**Zeitschrift:** Ingénieurs et architectes suisses
**Band:** 123 (1997)
**Heft:** 14

## Sonstiges

**Nutzungsbedingungen**
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

**Conditions d'utilisation**
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

**Terms of use**
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF:** 15.07.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch**

# Techniques de l'information et formation

## A propos du prochain Congrès annuel de l'Académie suisse des sciences techniques

*En collaboration avec l'Académie suisse des sciences techniques (SATW/ASST) qui a placé son congrès annuel sous le thème « Monde du travail et société de l'information[1] », IAS publie dans le présent numéro quatre brefs articles destinés à susciter une réflexion sur ce thème et à présenter les résultats d'expériences pilotes d'utilisation des nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) dans le monde de l'enseignement. Dans les pages suivantes, il sera fait mention de formation à distance, de téléenseignement, de laboratoire virtuel, en illustrant plus particulièrement les apports en flexibilité offerts par ces technologies.*

### Un apprentissage qui évolue

De même que le terme de travail à distance ou télétravail a envahi notre quotidien, les notions de téléenseignement se répandent rapidement, en milieu académique surtout. Elles suscitent de nombreux espoirs et les expériences pilotes se multiplient dans notre pays:

- tentative d'enseignement interactif, à distance, entre les deux Ecoles polytechniques,
- classe virtuelle sur Swissnet (réseau numérique avec intégration des services), à l'Ecole d'ingénieurs de Fribourg,
- expérience *Ariane* (création et utilisation de matériel pédagogique sur Internet) à l'Université de Lausanne,
- laboratoire virtuel à l'EPFL,
- etc.

Pourtant, l'utilisation de ces technologies émergentes dans la formation est encore loin d'être généralisée. Plusieurs raisons peuvent être avancées pour expliquer cette lenteur.

D'une part, les possibilités originales offertes par la technologie (informatique et télécommunications) ne se substituent que de façon très partielle à l'enseignement traditionnel, basé sur un contact direct entre professeur et étudiant; elles lui apportent plutôt une palette de moyens complémentaires. Traditionnellement l'enseignement reposait sur deux piliers principaux: la transmission d'un savoir théorique et l'entraînement de ces connaissances par le biais de travaux pratiques. Ces dernières années, le matériel pédagogique s'est enrichi et diversifié grâce à l'informatique et aux moyens multimédia. Ainsi, en plus des cours orientés vers la transmission de connaissances, stables et immuables, l'étudiant dispose d'une palette d'outils et de matériels pour compléter l'information reçue, acquérir de nouvelles compétences et accéder à des expériences complémentaires ou à des problèmes résolus: logiciels de simulation ou d'évaluation, vidéos, bases de données *on line*, etc. Afin d'utiliser de façon judicieuse le potentiel apporté par l'informatique et les possibilités de communication qui se profilent pour les prochaines années (réseaux à large bande), l'approche pédagogique doit être repensée et des supports informatisés doivent être élaborés. Un environnement pédagogique sur Internet a ainsi été créé et testé à l'Université de Lausanne. Le cours, moment où étudiants et enseignants se retrouvent, devient un lieu d'échange, alors que l'apprentissage se fait grâce aux informations mises à disposition sur le réseau. A l'instar d'autres, cette expérience montre que la création de matériel pédagogique électronique est encore une tâche longue et fastidieuse, qui n'est pas maîtrisée par le seul formateur, mais plutôt par des informaticiens. Il manque, pour inverser cette tendance, la « boîte à outils électroniques » qui facilitera la conception, la structuration et l'indexation de pro-

**Congrès annuel de la SATW/ASST**
(Académie suisse des sciences techniques)
*Monde du travail et société de l'information*
*Nouvelles chances ou nouveaux risques?*
*25 et 26 septembre, Berne*

