

# Enseignement, images vidéo, ordinateurs... 10 ans après...

Jean-Pierre Rabine\* *ingénieur*

Dans l'avant-propos des actes d'un colloque organisé en juin 1984 à Bruxelles [1], Bernadette Wilmet écrivait : *«Il serait impensable qu'on néglige désormais dans l'enseignement l'apport des techniques audio-visuelles...»*. Dix ans plus tard, on ne peut malheureusement pas prétendre que l'apport des techniques audio-visuelles [2] ait été fondamental dans l'enseignement. Bien que la volonté d'introduction des nouveaux médias constitue toujours l'un des objectifs proclamé du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, une étude récente [3] montre que dans de nombreuses disciplines, s'il existe beaucoup d'idées et de réalisations, les pionniers de l'audiovisuel et de l'informatique sont toujours plus ou moins isolés dans leur avant-poste et souvent considérés comme marginaux dans leur discipline. On reste au stade de la craie et du tableau noir... Cette étude fait ressortir malgré tout que la chimie est la discipline la plus innovatrice dans

le domaine de l'utilisation des nouvelles technologies de communication. On ne peut que s'en féliciter... et toujours continuer à s'agiter ! A l'heure où l'on parle de plus en plus des médias, des multimédias et où l'on se demande encore et toujours... s'il faut les utiliser [4], il semble intéressant de voir quels sont les nouveaux outils de technologie éducative disponibles dans l'enseignement de la chimie, à savoir le vidéodisque, le CD-Rom et l'ordinateur [5].

## Le vidéodisque et le CD-Rom

### Le vidéodisque

Bien moins répandu que le rétroprojecteur, le projecteur de diapositives, de films, le magnétoscope..., le lecteur de vidéodisque est un outil puissant pour la manipulation des images fixes ou animées. Il permet la recherche rapide et la projection d'images et/ou de séquences d'images avec possibilités d'arrêt, de ralenti, d'accélération en marche avant ou arrière sans aucune usure notable du disque en raison du procédé de lecture adopté (rayon laser sans contact physique avec le support).

Le principe du vidéodisque a été décrit dès 1927 par John L. Baird, physicien écossais, et la technologie dévelop-

pée à partir des années 70 par différents constructeurs avec des standards propres. On en comptait plus d'une douzaine fin 1980, un seul standard reste actuellement sur le marché, le vidéodisque optique laser conçu par Philips. De la taille d'un disque 33 tours ordinaire (30 cm), d'une épaisseur de 2,5 mm, chaque face du disque peut contenir 54 000 images enregistrées sous forme analogique. Sa vitesse de rotation de 1 500 tours par minute donne une grande stabilité lors de la lecture d'images fixes. Chaque image étant indicée, l'accès à une image ou à une séquence d'images ne prend pas plus de 3 secondes. On atteint même des vitesses d'acquisition de l'information bien supérieures sur les appareils actuels. Cette vitesse d'accès, importante pour l'interactivité, ne peut pas être obtenue avec les appareils à lecture séquentielle, tels que les projecteurs de diapositives ou de films, et même les magnétoscopes. Cette caractéristique range le vidéodisque (tout comme le CD-Rom), dans la catégorie des unités de stockage les plus rapides au niveau de la restitution de l'information.

Par contre, comme une séquence animée requiert la projection d'au moins 25 images par secondes, chaque face du vidéodisque ne peut contenir que 36 minutes de projection. Ce constat explique pourquoi le vidéodisque n'est pas un support qui a conquis le «grand public»... Sa capacité ne suffit pas pour enregistrer la totalité d'un film classique (environ 1 heure 30). Des essais de compression ont été tentés pour mettre plus d'images sur le disque... mais sans suite.

Malgré cela, le vidéodisque reste encore le support le mieux adapté pour

\* Centre Documentaire Informatique Enseignement Chimie (CDIEC), Université de Nice Sophia-Antipolis, 06108 Nice Cedex 02.  
Tél. : 93.52.99. 64. Fax : 93.51.79.25.

les applications audiovisuelles interactives (quoique l'avenir semble appartenir au CD-Rom). Le vidéolecteur peut être utilisé [6] comme un simple lecteur du disque en continu (pour des opéras), avec la possibilité d'accéder à l'image que l'on désire avec des arrêts automatiques préprogrammés sur une séquence d'images ou sur un chapitre, ou avec un contrôle par micro-ordinateur. Dans ce dernier cas, le vidéolecteur peut se comporter soit comme un périphérique de lecture d'images ou de séquences d'images asservi à un programme informatique, soit comme une partie essentielle d'un système informatique interactif.

Cette association des deux techniques, l'envoi d'informations sous forme d'images fixes ou animées avec contrôle par ordinateur et l'envoi parallèle de séquences interactives sur ordinateur est communément appelé multimédia. Il peut aussi mettre en jeu le son provenant de la source vidéo ou de la partie informatique (une carte interface sonore est alors nécessaire).

Toutes les fonctionnalités du lecteur vidéodisque peuvent être gérées par logiciel, à condition que le vidéolecteur soit adressable par ordinateur (par exemple par le port série RS232). C'est à l'auteur du programme de mettre en œuvre ces fonctionnalités en fonction des interactions qu'il désire. Il peut écrire un simple programme de commande, sorte de menu déroulant géant, qui adresse au vidéolecteur le numéro ou la séquence des numéros d'images à afficher, ou réaliser un didacticiel dans lequel des questions relatives aux images provenant du vidéodisque sont posées. Dans le premier cas, l'ordinateur se substitue simplement à la télécommande du vidéolecteur, alors que dans le second une activité de réflexion est développée. Notons qu'il existe maintenant des vidéolecteurs avec commande par l'intermédiaire d'un lecteur code-barres. Mis à part le numéro de début des séquences, les documents d'accompagnement des vidéodisques contiennent maintenant en plus un code-barres pour chaque séquence ce qui évite de saisir des séries de 5 numéros sur la télécommande.

### Les modes d'interactivité possibles

L'interactivité qui s'institue relie l'image vidéo affichée et la question qui

est posée par l'ordinateur. Au niveau de la conception du programme informatique, deux options sont offertes avec l'emploi du vidéolecteur.

- Soit on dispose de deux écrans, l'un pour l'image vidéo et l'autre pour l'affichage de l'ordinateur. L'image vidéo n'est pas intégrée à l'écran informatique et le vidéolecteur a une fonction périphérique et illustratrice. Dans ce cas, on ne peut pas masquer certaines parties de l'image vidéo. L'ordinateur commande l'affichage d'images fixes ou animées en fonction de la séquence en cours du programme informatique. On peut très bien imaginer des séquences vidéo qui font appel à des questions-réponses, s'enchaînant ensuite par une projection de nouvelles séquences filmées infirmant ou confirmant la réponse de l'apprenant.

- Soit l'image du vidéolecteur est dirigée sur le moniteur de l'ordinateur. Les deux affichages s'effectuent sur le même écran. On peut alors masquer une ou plusieurs parties de l'image vidéo... Le mixage du signal vidéo et informatique requiert l'utilisation d'une interface et d'un moniteur particuliers ou d'un adaptateur (IBM M-motion adapter par exemple), pour afficher en même temps sur un écran VGA graphique standard des signaux informatique et vidéo (sur une partie ou sur la totalité de l'écran).

Comme chaque image doit s'insérer dans une interaction programmée, la réalisation de la maquette du vidéodisque doit parfaitement suivre la réalisation de la maquette du programme informatique. Quand on connaît les contraintes de la production d'un vidéodisque et celles de la réalisation d'un programme informatique, lier les deux relève d'une véritable gageure...

