



**Huitièmes Journées
Informatique et Pédagogie
des Sciences Physiques**



AUTOFORMATION ÉDUCATIVE ET ENSEIGNEMENT UNIVERSITAIRE "SUR MESURE"

Coordination : Monique VINDEVOGHEL

**Jean-Marie BLONDEAU
André COGNE
Jean-Pierre DAVID
Michel DOMON
Claude LACOMBE
Alain PERCHE
Daniel POISSON**

**12 - 13 - 14 Mars 1998
IUFM de Montpellier**

**Union des Physiciens
Institut National de Recherche Pédagogique**

AUTOFORMATION ÉDUCATIVE ET ENSEIGNEMENT UNIVERSITAIRE "SUR MESURE"

SOMMAIRE

Monique VINDEVOGHEL, Jean-Marie BLONDEAU

Autoformation éducative et enseignement universitairesur mesure..... 3

Daniel POISSON

**Quelques repères pour appréhender la rencontre entre l'autoformation
et l'université..... 9**

Alain PERCHE

**Projet « premier cycle sur mesure »
Exercices d'autoapprentissage et simulations de thermodynamique chimique 23**

André COGNE, Jean-Pierre DAVID, Claude LACOMBE

Production d'exercices hypermedias et mise en oeuvre pédagogique 31

Michel DOMON

Deux outils d'autoformation pour l'enseignement sur mesure en DEUG..... 41

AUTOFORMATION EDUCATIVE ET ENSEIGNEMENT UNIVERSITAIRE "SUR MESURE"

Monique VINDEVOGHEL (*coordination*), **Jean-Marie BLONDEAU**

Laboratoire d'Enseignement MultiMédia

Université des Sciences et Technologies de Lille

59655 Villeneuve d'Ascq Cedex

Le concept d'autoformation éducative a été dégagé lors du "Deuxième Colloque Européen sur l'Autoformation" (CUEEP-Lille, novembre 1995) et consolidé dans le chapitre "Ingénierie et Autoformation Éducative" du livre "Autoformation : psychopédagogie, ingénierie, sociologie" (P. Carré, A. Moisan, D. Poisson, PUF, Sept. 1997). Dans le fascicule publié à part pour cet exposé, Daniel Poisson montre en particulier comment le concept d'autoformation éducative rencontre les projets d'enseignement sur mesure (portés par la formation initiale universitaire) et les projets de formations ouvertes et à distance (impulsés par la formation continue des adultes et auxquels participent les services de formations continues des universités).

Nous exposons ici, en nous appuyant sur des expériences et des projets en cours, comment il est possible d'introduire concrètement de nouvelles pratiques pédagogiques au sein d'un nouveau système de formation "sur mesure", plus centré sur l'étudiant et s'appuyant sur les nouvelles technologies.

1. Nécessité de dispositifs d'autoformation dans l'enseignement supérieur

En observant le public étudiant, on constate que la modalité de transmission des connaissances propre à l'enseignement magistral traditionnel (cours, travaux dirigés, travaux pratiques) convient à une partie des étudiants bien adaptés à cette forme d'enseignement. Cependant, ce n'est pas le cas pour beaucoup d'autres.

L'inadaptation peut avoir des causes multiples :

- profil cognitif de l'étudiant : certains, y compris parmi les bons étudiants, demandent une part plus importante d'activité personnelle (projet, résolution de problèmes, construction des savoirs) ; d'autres assez lents n'assimilent pas un cours trop rapide pour eux ;
- déroulement du cursus : des lacunes dans les pré-requis empêchent d'assimiler ce qu'on leur enseigne dans le cas de difficultés anciennes ou de changement de filière ;
- contraintes de temps : les étudiants salariés et surtout ceux qui, de plus en plus nombreux, effectuent de "petits boulots" sont pénalisés car ils sont obligés de "sécher les cours" de même certaines catégories particulières comme par exemple les sportifs de haut niveau ; les pertes d'emploi demandent une reconversion à tout moment dans l'année ;
- contraintes d'espace : étudiants distants, étudiants handicapés ;
- contraintes de santé : les étudiants malades au cours de l'année n'ont actuellement aucune autre solution que le redoublement ;
- contraintes familiales : mères de famille.

Pour tous ces publics, il est nécessaire de prévoir un nouveau type d'enseignement flexible faisant davantage appel à un travail plus indépendant, plus autonome, plus personnel des étudiants et ne les obligeant pas à faire la même chose en même temps, dans le même lieu et au même rythme.

Maryse Quéré, dans son document "Vers un premier Cycle sur mesure" définit bien la démarche :

« *Le sur mesure consiste à offrir des réponses multiples et diversifiées en termes de :*

- *contenus (diversification des filières, sans perdre de vue les buts multiples de l'enseignement supérieur : acquisitions de savoirs et savoir-faire, culture, enrichissement personnel, préparation à la vie professionnelle),*
- *modalités d'entrée (validation des acquis, multiplicité des points d'entrée dans l'année),*
- *orientation et réorientation progressive (idem + modularité des cursus, remises à niveau),*
- *modalités d'études (présentiel/à distance, face-à-face/multimédia) visant l'acquisition progressive de l'autonomie dans l'apprentissage et s'adaptant aux différents styles cognitifs des apprenants,*
- *procédures de certification,*

en optimisant qualitativement et quantitativement l'usage des ressources disponibles (humaines, logistiques, documentaires), ceci dans une perspective coopérative destinée à un meilleur aménagement du territoire »

L'utilisation raisonnée des nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) permet de faciliter l'émergence de cet enseignement flexible. Les nouveaux outils de formation multimédia peuvent être employés pour illustrer les cours traditionnels, pour les compléter, mais peuvent, en outre, constituer des outils d'autoformation, utilisés en autonomie accompagnée, sur site (en centre de ressources) ou à distance.

2. Le nouveau rôle de l'enseignant

Il faut noter que l'utilisation des outils d'autoformation multimédia ne supprime pas la présence des enseignants, bien au contraire. S'autoformer ne veut pas dire ici travailler en autodidacte. Il n'est pas question de laisser l'étudiant seul mais de l'accompagner par un tuteur qui puisse lui apporter une aide spécifique aussi bien méthodologique que disciplinaire. L'enseignant n'est plus alors chargé de transmettre son propre savoir à un groupe, mais d'aider l'étudiant dans sa propre démarche d'appropriation des connaissances, dans l'acquisition d'une méthode de travail efficace et dans le passage d'une écoute passive à une recherche d'informations active. Il bénéficie de la suppression (ou diminution) des tâches mécaniques, de la délégation de la partie de l'évaluation qui peut être assistée par une interactivité "logicielle". L'enseignant guide l'étudiant pour choisir un parcours à la carte parmi les ressources disponibles et de cette façon, l'enseignement devient "sur mesure" en ce sens que chaque étudiant peut recevoir une formation individualisée.

3. L'expérience du RUCA

Le RUCA (Réseau Universitaire des Centres d'Autoformation) rassemble une quinzaine d'universités scientifiques où les étudiants pratiquent à grande échelle (sur des sections de DEUG entières) des activités d'autoformation sur site en centre de ressources multimédia.

Il apporte donc, grâce à l'échange d'informations sur l'expérience (individuelle ou collective) acquise par ses membres, un observatoire des expériences et des pratiques pédagogiques innovantes s'appuyant sur les nouvelles technologies.

Il organise de plus une production concertée pour la médiatisation de l'enseignement, informe sur les ressources existantes et met en place un partage des ressources parmi ses membres.

Au sein des Centres d'Autoformation des Universités appartenant à ce réseau¹, l'étudiant trouve des cours hypermédia complets, des exercices interactifs avec analyse de réponse², des préparations aux travaux pratiques et des simulations pré-laboratoires³, des tests d'autoévaluation l'aidant à se situer, des expériences filmées. Il peut explorer librement les ressources disponibles afin de les structurer et de construire sa connaissance à son propre rythme. De plus, le travail en centre de ressources facilite les discussions et les échanges entre étudiants, ce qui contribue à rompre l'isolement social dont ils se plaignent fréquemment.

L'accès aux Centres se fait en général sur plusieurs modes :

- accès libre,
- accès prescrit par les enseignants pour effectuer des activités complémentaires à l'enseignement traditionnel dans des créneaux horaires imposés ou libres,
- autoformation accompagnée par un tuteur ou un enseignant. Les étudiants travaillent à leur rythme sur un logiciel, aidés individuellement par un enseignant ou un tuteur présent dans la salle. Il s'agit d'un tutorat méthodologique permettant aux étudiants de s'adapter aux exigences méthodologiques nouvelles et d'un tutorat pédagogique pour remédier aux difficultés et lacunes disciplinaires

En formation initiale de DEUG, l'accompagnement individualisé des étudiants se fait beaucoup via un tutorat par des étudiants plus âgés.

Une mention particulière doit être faite au sujet des activités d'autoévaluation mises à disposition des étudiants dans un grand nombre des Centres de Ressources du RUCA. Elles correspondent à une forte demande des étudiants qui ont du mal à estimer leur niveau. Le logiciel AUTOEVAL, mis au point à l'Université Joseph Fourier de Grenoble permet de gérer dynamiquement le parcours de formation d'un apprenant en tenant compte, par l'autoévaluation, de l'acquisition des objectifs de son plan de formation et d'indiquer à l'étudiant tous les prérequis d'un objectif pédagogique qu'il n'a pas atteint. L'étudiant peut alors porter son effort sur ces prérequis en particulier. Un autre logiciel GENEVAL permet également une autoévaluation formative.⁴

D'autres dispositifs permettent, comme à l'Université de Paris VII, d'évaluer les étudiants lors de leur entrée en première année universitaire, de fournir à l'étudiant un diagnostic immédiat concernant ses lacunes et de donner aux enseignants une statistique des erreurs commises en vue de leur remédiation.

Les ressources pédagogiques multimédia disponibles en général sur un serveur, tendent maintenant, dans plusieurs universités, à être gérées de façon informatique par un gestionnaire de parcours, qui permet à l'enseignant d'organiser un circuit parmi les ressources éducatives adapté à l'étudiant. Celui-ci bénéficie alors d'une progression qui lui est propre suivant ses acquis, ses lacunes, ses objectifs.

Il est évident que les ressources ainsi groupées, aussi bien au niveau local qu'au niveau national, peuvent via le Web être accessibles en interne, à partir des Centres de Ressources sur site, ou en externe à partir de sites distants ou des postes personnels des étudiants.

¹ La composition et les activités du RUCA peuvent être consultés à l'adresse suivante :

<http://www.univ-lille1.fr/lemm/ruca>

² Un exemple en chimie est décrit par Alain Perche dans : "Projet Premier Cycle sur Mesure : exercices d'autoapprentissage et simulations de thermodynamique chimique".

³ Un exemple en physique est décrit par Michel Domon dans : "Deux outils d'autoformation pour l'enseignement sur mesure en DEUG".

⁴ La description du logiciel GENEVAL est décrit dans : "Production d'exercices hypermédia et mise en œuvre pédagogique" par André Cogne, Jean-Pierre David, Claude Lacombe.

L'accompagnement de l'autoformation par les enseignants se fait alors par téléphone, fax ou courrier électronique. L'interaction sociale étudiant-étudiant et étudiant-enseignant est maintenue au cours de séances de regroupement régulières.

On expérimente déjà des campus virtuels, c'est-à-dire des systèmes informatiques conviviaux gérant aussi bien l'identification des étudiants, leur évaluation, leur parcours pédagogique individualisé, les contacts avec les enseignants, les forums de discussion. Il est alors possible de développer l'articulation entre les nouveaux modes d'apprentissages, tant en formation initiale que continue, dans les modes "présentiels", en apprentissage à distance ou en autoformation, en y intégrant l'ouverture vers l'environnement extérieur, par exemple vers les lycéens, et même vers un système d'information à destination du grand public.

4. Le projet "Premier Cycle sur Mesure"

Le projet "Premier Cycle sur Mesure" constitue le développement à grande échelle de ces expériences positives déjà réalisées localement au sein des Universités du RUCA.

Ce projet présenté par le RUCA et soutenu par le MENRT, s'inscrit dans la perspective d'un enseignement sur mesure, médiatisé et modulaire concernant le premier cycle scientifique.

De part leur contenu et la souplesse de leurs découpages, les modules peuvent concerner les étudiants de DEUG, des I.U.T. et de PCEM, ainsi que les élèves des classes préparatoires aux écoles d'ingénieurs et ceux des sections de technicien supérieur. Une convergence est recherchée avec les DUT à distance existants ou en projet.

Le projet porte sur quatre matières : Mathématiques, Physique, Chimie, et dans un second temps Biologie. Quatorze modules sont actuellement en chantier.

La composition de chaque module est la suivante :

- Un dispositif hypermédia d'acquisition de connaissances présenté sous forme hypertextuelle pouvant appeler :
 - texte (cours, données théoriques avec liens hypertextes), animations, simulations et modélisations
 - documents vidéo numérisés montrant des expériences réelles
 - renvois éventuels à des documents existants
- Des exercices interactifs multimédia comportant les mêmes éléments
- Des exercices de synthèse permettant d'établir des liens entre les différents concepts
- Une série de tests d'autoévaluation
- Un document de présentation destiné aux enseignants désireux d'utiliser les modules de ce projet pour mettre en place un enseignement sur mesure. Il contient une description de l'ensemble des modules et de leur articulation, un inventaire d'autres documents existants (logiciels, documents audiovisuels, livres etc..) susceptibles d'être également utilisés, quelques recommandations et suggestions pour la mise en œuvre, une invitation à coopérer pour compléter et enrichir le dispositif.

En ce qui concerne les Travaux Pratiques, il est jugé dans un premier temps qu'ils doivent avoir lieu dans des séances de regroupement. Ils ne sont pas prévus actuellement en tant que tels dans la composition du module (Notons cependant qu'il existe déjà dans certaines universités des logiciels d'autoformation de préparation aux Travaux Pratiques qui seront utilisés).

Dans certains cas, le travail de mesure et d'exploitation d'images numérisées prévu dans l'outil d'acquisition de connaissances sert de T.P. virtuel préparant au T.P. réel qui reste cependant indispensable.

Les modules seront disponibles sur Internet et pourront être utilisés gratuitement par tous les établissements relevant de l'Enseignement Supérieur. L'ensemble des modules aura une présentation et une ergonomie identique et constituera une véritable collection au sens éditorial du terme. Pour que les produits soient largement utilisés au sein des universités, les enseignants pourront modifier une partie de leur contenu, de le compléter, de les articuler avec tout document pédagogique existant ou à venir à condition d'en faire la demande aux auteurs, de donner aux auteurs une copie du fichier modifié et de citer l'origine des sources. La diffusion du produit après modification ne sera pas autorisée, sauf avec l'accord des auteurs. La collection des ajouts et modifications acceptés par les auteurs enrichiront progressivement le produit et permettront une mise à jour régulière.

5. Les conditions nécessaires pour instaurer l'autoformation dans un établissement

La pratique montre que quatre conditions sont nécessaires pour que l'introduction de l'autoformation modifie significativement les pratiques pédagogiques et donne naissance véritablement à un nouveau système de formation.

