHODOLOGIE

La validation du logiciel recouvre deux problèmes différents : la validation externe et la validation interne (Gaudel 89). *La validation interne* vérifie si chaque module du logiciel est correct par rapport à sa spécification de départ. *La validation externe* a pour objectif de vérifier si le logiciel assure les fonctions définies dans le cahier des charges.

Ici nous essayons de voir si le logiciel répond à la question suivante : *"assure-t-il pour les élèves en BEP un enseignement plus efficace que l'enseignement traditionnel ?"*

Pour répondre à cette question, nous étions obligés d'une part de tester la maniabilité du logiciel, et d'autre part vérifier (d'une manière expérimentale) si en utilisant ce logiciel les élèves finissent par mieux comprendre les notions mal comprises en classe.

### IV.1. Maniabilité du Logiciel.

Nous pouvons apporter les remarques suivantes :

- Les élèves s'adaptent très rapidement à la sélection-validation d'une commande en utilisant la souris. Toutefois, des problèmes se posent dans certains cas exceptionnels où la sélection-validation passe par le clavier (problème d'homogénéité).
- Le temps de réaction pour la sélection d'une commande, exercice ou réponse, décroît considérablement. Ce qui est dû aux automatismes facilement créés chez l'élève.

### IV.2. Vérification expérimentale.

Nous avons procédé à l'expérimentation de notre logiciel dans une classe de LEP d'Eragny (Pontoise) préparant un BEP en électronique. Les enseignants ont accepté de conduire pendant 2 mois avec les 24 élèves de leur classe une étude sur le système technique "Echotomographe ophtalmique". Nous avons suivi l'enseignement du système en même temps que les élèves pour pouvoir observer la méthode d'enseignement et les questions qui se posent les élèves. Nous avons effectué une comparaison pré-test/post-test, encadrant l'enseignement sur le logiciel. D'habitude, cette comparaison se fait entre deux classes. Comme l'enseignement du système technique "Echotomographe ophtalmique" nécessite beaucoup de temps pour sa préparation, on n'a pas pu trouver d'autres lycées acceptant de conduire cette étude. C'est la raison

pour laquelle, on a choisi de diviser une même classe en deux groupes équivalents (groupe expérimental - groupe contrôle) pour faire les comparaisons nécessaires.

## V. CONCLUSIONS

Les résultats obtenus à partir de l'expérimentation du didacticiel montrent un net progrès des représentations et donc de la compréhension. Le didacticiel favorise l'acquisition des connaissances et développe l'aptitude à réfléchir. Il permet par ailleurs que des facteurs comme "la répétition et la motivation qui constituent des conditions nécessaires de l'acquisition" (C. George, J.-F. Richard 82) soient mis en oeuvre.

Nous avons observé une activité intense et une grande motivation. En général, les élèves répétaient un exercice jusqu'à la réussite, lorsqu'après coup ils réalisaient que leurs réponses n'étaient pas correctes ; à partir de là ils essayaient de réfléchir, de mettre en correspondance leurs connaissances et de raffiner leurs représentations.

L'expérimentation de notre didacticiel montre que la possibilité offerte par l'ordinateur pour composer différents types de schémas et pour effectuer différents types de tâches, contribue favorablement au raffinement progressif des représentations du fonctionnement du système et de l'objet technique étudié.

En ce qui concerne le *fonctionnement global du système*, après l'apprentissage à l'aide du didacticiel, la moitié des élèves change de représentations et en ont construit d'autres plus appropriées. Le passage d'une représentation à une autre meilleure est très vraisemblablement lié à l'intériorisation progressive des propriétés et des relations caractérisant le fonctionnement du système. L'autre moitié des élèves change de représentations, mais les nouvelles ne sont pas plus cohérentes. Ces résultats permettent de dire que le didacticiel favorise la flexibilité et la modification des représentations bien plus efficacement que l'enseignement traditionnel.