### Le CD-Rom

C'est un disque compact obtenu par pressage constituant un support de stockage non réinscriptible (Compact Disk - Read Only Memory). Un CD-Rom peut contenir 750 millions d'octets, dont 630 sont disponibles pour stocker 650 000 pages de texte ou 40 000 images de définition moyenne ou 1 heure de vidéo plein écran, ou 4 heures en 1/4 écran. L'affichage de l'image vidéo est intégré dans l'environnement informatique. Il faut savoir

qu'une séquence animée (25 images/seconde), dont chaque image possède une définition de 256x512 points en 256 couleurs, requiert environ 3 millions d'octets par seconde [7]. Il devient donc nécessaire de comprimer l'information puis, pour la restituer, de la décompacter à l'aide de logiciels particuliers (IBM PhotoMotion, par exemple) et d'avoir aussi des systèmes qui permettent une vitesse importante de transfert des données. Malheureusement, il n'y a pas encore de standardisation de tous les lecteurs CD. A chaque lecteur CD-Rom correspond un logiciel d'exploitation (logiciel de pilotage) spécifique qui permet la recherche de l'information sur le disque. Au niveau des ordinateurs dits «multimédias», plusieurs systèmes coexistent sur le marché pour les différents types d'ordinateurs. Des kits sont commercialisés pour équiper les PC sous environnement Windows en poste multimédia. Tous permettent d'afficher sur un même écran à la fois l'image vidéo et le signal informatique avec plus ou moins de possibilités au niveau du stockage des informations, des vitesses de transferts, avec ou sans carte interface pour le son généré par l'ordinateur, etc. Le confort d'utilisation dépend des sommes investies.

La technologie du CD-Rom est en constante évolution. Son utilisation a un avenir prometteur, mais tout comme le vidéodisque, cette technologie reste coûteuse au niveau de la conception, de la réalisation et du pressage des disques. Même si les moyens d'acquisition des images deviennent de plus en plus abordables, la qualité nécessaire pour ce type de réalisation réclame la participation d'un personnel hautement qualifié et spécialisé dans la technique. Au niveau du disque, à la fin de la chaîne de réalisation, quand la matrice est conçue, les prix de pressage sont inversement proportionnels au nombre de disques désirés. Malgré cela, compte tenu des étapes précédentes, le prix du disque reste important quand on vise des marchés qui ne sont pas internationaux. Les risques à prendre sont donc importants pour les concepteurs-réalisateurs, les producteurs, ce qui explique peut-être le petit nombre de vidéodisques et de CD-Rom en chimie actuellement sur le marché.

## Les expériences de «vidéo» interactive en chimie

### Les bandes vidéo

L'utilisation classique de bandes vidéo (pour magnétoscopes) permet d'illustrer des réactions dans leurs conditions réelles de déroulement [8], parfois impossibles à réaliser dans une salle de cours traditionnelle. C'est un moyen économique de faire de la chimie en présence d'un nombre important d'étudiants, lorsque la faiblesse des moyens disponibles interdit la répétition d'une expérience. Son enregistrement dans de bonnes conditions à la fois matérielles et opératoires (manipulation parfois obligatoire sous une hotte), avec une sécurité optimale, permet, grâce à la projection de séquences vidéo, de palier l'absence d'expériences de cours.

De nombreuses bandes vidéo pour magnétoscopes sont disponibles en chimie et un examen exhaustif de ce marché sera de plus en plus difficile à effectuer, compte tenu de la facilité de création de ce type de support avec les moyens audio-visuels légers disponibles maintenant. Un catalogue inventaire [9], regroupant la description de plus de 250 films et vidéos pour magnétoscopes, a été établi en 1984 par Bernadette Wilmet, responsable à l'époque du groupe «Enseignement assisté par multimédias» mis en place en 1983 par ReCoDiC<sup>1</sup>.

Dix ans après, il n'existe pas, à notre connaissance, de compilation similaire et les données de ce catalogue consti-

tuent un point de départ indispensable pour toute recherche d'information sur les réalisations audiovisuelles (diapositives, films, vidéos, transparents) existant en chimie.

Pour suivre la production anglophone, il suffit principalement de consulter le *Journal of Chemical Education*. Le numéro de juillet 1993 annonce ainsi 4 nouvelles bandes, une sur la catalyse et trois autres sur des expériences de chimie. De nouvelles productions sont décrites dans les numéros suivants... c'est dire que la production est féconde !

Malgré tout, la bande vidéo a un inconvénient important : son défilement séquentiel. La recherche d'une image ou d'une séquence filmée peut prendre plusieurs minutes, selon la longueur de la bande et la position à partir de laquelle la recherche est ordonnée. L'interactivité peut s'en trouver pénalisée et l'élève démotivé [10], ce qui n'est pas le cas avec le vidéodisque interactif où l'accès est quasi immédiat. Cet aspect contraignant du temps d'accès à l'information limite la durée des vidéocassettes, actuellement disponibles, à une heure ou la moitié.

### Les vidéodisques

Dès 1980, les premières expériences de vidéodisque interactif en chimie ont été menées aux États-Unis, l'une à l'université de Californie à Los Angeles [11] et l'autre dans le Nebraska [12]. Dans le premier cas, un programme d'utilisation était mémorisé sur le disque et permettait l'accès à certaines séquences en fonction de réponses à des questions à choix multiples. Dans le second cas, le vidéolecteur était l'esclave d'un ordinateur et un programme permettait un échange interactif avec l'élève. A des phases d'affichage de séquences vidéo pouvaient succéder des phases de questions-réponses sur l'ordinateur et ainsi de suite.

Ces premières expériences montrèrent l'enthousiasme des étudiants devant ces nouveaux médias qui leur permettaient de travailler à leur propre rythme, de voir et revoir à volonté des séquences vidéo sur des manipulations de laboratoire et des réactions. A notre connaissance, les vidéodisques mentionnés dans ces deux articles ne sont pas distribués.

La plus importante expérience d'intégration de la vidéo interactive est l'expérience faite par L.L.Jones et S. Smith de l'université de l'Illinois : Exploring Chemistry. 4 vidéodisques ont été réalisés. D'autres vidéodisques au standard américain NTSC, incompatible avec le standard PAL européen (il est nécessaire d'avoir un lecteur approprié pour utiliser ces disques), existent en chimie. Ce sont : - Chemistry at work, - Redox, - The world of chemistry : Selected Demonstrations and Animation I & II, - Demonstration in Organic Chemistry, - The periodic Table videodisc, - Chemistry in Motion. Un disque au format européen est maintenant disponible : Images des Corps Simples.

### Exploring Chemistry

En 1984, grâce au projet Excel, Loretta L. Jones et Stanley Smith du département de chimie de l'université de l'Illinois ont pu mettre en place un centre d'enseignement utilisant les techniques de l'informatique et de la vidéo interactive avec le soutien conjoint de leur université et d'IBM, pour étudier l'impact de ces technologies avancées dans le domaine de l'éducation. 30 stations de travail équipées d'un ordinateur, d'un lecteur de vidéodisque et d'un moniteur permettant d'afficher simultanément les signaux vidéo et informatique, d'une interface pour mixer simultanément les deux signaux furent installées. 20 autres stations étaient en outre équipées d'écrans tactiles. Ces ordinateurs étaient en réseau pour faciliter la gestion et le stockage des données. Ce centre recevait à l'époque près de 3 000 étudiants par an pour effectuer des simulations d'expériences de laboratoire avant les travaux pratiques [13]. Il était ouvert en libre accès 84 heures par semaine.