- L'introduction de l'autoformation s'appuyant sur les NTIC dans un établissement doit être soutenue institutionnellement. Elle débute souvent par le travail courageux de quelques pionniers isolés qui font petit à petit progresser cette démarche mais ne peut être généralisée qu'avec l'appui de l'équipe de direction qui décide le développement à grande échelle de ce processus et l'intègre à son contrat d'établissement. Les séquences d'autoformation doivent faire partie intégrante des cursus. Elles commencent d'ailleurs à apparaître en tant que telles dans les maquettes de différents diplômes (Paris VI, UST de Lille)
- Les enseignants doivent être formés à cette nouvelle pédagogie qui change leur rôle fondamentalement. Il n'est pas immédiat pour un enseignant habitué aux cours magistraux d'organiser l'environnement pédagogique nécessaire autour des étudiants en autoformation et de dispenser un enseignement complètement individualisé. Des sessions de sensibilisation et de formation doivent être organisées avec l'aide d'experts et d'équipes pédagogiques ayant déjà l'expérience de ce type d'enseignement. En ce qui concerne la formation des maîtres et des formateurs, il faut éviter les cours magistraux sur l'autoformation, mais intégrer des pratiques concrètes d'autoformation tutorée dans le cursus. Il ne suffit pas d'en parler, il faut que tous les futurs enseignants et/ou formateurs soient obligés partiellement d'utiliser ce mode de formation car le fait de s'analyser en tant qu'apprenant est indispensable pour se former comme formateur.
- Une production pédagogique suffisante d'outils multimédia spécialement conçus pour l'autoformation doit être préalable à toute action d'envergure dans ce domaine. Le produit multimédia de formation ne doit plus être conçu à l'intention du professeur pour l'aider à transmettre son savoir. Il doit être conçu pour que l'étudiant puisse l'appréhender de façon autonome en vue de construire son propre savoir. Il ne s'agit plus seulement de travailler sur des logiciels ponctuels permettant de mieux comprendre tel ou tel point du programme mais d'envisager un enseignement médiatisé modulaire complet couvrant l'ensemble du programme envisagé. L'étudiant peut alors être placé véritablement, s'il le désire et suivant ses propres besoins, dans un nouveau système substitutif de formation.
- Il est évident que pour toutes ces raisons, les établissements ont le plus grand intérêt à travailler ensemble pour augmenter leur lisibilité, mutualiser leur compétences, avoir une production concertée, échanger leurs ressources.

6. Évaluation des activités d'autoformation

Il y a jusqu'ici peu d'études rigoureuses sur l'impact et l'efficacité de ces nouvelles méthodes pédagogiques. Citons deux exemples :

- A l'U.S.T. de Lille, il a été montré qu'une simulation pré-laboratoire de 45 à 60 minutes en chimie améliore sensiblement les performances des utilisateurs puisque le nombre d'erreurs des étudiants est réduit d'un facteur trois à quatre par rapport aux performances des étudiants ayant suivi un apprentissage traditionnel.
- A l'Espace Alpha de Bordeaux¹, un traitement particulier des redoublants, faisant largement appel à l'autoévaluation formative a permis d'améliorer les résultats à l'examen de 15%.

De façon générale, les expériences d'autoformation sont jugées très positives par les équipes enseignantes qui l'ont introduite. Les questions posées aux enseignants par les étudiants sont beaucoup plus pertinentes que dans les regroupements traditionnels et on constate une plus grande motivation des étudiants qui souhaitent généraliser cette méthode à l'ensemble de leur enseignement. Ils apprécient l'accès à l'information plus rapide, le travail à leur rythme ; ils ressentent une meilleure compréhension et une meilleure mémorisation (enquêtes d'Atrium Media de Strasbourg et du LEMM de l'U.S.T. de Lille).

Cette évaluation subjective est évidemment insuffisante. Il sera nécessaire par la suite de procéder à l'évaluation pédagogique approfondie des actions de formation reposant sur l'usage des contenus des modules médiatisés, en analysant les différents contextes d'utilisation, sur une durée suffisamment longue. Cette évaluation approfondie, fera l'objet d'un protocole adapté, établi parallèlement au projet "Premier Cycle sur Mesure".

7. En conclusion

Outre la meilleure motivation pour travailler sur des outils multimédia attractifs et mieux adaptés à leur culture et leurs besoins, l'introduction des pratiques d'autoformation permet aux étudiants d'avoir un cursus personnalisé et développe chez eux leur aptitude à choisir les ressources pertinentes parmi un ensemble, leur autonomie, leur maturité. Ces qualités ne pourront qu'augmenter leur développement personnel et leurs chances de succès puisqu'ils auront acquis une capacité à apprendre indispensable dans la société de l'information qui se développe actuellement.

QUELQUES REPERES POUR APPREHENDER LA RENCONTRE ENTRE L'AUTOFORMATION ET L'UNIVERSITE

Daniel POISSON,

CUEEP-TRIGONE

Université des Sciences et Technologies de Lille

59655 Villeneuve d'Ascq Cedex

1. Avant propos : pour un usage raisonné et raisonnable de l'informatique

1.1 Une contribution paradoxale

Cette contribution aux Journées Informatique et Pédagogie des Sciences Physiques présentée dans le cadre de l'exposé thématique "Autoformation et enseignement sur mesure" est un peu paradoxale car le point d'entrée ne concerne directement ni l'informatique, ni les sciences physiques. Monique VINDEVOGHEL coordonnatrice de l'exposé et ses collègues scientifiques "bon teint" ont néanmoins jugé utile de m'associer à eux pour donner quelques repères issus des sciences de l'éducation et de l'ingénierie éducative sous-jacents à leurs propos. J'ai accepté car je crois aux vertus de la pluridisciplinarité, à la fois dans les domaines des Sciences et de la Pédagogie - et j'étendrai de plus mon regard pluriel sur les interactions entre formation initiale et formation des adultes - ainsi que sur le transfert possible, dans les universités, de "bonnes pratiques" d'autres institutions éducatives.

1.2 Une logique de service plutôt qu'une logique technologique

Éviter de rentrer directement par l'outil informatique dans un colloque portant sur l'informatique est un choix délibéré, car trente ans de pratiques et de recherches sur les usages pédagogiques de l'informatique, puis sur les technologies de l'information et de la communication m'ont appris à me méfier des dérives possibles et des pièges de l'entrée par les coquilles technologiques ou même de la focalisation sur la seule production de produits pédagogiques. Je me suis fait personnellement piéger plusieurs fois et de nombreux auteurs partagent mon point de vue. Jean-Marie ALBERTINI dans la rubrique "Technologies de l'Éducation"¹ du Dictionnaire encyclopédique de l'éducation et de la formation (Nathan, 1994) insiste sur l'insertion des outils dans les dispositifs pédagogiques, « le génie des procédés éducatifs ne peut se borner à la simple mise au point de l'outil car celle-ci dépend très largement de l'usage qui en sera fait et de son insertion dans le système éducatif ». Dans Carré et al, 1997, nous prolongeons ce point de vue en remarquant que les pouvoirs publics et les politiques démarrent par la mise en place de "tuyaux" (des coquilles technologiques vides), puis sollicitent des "produits" (pour remplir ces tuyaux), et enfin cherchent parfois en vain des usages et des utilisateurs. Certains centres de ressources ou dispositifs multimédias sont arrivés dans des organismes de formation à peu près comme la bouteille de Coca-Cola chez les bushmen des "Dieux sont tombés sur la tête". Pour notre part, nous prôtons une démarche qui part résolument des finalités et des usages à développer en intégrant d'entrée les publics

¹ Pour lui « les technologies de l'éducation déterminent quelles influences des auxiliaires peuvent avoir sur les apprentissages et comment s'en servir pour les intégrer efficacement dans l'acte éducatif » et il prône une formation de formateur qui dépasse « la prise en main des nouveaux matériels et la production de didacticiels ».

cibles, leurs demandes et les contextes organisationnels possibles, compte tenu des diverses contraintes (pédagogiques, financières, juridiques...).

Par exemple, le projet SIMFI (Système Interactif et Multimédia pour la Formation Individualisée) impulsé dans les années 80 par Alain DERYCKE², démarre d'une finalité explicite, le développement de l'autonomie coopérative. Il précise le sens des deux termes de la façon suivante : « Autonomie pour l'apprenant s'entend au sens du choix autonome du lieu de formation, des temps et rythmes de formation, des stratégies et objectifs. Coopératif s'entend par la nécessité d'une certaine socialisation de l'apprenant, de son appartenance à un groupe ouvert de formés ayant des objectifs et préoccupations voisines : ceci est destiné à vaincre l'isolement de l'apprenant et ce qui résulte : découragement, difficulté d'apprécier son degré de réussite, pas d'évaluation comparée. ». Pour atteindre cette finalité, il démarre par l'aspect système et pense globalement d'abord le dispositif éducatif, la création de produits pédagogiques multimédias (approche produit), prend en compte le dispositif d'enseignement ouvert (approche service) et est en cohérence complète avec le développement des infrastructures technologiques (approche tuyau). L'architecture générale du projet repose sur les trois approches services-produits-tuyaux présentées volontairement dans cet ordre.

Un texte récent de la DGES/DISTNB du 5/12/97 donnant « des recommandations pour la prise en compte des technologies d'information et de communication dans la formation initiale des enseignants » va dans le même sens : « Deux écueils doivent être évités dans la formation aux technologies d'information et de communication : "l'outil pour l'outil" et la seule approche théorique des enjeux. L'utilisation des technologies doit donc être mise au service des objectifs pédagogiques de la formation qui doit partir, dans toute la mesure du possible, de cas concrets ; il s'agit de pratiquer réellement l'usage et l'intégration des technologies dans la formation en présentant les types d'outils, de ressources et de méthodes, des plus traditionnelles aux plus récentes, et qui offrent les solutions les mieux adaptées ». Ce texte rejoint les préconisations de Maryse QUERE³ pour un usage raisonné et raisonnable des nouvelles technologies dans son projet d'enseignement sur mesure.

1.3 L'informatique : un amplificateur de pratique

L'histoire du lien entre innovation, technologie et pédagogie milite aussi pour ne pas se centrer exclusivement sur l'outil informatique. En effet, plusieurs fois, depuis les années soixante, a été annoncée une révolution de la pédagogie induite par les progrès de la technologie. Cela a commencé par la télévision scolaire, puis le plan informatique pour tous et enfin l'arrivée du multimédia immédiatement suivi des autoroutes de l'information. Or, ces technologies n'ont touché que les marges du système éducatif, le militantisme des pionniers cachant l'immobilisme du plus grand nombre, et de plus les technologies ont été plus des amplificateurs de pratiques existantes que de réels vecteurs de changement. De fait, ce sont les pédagogues qui sélectionnent et favorisent des usages de l'informatique conformes à leurs pratiques et non l'outil informatique qui impulse seul des changements de paradigme éducatif. Les partisans de SKINNER ont produit des tutoriels avec analyse d'erreur et conditionnement par des messages d'aides vers la bonne réponse, et les partisans de PIAGET des "micro-mondes" permettant de progresser par essais successifs. De même, les professeurs attachés aux cours

² A. DERYCKE (1988), Développement d'un système interactif et multimédias pour la formation individualisée appliquée aux techniques nouvelles dans l'entreprise, informatique, bureautique, productique, gestion, *Études et expérimentation en formation continue*, n°31 (ancienne série), p.15-20.

³ M. QUERE, (1994), *Vers un enseignement universitaire sur mesure*, Direction Générale des Enseignements Supérieurs.

magistraux bien structurés ont intégré la présentation assistée par ordinateur, puis les visioconférences sans que cela ne change fondamentalement leur pédagogie. Nous avons personnellement observé comment des instituteurs Freinet amplifiaient leurs pratiques grâce à l'ordinateur, les fichiers autocorrectifs étant complétés par des didacticiels appropriés, l'imprimerie scolaire évoluant vers la publication assistée par ordinateur et la correspondance scolaire intégrant la vidéo, puis Internet.

Pour conclure cet avant propos, nous retrouvons cette attitude dans notre exposé : les usages des NTIC seront "raisonnés et raisonnables" et subordonnés à la finalité d'aller vers une plus grande autonomie des étudiants, une plus grande ouverture dans les choix possibles pour réussir à l'université, une différenciation pédagogique pour s'adapter à la diversité des étudiants et une plus grande flexibilité, en bref, de mettre les technologies à la fois anciennes et nouvelles aux services d'enseignements sur mesure intégrant le développement de l'autodirection des apprentissages dans le cadre du concept en émergence d'autoformation éducative.

2. Introduction : l'autoformation éducative, un concept en émergence

2.1 Un foisonnement de projets

Nous nous proposons donc de donner quelques repères pour appréhender la rencontre entre l'université et l'autoformation, et d'essayer de montrer comment le concept d'autoformation éducative a progressivement émergé de la rencontre de trois "projets" complémentaires :

- les "nouvelles" pédagogies centrées sur l'apprenant et sur les méthodes actives qui visaient à développer l'autonomie du "sujet apprenant", acteur voire même agent de ces apprentissages et qui intégraient différentes facettes de l'autonomie (auto-évaluation, autodirection de certains choix, construction de savoirs en situation, autonomie coopérative, pédagogie du projet, pédagogie différenciée, travail autonome),
- les formations ouvertes et à distance impulsées par la formation d'adultes et auxquelles participent activement certains centres de formation continue universitaire,
- le projet d'enseignement sur mesure coordonné par Maryse QUERE qui amplifie l'effort déjà entrepris par le RUCA pour enseigner "autrement" en formation initiale à l'université (cf. supra : Monique VINDEVOGHEL, Jean-Marie BLONDEAU, Autoformation Éducative et Enseignement sur Mesure).

Ces différents projets ne sont pas étrangers les uns aux autres, de nombreuses interactions existent et plusieurs acteurs ont participé conjointement ou successivement aux trois "projets".

Les contours de ces projets sont flous et les mots utilisés très polysémiques ; en fait, les mots autonomie, ouverture, sur mesure sont plus des bannières derrière lesquelles se regroupe une minorité de militants pédagogiques désirant que cela bouge sur le plan pédagogique, que des concepts bien établis. On observe le regroupement et la constitution de réseaux autour de mots clefs fédérateurs comme :

- Autoformation : (Groupe de Recherche sur l'Autoformation en France). Ce groupe réunit des acteurs très divers (Universités, Entreprises, Organismes de formation d'adultes) et organise depuis 4 ans des colloques Européens sur l'Autoformation.
- Centre de Ressources Éducatives : le Réseau Universitaire des Centres d'Autoformation déjà mentionné en est un exemple universitaire analogue au réseau IOTA+ qui regroupe les Ateliers de Pédagogie Personnalisée en formation d'adultes et au réseau des Centres de Ressources Agricoles qui fédèrent l'action du ministère de l'agriculture dans ce domaine.

