

Une expérience d'individualisation de l'enseignement de la chimie organique. Projet AMA¹

D. LECLERCQ, P. LASZLO et G. DE LANDSHEERE

Au cours des trois dernières années, avec le soutien de la Commission Interministérielle de la Politique Scientifique, le Service de chimie organique (professeur P. Laszlo) et le Laboratoire de pédagogie expérimentale (professeur G. De Landsheere) ont réalisé une expérience d'apprentissage multimédia, gérée par ordinateur, à l'intention des étudiants de première candidature en Sciences vétérinaires et en Biologie. La note présente porte sur trois aspects de cet essai :

- I. La définition des prérequis à l'étude de la chimie en première candidature.
- II. Un entraînement à la résolution de problèmes.
- III. Les techniques audio-visuelles mises en œuvre.

I. La définition des prérequis

Idéalement, le premier enseignement universitaire devrait pouvoir se fonder sur une base commune, acquise dans l'enseignement secondaire. En réalité, les étudiants se présentent avec des formations très diverses. Cette diversité s'explique tant par la qualité variable des acquisitions que par les différences de programmes existant entre les types d'écoles secondaires ou les sections fréquentées.

L'objectif de l'expérience était ici d'amener les étudiants à une maîtrise réelle des notions devant servir de fondement à leurs études supérieures. En pareil cas, une évaluation normative, axée essentiellement sur le classement des étudiants par ordre de mérite, n'offre que peu d'intérêt. C'est à l'évaluation dite *critérielle* qu'il importe de recourir afin de pouvoir aider chacun à se situer par rapport aux apprentissages qui restent à réaliser.

A cet effet, on a constitué :

- A. Un ensemble hiérarchisé d'objectifs opérationnels relatifs à huit thèmes jugés essentiels par le spécialiste de la matière.
- B. Un ensemble de questions à choix multiple permettant de constituer des prétests et des post-tests portant sur ces huit thèmes. Ces épreuves sont administrées et corrigées avec l'aide du Système de Traitement des Evaluations Pédagogiques (STEP).
- C. Huit cours programmés mis au point expérimentalement.
- D. Un programme d'Enseignement Assisté par Ordinateur (EAO) intitulé Testing Adaptatif Séquentiel avec indices de Certitudes (TASC). Ce programme remplit à la fois des fonctions d'évaluation et d'enseignement.

La définition opérationnelle des objectifs constitue le fondement nécessaire à la création des outils d'évaluation et des outils d'enseignement.

¹ Apprentissage multimédia assisté par ordinateur.

Le programme TASC

Les tentatives d'individualisation de l'enseignement souffrent souvent du manque d'une évaluation individualisée correspondante. Le testing « sur mesure » (*tailored testing*) assisté par ordinateur permet de pallier cette faiblesse.

Pendant le processus d'examen, le contenu, la difficulté, voire la forme d'une question est déterminée par la qualité des réponses aux questions précédentes. Dans un examen proprement dit, on s'efforce aussi d'explorer les connaissances de l'étudiant jusqu'à leurs limites réelles, en tenant compte de ses caractéristiques personnelles.

Sans atteindre ce degré de sophistication, le programme TASC permet à l'étudiant évalué de faire appel à des informations qui lui manquent, de demander des conseils, d'être orienté vers des séquences programmées de rattrapage. Le programme assure aussi la fonction de prétesting.

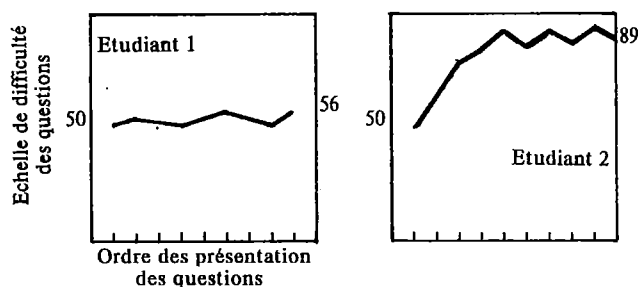
Conçu par D. Leclercq et A. Stockis, ce programme a été réalisé sur le système DOCEO, mis au point au Service de Mathématique Appliquée au Traitement de l'Information (SMATI) de l'Université de Liège (professeur Linsman). Rappelons que le terminal DOCEO comprend un écran cathodique, un clavier alphanumérique, un écran destiné à la rétroprojection de diapositives à partir du projecteur carrousel (80 diapos), et un diffuseur (plus un casque d'écoute) destiné à la communication de messages sonores au moyen d'un magnétophone. L'accès à l'ordinateur se fait au moyen d'un Langage de Programmation Conversationnel (LPC) original.

Ces matériels et logiciels ont été mis à la disposition du projet AMA par l'équipe responsable d'une recherche soutenue par le Fonds de la Recherche Scientifique Médicale (FRSM) : les professeurs P. Linsman et P. Lefebvre, MM. M.-O. Houziaux et M. Bartholomé, que nous tenons à remercier ici.

Sur la base des objectifs opérationnels préalablement définis, les questions de contrôle ont été classées dans un ordre croissant de complexité. Il ne s'agit pas de simples questions à choix multiple, mais d'un système plus évolué où l'étudiant indique, pour chacun des choix proposés, le degré estimé d'exactitude de la réponse (probabilités transformées dans une échelle allant de 0 à 100).