Ce système permettait aux étudiants de réaliser des réactions en choisissant eux-mêmes les réactifs et de voir les résultats de leurs «expériences» en vidéo, même quand celles-ci sont hasardeuses et/ou dangereuses. Parallèlement, l'étude des paramètres des réactions pouvait être effectuée avant l'expérimentation au laboratoire.

L'avantage de telles manipulations prélaboratoire réside dans le fait que l'étudiant doit préparer lui-même ses expériences. Il doit prévoir le matériel à

1 Recherches Coopératives en Didactique de la Chimie : réseau interuniversitaire franco-phoné créé en 1976 avec le soutien de la direction des Enseignements supérieurs, en vue du développement coopératif des innovations, recherches, études, et toutes réalisations utiles à l'enseignement de la chimie en langue française. La dissolution du réseau en tant que structure organisée a été effectuée fin 1985. Deux nouvelles structures ont été mises en place : le Réseau des Enseignants de Chimie de Langue Française (RECLAF) et - le Service Enseignement Supérieur - Didactique de la Chimie (SESDIC) qui concerne plus spécifiquement la France. Pour tout renseignement sur ces structures, veuillez contacter le SESDIC [2].



utiliser, les produits à demander, etc., et réaliser seul son expérience. Son intérêt est donc de simuler le plus possible son expérimentation, avant d'en entreprendre sa réalisation pratique... Dans le cas de cette simulation prélaboratoire un énorme gain manipulateur est obtenu, car l'apprenant peut étudier au préalable l'appareillage qu'il doit utiliser et établir quelles sont les meilleures conditions opératoires à appliquer. La sécurité au laboratoire se trouve également augmentée car il est évident que l'accent est porté dans la vidéo sur le bon geste à accomplir et illustre les erreurs classiques à ne pas commettre.

Signalons que, dans le domaine de la sécurité au laboratoire, une réalisation française [14] permet maintenant de rendre la formation du chimiste plus efficace en travaux pratiques, grâce à un magnétoscope asservi à un ordinateur. Le didacticiel permet à la fois la commande du magnétoscope et une interaction avec l'utilisateur. L'ensemble traite de l'initiation aux techniques de laboratoire de chimie et des règles de bases en matière de sécurité et de prévention.

Un projet similaire sur la sécurité au laboratoire de chimie est également mené à l'université de Twente [15] et devrait conduire à la réalisation de 3 vidéodisques et CD-Rom avec les logiciels interactifs correspondants.

Le premier *videodisc laboratory* produit par le centre de l'université de l'Illinois contient 18 leçons. Elles illustrent la cinétique chimique, la notion d'équilibre, le comportement physico-chimique des gaz, les équations et les réactions chimiques. Chaque leçon nécessite une interaction d'environ une demi-heure pour pouvoir être correctement assimilée. L'apprenant peut agir sur de nombreux paramètres tels que : concentration, température, pression, selon le thème abordé, et voir les conséquences de ses choix dans ses différentes simulations. Il est certain qu'un utilisateur qui se prend au jeu de la simulation acquiert, et souvent sans s'en rendre compte, une vue globale du phénomène sans commune mesure avec celle d'un élève qui ne ferait qu'une seule expérience en travaux pratiques. C'est dire combien ce vidéodisque est un complément efficace. Il ressort de ces premières expériences de vidéo interactive que les étudiants qui ont

suivi cet enseignement manifestent plus de confiance en soi au niveau de leur manipulation et sont beaucoup plus à même d'interpréter les résultats qu'ils obtiennent. Cette évaluation positive encouragea les responsables à poursuivre et développer l'expérience.

Deux nouveaux disques [16], *Gases et Kinetics and Equilibrium*, contenant 30 leçons furent mis au point pour permettre la visualisation de réactions trop dangereuses, trop chères ou nécessitant trop de temps pour leur réalisation. Il est ainsi possible de montrer aux étudiants des expériences qu'ils ne sont pas en mesure de réaliser... Parallèlement, le programme sur ordinateur permet de poursuivre directement l'expérience par une phase d'analyse et d'interprétation à l'aide de questions, réponses, commentaires. Le quatrième vidéodisque de la collection traite des réactions acide-base ainsi que de la chimie des métaux de transition.

Au niveau matériel, L.L.Jones et A.Smith ont mis au point plusieurs moyens de mixage des images vidéo et du programme informatique [17]. En effet, l'évolution des techniques est rapide et il est maintenant possible d'utiliser des cartes interfaces qui traitent l'image vidéo «analogique» provenant du vidéodisque ou d'utiliser directement le signal de l'image vidéo «digitale» stockée sur CD-Rom et lue par le lecteur de CD. Les images de la collection des vidéodisques *Exploring Chemistry* ont été compactées et sont maintenant disponibles sur ce type de support [18]. L'évolution matérielle et logicielle a également permis d'envisager plusieurs types d'interactions dans cette collection de leçons : choix multiples, choix sur écran tactile, choix par pointage à la souris...

Cette production reste la plus importante dans le domaine de la vidéo interactive. L'expérience dure toujours et depuis 1993, le centre possède 63 stations et plus de 2 000 étudiants y passent chaque semestre !

#### Chemistry at Work

Ce vidéodisque [19] contient des images fixes (graphiques, diagrammes) ainsi que des séquences animées sur des expériences trop dangereuses à faire effectuer par des apprenants et/ou qui

mettent en œuvre des produits toxiques, onéreux... D'après le peu d'informations dont nous disposons, ce disque serait destiné principalement à l'enseignement secondaire.

#### RedOx

C'est un vidéodisque qui permet de visionner 57 réactions d'oxydoréduction [20]. Ces réactions sont souvent très dangereuses et nécessitent parfois l'emploi de réactifs très toxiques ; les explosions sont audibles et vous pourrez visionner ces réactions en toute sécurité et sans aucun désagrément !

C'est un disque organisé en chapitres avec des arrêts préprogrammés, des séquences filmées et des séquences d'images fixes extraites de la séquence filmée. Après le titre de la réaction, une vue détaille les appareils, les réactifs utilisés, avec quelques légendes (en anglais). La réaction est ensuite déclenchée. A la fin, une séquence d'images fixes peut détailler les phases principales de la réaction. Le son et la couleur jouent un rôle très important sur ce vidéodisque.

Les actions à effectuer sur la télécommande du vidéolecteur sont affichées pour chacune des séquences.

Le manuel d'accompagnement détaille toute les réactions et donne les références bibliographiques permettant de retrouver la description originale de la réaction. Les équations des réactions ne sont pas affichées au niveau des images du vidéodisque, mais sont mentionnées dans le livret d'accompagnement.

Un disque pour ordinateur Macintosh accompagne également ce vidéodisque. Il contient un programme d'hypercartes (Hypercard version 1.2xxx et version 2.0) avec les détails contenus dans le manuel d'accompagnement. Ce programme permet la commande interactive du vidéolecteur ; un accès aux réactions est possible à partir des éléments du tableau périodique. C'est un programme limité au pilotage du vidéolecteur et à l'affichage d'informations. Chaque «carte», correspondant à une réaction, fournit l'équation de la réaction. Par contre, ce programme ne contient pas de séquences interactives du type question-réponse-commentaire.

#### The World of Chemistry : Selected Demonstrations and Animations I & II

Ces deux disques [21, 22], principa-

lement à l'usage des lycées, sont tirés d'une série télévisée de même nom. Le premier permet l'étude des états de la matière, de la structure atomique, du tableau périodique, des structures moléculaires ; il permet aussi d'introduire la thermodynamique, l'électrochimie et les notions d'acide et de base. Le second est consacré à la chimie descriptive et appliquée dans les domaines de la biochimie, de la chimie organique, de la chimie inorganique et de la chimie de l'environnement.