De plus l'itinéraire suivi pour résoudre les tâches du didacticiel nous donne des informations sur le fonctionnement du sujet. Ces observations montrent que les élèves n'ont pas de stratégies systématiques de planification dans la recherche du fonctionnement du système et qu'ils font peu d'inférences sur les prérequis ou préconditions à

réaliser. C'est souvent après coup, lorsqu'ils réalisent qu'une réponse donnée n'est pas correcte, qu'ils essaient de réfléchir et d'approfondir, de mettre en correspondance leurs connaissances afin de construire un modèle plus adéquat.

Notre expérimentation montre aussi que le didacticiel aide (bien davantage que le cours) les élèves à faire des *correspondances topologiques* (entre les différents niveaux d'analyse) correctes, quoique certaines correspondances restent non comprises des élèves. Cela provient sans doute d'une compréhension insuffisante du fonctionnement interne de certains des objets techniques.

Pour les *principes des phénomènes physiques* intervenant dans le fonctionnement du système (l'exploration ultrasonore dans notre cas), les élèves ont aussi progressé après l'enseignement avec le didacticiel. Cependant, on ne peut pas dire que ce notion (exploration ultrasonore) soit complètement acquise. La croyance qu'à une onde correspond un seul écho persiste chez la moitié d'entre eux. Leur modèle concernant des échos n'est pas loin du modèle du miroir ou encore du modèle d'audition. Ce qui montre qu'ils ne disposent généralement pas d'emblée des connaissances nécessaires à la compréhension des concepts scientifiques. Bien souvent, leurs connaissances spontanées reposent au contraire sur des croyances et des connaissances rudimentaires, construites à partir des intuitions, qui influencent la façon dont ils assimilent les connaissances qui leur sont transmises.

L'expérimentation du didacticiel a aussi mis en évidence l'importance de l'homogénéité des schémas dans la construction des représentations correctes. Il ne suffit pas de donner des schémas, il faut qu'ils soient coordonnés lorsque on passe d'un niveau d'analyse à un autre.

En conclusion, les résultats obtenus à partir de l'expérimentation du didacticiel pourraient nous faire réfléchir sur les effets bénéfiques de l'enseignement par ordinateur, afin d'en faire profiter de plus en plus les élèves. L'enseignement par ordinateur peut devenir une méthode attrayante, car on peut jouer sur beaucoup de facteurs ; la possibilité d'inclure des exercices de forme et de nature très différentes, la motivation dans le travail des élèves, la possibilité de localiser et de corriger directement les erreurs et la possibilité de répéter autant de fois qu'on veut. Donc, l'ordinateur peut constituer un moyen d'apprentissage supplémentaire qui favorise l'acquisition des connaissances et modifie favorablement la pratique d'enseignement.

**BIBLIOGRAPHIE**

- BARTHET M.-F., *Logiciels Interactifs et Ergonomie*, DUNOD, Paris 1988.
- BENZERKI P., FRIEMEL E., HOC J.-M., MEGALAKAKI O., NGUYEN-XUAN A., RICHARD J.-F., *"Le BEP d'électronique"*, Rapport de fin de contrat, Ministère de la Recherche et de la Technologie, Juin 1987.
- GAUDEL M.-C., *Le Génie Logiciel*, Rapport de Recherche No 469, L.R.I., Université Paris-XI, Mars 1989.
- GEORGE C., RICHARD J.-F., *"Contributions récentes de la psychologie de l'apprentissage à la pédagogie"*, Revue Française de Pédagogie, 1982, No 58, 67-91.
- MEGALAKAKI OLGA, *"La compréhension des dispositifs électroniques chez des élèves de l'enseignement professionnel: développement d'un logiciel d'aide à la compréhension"*, Thèse de Doctorat, Université Paris VIII, Juin 1990.
- PAIR C., *"Apport de l'Informatique pour remédier aux difficultés scolaires"*, Compte-rendu de fin d'étude, Ministère de la Recherche et de la Technologie, Décision d'aide N° 86 JO 123/012, Juin 1988.

Olga MEGALAKAKI

Université de Crète

Département de Psychologie

Rethymnon, Crète, GRECE