- Enseignement sur mesure : le réseau GEMME (Groupement pour l'enseignement supérieur sur mesure médiatisé) fournit un exemple de regroupement pour dégager un interlocuteur unique sur le plan de la coopération internationale.
- Formation Ouverte et à Distance : plusieurs réseaux français et européens se réfèrent à cette bannière comme, par exemple, la FIED (Fédération Interuniversitaire de l'Enseignement à Distance) en lien avec l'EADTU (European Association of Distance Teaching Universities).

Ce phénomène de mise en réseau derrière des bannières a aussi été observé outre Atlantique où le courant "Self Directed Learning" que l'on peut traduire littéralement par "apprentissage autodirigé" ou par "autodirection des apprentissages" s'est développé à partir des années 70 aux États-Unis, puis au Canada. Un phénomène analogue s'est produit outre Manche autour de l'"Open Learning" qui regroupait en Grande Bretagne ceux qui voulaient atteindre d'autres publics ou enseigner autrement autre chose que le modèle transmissif, collectif, présentiel.

2.2 L'autoformation éducative : apprendre dans des dispositifs ouverts

Le mot *autoformation éducative* a été proposé lors du Deuxième Colloque Européen sur l'Autoformation (CUEEP, Lille, novembre 1995), et les concepts sous-jacents consolidés dans le chapitre "Ingénierie et Autoformation Éducative" du livre "Autoformation : psychopédagogie, ingénierie, sociologie" [Carre & al. 1997], un travail d'approfondissement, d'analyse, de modélisation et de théorisation des expériences en cours est à poursuivre car, comme dans beaucoup de domaines de la pédagogie, il y a une distance "entre le dire et le faire".

L'autoformation éducative porte sur l'ensemble des pratiques pédagogiques visant à développer les aides humaines et matérielles à l'autodirection des apprentissages. Il s'agit de faciliter les apprentissages autonomes dans le cadre d'institutions spécifiquement éducatives. Il s'agit donc d'apprendre dans des dispositifs ouverts en étant responsable de ses choix. Ce n'est donc pas le fait d'apprendre seul qui caractérise l'autoformation éducative, mais le développement des capacités de contrôle de l'apprenant sur ces modalités d'apprentissage.

Par dispositifs ouverts ou formations ouvertes, dont l'enseignement sur mesure est une déclinaison dans le cadre des formations initiales universitaires, nous entendons, comme le propose Amid BENDOUBA dans un document de la Délégation à la Formation Professionnelle :

« ... des actions de formation qui s'appuient, pour tout ou partie, sur des apprentissages non "présentiels", en autoformation ou avec tutorat, à domicile, dans l'entreprise ou en centre de formation. Les médias et les outils peuvent, certes, avoir une place importante dans ces formations, mais ils n'en constituent pas la caractéristique principale. Ce qui définit fondamentalement les formations ouvertes, par rapport aux formations traditionnelles, c'est d'abord leur plus grande accessibilité, et donc la souplesse de leur mode d'organisation pédagogique »

Nous entrons donc dans le champ de l'autoformation de façon paradoxale comme nous le signalons dans (Carré et al, 1997) :

« ... il s'agira de l'autoformation vue du côté des enseignants, des formateurs, des institutions éducatives ; nous adoptons une approche qui, conformément au fondement de l'éducation permanente, prend en compte l'homme dans sa globalité de citoyen, de travailleur, de consommateur, d'acteur impliqué dans une société. Mais nous nous concentrons sur ce qui relève des possibilités d'intervention de l'institution éducative. C'est-à-dire à la fois les productions de ressources humaines et matérielles, les

changements organisationnels, les aspects économiques et juridiques, les aspects procéduraux, y compris les problèmes politiques, mais toujours en se limitant à ce qui peut être amélioré ou transformé à partir des "pouvoirs-devoirs" des organisations éducatives. »

Notre point de vue est donc limité (autoformation éducative), orienté (ingénierie pour l'autoformation éducative) et sous-tendu par les usages raisonnés, raisonnables et finalisés de l'informatique pédagogique. Il est cependant nécessaire d'étendre provisoirement notre regard, d'une part en situant l'autoformation éducative dans l'évolution des différents courants, approche et conceptualisation du "pré-concept heuristique et fédérateur" que constitue l'autoformation à partir des travaux du GRAF (Groupe de Recherche sur l'Autoformation en France) en général et de Philippe CARRE en particulier et, d'autre part de situer "la longue marche vers l'autoformation" pour reprendre une expression de Joffre DUMAZEDIER, dans l'évolution de la société.

3. Les évolutions des courants et de la galaxie de l'autoformation

3.1 Autoformation : un mot polysémique

Le mot *autoformation*, au même titre que d'autres mots très polysémiques comme individualisation, surtout quand il est employé seul et hors contexte précis, renvoie à des représentations très diverses des différents acteurs, y compris parmi les enseignants universitaires. Devant cette difficulté conceptuelle, certains auteurs évitent le mot autoformation pour parler d'autobiographie, d'autodidaxie, de formation expérientielle, d'apprentissage médiatisé, d'organisation apprenante, de réseau d'échange de savoir. Les documentalistes le classent sans plus de procès dans la rubrique "enseignement individualisé" parmi les "Méthodes pédagogiques" ou l'associent uniquement à "autodidaxie", ce qui exclut tout lien avec un enseignement formel même individualisé. D'autres auteurs précisent le sens en l'accompagnant toujours d'un adjectif. L'autoformation est donc assistée, collective, tutorée, accompagnée,... mais aussi intégrale, cognitive, existentielle, sociale et bien sûr éducative. Deux auteurs, tous deux membres du GRAF, ont contribué à structurer le champ conceptuel.

3.2 Les trois courants de l'autoformation de Pascal GALVANI

Pascal GALVANI propose trois courants de l'autoformation :

- Le courant bio-épistémologique en référence à Gaston PINVEAU ; l'autoformation c'est la formation de soi par soi : se former, se créer, se donner une forme, s'appropriier et s'appliquer à soi-même le processus de formation.
- Le courant socio-pédagogique en référence à Joffre DUMAZEDIER ; l'autoformation c'est dans l'apprentissage de savoirs définis, la gestion autonome des objectifs, des méthodes et des moyens.
- Le courant technico-pédagogique en référence à Alain MOR ; l'autoformation, c'est une situation d'acquisition de savoirs sans la présence du formateur dans un dispositif de formation individualisée, préorganisé par celui-ci.

3.3 La première galaxie de l'autoformation de Philippe CARRE

Philippe CARRE considère l'autoformation comme un pré-concept heuristique et fédérateur qui a progressivement donné naissance à une première galaxie d'éléments précisant le "apprendre par soi même", caractéristique du mot autoformation.

Il propose, en 1992, dans son livre "l'autoformation dans la formation professionnelle", une première galaxie de l'autoformation composée des sept notions faisant éclater dans toutes les directions le "apprendre par soi-même" caractérisant l'autoformation :

- autodidaxie : apprendre en dehors des systèmes éducatifs,
- formation individualisée : apprendre sans formateur,
- formation métacognitive : apprendre à apprendre,
- formation expérientielle : apprendre par l'expérience directe,
- formation autodirigée : avoir le contrôle de son apprentissage,
- organisation autoformatrice : apprendre par et dans l'organisation,
- auto-éducation permanente : produire son éducation.

3.4 La nouvelle galaxie et l'ingénierie pour l'autoformation éducative

Les rencontres régulières entre des membres du GRAF et des membres du CUEEP, à l'occasion de l'université d'été "Formations ouvertes multiressources", du colloque de Nantes, et surtout de la préparation du colloque de Lille, a conduit à une reformulation de la galaxie de l'autoformation. Le titre du colloque "Pratiques d'autoformation et d'aide à l'autoformation" était la résultante de la rencontre entre la bannière de l'autoformation portée par le GRAF et la bannière des Formations Ouvertes regroupant l'équipe OPEN du Laboratoire TRIGONE.

C'est de cette rencontre symbolisée par l'équation :

$$\begin{array}{c} \text{AUTOFORMATION + FORMATION OUVERTE} \\ = \\ \text{FORMATION (AUTONOMIE + OUVERTURE)} \end{array}$$

que s'est dégagé le concept d'autoformation éducative en remplacement de la notion de formation individualisée présente dans la première galaxie, et que le courant technico-pédagogique de GALVANI trop marqué par une centration sur les outils et l'apprentissage isolé hors de la présence du formateur a fait place à une projet plus ambitieux d'ingénierie pour l'autoformation éducative dans le cadre de systèmes complexes de formations ouvertes.

Dans la foulée, c'est l'ensemble de la galaxie qui a évolué avec cinq planètes principales en interaction continuelle environnée de nombreux satellites et objets célestes plus ou moins identifiés.

Les cinq planètes actuelles gravitant autour du centre paradigmatique de l'apprendre par soi-même ont été définies au colloque de Montreal par Philippe CARRE de la façon suivante :

- L'autoformation intégrale (apprentissage hors de tout rapport avec les institutions et les agents éducatifs formels) avec pour objet d'étude "les autodidactes" en s'appuyant sur la sociologie et la sociopédagogie.
- L'autoformation éducative (facilitation des apprentissages autodirigés dans le cadre d'institutions éducatives) avec pour objet "les dispositifs pédagogiques" avec une articulation entre ingénierie de formation, ingénierie pédagogique et ingénierie didactique.
- L'autoformation existentielle (appropriation par le vivant de son pouvoir de formation), l'objet est "le développement de l'être" vu sous l'angle philosophique et anthropologique.
- L'autoformation cognitive (processus cognitifs d'apprentissage intentionnel) : l'étude porte sur "les conduites d'apprentissage" et mobilise la psychopédagogie et la psychologie cognitive.
- L'autoformation sociale (formation dans et par la participation à des groupes sociaux, l'objet est "les systèmes sociaux" grâce à la sociologie et la sociopédagogie.

La suite de l'évolution a été marquée par des interactions de plus en plus fortes, au moins dans notre environnement universitaire lillois entre la formation initiale et la formation des adultes, et par des synergies entre formation initiale et continue des maîtres et formation des formateurs d'adultes.

4. Le passage de l'éducation permanente à la formation tout au long de la vie dans un contexte de massification et de démocratisation de l'enseignement

Le début de la longue marche vers l'autoformation des institutions éducatives dont le texte de référence est le chapitre "Vers l'autoformation assistée, autoformation, auto-évaluation et autonomie" du livre "L'éducation demain" de Bertrand SCHWARTZ (1973) se déroulait dans un contexte de plein emploi et d'expansion économique, avec en toile de fond le concept d'éducation permanente qui figure en toutes lettres dans les sigles de nombreux organismes créés à cette époque dont le CUEEP. L'éducation permanente se rapporte à une philosophie selon laquelle l'éducation est conçue comme un processus à long terme qui commence à la naissance et se poursuit toute la vie. Ce terme couvre donc toute forme d'éducation préscolaire, tout type ou niveau d'éducation formelle, toute espèce de formation continue et d'éducation non formelle. L'éducation permanente se situe dans un cadre conceptuel dans lequel on peut faire face au besoins éducatif de chacun quelque soient son âge, ses capacités, son niveau de connaissance ou son niveau professionnel, l'éducation devant être acceptée comme un processus continu et non comme une acquisition obtenue à une période déterminée de la vie par des moyens spécifiques (définition de l'UNESCO).

Le contexte actuel de formation tout au long de la vie avec en toile de fond le chômage et l'exclusion est tout autre. L'allongement des études, la démocratisation et la massification de l'enseignement ne retirent en rien l'enjeu de préparer dans toutes les institutions éducatives à se former tout au long de la vie partiellement dans un contexte d'autoformation éducative. Le risque d'une société duale partagée entre les "s'autoformants performants" surfant sur les changements de la société de l'information "ultra libérale" et des exclus du savoir et du travail est réel et clairement dénoncé dans le livre blanc de la Commission Européenne "Enseigner et apprendre : vers la société cognitive". Le développement de l'autoformation éducative doit donc s'accompagner d'une réflexion éthique importante.

Le dernier texte de Joffre DUMADEZIER "Le grand déséquilibre", paru dans le numéro 12 de la revue *Éducation*, met bien en lumière le paradoxe entre une offre de formation de plus en plus étendue et le développement de l'autoformation.

5. La rencontre entre la galaxie de l'autoformation et la nébuleuse de l'enseignement supérieur

5.1 La nébuleuse de l'enseignement supérieur

– L'enseignement supérieur est un ensemble complexe d'institutions éducatives publiques et privées dépendant de différents Ministères. Car, en plus des universités déjà très diversifiées dans leur offre de formation, les Grandes Écoles et leurs classes préparatoires, les Brevets de Techniciens Supérieurs, les Écoles professionnelles font partie du Supérieur. Des organismes comme le CNAM (Conservatoire National des Arts et Métiers), le CNED (Centre National d'Enseignement à Distance) et l'AFPA (Association nationale pour la Formation Professionnelle des Adultes) concourent à des missions relevant de l'enseignement supérieur. Pour être complet, ce qui est impossible, il faudrait aussi prendre en compte le secteur parapublic des chambres de commerce et d'industrie et les chambres des métiers, et peut-être même le secteur purement privé avec par exemple,

l'École Universelle et Educatel dans le champ des formation à distance, sans parler de la concurrence européenne qui se profile de plus en plus. Pour reprendre une image sidérale, l'enseignement supérieur est une Nébuleuse et c'est cette Nébuleuse qui va rencontrer la galaxie de l'Autoformation.

- Pour analyser cette rencontre qui, comme toute rencontre sidérale, s'est d'abord faite à la marge, rappelons que les principales missions de l'enseignement supérieur sont le développement de la culture, la diffusion des connaissances et la diffusion des résultats de la recherche. Ces missions se déclinent en quatre types d'activités : la recherche (fondamentale et appliquée) ; la formation initiale des jeunes ; la formation continue des adultes ; l'action culturelle et l'ouverture sur l'environnement économique et social de l'Université à la fois régional, national, européen et international.

5.2 L'autoformation : un champ de recherche universitaire en cours de constitution

La première rencontre entre l'autoformation et l'Université s'est effectuée au début des années 70 à partir de la mission recherche. L'autoformation, sous l'impulsion de précurseurs tels que Joffre DUMAZEDIER, Bertrand SCHWARTZ et Nelly LESELBAUM, suivis de Gaston PINEAU et de bien d'autres tels que Pascal GALVANI ou Philippe CARRE est devenue un champ de recherches universitaires.

Ces recherches sont restées pendant longtemps en grande partie des recherches individuelles. Une première structuration collective des recherches françaises est impulsée en 1992 par la création du GRAF qui débouche, en particulier, sur l'organisation de trois Colloques européens sur l'autoformation (Tours 95, Lille 96 et Bordeaux 97), et bien sûr en partie sur les premières rencontres mondiales de recherche et de réflexions sur l'autoformation qui se sont tenues en septembre 97 à Montréal. Mais le thème de l'autoformation reste encore à consolider au sein de Laboratoires Universitaires⁴ pour passer de recherches coopératives entre individus à une structuration plus institutionnelle.