Certaines réactions sont suivies par des animations qui permettent de saisir ce qui se passe au niveau moléculaire. Les apprenants peuvent ainsi voir ce qui se passe à la fois dans le macro- et le micromonde chimique. Ce parallélisme a pour but de rendre plus aisée la conceptualisation des phénomènes observés.

Toutes les séquences sont commentées (en anglais) et le texte intégral est fourni dans le document d'accompagnement pour une étude préalable éventuelle. Ce document contient aussi les indices numériques des séquences ainsi que de nombreux détails relatifs aux séquences filmées. Chaque séquence de réaction inclut un arrêt automatique de fin de séquence.

#### Demonstrations in Organic Chemistry

Il s'agit d'un vidéodisque traitant de chimie générale et organique [23] à l'usage des lycées et du premier cycle universitaire. Il est organisé en 19 chapitres groupant les principales fonctions chimiques. De nombreuses expériences montrent des aspects pratiques de la chimie des carburants, de la chimie alimentaire, pharmaceutique, chimie des colorants et des polymères. Des techniques d'extraction et d'analyses chromatographiques sont filmées. A côté de ces expériences, des séquences sont consacrées à l'utilisation et la manipulation de modèles moléculaires pour illustrer la conformation des alcanes et des cycloalcanes, l'énantiométrie et l'attribution des configurations R ou S à certains centres chiraux. Des notes sont à la disposition de l'enseignant ; elles incluent des détails sur les réactions et les équations de ces réactions.

Pour consultation, un prêt des vidéodisques, *Redox*, *The world of Chemistry : Selected Demonstrations and Animation I & II* et *Demonstra-*

*tions in Organic Chemistry*, peut être obtenu auprès du Centre Documentaire Informatique Enseignement de la Chimie (CDIEC). Pour cela, veuillez envoyer au CDIEC le titre du vidéodisque que vous désirez consulter et, pour chaque disque demandé, 2 carnets de timbres au tarif lettre en vigueur pour couvrir les frais d'envoi en formule Colissimo. Le prêt est accordé pour deux semaines maximum.

Le contenu détaillé de chacun de ces disques peut être également obtenu au CDIEC.

Ces trois disques *The World of Chemistry : Selected Demonstrations and Animation I*, *The World of Chemistry : Selected Demonstrations and Animation II*, *Demonstrations in Organic Chemistry*, distribués par le *Journal of Chemical Education : Software* [24], sont des disques de 12 pouces, double face, 60 minutes, au format NTSC. Ils ne nécessitent pas l'emploi d'un ordinateur et sont utilisables directement à l'aide de la télécommande du vidéoprojecteur.

#### Chemistry in Motion

Ce vidéodisque [25], réalisé par Patricia L. Samuel de l'université de Boston, contient 597 illustrations et 34 expériences de chimie. Il est accompagné d'un manuel indiquant le contenu exact du disque avec les indices des différentes images et séquences animées. Une bande vidéo est également disponible ; elle contient les mêmes images que le vidéodisque.

Un programme de même nom, *Chemistry in Motion*, pour ordinateur Macintosh, distribué par le même éditeur, est également disponible. Ce programme ne semble pas être destiné à la conduite du vidéodisque.

#### Images des Corps Simples

Ce disque [26] constitue une banque d'images créées, d'une part, à partir de photographies d'échantillons des corps simples et de quelques-unes de leurs applications les plus importantes (corps simples et ses composés), d'autre part à partir de séquences filmées des réactions de ces corps simples avec l'air, l'eau, les acides et les bases, lorsque ces réactions ont effectivement lieu et/ou ont pu être réalisées dans des conditions de coût raisonnables et de risque minimal. Le commentaire de ces images, en sept langues, est le fruit d'une coopération internationale.

La version originale de ce vidéodisque, *The Periodic Table Videodisc*, A.J.Banks, a été publiée par le *Journal of Chemical Education Software - Special Issue 1*. La version européenne a pu être réalisée grâce à l'esprit de coopération et à la compréhension de James V. DeRose, coordinateur des publications du *Journal of Chemical Education*, et de John W. Moore, directeur du Seraphim Project et éditeur du *Journal of Chemical Education Software*, ainsi qu'aux collègues des divers pays européens qui ont assuré les traductions (allemand : J. Brandt, R. Luft, espagnol : A. Ordax, français : R. Luft, D. Cabrol-Bass, italien : E. Roletto, néerlandais : P. Van Zandberger, portugais : V.T. Teodoro).

Le tableau périodique (*tableau 1*) donne le contenu exact du vidéodisque dont la version initiale a été complétée par des images fixes contenant la traduction des textes anglophones originaux dans 7 langues. Ces textes concernent principalement les applications. Pour des raisons techniques, il n'a pas été possible d'intervenir sur les textes incrustés dans les séquences d'images animées. Sur ce disque, sept langues d'usage courant en Europe sont donc disponibles : allemand, anglais, espagnol, français, italien, néerlandais et portugais (le prêt de ce disque pour consultation peut être obtenu auprès du CDIEC selon les conditions mentionnées précédemment).

L'affichage télécommandé des images et des séquences réactionnelles s'effectue à l'aide des indices numériques des images et des séquences qui figurent dans le manuel d'accompagnement. Ce dernier comporte, en outre, pour chacun des éléments, une liste d'applications complémentaires à celles du vidéodisque.

Pour le commentaire des images, vous pouvez retenir une langue parmi sept d'usage courant en Europe : allemand, anglais, espagnol, français, italien, néerlandais et portugais et, grâce à un fichier de configuration, la conserver pour vos utilisations futures.

L'accès aux séquences et aux images est également possible grâce à un programme [27] (pour PC compatibles et vidéoprojecteur adressable par micro-ordinateur) dédié à ce vidéodisque. Vous pouvez aussi commander le vidéoprojecteur à l'aide du programme Propriétés des Corps simples (PCS), un logiciel qui



bénéficie d'une diffusion sous contrat de licence mixte [28]. Ce programme permet de retrouver et de manipuler un grand nombre d'informations relatives aux propriétés des corps simples et de mettre en évidence leurs relations avec la place des éléments correspondants dans le tableau périodique de Mendeleïev.

La base de données du programme PCS rassemble les valeurs des propriétés et caractéristiques indiquées figure 1. Le programme peut être employé par le professeur pour collecter sous forme de listes ou de graphiques des données utiles à l'illustration de son cours.

Il peut également être mis à la disposition des élèves pour résoudre une grande variété de problèmes ou de questions faisant intervenir ces données.

L'utilisation du programme se fait par un jeu de menus hiérarchisés très simples d'emploi, pouvant être activés avec la souris ou le clavier.

Doté d'une grande richesse fonctionnelle, le programme offre :

– divers moyens d'accéder à la base de données,

– plusieurs modes de représentation et de comparaison des résultats,

– un ensemble de ressources qui en font un véritable environnement pédagogique d'apprentissage.

Les fonctions de recherche : les données répertoriées dans la base de données peuvent être extraites de plusieurs façons.

Il est possible de :

– Rechercher tous les corps simples présentant une même caractéristique ou pour lesquels la valeur numérique d'une propriété se situe dans une plage que l'on se fixe.

– Classer les corps simples selon l'ordre croissant ou décroissant des valeurs d'une propriété quantitative avec affichage simultané des valeurs de deux autres propriétés.