La progression dans l'évaluation, et donc dans l'apprentissage qui s'ensuit, s'opère selon la méthode « des hauts et des bas » : après un succès, l'étudiant reçoit une question plus difficile que la précédente ; après un échec vient une question plus facile.

Voici les profils de deux sessions TASC :



1. L'étudiant 1 a introduit 12 demandes d'informations. Parti de la question 50, il arrive à la question 56 après une heure (la session est interrompue pour dépassement du temps imparti).
2. L'étudiant 2 a introduit 5 demandes d'informations. Parti de la question 50, il aboutit à la question 89.

II. Entraînement à la résolution de problèmes

Il importe d'approfondir notre connaissance des procédures mises en œuvre lors de la résolution d'un problème et du niveau de prise de conscience de ces procédures par les étudiants. L'ordinateur devrait ici jouer un rôle privilégié grâce à ses capacités à gérer les heuristiques et à traiter les modèles algorithmiques.

A cet égard, l'estimation d'ordres de grandeur est peut-être une des formes les plus simples (ou une des composantes) de la *résolution de problèmes*.

Lors de travaux en groupes, les étudiants sont préparés aux estimations par des exercices portant sur des objets de la vie courante. On se contente d'une approximation de la réponse, car ce sont les procédés mis en œuvre par les étudiants pour aboutir à une solution suffisamment précise et rapide qui importent réellement. Les chemins vers la solution peuvent être très divers. Les exercices consistent précisément à apprendre à développer des heuristiques basées sur l'analogie, l'approximation, tactiques qui seront approfondies sous une autre forme.

Ces exercices d'estimation et les exercices concernant la résolution de problèmes se situent sur un *continuum* de difficulté. Les premiers débouchent facilement sur les seconds.

Au cours de séances d'exercice, bon nombre de faiblesses dans la manière d'aborder les problèmes ont été recensées. En voici quelques-unes.

1. *L'esprit critique* n'est pas assez en éveil. Certains étudiants acceptent des propositions absurdes dans les énoncés : ils mettent trop peu souvent en question la *vraisemblance*.
2. Les étudiants *organisent mal* les éléments qui leur sont donnés : ils les laissent trop dans leur état de départ, ne distinguent pas assez clairement les inconnues des données, ne *hiérarchisent* pas assez les informations.
3. Ils font *trop peu usage de leur imagination* ; ils ne recourent guère au raisonnement par analogie, aux comparaisons, voire aux rapprochements audacieux. Les hypothèses sont trop rares et trop imprécises.
4. Leurs *raisonnements logiques* ne sont pas assez élaborés : ils ne sont pas menés jusqu'au bout, sont trop peu systématiques, incomplets, mal assurés.
5. Leurs *estimations* sont rares et peu pertinentes : l'erreur de mesure est large.

6. Ils *doutent* de leur capacité à surmonter la situation seuls, *renoncent trop vite*, démissionnent à tort.

La dernière constatation s'explique de plusieurs façons :

1. Les étudiants sont *trop peu conscients* de l'étendue réelle de leur capacité à résoudre seuls des problèmes.
2. Ils y sont trop peu entraînés : ils n'en ont *pas l'habitude*.
3. Ce mode de travail est *trop peu valorisé en cours de formation*.

Il apparaît que l'ordinateur peut permettre des exercices systématiques de ces capacités. Deux programmes (ESTIM et DEFI) sont développés dans ce but. Ils sont conçus pour entraîner à résoudre des problèmes, pour mettre l'étudiant dans un état d'esprit favorable à ce travail et lui donner confiance en lui-même. L'objectif est donc tout autant d'ordre affectif (motivationnel) que cognitif.

III. Les techniques audio-visuelles

A. La chromatographie

Deux films super 8 et une séquence vidéo ont été réalisés sur la chromatographie sur couche mince. Le premier film introduit à la technique et surtout à ses applications dans des domaines divers (alimentaire, médical, etc.). Ce film vise un objectif essentiellement affectif : modifier les attitudes des débutants vis-à-vis de la chimie, trop souvent perçue dans ses seuls aspects négatifs.

Le second film d'animation vise des objectifs cognitifs ; il explique les principes physico-chimiques intervenant dans la chromatographie.

La séquence vidéo porte sur la manière de procéder à une chromatographie ; elle explique également un certain nombre de concepts qui s'y rapportent, concepts rappelés dans un document écrit.

B. La chiralité

Rappelons qu'un objet est dit « chiral » lorsqu'il ne coïncide jamais, dans aucune position, avec son image et qu'un objet est dit « non chiral » lorsque après rotation dans le plan, il reste une position dans laquelle l'objet coïncide avec son image.

Etant donné le caractère visuel et manipulateur de ce contenu, le recours au magnétoscope s'imposait. Une séquence vidéo (réalisée par des étudiants en sciences de l'éducation sous la direction de Jean Donnay) présente la notion de chiralité, tandis qu'une autre constitue un test (non verbal) du rendement de la première.

D'autres techniques audio-visuelles plus classiques sont d'usage courant dans les deux services.