Un problème spécifique à la France est que la recherche en éducation faite par les universitaires porte très peu sur le milieu universitaire. Les universitaires qui développent des pratiques d'autoformation dans le supérieur font rarement des recherches sur l'autoformation. Il y a une certaine dichotomie entre recherche et pratique dans ce domaine. On retrouve moins cette absence de recherche pédagogique sur l'autoformation dans le supérieur, dans le continent nord américain.

5.3 L'apport de l'université à l'autoformation intégrale

Au delà de recherches universitaires sur l'autodidaxie, l'université contribue, par la création de savoirs et par la diffusion de ces savoirs au delà des enseignements formels aux ressources nécessaires aux pratiques d'autodidaxies. Non seulement par la publication de livres et d'articles, mais aussi de plus en plus par l'utilisation des autres médias que sont la télévision (les amphis de la 5 par exemple) et Internet (de nombreux cours en ligne gratuits commencent à apparaître). Il serait d'ailleurs souhaitable que ce travail de vulgarisation et de diffusion de savoir "grand public" soit pris en compte dans la carrière des enseignants, et pas uniquement les communications entre pairs. La participation de plus en plus nombreuse d'universitaires à

⁴ Le Laboratoire Trigone et le LEMM contribuent chacun pour leur part à la production de savoir et la recherche sur l'autoformation qu'ils essaient de se structurer en lien avec des pratiques de terrain à la fois en formation initiale et en formation d'adultes et en interaction avec la formation des Maîtres (IUFM et MAFPEN) et des formateurs d'adultes (DUFA, IUP, DESS, Licence, Maîtrise ,DEA).

des universités du temps libre concourt à l'accès autonome du plus grand nombre à la culture universitaire.

Notons que, dans ce domaine, les bibliothèques universitaires manifestent, en référence aux rôles des BU en Allemagne, une volonté de s'ouvrir sur les environnements et sur la cité au-delà du seul public étudiant.

5.4 L'autoformation expérientielle et la validation des acquis

Dans le sens inverse, l'université s'ouvre de plus en plus à son environnement, en particulier grâce à la validation des acquis professionnels par la prise en compte des apprentissages réalisés hors des institutions éducatives, en particulier dans la vie professionnelle. Les centres de bilan de compétences implantés dans les réseaux universitaires concourent, eux aussi, aux interactions entre la planète autoformation expérientielle et l'université.

5.5 Les premières aides pour accompagner l'autoformation éducative

Dans l'enseignement supérieur, le travail autonome de l'étudiant a toujours eu une place importante. Le travail en bibliothèque et la production de mémoires à partir de recherches personnelles sont des pratiques courantes depuis fort longtemps. Cependant, la transmission des "savoirs" s'effectue majoritairement par des cours magistraux en "amphi", des travaux dirigés et des travaux pratiques. Les aides à l'autoformation n'ont été envisagées que depuis peu car, pour la majorité des enseignants du supérieur, l'autonomie des étudiants allait de soit.

La massification de l'enseignement supérieur, l'apparition d'un taux d'échec important au niveau des DEUG dû, en partie, à la fuite des "meilleurs" étudiants vers les premiers cycles sélectifs (classes préparatoires, IUT, BTS) et l'arrivée de plus en plus nombreux d'étudiants atypiques (étudiants salariés, adultes, étudiants venant de la filière technique ou professionnelle) à l'Université a déclenché un certain nombre d'initiatives venant, soit de la base, soit du ministère.

Au niveau des BU (Bibliothèques Universitaires) apparaît un renforcement des aides méthodologiques aux recherches documentaires et des pratiques d'autodocumentation assistée par ordinateur; Ces initiatives sont complétées par une mise en réseau des différents lieux de documentation de l'Université, avec parfois une volonté d'ouverture des BU sur la cité et les entreprises en référence aux rôles des BU en Allemagne. De plus, on observe la mise en place d'espaces multimédia dans les BU avec un accès autonome ou tutoré des étudiants à des vidéos, des CD-ROM, des CDI et à Internet. Les ressources documentaires s'étendent à l'ensemble des supports disponibles.

Parallèlement ou en synergie avec cette ouverture des BU, se développent des aides humaines et matérielles visant à favoriser l'autonomie de l'étudiant. Les plus anciennes sont liées à l'entraînement aux examens par QCM ; la mise sur serveur télématique ou sur CD-ROM des analyses permet l'auto-évaluation et l'adaptation à ce type d'épreuves. L'extension à d'autres types d'examen est en cours de développement. Plus récemment, le ministère a contractualisé avec les Universités la mise en place de tutorats méthodologiques en DEUG première année avec une référence au développement de l'autoformation en milieu universitaire.

5.6 Quelques remarques à propos du RUCA et l'enseignement sur mesure

Ce développement de l'autoformation éducative en milieu universitaire est concrétisé par les activités du RUCA amplifiée par le projet d'enseignement universitaire sur mesure. Les autres contributions de l'exposé portant sur ces deux projets, je me contenterai de quelques remarques complémentaires.

Les membres du RUCA se heurtent à deux difficultés, d'une part prouver à leurs collègues que leurs démarches pour promouvoir l'autoformation « ne remplacent pas les professeurs, mais qu'elles ouvrent surtout la voie à de nouvelles formes d'enseignement et d'apprentissage », et d'autre part aux responsables politiques qui « ont toujours pensé que l'autoformation permettrait de faire des économies ». Cet aspect économique est analysé par J. GADREY :

« La rationalisation industrielle de l'enseignement supérieur correspond à deux modalités :

- la mécanisation et la production d'objets destinés à accroître la part de l'autoformation et de la consommation de produits éducatifs (entendus comme produits de haute technologie incorporant des savoirs et des méthodes pédagogiques). Cette consommation peut selon les cas être effectuée à distance ou "sur place" au sein de l'organisation. Elle a toutes chances de favoriser une orientation marchande de cette production ;

- la dépersonnalisation et la standardisation des prestations, considérées comme des moyens d'accroître des ratios de "productivité" tels que étudiants en formation, personnel enseignant et personnel de support. Cette modalité peut ou non s'accompagner de tendances marchandes. »

Nous retrouvons, dans l'enseignement supérieur, comme en formation d'adultes, des représentations très différentes de l'autoformation éducative chez les différents acteurs. Maryse QUERE essaie dans son rapport "Vers un enseignement supérieur sur mesure" de rapprocher le point de vue en permettant aux étudiants : « d'accéder à une formation non accessible de façon traditionnelle, ou de mieux réussir aux formations dans lesquelles ils sont inscrits ». Le but n'est pas de passer d'un enseignement tout présentiel à un enseignement tout médiatisé, mais « de permettre à chaque étudiant, quelle que soit sa situation, de définir dans le cadre de son projet de formation un cursus comportant des enseignements "en amphï" et des enseignements médiatisés ».

Maryse QUERE essaie de concilier l'intérêt général et l'intérêt particulier en notant que :

« Cette satisfaction du besoin de l'étudiant, qu'on place ainsi "au centre du système", est également de nature à résoudre pour l'enseignement supérieur (et les enseignants qui le font vivre) différents problèmes qui se posent à eux de façon aiguë : efficacité, limitation de la croissance des coûts, meilleur aménagement du territoire ».

Dans ce projet, les centres de ressources ou d'autoformation jouent un rôle central dans :

« Les quatre types d'action possibles pour développer l'enseignement sur mesure dans l'université sont la production des ressources d'autoformation (tous médias), la création dans les sites universitaires d'un maillage de centres de ressources (reliés par un réseau si on veut ajouter le tutorat), la télédistribution interactive d'activités (télé-cours), la télédiffusion de cours (radio, télévision) ».

Cette démarche qui favorise l'apprentissage de l'autonomie est au coeur de la lutte contre l'échec en DEUG :

« S'il faut assurer aux étudiants qui arrivent du lycée une transition douce entre un encadrement maximal et une autonomie complète, encore faut-il réaliser effectivement cette transition. L'introduction progressive de l'autoformation pour une partie de leurs cursus est le meilleur apprentissage : comme le montrent les statistiques, au-delà de la

première année, les résultats des étudiants à distance sont meilleurs que ceux des étudiants présents à l'université ».

6. Autoformation éducative et formation des maîtres et des formateurs d'adultes

6.1 Les enjeux

Le développement de l'autoformation éducative dans un contexte de "formation tout au long de la vie" implique une mobilisation des lieux de formation initiale et continue des maîtres et des formateurs d'adultes. Car la principale difficulté de l'enseignement sur mesure et de l'autoformation éducative est liée aux ressources humaines. Les enseignants ayant tendance à reproduire les méthodes qu'ils ont rencontrées dans leur propre scolarité, il est nécessaire de leur faire rencontrer l'autoformation éducative dans leur formation initiale ou, à défaut au moins, dans leur formation continue.

Cette mobilisation ne doit pas se réduire à un "cours magistral transmissif" sur l'autoformation, mais à une intégration de l'autoformation accompagnée et plus généralement de formations ouvertes dans l'organisation des plans de formation. Il ne suffit pas d'en parler, il faut que tous les futurs enseignants et/ou formateurs aient l'occasion d'expérimenter, pour une partie de leur formation, ce mode de formation.

6.2 Un exemple en formation de formateurs d'adultes : l'IUP

Dans l'IUP des métiers de la formation animé par le CUEEP, un risque était que "l'autoformation" soit enseignée de façon magistrale, comme un chapitre sur les "méthodes pédagogiques". Bien sûr nous ne négligeons pas les "savoirs" et les textes de références sur l'autoformation qui doivent faire partie des savoirs de base des futurs Ingénieurs-Maîtres des métiers de la formation. Mais là comme dans d'autres cas, une cohérence entre le dire et le faire est nécessaire.

Il ne suffit pas de parler de l'autoformation, il faut permettre à chacun de la pratiquer et, de plus, de réfléchir sur sa pratique.

L'autoformation dans l'IUP est facilitée par l'alternance et le centrage de la formation sur l'accompagnement de projet professionnel de l'apprenti-formateur.

Un maximum d'autodirectionnalité est donné aux apprenants. Mais cela ne signifie pas une absence de ressources humaines et matérielles.

Le Ministère impose dans l'IUP des langues étrangères. Plutôt que d'organiser cet enseignement obligatoire de façon classique, l'équipe pédagogique de l'IUP a décidé d'utiliser des parcours individualisés en autoformation tutorée dans le "Centre de Ressources linguistique".

Les objectifs pédagogiques dépassant l'apprentissage de l'anglais, il s'agissait de vivre une situation d'auto-apprentissage au centre de ressources linguistique, en étant capable d'analyser ses propres besoins, de se fixer ses propres objectifs et de les évaluer ensuite ainsi que la démarche d'autres apprentissages suivis.

On retrouve la stratégie de double piste avec à la fois la congruence contenu/méthode et le fait de s'analyser en tant qu'apprenant pour se former comme formateur.

De la même façon "l'informatique" ne comporte qu'un tiers de formation accompagnée, complétée par un droit de tirage sur le Centre Universitaire de Ressources Éducatives avec une logistique d'autoformation (didacticiel, dossier d'autoformation, tuteur méthodologue).

L'IUP concrétise donc de nombreux aspects de l'autoformation éducative.

6.3 Quelques projets nordistes en formation initiale et continue des maîtres

Dans le domaine de la formation initiale des maîtres (IUFM), la référence à l'autoformation est très discrète. Par exemple dans le rapport introductif du Directeur de l'IUFM Nord - Pas-de-Calais : "les besoins de recrutement en nouveaux enseignants et la structuration du dispositif de formation".

Quelques interrogations et questions concernant l'autoformation en lien avec l'enseignement ouvert et l'usage des technologies de l'information et de la communication apparaissent très ponctuellement : « des synergies entre les sites doivent être maintenant développées par l'utilisation des techniques de communication, ..., afin que tous les étudiants ... puissent bénéficier des compétences spécialisées des uns et des autres », « d'autres pistes sont-elles envisageables autour de dispositifs d'auto-évaluation des étudiants ».

Depuis peu, la création du groupe FORME (Formation Ouverte et Ressources Multimédias Éducatives) à l'IUFM de Lille, le Groupe de recherche CRIP⁵ sur l'individualisation de la formation et la formation MAFPEN pour et par l'individualisation de la formation marquent un démarrage de la réflexion et de l'action dans ce domaine.

7. Bibliographie

Dumazedier J., Autoformation et médiation éducative, dans *Médiations éducatives et aides à l'autoformation*, CERSE, Université de Caen (Les sciences de l'éducation pour l'ère nouvelle, revue internationale, vol. 29, n° 1-2), 1996, 21-42.

Dumazedier J., Offre et demande de formation, le grand déséquilibre, dans *Education*, n°12, 1997, 7-15

Carré P., *L'autoformation dans la formation professionnelle*, Paris, La documentation française, 1992, 212 p.

Carré P., Moisan A. et Poisson D., *L'autoformation : psychopédagogie, Ingénierie, Sociologie*, Paris, PUF, 1997, 276 p.

Commission européenne, *Enseigner et apprendre : vers la société cognitive*, Livre blanc , commission européenne, 1995, 66 p.

Galvani P., *Autoformation et fonction de formateur. Des courants théoriques aux pratiques de formateurs. Les ateliers pédagogiques personnalisés*, Lyon, Chronique sociale, 1991, 170 p.

Quéré M., *Vers un enseignement supérieur sur mesure*, Direction générale des enseignements supérieurs, 1994.

Schwartz B., *L'éducation demain*, Paris, Aubier-Montaigne (Recherche économiques et sociales), 1973, 334 p.

Vergnes J.-A., *Demain, un enseignement supérieur sur mesure*, revue de l'association EPI, n° 87, septembre 1997, p.79-97.

⁵ voir le Cahier d'Etude du CUEEP n° 34 de Bruno VANHILLE «Démarches d'individualisation : vers un modèle convergent Formation Continue / Formation Initiale » (novembre 1997).

Pour compléter cette bibliographie, signalons les numéros des Cahiers d'Études du CUEEP, revue éditée par le CUEEP et le Laboratoire TRIGONE de l'USTL, en lien avec l'exposé :

Les Cahiers d'Études du CUEEP

9, rue Auguste Angellier

59 046 Lille CEDEX

Tél : 03.20.58.11.53 fax : 03.20.58.11.10

Mél : nadine.mielcarek@univ-lille1.fr

n°21 Canal 6. Rapport d'évaluation. Expérimentation d'un réseau câblé interactif pour la formation des publics de faible niveau sur la zone de Roubaix-Tourcoing.

n° 22 Une pratique d'enseignement ouvert la préparation de l'ESEU en Enseignement à Distance en 1991-92.

n° 28 Actes de l'Université d'été : "Formations ouvertes multi-ressources". Lille 6-12 juillet 1994.

n° 29 Formation ouvertes multi-ressources. Éléments bibliographiques.

n° 31 Ateliers de pédagogie personnalisée. Un exemple en région Nord - Pas de Calais.

n°32-33 Pratiques d'autoformation et d'aide à l'autoformation. Deuxième colloque européen sur l'autoformation (numéro double).

n°34 Démarche d'individualisation. Vers un modèle convergent Formation Continue / Formation Initiale.