– Dresser des listes, classées ou non, comportant le numéro atomique, le nom, le symbole et les valeurs de trois proprié-

tés quantitatives pour les éléments dont une propriété entre dans une plage de valeurs.

– Construire des graphes en portant une propriété en abscisse et une autre (ou combinaison de deux autres) en ordonnée. Élargir des portions de graphe, afficher les valeurs individuelles des points du graphe. Le graphe peut se présenter sous forme de nuage de points, d'histogramme ou de courbe de tendance.

– Utiliser la table périodique pour dresser des listes ou construire des graphes le long des lignes ou des colonnes. Cette fonction est très utile pour analyser les tendances le long des groupes ou des périodes.

– Visualiser en trois dimensions les variations d'une propriété selon les lignes et les colonnes du tableau périodique.

– Constituer des ensembles d'éléments dont les corps simples ont des propriétés voisines.

– Consulter à l'écran les fiches des éléments ainsi sélectionnés par l'une ou l'autre des méthodes précédentes.

Pour chaque élément, il est possible de consulter sa carte d'identité en 3 pages d'écran : propriétés macroscopiques, propriétés atomiques et moléculaires (propriétés microscopiques), structure cristalline typique [29].

A partir de ces pages vous pouvez accéder au menu Vidéo. Cette option n'est activable que si un lecteur de vidéodisque est relié à l'ordinateur et que le fichier de configuration a été initialisé préalablement (cette initialisation permet de voir si la liaison entre l'ordinateur et le vidéolecteur est correcte. Elle se fait à l'aide du programme livré avec le vidéodisque). Ce menu offre les possibilités suivantes : vue de l'échantillon, réaction avec l'air, réaction avec l'eau, réaction avec les acides, réactions avec les bases et exemples d'application.

Les fonctions d'accès à la base de données sont complétées par un système expert [30] dont le rôle est de conseiller l'apprenant dans la résolution d'un problème particulier. Le programme comporte un superviseur qui enregistre les différentes commandes et choix effectués par l'étudiant et un moteur d'inférence qui exploite une base de conseils (propre à chacun des problèmes ou exercices) pour fournir des recommandations et avis adaptés aux besoins

Tableau 1 - Contenu schématique du vidéodisque Images des Corps Simples

Symbole																																													
Signes relatifs à la présence ou à l'absence d'images vidéo.																																													
Images relatives																																													
Séquence filmée sur la réaction																																													
Séquence filmée sur la réaction																																													
<p> <input type="checkbox"/> signifie une absence de réaction donc pas d'image vidéo...  <input checked="" type="checkbox"/> indique une absence d'images vidéo à cause du coût, de la toxicité ou de la radioactivité.  <input checked="" type="checkbox"/> aucune application n'est connue pour cet élément                 </p>																																													
H																	He																												
Li	Be															B	C	N	O	F	Ne																								
Na	Mg															Al	Si	P	S	Cl	Ar																								
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr																												
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe																												
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn																												
Fr	Ra	Ac																																											
<table border="1"> <tr> <td>Ce</td><td>Pr</td><td>Nd</td><td>Pm</td><td>Sm</td><td>Eu</td><td>Gd</td><td>Tb</td><td>Dy</td><td>Ho</td><td>Er</td><td>Tm</td><td>Yb</td><td>Lu</td> </tr> <tr> <td>Th</td><td>Pa</td><td>U</td><td>Np</td><td>Pu</td><td>Am</td><td>Cm</td><td>Bk</td><td>Cf</td><td>Es</td><td>Fm</td><td>Md</td><td>No</td><td>Lr</td> </tr> </table>																		Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu																																
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr																																

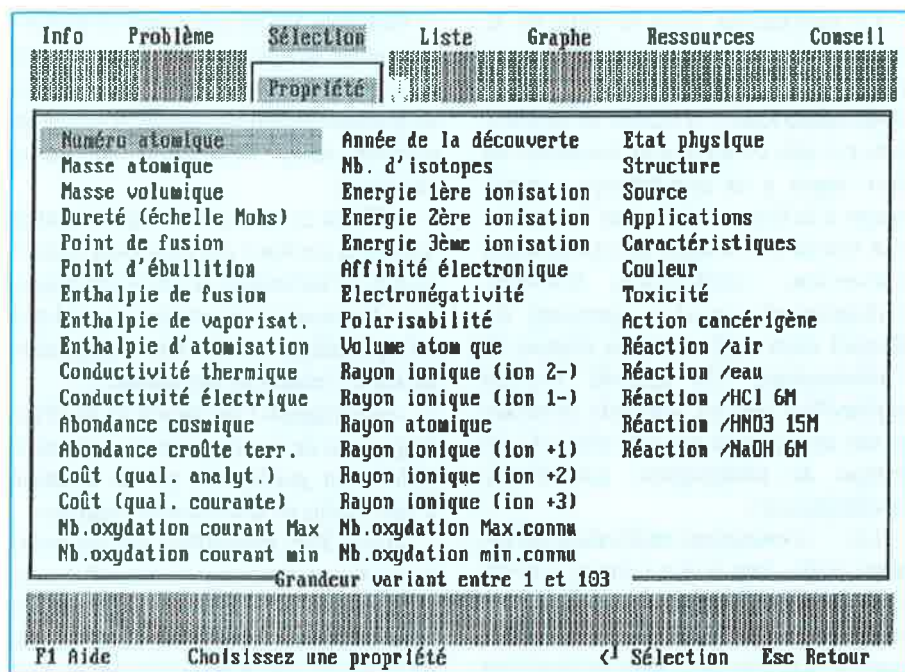


Figure 1 - Propriétés et caractéristiques du vidéodisque Images des Corps Simples.

spécifiques de l'étudiant. Ce système n'a pas pour but de remplacer l'enseignant, ni de résoudre le problème à la place des étudiants, mais de prendre en charge les difficultés et besoins les plus fréquemment rencontrés par ceux-ci. La base de conseils traduit une stratégie d'enseignement et doit être conçue et mise au point par l'enseignant pour chaque problème qu'il propose. Pour cela, un système de développement (Éditeur de Base de Conseils) est livré avec le logiciel, il lui permet de construire ou de modifier des bases de conseils conformément à sa stratégie pédagogique personnelle. Un autre programme peut être utilisé pour masquer un certain nombre de propriétés et/ou d'éléments de la base de données. Cette possibilité est intéressante sur le plan pédagogique. On peut en effet demander aux élèves de prédire des valeurs de propriétés ou de prévoir des tendances qui auraient été préalablement cachées.

En dehors du système expert de conseils, le programme intègre les ressources suivantes :

- les définitions de toutes les propriétés référencées, accompagnées de la mention de l'origine des données,
- un bloc-notes permettant à l'élève de consigner ses observations et ses conclusions au cours même de son travail,
- une calculatrice «chimique»,
- un module permettant d'appliquer aux ensembles d'éléments les opérateurs

réunion, intersection ou exclusion pour en former de nouveaux,

- un lexique des termes employés dans le programme,
- un rappel sur le système international d'unités,
- un mode d'emploi hypertexte contextuel détaillant les diverses opérations possibles,
- un journal «historique» de l'activité de l'utilisateur.

Nota : le programme anglophone The periodic table stack [31] est conçu pour la seule version américaine du vidéodisque The Periodic Table Videodisc. Il ne permet pas le pilotage de la version européenne du disque Images des Corps Simples. Les tables d'indices des images sont en effet complètement différentes.

## L'ordinateur

Contrairement à l'audio-visuel, l'outil informatique a été mieux intégré dans l'enseignement [5]. Cela est dû essentiellement à la généralisation des cours d'informatique qui ont confronté les enseignants avec les ordinateurs et à l'émergence de deux types d'appareils, Apple et IBM PC.