PROJET "PREMIER CYCLE SUR MESURE" EXERCICES D'AUTO-APPRENTISSAGE ET SIMULATIONS DE THERMODYNAMIQUE CHIMIQUE

Alain PERCHE

Laboratoire d'Enseignement MultiMédia Bâtiment C11

Université des Sciences et Technologies de Lille

F-59655 Villeneuve d'Ascq cedex

Parmi les documents pédagogiques multimédia du module de thermodynamique chimique du projet Premier Cycle sur Mesure (PCSM) figurent un certain nombre d'exercices d'auto-apprentissage et quelques modules de simulation réalisés avec le tableur TMExcel (et une programmation en Visual Basic pour Excel). Je souhaite présenter ici les caractéristiques principales de ces exercices et de ces simulations.

1. Exercices d'auto-apprentissage

Leur objectif est d'apprendre aux étudiants à résoudre un certain nombre de situations problèmes correspondant à des applications directes des connaissances présentées dans la partie "cours". Il ne s'agit pas d'évaluer ou d'auto-évaluer l'apprenant : des exercices d'auto-évaluation sont prévus pour ce type d'activités.

Chacun des exercices d'auto-apprentissage comporte donc les caractéristiques suivantes :

- définition des objectifs poursuivis et des pré-requis,
- génération aléatoire ou pseudo-aléatoire de l'énoncé,
- choix du niveau de difficulté,
- nombre illimité d'énoncés dans un exercice,
- analyse de réponse numérique avec identification des principales erreurs,
- mise à disposition de mini bases de données,
- guidage progressif de l'étudiant vers la solution (orientation de l'étudiants, mise à disposition de rappels théoriques, décomposition de la question posée en sous-questions, demande et analyse de réponses pour ces sous-questions),
- affichage d'une solution personnalisée pour chaque énoncé,
- dans quelques cas, possibilité de définir son propre énoncé.

Ces propriétés sont illustrées dans les reproductions d'écrans suivantes.

La première montre l'écran de présentation de l'exercice illustrant le calcul de l'avancement d'une réaction et de la différence entre avancement de réaction et taux d'avancement de réaction.

Ces propriétés sont illustrées dans les reproductions d'écrans suivantes.

La première montre l'écran de présentation de l'exercice illustrant le calcul de l'avancement d'une réaction et de la différence entre avancement de réaction et taux d'avancement de réaction

THERMODYNAMIQUE CHIMIQUE	
Problème : AVANCEMENT ET TAUX D'AVANCEMENT D'UNE REACTION	
Objectif du problème :	Savoir déterminer un avancement de réaction et son taux d'avancement
Prérequis :	Savoir établir un bilan réactionnel.
Difficulté :	Moyenne
Temps nécessaire :	8 à 10 minutes par exemple.

L'écran suivant reproduit l'énoncé initial, divisé en trois zones : la partie supérieure correspond à l'énoncé proprement dit, la partie inférieure droite à la saisie et à l'analyse de la réponse fournie et la zone inférieure gauche à une série de "boutons" constituant le "tableau de bord" de l'étudiant.

AVANCEMENT ET TAUX D'AVANCEMENT D'UNE REACTION

Soit la réaction se déroulant à K :

$$? A + ? B \rightleftharpoons ? C + ? D$$

Donnez les valeurs de l'avancement de réaction ξ et du taux d'avancement de réaction x lorsque les états initiaux et finaux du système sont les états suivants :

	A	B	C	D
Etat initial :	?	?	?	?
Etat final :	?	?	?	?

Volume du système : ? L.

Niveau : ?

Analyse de votre réponse :

Votre réponse :	Mon Commentaire :
$\xi = ?$ moles $x = ?$ %	

Tableau de bord (à gauche) :

- Nouvel exercice
- Aide
- Répondre
- Solution
- Calculatrice
- Sortie

Le bouton "nouvel exercice" génère un nouvel énoncé ; ici, il va tirer au sort une réaction (coefficients stoechiométriques et état physique des réactifs et des produits) ainsi que les quantités de matière initialement présentes. Il va également calculer un état final qui sera communiqué à l'étudiant et suivant le niveau de difficulté que ce dernier aura choisi présenter ces données soit en mol, soit en unité de pression (pour les gaz) ; dans ce dernier cas le volume du système sera lui aussi tiré au sort et affiché. Il indique également la température de l'étude.

Fichier Edition Affichage Insertion Format Outils Données Fenêtre ?

AVANCEMENT ET TAUX D'AVANCEMENT D'UNE REACTION

Soit la réaction se déroulant à **340** K :

3 A (gaz) + 3 B (liq.) <=> 2 C (gaz) + 1 D (sol.)

Donnez les valeurs de l'avancement de réaction ξ et du taux d'avancement de réaction x lorsque les états initiaux et finaux du système sont les états suivants :

	A	B	C	D
Etat initial :	5,59	2,42	1,67	0,79
Etat final :	3,37	1,4	3,15	1,13

(bar) (moles) (bar) (moles)

Volume du système : 13 L.

Niveau : moins facile

Nouvel exercice

Aide

Répondre

Solution

Calculatrice

Sortie

Analyse de votre réponse :

Votre réponse :	Mon Commentaire :
$\xi = ?$ moles $x = ?$ %	

"Calculatrice" donne accès à l'outil de calcul correspondant et "Répondre" ouvre une boîte de dialogue permettant de fournir sa réponse (ici, une réponse double). Chaque élément de réponse est alors analysé et un commentaire succinct affiché ; le commentaire tient compte non seulement de l'approximation des calculs effectués mais surtout des erreurs prévisibles (par exemple de l'oubli du coefficient stoechiométrique, d'une erreur de signe ou d'unité, etc...).

Dans ce tableau de bord, l'élément le plus important est le bouton "Aide" qui va permettre à l'étudiant de se laisser guider vers la solution : cette aide est progressive puisque dans un premier temps elle indique le schéma général de la résolution de l'exercice et que dans une seconde phase elle décompose la question posée en étapes élémentaires. Dans ce dernier cas, l'étudiant doit être actif puisqu'il doit répondre aux questions intermédiaires ; ces réponses sont également analysées et commentées dans les écrans d'aide comme sur l'écran initial.

Fichier Edition Affichage Insertion Format Outils Données Fenêtre ?

AIDE : ETAPE 1

La conversion de la pression d'un gaz en nombre de moles nécessite l'application de la loi des gaz parfaits :

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

Pour les produits gazeux, quels sont les nombres de moles à l'état initial et à l'état final ?
Données : Température : 340 K
Volume : 13 L.

Retour au problème
 Retour à la page d'aide
 Enoncé
 Réponse à la question

Proposez une réponse

Etat initial :	Votre réponse :	Mon commentaire :
P°A = 5,59 bar	n°A = ? moles	
P°C = 1,67 bar	n°C = ? moles	

Etat final :		
P°A = 3,37 bar	n°A = ? moles	
P°C = 3,15 bar	n°C = ? moles	

L'accès à une solution détaillée est prévu ... pourvu qu'au moins une réponse ait été proposée.

Ce schéma "questionnement - proposition de réponse - commentaire - accès à la solution " est présent à toutes les étapes de l'interrogation. Dans tous les cas, l'accès à la solution complète détaillée est possible :

Fichier Edition Affichage Insertion Format Outils Données Fenêtre ?

SOLUTION DE L'EXERCICE

L'avancement ξ est donné par :

$$\xi = \frac{n_A^\circ - n_A}{\alpha} = \frac{n_B^\circ - n_B}{\beta} = \frac{n_C - n_C^\circ}{\gamma} = \frac{n_D - n_D^\circ}{\delta}$$

Retour au problème

Donc :

$$\xi = \frac{2,57 - 1,55}{3} = \frac{2,42 - 1,4}{3} = \frac{1,45 - 0,77}{2} = \frac{1,13 - 0,79}{1} = 0,34 \text{ moles}$$

Et le taux d'avancement est donné par :

$$x = \frac{\xi}{\xi_{\max}}$$

avec $\xi_{\max} = \text{minimum entre } n_A^\circ / \alpha \text{ et } n_B^\circ / \beta$

Donc :

$$x = \frac{\xi \cdot \beta}{n_B^\circ} = 42 \% \quad \text{ou encore } x = 0,42$$

La stratégie d'apprentissage prévue consiste à se laisser guider dans la résolution d'un premier exercice puis à choisir un nouvel exercice en changeant simplement les données de l'énoncé et essayer de fournir les réponses sans faire appel à l'aide. La génération aléatoire d'énoncé permet de ne jamais se trouver deux fois de suite dans une situation identique.

Une vingtaine de ces modules d'auto apprentissage sont actuellement opérationnels ; ils correspondent à divers objectifs couvrant le programme du DEUG (Définition d'une réaction chimique, description d'un système, applications du premier principe, étude des équilibres chimiques).

2. Modules de simulation

Les modules de simulation concernent pour l'instant les équilibres chimiques. Ils doivent permettre une exploration et une meilleure appréhension de l'application du second principe de la thermodynamique à l'étude des réactions chimiques.

L'intérêt de la simulation est de permettre une exploration plus ou moins guidée d'un modèle et de mettre en œuvre des activités pédagogiques diverses (observation, découverte, vérification, prévision....).

2.1 Simulateur d'équilibres chimiques

L'écran du simulateur se présente ainsi :

CALCUL DE L'ETAT FINAL D'UN SYSTEME EVOLUANT A TEMPERATURE CONSTANTE

Temp : 360K
 Vol ini : 25 L
 K₃₀₀ = 1,00E+00
 K_T = 3,81E+00

MODE D'EMPLOI : réaction à pression cste réaction à volume cst
 PRINCIPE DES CALCULS.

Réaction : 2 A (gaz) + 1 B (solide) <=> 1 C (gaz) + 1 D (gaz)
 $\Delta_r H^\circ_{298}$: +20 kJ

Etat Initial :
 n_A 2 mol, n_B 2 mol, n_C 0 mol, n_D 0,5 mol
 P_A 2,39 bar, P_B , P_C 0 bar, P_D 0,6 bar
 P_i totale : 2,99 bar

Etat Final :
 n_A 0,5 mol, n_B 1,25 mol, n_C 0,75 mol, n_D 1,25 mol
 P_A 0,59 bar, P_B , P_C 0,9 bar, P_D 1,5 bar
 P_f totale : 2,99 bar

Suggestions d'explorations : Equilibre atteint, taux d'avancement : X = 75,15%
 Explications correspondantes : Quotient réactionnel Q à l'équilibre : 3,81E+00

Les multiples boutons et compteurs permettent de changer un des paramètres de l'état initial et de visualiser instantanément l'effet de ce changement sur l'état final :

Définition du système :

The screenshot shows a control panel for system definition. It includes input fields for temperature (360K), initial volume (25 L), and equilibrium constant at 300K (1,00E+00). A calculated equilibrium constant at the chosen temperature (3,81E+00) is displayed. There are radio buttons for 'MODE D'EMPLOI' (reaction at constant pressure or volume) and 'PRINCIPE DES CALCULS.'. Callouts explain the temperature change, volume change, and the definition of study conditions. Another callout points to the 'PRINCIPE DES CALCULS.' button, indicating it provides 'explications diverses.'. A third callout points to the K_{300} field, stating it is the 'valeur de K à 300K (fixée par l'utilisateur)'. A fourth callout points to the K_T field, stating it is the 'valeur de K à la température choisie (calculée par le programme)'.

Définition de la réaction :

The screenshot shows the reaction definition interface. A chemical reaction is displayed: $2A(g) + B(s) \rightleftharpoons C(g) + D(g)$. The states of the components are shown as 'gaz' for A, C, and D, and 'solide' for B. The standard enthalpy change of reaction at 298K ($\Delta_r H^\circ_{298}$) is set to +20 kJ. Callouts explain the 'valeur des coefficients stoechiométriques.' (pointing to the coefficients 2, 1, 1, 1) and the 'valeur de l'enthalpie standard de la réaction à 300K.' (pointing to the $\Delta_r H^\circ_{298}$ field). Another callout points to the state labels (gaz, solide) and is labeled 'Etat physique des composés.'.

Définition de l'état initial :

The screenshot shows the initial state definition interface. It displays the number of moles (n_A, n_B, n_C, n_D) and pressures (P_A, P_B, P_C, P_D) for each component. The total pressure (P_i totale) is 2,99 bar. A callout box states: 'fixe les nombres de moles de chaque composé impliqué dans la réaction.' (fixes the number of moles of each compound involved in the reaction).

Ces nombres de moles sont convertis en pressions.

Visualisation de l'état final :

Etat Final								
n_A	0,5 mol	n_B	1,25 mol	n_C	0,75 mol	n_D	1,25 mol	Pf totale
P_A	0,59 bar	P_B		P_C	0,9 bar	P_D	1,5 bar	2,99 bar

Calculs du taux d'avancement et du quotient réactionnel et suggestions :

Suggestions d'explorations	Equilibre atteint, taux d'avancement :	X = 75,15%
Explications	Quotient réactionnel Q à l'équilibre :	3,81E+00

on peut ainsi vérifier que $Q = K$ à l'équilibre.

Les suggestions d'explorations proposent à l'étudiant de déterminer et d'expliquer l'influence d'un paramètre particulier sur l'évolution d'un état d'équilibre. L'étudiant est invité à réfléchir sur cette influence et à fournir une explication à ses observations. En cliquant sur "Explications" il peut obtenir ces explications :

Un exemple de "suggestions" :

Réactions en phase gaz :

Choisissez la réaction : $A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g) + D(g)$ $K = 2$

avec les conditions initiales $n^{\circ}A = n^{\circ}B = 3$ moles, pas de C ou D initialement. Fixez $T = 300$ K, $V = 25$ L. Notez les pressions finales calculées. Faites varier $n^{\circ}A$ et notez l'évolution de l'état final lorsque la transformation s'effectue à pression constante.

Essayez d'expliquer l'évolution observée.
Cliquez sur "Explications" pour vérifier vos conclusions.

et les explications correspondantes :

Suggestion 3 : observations et explications. Retour

Soit la réaction : $A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g) + D(g)$ $K = 2$

avec les conditions initiales :
 $n^{\circ}A = n^{\circ}B = 3$ moles, pas de C ou D initialement.
 On fixe $T = 300$ K, $V = 25$ L. et on observe l'évolution de l'état d'équilibre et du taux d'avancement lorsque la transformation s'effectue à pression constante et que l'on fait varier $n^{\circ}A$:

On observe que quand $n^{\circ}A = n^{\circ}B = 3$ moles l'état final est le suivant : $n_A = n_B = 1,24$ mol $n_C = n_D = 1,76$ mol. Une diminution de $n^{\circ}A$ diminue le nombre de moles de C et D formés et une augmentation de $n^{\circ}A$ a l'effet inverse.

Cela s'explique en considérant que l'avancement de réaction ξ se calcule ici par la relation $Q = K$, c'est à dire après simplification : $(n^{\circ}A - \xi) \cdot (3 - \xi) / \xi^2 = K$. On constate que ξ est une fonction croissante de $n^{\circ}A$.