Il faut relever également que si la philosophie du Macintosh d'Apple est plutôt dédiée aux travaux d'édition et de gestion (ou, du moins, elle l'était fortement au départ et il semble que là aussi les choses commencent à évoluer), le

compatible PC a eu dès sa naissance une vocation plus scientifique : résolution de problèmes de mathématiques, de statistiques, de logique, etc., ainsi que l'analyse de données expérimentales. Beaucoup d'appareils de mesures et d'analyses physico-chimiques sont maintenant couplés à un ordinateur, le plus souvent un compatible PC. Dans les laboratoires de recherche et dans l'industrie, l'ordinateur est devenu le principal instrument pour le contrôle, l'acquisition et le traitement des données. Il est donc impératif que cette évolution apparaisse également au niveau des enseignements pratiques. Une importante expérience est menée d'ailleurs dans ce sens depuis plus de dix ans au Québec à l'université de Sherbrooke [32]. Des expériences similaires sont menées également dans l'Hexagone [33-35].

Dans le domaine des logiciels pour l'enseignement, les réalisations commencent à être nombreuses, mais il reste à maîtriser l'important problème de la circulation de l'information. Celle-ci doit être précise et actualisée.

En ce qui concerne les réalisations anglophones, le meilleur vecteur d'information pour tout ce qui touche le multimédia appliqué à l'enseignement de la chimie reste sans doute le *Journal of Chemical Education* et les publications de l'American Chemical Society. Provenant de ce dernier, un catalogue des réalisations anglophones en chimie est disponible [36] mais ce catalogue inventorie à la fois les logiciels destinés à la recherche et à l'enseignement.

Pour les réalisations francophones, rappelons que le Centre Documentaire Informatique Enseignement Chimie (CDIEC) réalise tous les deux ans le catalogue inventaire des Applications pédagogiques de l'ordinateur en chimie. L'édition 1994 regroupe 161 applications de l'ordinateur en chimie. Ce catalogue est principalement diffusé sous forme d'une base de données directement consultable (sur IBM PC, disquette 5"1/4 et 3"1/2) dans laquelle la recherche peut se faire par mots clefs, noms des programmes et applications, nom(s) d'auteurs [37]. Une édition papier est également disponible.

En alternance avec l'Institut National de Recherche Pédagogique (INRP) et l'Union des Physiciens (UdP) qui



organise les Journées informatiques et pédagogie des sciences physiques [38], le CDIEC organise les Journées sur les méthodes informatiques dans l'enseignement de la chimie (MIEC) [39]. Il est possible grâce à ces manifestations de se tenir au courant des dernières innovations dans le domaine de l'utilisation de l'ordinateur dans l'enseignement des sciences physiques.

Nous ne reviendrons pas sur les avantages et les multiples utilisations de l'ordinateur en chimie. Ces aspects sont fréquemment développés [40]. Le seul problème reste sans doute celui de «l'intégration de l'informatique dans l'enseignement et la formation des enseignants» [41]. Plus de vingt ans après les premières opérations nationales d'introduction de l'informatique dans les lycées, le problème reste toujours entier, à la fois dans les lycées mais aussi dans le supérieur...

## La situation «multimédia-tique» de l'Université

Suite à l'enquête commandée par la Mepente [2] sur les utilisations pédagogiques des nouvelles technologies dans les premiers cycles universitaires, un séminaire a été organisé [42] avec l'objectif «de faire se rencontrer les acteurs les plus motivés et les plus imaginatifs, de rapprocher des audiovisuels et des informaticiens, pour qu'ensemble ils imaginent des voies nouvelles susceptibles de déboucher sur des solutions réalistes et acceptables par les différents partenaires».

Lors des travaux de ce séminaire de nombreuses questions ont été soulevées et abordées...

Quelles peuvent être les stratégies de conviction qui amèneraient les enseignants à pratiquer les nouvelles technologies ?

Comment utiliser ces nouveaux médias, comment les insérer dans les cursus ?

Comment évaluer les projets en termes d'opportunité, mais aussi de budget ?

Comment faire l'économie de médiatisation, de la production ?

Comment faire reconnaître le travail de créateurs de nouveaux médias ?

Comment faire passer l'information ?  
etc.

Le multimédia étant le fruit de la rencontre de l'audiovisuel (liant l'image et le son) et de l'informatique grâce au «tout numérique», la chaîne de production est très complexe et nécessite de faire appel à de nombreuses compétences à la fois au niveau de l'audiovisuel (saisie des images, du son, édition, conversion, compression, transfert, réalisation du «master», pressage du disque) mais également au niveau de l'informatique (la qualité requise aujourd'hui par les logiciels informatiques nécessite la mise en place d'une équipe de pédagogues, scénaristes, informaticiens).

Le «concepteur-réalisateur-diffuseur» isolé, c'est-à-dire l'auteur type de la précédente décennie, ne peut plus entrer en compétition. Le multimédia à venir sera le fruit du travail de plusieurs années d'une équipe de «concepteurs médiatiques». De ce point de vue, il est ressorti nettement des débats qu'un soutien institutionnel est nécessaire pour faire progresser l'usage des nouvelles technologies, soutien à la fois matériel et humain, et surtout soutien au niveau d'une prise en compte non négative (voir le compte rendu du CNU dans *L'Actualité Chimique* du mois de décembre 1992) du travail pédagogique effectué par ceux qui y croient encore...

Suite à ce séminaire de Bouzigues, une association (type loi 1901) à structure fédérative a été créée : Item-Sup (Intégration des Technologies Modernes dans l'Enseignement Supérieur). L'objet de cette association est de «susciter et encourager toutes les actions visant à reconnaître, développer et intégrer les technologies de la documentation, de la communication et du traitement de l'information, principalement dans le cadre des missions de l'enseignement supérieur». A cette fin et selon l'ensemble de ses fondateurs, «l'association :

- contribuera à mieux définir la place que les technologies doivent occuper dans le système universitaire et éducatif, en collaboration avec tous les partenaires concernés ;
- demande que les recherches scientifiques développant des concepts, des savoirs, des méthodes, des réalisations ou des produits liés à l'utilisation des technologies modernes, soient reconnues par les instances qui ont à en connaître dans le système universitaire ;

- demande que les compétences professionnelles, les réalisations et les productions des techniciens, ingénieurs et documentalistes soient reconnues et prises en compte dans l'évolution de leurs carrières ;

- affirme la nécessité d'une formation initiale et continue des personnels enseignants à l'utilisation de ces technologies dans les enseignements des disciplines ou spécialités, et de leur intégration accrue à l'ensemble des cursus ;

- encouragera l'évolution et le développement de l'enseignement à distance (EAD) en particulier par la création d'une chaîne de télévision éducative».

Item-Sup rassemble les associations, les institutions ou des adhérents individuels qui désirent se regrouper pour réfléchir et agir en commun au sein d'une structure associative, qui pourrait être reconnue comme représentative des utilisateurs des nouvelles technologies dans l'enseignement supérieur [43].

## Conclusion

La chimie est actuellement l'une des disciplines qui s'intéresse le plus à la didactique... Il est évident que l'apport de l'image vidéo sous quelle que forme qu'elle soit, bande vidéo pour magnéscope, vidéodisque ou CD-Rom, ne peut être que positive au niveau de l'expérimentation...