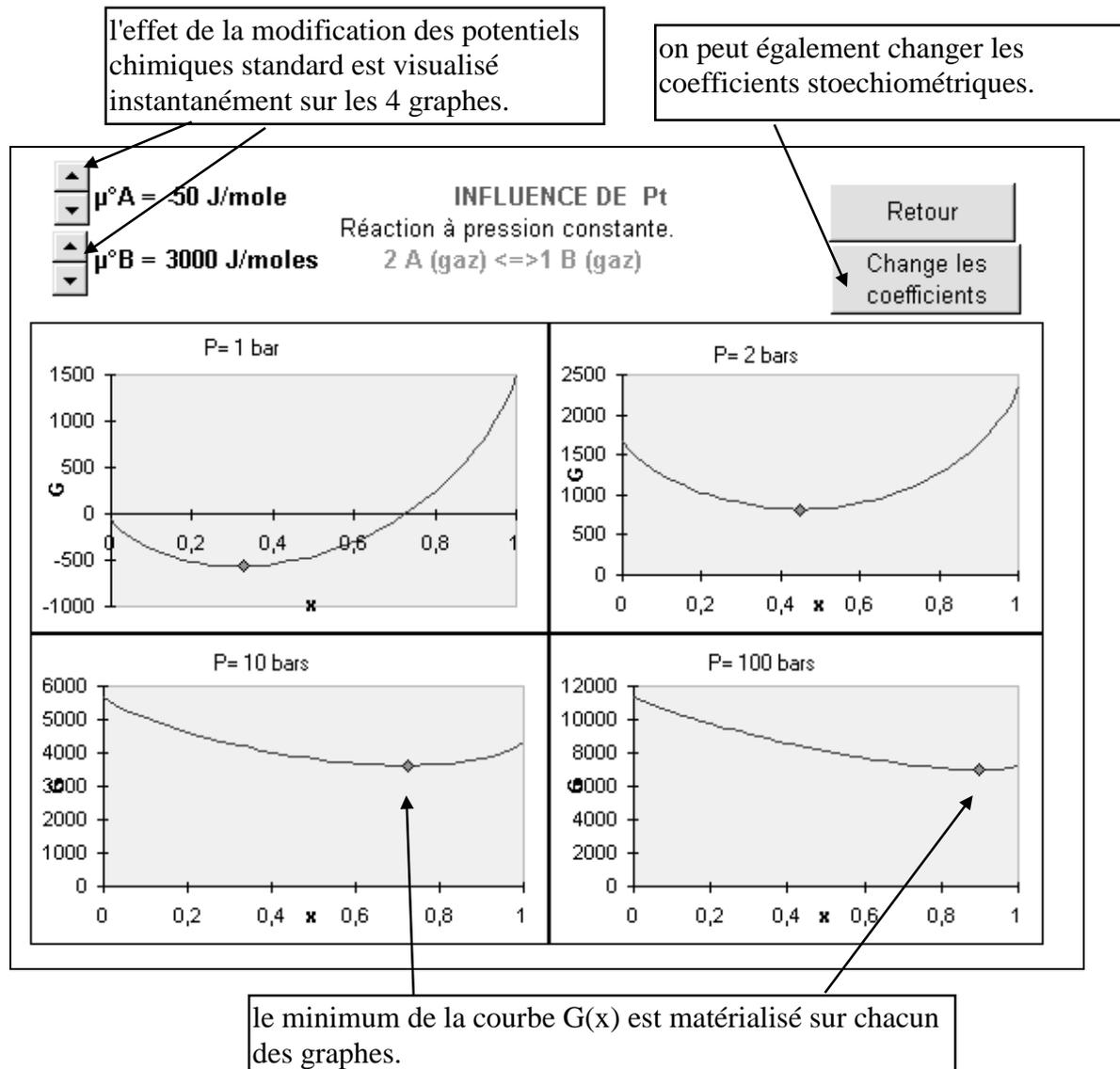
Notez que le taux d'avancement $x = \xi / \xi_{\max}$ varie différemment avec $n^{\circ}A$: en effet, ξ_{\max} vaut $n^{\circ}A$ quand A est minoritaire et $n^{\circ}B = 3$ moles quand $n^{\circ}A > n^{\circ}B$.

2.2 Visualisation de la variation de l'enthalpie libre d'un système en cours d'évolution

Le module de simulation suivant présente l'intérêt de faciliter à l'étudiant l'association de position d'équilibre et de minimisation de l'enthalpie libre du système.

Dans sa version actuelle, il ne prend en compte que des réactions très simples mais cette restriction est compensée par l'interactivité de la simulation :

Chacun des graphiques ci-dessous représente l'évolution de l'enthalpie libre du système en fonction du taux d'avancement de la transformation lorsque l'on part d'une mole de A mais avec différentes pressions .



Le module de simulation permet bien évidemment d'observer l'influence des autres paramètres.

Les aspects techniques de la programmation sous Excel (programmation, graphisme, mise en forme, utilisation des boîtes de dialogue, etc...) seront abordés au cours de l'atelier "Enseigner avec Excel " programmé au cours des deux jours suivants.

PRODUCTION D'EXERCICES HYPERMEDIAS ET MISE EN ŒUVRE PEDAGOGIQUE

André COGNE, Jean-Pierre DAVID

Centre d'Autoformation et d'Innovations Multimédias

Université Joseph Fourier

Département Scientifique Universitaire, BP 53

38041 Grenoble Cedex 9

André.Cogne@ujf-grenoble.fr, Jean-Pierre.David@imag.fr

Claude LACOMBE

Lycée Champollion, 1 cours Lafontaine 38000 Grenoble

Claude.Lacombe@ac-grenoble.fr

1. Introduction

L'amélioration des performances des outils de développement sont souvent évoquées, à juste titre, lorsque l'on observe la qualité des applications multimédias qu'ils ont permis de réaliser. Ceci ne doit pas cacher les efforts nécessaires aux enseignants auteurs pour produire des ressources pédagogiques innovantes à l'aide de ces outils. Des équipes d'enseignants qui participent à la conception et au développement de générateurs d'applications pédagogiques créent et expérimentent avec succès de nouvelles activités d'apprentissage.

D'importants projets d'éducation nationaux ou européens s'appuient actuellement sur cette capacité qu'ont des universités ou des écoles à constituer des groupes d'enseignants aptes à réaliser et à mettre en œuvre des contenus multimédias dans des contextes de formations médiatisées.

Le projet européen ARIADNE "*Alliance of Remote Instructional Authoring & Distribution Networks for Europe*" a ainsi été conçu avec pour objectifs de produire des documents pédagogiques hypermédias et d'expérimenter des scénarios pédagogiques avec des étudiants de niveau post-bac en situation d'apprentissage autonome. Dans le cadre de ce projet, divers outils de production ont été développés par douze universités ou grandes écoles de la communauté européenne, le CAFIM de l'Université Joseph Fourier ayant en charge de créer et d'expérimenter le générateur d'exercices hypermédias GENEVAL.

2. GENEVAL : un générateur d'exercices hypermédias

2.1 modèle d'exercice

Les enseignants du CAFIM ont voulu modéliser le déroulement de la résolution d'un exercice au cours d'une séance de travaux dirigés. Après avoir donné l'énoncé et les questions, l'enseignant demande aux étudiants de chercher une solution. La plupart sont bloqués dès le départ, et l'enseignant donne une orientation pour démarrer, puis des indications progressives jusqu'à arriver à une réponse complète. S'il a le temps, il propose plusieurs méthodes pour arriver à la solution.

Les étudiants en comparant ce qu'ils ont su faire et les solutions proposées évaluent eux-mêmes leur degré de compréhension des concepts, leur savoir faire et l'exactitude de leur résultats.

Nous avons ainsi défini un modèle d'exercice avec sa partie statique - tous les éléments qui apparaissent comme écrit au tableau ou oralement - et sa partie dynamique. Nous avons ajouté un bilan des étapes parcourues en terme de temps passé ainsi qu'une saisie de l'autoévaluation.

Le choix des zones d'écrans et de la navigation dans l'exercice constituent notre modèle.

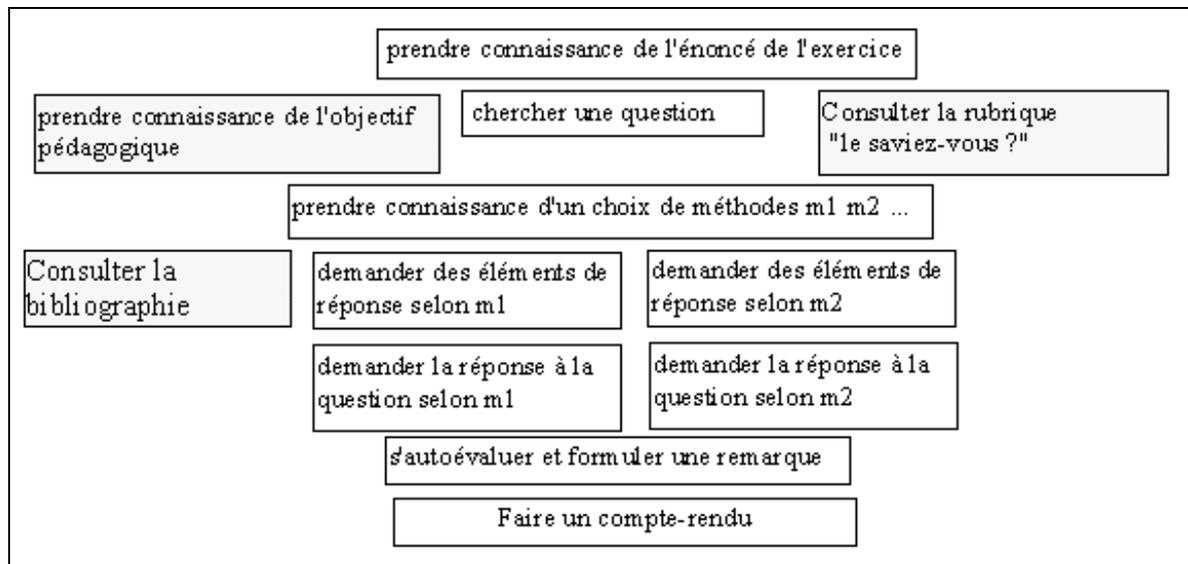


Figure 1 : Les phases de l'activité de l'étudiant dans un exercice.

2.2 Un générateur d'exercices

Afin de favoriser la productivité des enseignants auteur d'exercices, nous avons conçu GENEVAL, un générateur d'exercices suivant le modèle décrit précédemment. Ce logiciel a été réalisé en ToolBook et produit des exercices en ToolBook.

La métaphore choisie pour l'interface utilisateur de GENEVAL est celle du livre, avec des **onglets** qui matérialisent les choix d'éditions des différents composants de l'exercice.

Par exemple, c'est en cliquant sur l'onglet "énoncé" (statement) qu'il pourra saisir le texte de l'énoncé. Il peut saisir le texte au clavier, ou coller des textes où des formules provenant d'applications Windows®.

Les **illustrations** peuvent être constituées de tous les objets qui peuvent être insérés dans ToolBook : images (gif, bmp, pcx...), vidéo (avi), sons (wav et mid), ainsi que de pages créées en ToolBook contenant des schémas, des animations ou des simulations. C'est seulement dans ce dernier cas qu'une compétence en ToolBook est nécessaire.

GENEVAL permet donc à l'enseignant, sans connaître un langage informatique, de créer et aussi de modifier un exercice existant (fichier d'extension gvl).

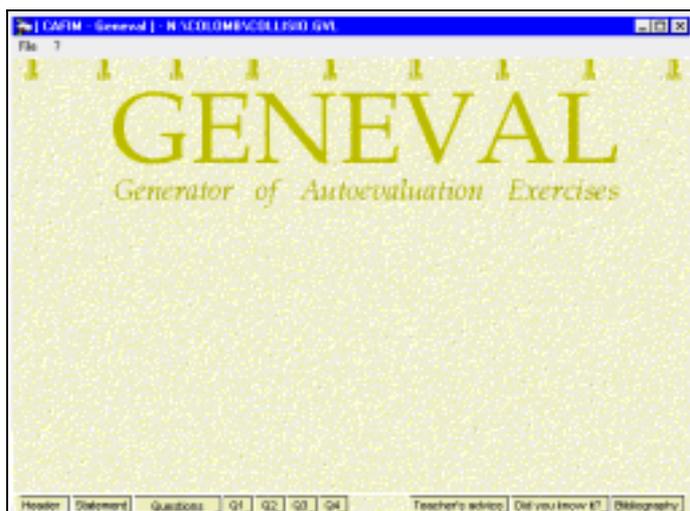


Figure 2 : Page sommaire

L'auteur crée un exercice sauvegardé avec l'extension .gvl, qui sera à nouveau modifiable avec GENEVAL. Quand il compile cet exercice, GENEVAL ajoute l'automate de navigation et le constructeur de bilan, et produit un exercice exécutable par l'étudiant avec une version runtime de ToolBook (distribuable gratuitement), ou le "plug-in" NEURON d'Asymetrix pour visionneuse du WEB (téléchargeable gratuitement sur le site d'Asymetrix).

3. Exemple d'utilisation de GENEVAL dans une classe préparatoire

Nous avons pensé que l'utilisation d'exercices hypermédias réalisés à l'aide de Geneval nous permettrait de modifier profondément le travail fait avec les élèves au cours de ces séances de travaux dirigés.

3.1 Travail de préparation des séances

Le travail de préparation d'une telle séance consiste à choisir 5 ou 6 exercices (dont les textes sont donnés aux élèves quelques jours avant la séance) et à élaborer leur mise en forme (énoncé, questions et réponses) à l'aide du générateur GENEVAL. Cette élaboration constitue un travail supplémentaire par rapport à la préparation d'une séance traditionnelle et ne peut être acceptable que s'il n'est pas trop lourd. C'est à ce niveau qu'intervient l'efficacité du générateur, pour plusieurs raisons :

- Il limite le travail à la frappe des seuls éléments de l'exercice, la mise en forme étant entièrement automatique.
- Il permet la réutilisation d'éléments lorsque les exercices préparés se rapportent à un même thème. Nous avons pu, par exemple, réaliser une série d'exercices se rapportant aux oscillateurs mécaniques unidimensionnels dans un temps tout à fait raisonnable.

La rapidité de réalisation d'un exercice est donc très variable. Une durée de l'ordre de 2 heures est une moyenne pour la réalisation d'un exercice complet simple (c'est-à-dire sans animation sophistiquée) créé ab nihilo. Par contre la série de 11 exercices sur les oscillateurs mécaniques a nécessité une dizaine d'heures de travail.

3.2 Organisation pratique des séances

L'emploi du temps de sciences physiques en classe de BCPST 1 (Biologie Chimie Physique et Sciences de la Terre) prévoit une heure par semaine de travaux dirigés par demi-classe, soit 24 élèves au maximum. L'équipement informatique de la salle permet d'avoir un ordinateur (de type PC) pour deux élèves.