Si la bande vidéo classique présente l'inconvénient majeur d'un accès peu rapide, les techniques du vidéodisque et du disque compact pallient largement cet inconvénient. Si l'image vidéo ne peut pas remplacer l'expérimentation pratique nécessaire à toute acquisition des techniques chimiques d'analyse et/ou de synthèse, elle constitue véritablement le seul moyen :

- d'être sûr de montrer des démonstrations qui marchent...,
- de connaître le temps que va prendre la démonstration, de contrôler ce temps,
- de montrer des réactions qui ne pourront jamais être réalisées par les étudiants...,
- de pouvoir analyser visuellement les détails d'une réaction, la voir, la revoir..., de montrer des réactions qui mettent en jeu des réactifs chers et/ou toxiques, ou qui sont trop lentes, trop dangereuses...,



– de montrer le bon geste à effectuer mais aussi les conséquences d'un mauvais geste, d'un mauvais choix, et ainsi contribuer à une plus grande sécurité au laboratoire...

et cela pour un coût raisonnable compte tenu de la baisse des prix des supports et des appareils audiovisuels.

Utiliser le vidéodisque interactif, bientôt le CD-Rom interactif, les outils informatiques, c'est aussi donner à l'apprenant la possibilité de travailler à son propre rythme et d'être l'acteur principal de son apprentissage.

Avec l'arrivée des appareils de laboratoire couplés à des ordinateurs, la saisie et le traitement automatique des données, les facilités offertes au niveau de l'édition et de la gestion, l'outil informatique devient un outil commun pour le chercheur. Aussi, on ne peut qu'espérer que les «chercheurs enseignants» familiarisés désormais avec l'informatique l'utilisent de plus en plus en tant que «enseignants chercheurs».

A l'heure où l'université doit faire face à une augmentation considérable de ses effectifs de 1er cycle, à une hétérogénéité des niveaux des nouveaux bacheliers, le recours aux nouvelles techniques d'information, que ce soit dans le domaine vidéo ou celui de l'informatique, constitue un des éléments de réponse à ne pas négliger. Toutes les tâches répétitives nécessaires pour les remises à niveau, les renforcements de connaissances, les auto-apprentissages peuvent pour une bonne part être prises en compte à l'aide des nouvelles technologies.

## Références

- [1] L'enseignement de la chimie et les techniques audiovisuelles, Colloque organisé les 5 et 6 Juin 1984 à l'Université Libre de Bruxelles.
- [2] a) Dumon A., Les moyens audiovisuels et l'enseignement expérimental de la chimie, *Revue des Sciences de l'Éducation*, 1986, 12, 3, p. 421-435.  
b) Dumon A., Les moyens audiovisuels et l'enseignement expérimental (de la chimie. Guide pour la conception et l'évaluation de séquences d'enseignement, *L'enseignement expérimental de la chimie*, 1989 (publication du Service Enseignements Supérieurs-Didactique de la Chimie (SESDIC), Centres Documentaires sur l'Enseignement Expérimental de la Chimie (EXC1 et EXC2). Diffusion : secrétariat SES-
- DIC, Université de Poitiers, Faculté des sciences, Laboratoire de chimie XIII, 40, avenue du Recteur Pineau, 86022 Poitiers Cedex).
- [3] Dumont B., Étude sur les utilisations pédagogiques des nouvelles technologies dans les premiers cycles universitaires, université Paris VII, UF de didactique des disciplines (2, place Jussieu, 75251 Paris Cedex 05. Tél. : (1) 44.27.60.74. Fax : (1) 44.27.57.40), rapport rédigé à la demande de la Mission des Équipements Pédagogiques et des Nouvelles Technologies d'Enseignement (MEPENTE), janvier 1992.
- [4] Les outils multimédias ont-ils un sens dans les premiers cycles ? Conférence universitaire Rhône-Alpes, Grenoble, 10 juin 1993, Pôle Européen Universitaire et Scientifique, BP 52, 470, av. de la Bibliothèque, Domaine Universitaire, 38402 Saint-Martin-d'Hères. Tél. : 76.82.64.82).
- [5] Perche A., Le micro-ordinateur et l'enseignement expérimental de la chimie. Guide pour la conception et l'évaluation de séquences d'enseignement dans le premier cycle universitaire, *L'enseignement expérimental de la chimie* [2b].
- [6] Wanegue J.-J., Le vidéodisque, support de l'audiovisuel interactif, actes du Forum EAO 84 organisé par l'Adira dans le cadre du projet national EAO, publication de la revue Adira, *Informatique Rhône-Alpes*, septembre 1984, n° spécial EAO, p. 43-47.
- [7] Roxin I., Multimédia et les nouvelles technologies éducatives, Lipsi/Insa, Lyon, étude incluse dans le fascicule du colloque mentionné en [4].
- [8] Haight G.P., Jones L.L., Kinetics and mechanism of the iodine-azide reaction. A videotape experiment, *J. Chem. Educ.*, 1987, 64, 3, p.271-273.
- [9] Catalogue des médias de langue française pour l'enseignement de la chimie, 1984, conçu et réalisé grâce à une coopération entre la division Enseignement de la Société Chimique de Belgique et le réseau Recherches Coopératives en Didactique de la Chimie, diffusion par le CUDNME (Université de Poitiers, Faculté des sciences, Laboratoire de chimie XIII, 40, avenue du Recteur Pineau, 86022 Poitiers Cedex) et par Wilmet B. (Chimie générale I, Université Libre de Bruxelles, CP 160/04, 50, av. Franklin D. Roosevelt, B-1050 Bruxelles, Belgique. Tél. : +32 (2) 650 32 20. Fax : +32 2 650 35 95).
- [10] Russell A.A., From videotapes to videodiscs : from passive to active instruction, *J. Chem. Educ.*, 1984, 61, 10, 866-868.
- [11] Russel A.A., Staskun M.G., Mitchell B.L., The use and evaluation of videodiscs in the chemistry laboratory, *J. Chem. Educ.*, 1985, 62, 5, p. 420.
- [12] Brooks D.W., Lyons E.J., Tipton T.J., Laboratory simulations by computer-driven laser videodiscs, *J. Chem. Educ.*, 1985, 62, 6, p. 514.
- [13] Jones L.L., The video laboratory : a new element in teaching chemistry, Actes des 3e Journées sur les Méthodes Informatiques dans l'Enseignement de la Chimie (MIEC), Orsay, 1987.
- [14] Muchow G., Babadjamian A., Walling M., Conception d'un outil d'initiation, multimédia individualisé, aux techniques de laboratoire de chimie, Actes des 5e MIEC, Mulhouse, 1991 (disponibles au CDIEC, Centre de documentation informatique-enseignement Chimie, université de Nice Sophia-Antipolis, 06108 Nice Cedex 2. Tél. : 93.52.99.64.).
- [15] Henny Framers-Pals, Interactive video : safety in the chemical laboratory. I- fire and explosion, II-laboratory waste disposal, III-glassware and heating (Department of Chemical Technology, University of Twente, PO Box 217, 7500 AE Enschede, Pays-Bas. Tél. : +31 53 89 21 01).
- [16] Smith S.G., Jones L.L., Images, Imagination, and Chemical reality, *J. Chem. Educ.*, 1989, 66, 1, p. 8-11.
- [17] Jones L.L., Smith S.G., Multimedia technology : a catalyst for change in chemical education, *Pure & Appl. Chem.*, 1993, 65, 2, p.245-249.
- [18] Exploring Chemistry IV CD, Falcon Software (PO Box 200, Wentworth, NH, États-Unis. Tél. : +1 (603) 764-5788. Fax : +1 (603) 764-9051), 1990.
- [19] *Chemistry at Work*, distribué par Video Discovery Inc. (1515 Dexter Avenue North, Suite 400, Seattle, WA 98109, États-Unis. Tél. : +1 (206) 285 54 00).
- [20] *Redox*, prix (1993) : 165 \$US + port 25 \$US, Project Seraphim (Department of Chemistry, University of Wisconsin-Madison, 1101 University Avenue, Madison, WI 53706-1396. Fax : +1 (608) 262 03 81).
- [21] Ben-Zvi N., Ragsdale L., Showalter D., demonstrator, The world of chemistry : selected demonstrations and animations I, *J. Chem. Educ. : Software*, 1992, SP-3. Abstract, *J. Chem. Educ.*, 1992, 69, 4, p.304.
- [22] Ben-Zvi N., Ragsdale L., Showalter D.,