3.3 Apports pédagogiques attendus

Lors de la définition du modèle d'exercices, les apports pédagogiques que nous avons essayés de mettre en oeuvre portaient sur divers points :

Autonomie du travail des élèves :

- L'outil "informatique" doit être quasi transparent pour les utilisateurs.
- Les réponses aux questions posées sont proposées sur trois niveaux de détails (*voir copie d'écran 1*).
- La navigation hypertextuelle dans l'exercice est volontairement laissée totalement libre : l'élève peut, par exemple, s'il le désire, aller directement au niveau de réponse le plus approfondi.

Recentrage du travail du professeur qui anime la séance sur la discipline enseignée :

- Les élèves trouvent eux-mêmes la réponse à la plupart des questions qu'ils posent habituellement au cours d'une séance traditionnelle de travaux dirigés.
- L'enseignant doit être au maximum soulagé des nombreuses questions "techniques" (par exemple, problèmes de calcul mathématique dans les sciences physiques), ce qui doit lui permettre de n'intervenir qu'au niveau du contenu disciplinaire de la séance.

Enrichissement du contenu pédagogique des exercices :

- Différentes méthodes de résolution sont éventuellement proposées à l'élève. C'est lui qui choisit librement celle qu'il préfère utiliser.
- Les exercices peuvent être réellement multimédias : utilisation d'animations, de sons, de vidéos.
- L'élève a la possibilité de constituer une liste des concepts théoriques nécessaires à la résolution de l'exercice qu'il traite

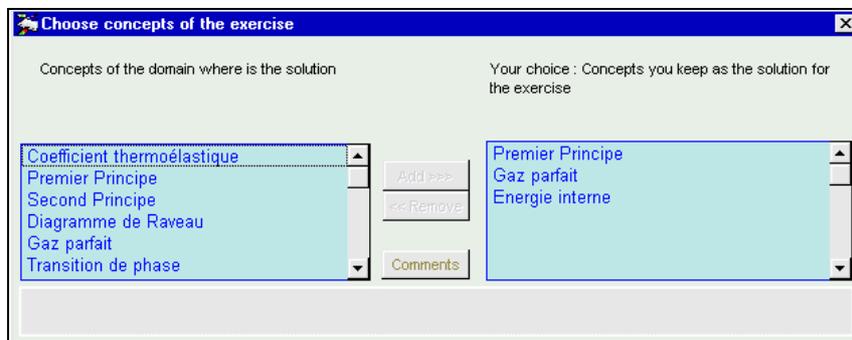


Figure 3 : Choix des concepts pertinents pour l'exercice.

- Indépendamment des trois niveaux de réponse, tout mot de l'exercice peut être défini comme hypermot, donnant accès, sur simple clic de souris à un niveau d'information supplémentaire, sous forme de son, d'image ou de fenêtre texte. La couleur du texte de cette fenêtre permet, d'un simple coup d'oeil, de savoir quelle est la nature de ce surcroît d'information : le vert caractérise une information générale (rappel d'une loi physique, par exemple), le bleu une précision directement liée à l'exercice particulier traité, et le noir signale que l'information est d'ordre mathématique, et non plus physique ou chimique.
- Une page "Le saviez-vous?" permet de donner à l'exercice une dimension historique, ou d'ouvrir des horizons vers des applications techniques ou des prolongements divers.
- Enfin, le professeur peut enregistrer, s'il le souhaite, un message vocal : c'est "Le mot du professeur", qui peut constituer un bilan rapide ou une synthèse de l'exercice...

3.4 Réactions des élèves et réaction des enseignants

Malgré le peu de séances encore réalisées sous cette forme, il semble déjà possible de dégager quelques conclusions. Les phrases entre guillemets sont des extraits de commentaires d'élèves.

Du point de vue de l'enseignant :

- La maîtrise de la navigation dans les exercices a été acquise en quelques minutes, dès la première séance.
- Le nombre d'exercices traité par les élèves reste en gros le même que dans une séance de travaux dirigés traditionnelle, mais une différenciation apparaît chez les élèves, chacun allant réellement à son rythme.
- L'activité des élèves est réelle pendant la séance, et ils travaillent effectivement les exercices qu'ils choisissent (ce qui est loin d'être le cas dans les TD classiques), et ont à coeur de ne pas regarder les réponses trop vite.
- Le nombre de questions posées à l'enseignant par les élèves diminue sensiblement (et on peut dire que toutes se rapportent à la discipline).

Du point de vue des élèves :

- L'homogénéité de l'interface, la même pour tous les exercices, (voir copies d'écran) est très favorablement perçue (copie d'écran 2).

Multimedia ToolBook - OSCIL_5.TBK

Tunnel terrestre

La Terre est assimilée à une sphère homogène de rayon $R = 6378$ km. On creuse un tunnel suivant une corde AB, dans lequel une masse m , supposée ponctuelle, peut se déplacer, sans frottement. On admettra qu'en un point à l'intérieur de la Terre, situé à une distance r du centre, il règne un champ de gravitation radial, de norme $g(r) = g_0 \cdot r / R$, $g_0 = 9,80$ m/s² étant l'accélération de la pesanteur à la surface de la Terre.

1 Etablir l'équation différentielle du mouvement de la masse m dans le tunnel.

2 La masse est en A, sans vitesse, à l'instant initial. Quelle est la nature de son mouvement ultérieur? Calculer sa vitesse maximale? Quel temps lui faut-il pour traverser le tunnel de A à B?

fin énoncé

Figure 4 : L'écran énoncé d'un exercice.

- Travail personnel beaucoup plus intense et soutenu : "on fait moins d'exercices, mais on réfléchit beaucoup plus", "on est plus actif dans une séance comme celle-ci..."
- Les élèves attendent un troisième niveau de réponse très détaillé, en particulier en ce qui concerne les calculs mathématiques "il n'y a pas assez de détails de calculs" (alors que l'auteur des exercices avait l'impression d'avoir beaucoup insisté dans ce sens!)
- La demande en figures interactives ou animations semble également forte.

3.5 L'avenir

Le premier bilan nous semblant très positif, l'utilisation de tels exercices sera poursuivie (avec les mêmes modalités pratiques tant qu'un réseau ne sera pas implanté dans l'établissement et que les élèves n'auront pas véritablement accès à des machines en libre service). Le travail le plus important est la constitution progressive de la bibliothèque d'exercices couvrant la totalité du programme de la classe, en physique et en chimie. Il est certain que la mutualisation des exercices créés par plusieurs enseignants permettrait d'atteindre plus rapidement ce but.

4. Exemple de réalisation et de mise en œuvre d'un enseignement multimédia s'appuyant sur l'autoévaluation

C'est dans le but de modifier les pratiques pédagogiques que des exercices multimédias ont été réalisés et mis en œuvre à l'Université Joseph Fourier (Grenoble 1) dans le contexte décrit ci-dessous.

4.1 Un module d'apprentissage par l'autoformation

Les enseignants des Premiers Cycles Scientifiques et l'Université J. Fourier ont dans un premier temps produit une base de données importante d'exercices d'autoévaluation à l'aide des générateurs AUTOEVAL et GENEVAL. Si l'on ajoute à cet ensemble de contenus multimédias une réflexion sur les méthodes d'apprentissage, tous les éléments se sont dès lors trouvés réunis pour mettre en place un module d'enseignement guidé par l'ordinateur et désigné par : "Apprentissage Par l'AutoFormation" APAF.

Cet enseignement permet à l'étudiant d'évoluer dans un plan de formation en sélectionnant les ressources qui lui sont nécessaires. Le module APAF vient officiellement compléter la maquette des DEUG SV/ST¹ et se compose de 50 heures de formation annuelle.

Les étudiants, par groupe de 32 à 35, travaillent en binôme sur des micro-ordinateurs PC multimédias connectés en réseau. Un étudiant de licence ou de maîtrise, qui a le statut de tuteur, encadre chaque groupe et répond sur des points particuliers. Il recueille les bilans de son groupe et enregistre les messages à l'adresse des enseignants.

Nb d'étudiants	Nb de groupes	Nb Tuteurs	PC multimédias
600	22	22	2x18
Disciplines	Autoévaluation	Autoformation	Semaines
4	5700 h	1600 h	12

Figure 5 : - Quelques caractéristiques du module APAF -

4.2 La pratique de l'autoévaluation et la notion de bilan pédagogique

Si l'on revient à la notion d'autoévaluation organisée par GENEVAL nous précisons qu'elle a pour objectif d'apprendre à l'élève les pratiques de l'autoévaluation en le sensibilisant notamment à la notion de bilan pédagogique.

¹ Diplôme d'Études Universitaires Générales Sciences de la Vie Sciences de la Terre.

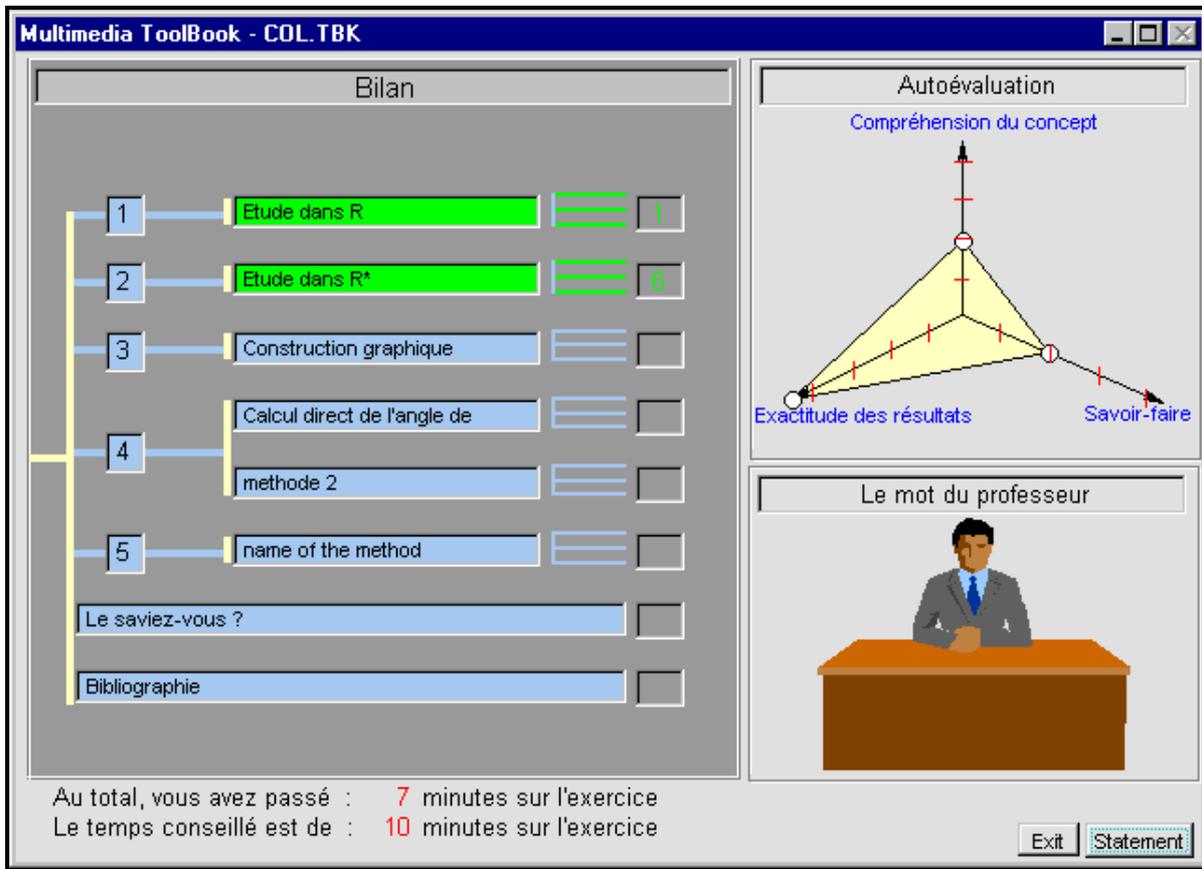


Figure 6 : - Écran "Bilan" généré par GENEVAL

L'écran "bilan" qui apparaît en fin de session rappelle à l'apprenant les différentes méthodes explorées ainsi que le temps consacré à chacune d'elles. Il peut à ce niveau revenir sur les questions et les méthodes non encore explorées.

L'élève s'autoévalue selon trois critères de compétences propres à l'exercice traité et initialement choisi par l'enseignant lors de la création de l'exercice. Ces trois critères sont par défaut, la maîtrise du concept étudié, les compétences techniques propres à la résolution et enfin l'exactitude des résultats.

Toujours d'un point de vue méthodologique, l'écran bilan rappelle à l'apprenant l'existence d'une rubrique bibliographique et d'une rubrique propre aux applications et compléments d'information.

4.3 L'intégration des exercices d'autoévaluation dans un dispositif d'autoformation

Les exercices hypermédiés proposés dans le cadre du module APAF permettent à l'étudiant de s'autoévaluer sur des concepts fondamentaux en explorant comme cela à déjà été dit diverses méthodes de résolution. On notera en outre que ces exercices auxquels sont souvent associés à des simulations à buts apportent un complément de caractère expérimental intéressant très apprécié des étudiants. La figure ci-dessous illustre une simulation sur la double représentation espace-temps des phénomènes ondulatoires.

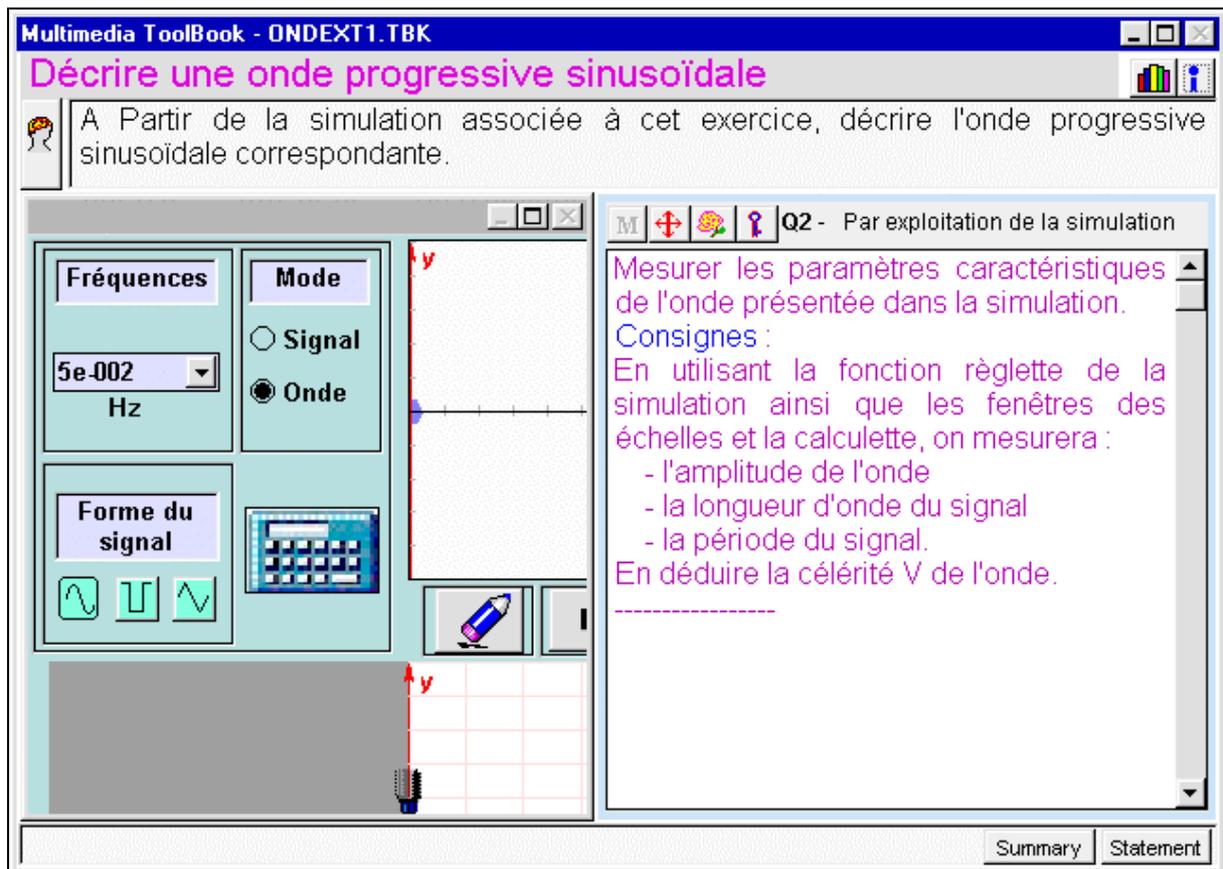


Figure 7 : - Une question peut être constituée d'une simulation à buts .

Avec l'adjonction d'animations ou de simulations il apparaît que ces exercices hypermédias constituent des éléments pédagogiques qui s'inscrivent tout aussi bien dans une démarche d'autoévaluation que d'autoformation. Nous signalerons d'ailleurs que l'autoévaluation pratiquée à l'aide des exercices hypermédias créés à l'aide de GENEVAL sont complétés, dans le cadre du module APAF, par des activités basées sur la consultation de cours hypertextes.

5. Conclusion

La première expérience a donné lieu à des observations qualitatives sur le modèle d'exercice que permet de produire GENEVAL. Les remarques formulées par les étudiants ont été prises en compte dans les évolutions de l'outil.

La deuxième expérience a mesuré quantitativement l'efficacité d'un dispositif qui s'adresse à un grand nombre d'étudiants, sur une longue période d'apprentissage. Le gain de productivité que procure un générateur de ressources pédagogiques, après une formation minimale des enseignants, a permis la mise à disposition rapide d'exercices auprès des étudiants.

Le but poursuivi dans les deux types d'expérimentations présentées ici est clairement l'innovation en matière de méthodes d'apprentissage. La pratique de l'autoformation sur des objectifs pédagogiques clairement identifiés en utilisant différentes méthodes de résolution, en précisant les étapes et les éléments de raisonnement est particulièrement adaptée à l'initiation à un apprentissage autonome.

Nous signalerons enfin que ces expérimentations qui associent des exercices hypermédias et des cours hypertextes préfigurent la maquette du projet "DEUG sur MESURE" du MESRT pour lequel notre établissement est partenaire.

6. Bibliographie

Forte E., Wentland Forte M. & Duval E., The ARIADNE PROJECT (Part 1), *European Journal of Engineering Education*, Vol 22, n°1, 1997.

Lacombe C., Ar2Co, Aide à la Recherche de Réactions en Chimie Organique, *Xèmes JIREC Grenoble, 1993*.

Lacombe C., Frigo : Utilisation de documents hypermédias pour l'étude interactive d'objets techniques, *Colloque européen École rurale et N.T.I.C. Autrans, 1995*.

Lacombe C., Une évolution dans la réalisations de documents hypermédias en sciences physiques, *Hypermédias et apprentissage, Actes des troisièmes journées scientifiques*, Bruillard E., Baldner J.-M., Baron G.-L. (eds), INRP-EPI, 1996, pp. 195-202.

David J.-P. et Dutel A., Une évolution dans la réalisation de documents hypermédias en sciences physiques, *Hypermédias et apprentissage, Actes des troisièmes journées scientifiques*, Bruillard E., Baldner J.-M., Baron G.-L. (eds), INRP-EPI, 1996, pp.139-148.

Cogne A., David J.P. & Dutel A., Hypermedia Exercices Prototyping and Modeling, *Computer Aided Learning and Instruction in Science and Engineering, Proceedings of Third International Conference CALISCE'96*, Diaz de Ilarraza Sanchez A., Fernandez de Castro I. (eds), Springer-Verlag, 1996, pp. 252-260.

DEUX OUTILS D'AUTOFORMATION POUR L'ENSEIGNEMENT SUR MESURE EN DEUG

Michel DOMON

Laboratoire d'Enseignement MultiMedia

Université des Sciences et Technologies de Lille

59655 Villeneuve d'Ascq Cedex

domon@lip5rx.univ-lille1.fr

1. Des outils d'autoformation, pour quoi faire ?

Si la nécessité d'outils d'autoformation est admise pour la formation continue des adultes (voir par exemple : [Vindevoghel & al, 1990]), ce n'est que peu à peu, dans les lieux où se côtoient formation continue et formation initiale, qu'il est apparu que les outils d'autoformation pouvaient aussi apporter une solution aux difficultés rencontrées par certains étudiants, en leur permettant de travailler à leur rythme, sans contrôle direct d'un enseignant, mais avec la possibilité de faire appel à un tuteur. Le développement des fonctions hypertexte, qui donne non seulement la possibilité de naviguer dans le texte pour compléter ses connaissances, mais aussi de faire appel à des applications extérieures variées, a permis la création d'outils d'autoformation interactifs, performants et attractifs.

2. Choix du support

La nécessité de pouvoir utiliser les outils en intranet (réseau local), tout en pouvant par la suite les diffuser par Internet, ont conduit à réaliser les outils sous forme de pages HTML. Les fonctions hypertexte permettent, à partir de l'information contenue dans ces pages, d'appeler des logiciels extérieurs (autoévaluation, autres cours), des animations, des images numérisées fixes ou animées (voir par exemple : [Perche, Blondeau, 1996], réalisant ainsi un ensemble complet et auto-suffisant.

3. Description des outils

3.1 Apprendre l'Oscilloscope

Ce didacticiel a été présenté pour la première fois à Toulouse [Domon & Vindevoghel, 1990]. Différentes versions, de plus en plus complètes, ont suivi [Domon & Vindevoghel, 1991, Perche & al., 1996], toutes réalisées à l'aide du langage auteur EGO, particulièrement bien adapté à l'analyse de réponse. La version actuelle, écrite en langage JAVA, a été profondément remaniée pour répondre aux normes définies pour l'enseignement sur mesure [GEMME 97], et complétée pour tenir compte des remarques des utilisateurs.

3.1.1 Contenu

Le didacticiel comprend trois parties de volume sensiblement équivalent.

- Description de l'appareil et Principe de fonctionnement

description du tube : canon à électrons, système de déviation

principe : déviation d'un faisceau d'électrons dans un champ électrique; application à la mesure des tensions

balayage:

principe

réalisation: tension en dents de scie, visualisation d'une tension en fonction du temps

rôle de la synchronisation

double voie :

balayage lent (alterné)

balayage rapide (découpé)

mode XY:

présentation

application aux tensions sinusoïdales - ellipse $y(x)$

Principales Fonctions

gain

base de temps

cadrage vertical

cadrage horizontal

synchronisation : automatique ou déclenchée

choix de la pente et du niveau de déclenchement

rôle du commutateur d'entrée : AC (\sim) / DC (\simeq) / GND (0)

mode bicourbe : application à la mesure d'un déphasage (DUAL/XY)

Exercices:

Analyse d'une tension purement sinusoïdale.

Analyse d'une tension périodique (sinus, carré, triangle) de valeur moyenne non nulle.

Mesure d'un déphasage en mode DUAL (sur une période, ou par la méthode des neuf carreaux) ou XY (méthode de l'ellipse).

3.1.2 Concepts pédagogiques

La première partie du didacticiel illustre le principe de l'oscilloscope et le rôle de ses principales fonctions. Cette partie, descriptive, ne comporte pas de vérification de l'acquisition des connaissances.

La deuxième partie du didacticiel explique l'utilisation des fonctions de l'oscilloscope, chacune étant décrite par des exemples simples. Chaque démonstration est suivie d'une vérification immédiate et interactive de l'acquisition des connaissances par l'apprenant. En cas de difficulté à répondre aux questions posées, une aide à plusieurs niveaux est proposée. Chaque réponse est suivie d'une analyse commentée.

Les exercices de la troisième partie, dont la résolution fait appel à l'utilisation de plusieurs fonctions permettent d'affiner la vérification des acquis. Une analyse détaillée des réponses et la possibilité d'accéder à différentes aides techniques ou théoriques rendent possible l'utilisation de ces exercices indépendamment du cours.

3.1.3 Exemples d'utilisation

Le didacticiel "APPRENDRE L'OSCILLOSCOPE" a été conçu pour pouvoir être utilisé en auto-apprentissage, révision ou mise à jour des connaissances, préparation aux travaux pratiques sur l'oscilloscope, pour des publics de Lycée, d'Université (seconde à Bac + 2), et les niveaux III et IV de la formation continue.

En auto-apprentissage, un parcours linéaire est conseillé, au moins pour la première utilisation, pour un public n'ayant aucune notion du sujet. Dans le cas d'une mise à jour, il est conseillé d'essayer de faire les exercices, puis de revoir les fonctions dont l'utilisation a posé problème. Pour une préparation de travaux pratiques, il est conseillé de voir les fonctions auxquelles on fera appel, puis l'exercice se rapprochant le plus du thème traité.

Exemples (liste non exhaustive) :

Etude de l'amplificateur :

commutateur AC/DC/0 , cadrage, gain, base de temps, Exercice 1

Etude du filtre RC passif :

commutateur AC/DC/0 , cadrage, gain, base de temps, mesure d'un déphasage, Exercice 1, Exercice 3

Etude de la diode (redressement) :

commutateur AC/DC/0 , cadrage, gain, base de temps, Exercice 2

circuit résonant RLC série :

commutateur AC/DC/0 , cadrage, gain, base de temps, mesure d'un déphasage, Exercice 1, Exercice 3

Les objectifs peuvent être très variables en nature et en niveau, l'objectif global restant d'apprendre à faire le réglage optimum pour une mesure donnée .

Une enquête [Hennebois 93] a montré l'impact positif de ce didacticiel sur les étudiants.

3.2 Cours d'Electricité

Une première version de ce cours a été réalisée au moyen du logiciel GENHELP (version 6.4) de Pierre Kessler [Kessler 1992-3], qui, devant l'apparition de nouveaux outils de création d'hypertextes, a décidé à notre grand regret de ne pas poursuivre sa production. La version actuelle est donc réalisée en utilisant une macro de Front Page conçue par Jean-Marie Blondeau.

3.2.1 Contenu

Ce cours correspond à l'enseignement des deux années des DEUG scientifiques. Il comprend douze chapitres, regroupés en quatre thèmes principaux.

Régime continu permanent

- Courant électrique
- Loi d'Ohm
- Conducteurs ohmiques
- Générateurs
- Récepteurs
- Analyse des réseaux linéaires
- Puissance

Régimes transitoires (du premier et du second ordre)

Régime sinusoïdal permanent

- Régime harmonique. Notion d'impédance
- Puissance
- Quadripôles

3.2.2 Concepts pédagogiques

Il ne s'agit pas ici d'un véritable hypertexte, où l'ordre de consultation des différentes informations n'est pas défini a priori, mais d'un cours muni de fonctions hypertexte. Le document a été conçu comme une progression se déroulant lors d'une lecture linéaire, car faisant régulièrement appel aux acquis des chapitres précédents. Des exercices permettent de vérifier l'acquisition des connaissances. Ils sont accessibles soit à partir du paragraphe qu'ils illustrent, soit directement au début de chaque chapitre. Une aide méthodologique et une correction seront accessibles dans une prochaine version. Les définitions sont regroupées dans un glossaire, consultable indépendamment du texte. Les illustrations, nombreuses, pourront dans certains cas être complétées ou remplacées par des animations et/ou des images numérisées, fixes ou animées, également accessibles en début de chapitre.

3.2.3 Exemples d'utilisation

La réalisation étant en cours, cet hypercours d'électricité n'a pas encore été testé.

4. Bibliographie (non exhaustive)

[Vindevoghel & al, 1990] Vindevoghel M. , Hochedez M. , Legier J.F., Vanoverschelde A., Vindevoghel J. *Multimedia self-training product for microwave learning*, 20th European Microwave Conference, Budapest, Hongrie, 10-13 Septembre 1990

[Perche, Blondeau, 1996] Perche A., Blondeau J.M. , *Utilisation d'hypertextes pour le travail en autonomie*, dans : Milot M.C. , *Multimedia en Physique-Chimie*, Actes des Septièmes journées Informatique et Pédagogie des Sciences Physiques, Bordeaux, France 1996, 69-71

[Beaufils et al., 1990] Beaufils J.C., Blondeau J.M. , Depannemaecker J.C., Domon M., Vindevoghel M. , Dhamelincourt M.C. , Perche A. , *Une expérience d'enseignement multimédia à distance en Deug Scientifique*, Actes des 4^o journées Informatique et Pédagogie des Sciences Physiques, Toulouse, 1990,

[Domon, Vindevoghel 1990] Domon M. , Vindevoghel M. , *L'oscilloscope cathodique*, Didacticiel présenté aux 4^o journées Informatique et Pédagogie des Sciences Physiques, Toulouse, 1990

[Domon, Vindevoghel 1991] Domon M. , Vindevoghel M. , *Computer assisted training for the use of an oscilloscope*, CALISCE91 Lausanne, 1991, 593-594

[Perche & al., 1996] Perche A. , Blondeau J.M. , Domon M. , Depannemaecker J.C. , Hochedez M. , Vindevoghel M. , *Le Laboratoire d'Enseignement Multimedia (LEMM) de l'Université des Sciences et Technologies de Lille*, Actes des Septièmes journées Informatique et Pédagogie des Sciences Physiques, Bordeaux, France, 8-10 Février 1996, 293-294

[GEMME 97] *Vers un enseignement sur mesure*, Bulletin du Groupement pour l'Enseignement supérieur sur Mesure MEdiatisé, Juin 97

[Hennebois 93] Hennebois L. , *Etude conseil auprès du Laboratoire d'Enseignement MultiMedia de Lille 1*, Rapport de Maitrise, IUP INFOCOM de Lille, 1993

[Kessler 1992-3] Kessler P., *Un hypertexte à la portée de tous*, Bulletin de l'EPI, n°65, 1992, 203-220, et Kessler P., *A l'aide !* , Bulletin de l'EPI, n°72, 1993, 201-212