- demonstrator, The world of chemistry : selected demonstrations and animations II, *J. Chem. Educ. : Software*, **1992**, SP-4. Abstract, *J.Chem.Educ.*, **1993**, 70, 2, p. 127.
- [23] Trammell G., Demonstrations in Organic Chemistry, *J.Chem. Educ. : Software*, **1993**, SP-6. Abstract, *J.Chem.Educ.*, **1993**, 70, 4, p. 301-302.
- [24] JCE Software, prix (1993) du disque : 175 \$US + port 25 \$US, (format du disque NTSC), Department of Chemistry, University of Wisconsin (1101 University Avenue, Madison, WI 53706-1396. Fax : +1 (608) 262 03 81).
- [25] *Chemistry in motion*, video disk, £200.00, Video tape, £40.00, distribué par Andrew B. Durnell (43 High Street, Tunbridge Wells, Kent TN1 1XL, Grande-Bretagne. Tél. : +44 (892) 54 42 72. Fax : +44 (892) 51 11 52).
- [26] Prix public : 4151 F TTC, prix Éducation nationale : 3320 F TTC, distribué par Médiaconcepts Technologie (Pact ZI République 2, 86000 Poitiers. Tél. : 49.88.81.25. Fax : 49.55.33.24).
- [27] Ce programme, livré avec le disque, permet la conduite des vidéoprojecteurs suivants : Sony LDP 3600, Sony LDP 1500, Phillips VP 310, Phillips VP 831, Pioneer LDV 4100. La connexion s'effectue à l'aide du port série RS232 et d'un câble spécial qui doit être réalisé conformément aux indications données dans le mode d'emploi du lecteur vidéo et en respectant le mode de transmission du port RS232. Les branchements pour les lecteurs Sony et Phillips sont donnés dans le manuel du vidéo-disque.
- [28] Diffusion dans le cadre de la licence mixte (lycées et collèges) par la société Chrysis (1, allée de la Providence, BP 42, 86002 Poitiers Cedex. Tél. : 49.45.20.20. Fax : 49.45.23.23) et pour les autres cas (universités, IUT et écoles d'ingénieurs) par la société Médiaconcepts Technologie [26].
- [29] Les représentations des structures cristallines ont été créées grâce au logiciel Cristal, distribué par la société Inovasy (8 bis, rue Paul Langevin, 21300 Chenove. Tél. : 80.51.66.07) que nous remercions de nous avoir autorisé à incorporer ces images dans le logiciel.
- [30] Cabrol-Bass D., Luft R., *Développement d'un système expert didactique ouvert pour le programme Mendeleïev.*, Actes des 5e Journées nationales informatique et pédagogie des sciences physiques, Marseille, 26-28 mars **1992**, p.57-63, (disponibles auprès de l'INRP et de l'UdP).
- [31] Farris M., Banks A., The periodic table stack, *J.Chem.Educ. : Software*, **1989**, IC, n°1.
- [32] Giguere J., Automation des travaux pratiques pour l'enseignement du 1er cycle de chimie physique, Actes des 6e MIEC, 1-3 avril **1993**, CNAM, Paris. (disponibles auprès du CNAM ou du CDIEC [14]).
- [33] Mougénel J.C., Informatique et instrumentation : Introduction à la chimie expérimentale moderne, Actes des 5e MIEC, 12-14 septembre **1991**, ENSC Mulhouse (disponibles auprès du CDIEC).
- [34] Azay P., Dumont C., Contrôle d'installations de laboratoire à l'aide d'un micro-ordinateur en fonctionnement multitâche, Actes des 6e MIEC, 1-3 avril **1993**, CNAM Paris (disponibles auprès du CNAM ou du CDIEC [14]).
- [35] De nombreux exemples d'applications de l'utilisation des ordinateurs en acquisition de données peuvent être trouvés dans les Actes des 5e Journées informatique et pédagogie des sciences physiques, M. Schwob (Ed.), INRP-UdP, Paris, **1992**.
- [36] Directory of chemistry software 1992. An up-to-date reference for software used in chemistry including : molecular modelling, structural drawing, chemical structure searching, quantum mechanics, edited by W.Warr, P.Willet and G.Downs, Chervell Scientific Publishing (Magdalen Center, Oxford Science Park, OX4 4GA, Grande-Bretagne) et American Chemical Society (Distribution Office, Department 225, 1155 A6th St., N.W. Washington, DC 20036, États-Unis).
- [37] Disquette disponible au CDIEC [14] contre 1 carnet de 10 timbres au tarif lettre en vigueur, envoi gratuit pour l'étranger. La copie, la duplication de cette disquette est autorisée afin de faciliter la circulation de l'information.
- [38] 6e Journées nationales informatique et pédagogie des sciences physiques, 20-23 mars **1994**, Villeneuve-d'Ascq (contacter F.-M. Blondel, 91, avenue Gabriel Péri, 92120 Montrouge. Fax : (1) 46.57.06.16).
- [39] Le CDIEC organise tous les 2 ans, en collaboration avec des universités d'accueil, les Journées MIEC : 1982 à Marseille, 1985 à Lille, 1987 à Paris-Sud (Orsay), 1989 à Pau, 1991 à Mulhouse et 1993 au CNAM à Paris. Les actes des 5e et 6e MIEC sont disponibles au CDIEC [14]. Les 7e journées MIEC sont prévues les 6-8 avril 1995 à l'université de Bourgogne à Dijon.
- [40] Cabrol, D., Cachet C. Cornelius R., Teaching chemistry with microcomputer, dans *Computer Aided Chemistry* (Vernin et Chanon Eds.), Hellis & Horwood, Chichester, **1986**, p.103-153.
- [41] L'intégration de l'informatique dans l'enseignement et la formation des enseignants, 28-30 janvier **1992**, Actes du colloque, Institut National de Recherche Pédagogique (INRP) (29, rue d'Ulm, 75230 Paris Cedex 05. Tél. : (1) 46.34.90.00).
- [42] Nouvelles technologies : quelles stratégies pour de nouvelles formes d'enseignement supérieur ? Séminaire national organisé par la Desup (Direction des Enseignements Supérieurs) et divers réseaux de spécialistes, Aras (Association des Responsables et Spécialistes Audiovisuels des Établissements d'Enseignement Supérieurs), Fied (Fédération Interuniversitaire de l'Enseignement à Distance), Epi (Enseignement Public et Informatique) et Afcet (Association Française des Sciences et Technologies de l'Information et des Systèmes), Université de Montpellier II, Université Paris VII, avec la collaboration du CNDP, 2-4 décembre **1992**, Bouzigues (Hérault).
- [43] Item-Sup (Intégration des Technologies Modernes dans l'Enseignement Supérieur), siège social : École Normale Supérieure, Fontenay-Saint-Cloud (31, avenue Lombart, 92260 Fontenay-aux-Roses. Tél. : (1) 47.02.60.50. Fax : (1) 47.02.12.24).