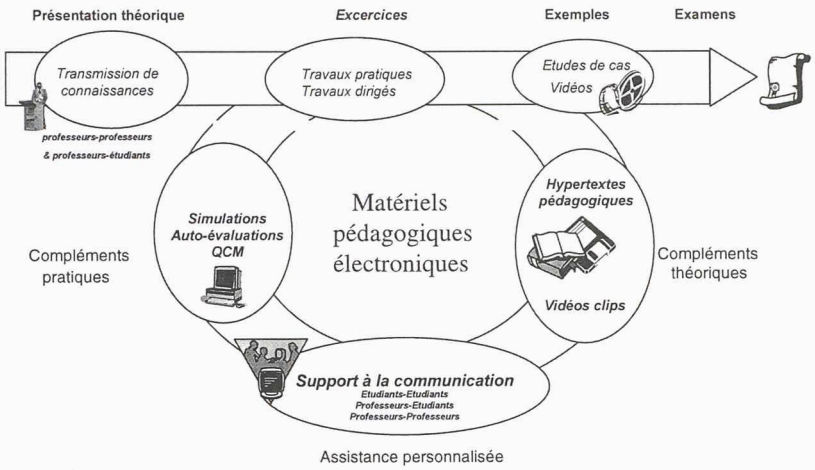
Le développement des techniques de l'information ne représente pas seulement une menace, c'est surtout un défi stimulant. Le congrès de l'ASST veut nous aider à sortir des schémas habituels, à accepter ces nouveautés et à ouvrir ainsi de plus larges horizons. Le congrès abordera trois sujets de réflexion autour de tables rondes animées par des représentants de l'Association suisse des électriciens, de l'Union technique suisse et de la Société suisse des ingénieurs et des architectes:

- *Le potentiel des techniques de l'information.* Les capacités des ordinateurs et des systèmes de communication électroniques vont augmenter de façon massive, pour quelles nouvelles applications?
- *Techniques de l'information et productivité.* L'automatisation des tâches de routine et un accès généralisé à tous les domaines du savoir modifieront le travail et la valeur qui lui est accordé. En maîtriserons-nous les implications, saurons-nous créer des innovations durables?
- *Techniques de l'information et flexibilité.* Si ces technologies accroissent la marge de manœuvre de l'opérateur humain, sur quelles nouvelles formes d'occupations vont-elles déboucher, sur quels nouveaux modes de collaboration dans les entreprises?

Les débats déboucheront sur l'élaboration de thèses pour chacune des trois problématiques considérées, l'objectif étant que les participants au congrès puissent ensuite s'en inspirer dans les réflexions et les décisions qu'appelle leur pratique professionnelle quotidiennne (Participation aux frais, repas inclus: Fr. 50.–).

*Renseignements, programme et inscriptions:*
SATW/ASST, Selnaustr. 16, case postale, 8039 Zurich, tél. 01/283 16 16

[1] Pour plus de renseignements sur cette manifestation, voir *IAS* N° 10 du 30 avril 1997, p. 173




*Processus de formation académique et techniques éducatives (UNI Lausanne)*

grammes. Etant donné l'intensité de l'effort de création qu'exigent ces nouveaux moyens, il ne fait pas de doute que les enseignants seront davantage incités à collaborer pour définir certains standards, échanger du matériel pédagogique ou des expériences. L'article « Réflexion européenne sur la formation flexible et à distance » expose un concept global pour la création de programmes de formation, leur indexation et leur stockage, dans le but d'une mise à disposition généralisée de ces éléments à partir d'un serveur. On y apprend également que des outils d'aide à l'intention des formateurs ont été conçus pour faciliter la création de nouveaux cursus.

D'autre part, un obstacle majeur à l'utilisation de l'enseignement à distance et interactif, réside dans le fait que le public cible n'est pas encore équipé d'ordinateur, ni « branché » sur Internet ou un réseau équivalent. Pour dépasser le simple transfert de fichiers textuels, comme le propose le courrier électronique, et accéder à des plates-formes interactives et multimédia, les réseaux actuels n'ont pas la capacité suffisante et les outils de gestion d'échanges synchrones ne sont pas encore répandus. Il faudra attendre la pose de réseaux à large bande et des systèmes de compression très performants pour transmettre, sans ralentissement des échanges multimédia interactifs. L'article « Présence virtuelle dans un laboratoire réel » montre la complexité des contraintes techniques liées à une expérimentation à distance (interaction en temps réel, visuelle et sonore). Si l'expérience est réalisable, elle se déroule cependant dans le cadre privilégié d'une Haute école, dotée de moyens technologiques très poussés, qui ne sont pas encore à la portée d'un grand public.

## La flexibilité demandée par un nouveau public

En fait, ces développement technologiques et conceptuels doivent être au service d'un comportement humain qui se modifie face à la formation. Pour la grande masse des adultes qui souhaitent se perfectionner (ou devront le faire), l'apprentissage se fera de façon individuelle ou quasi individuelle, par moyens informatiques interposés, sans la présence soutenue d'un enseignant. L'autonomie offerte à l'apprenant à distance demande en contrepartie à être gérée et appuyée par une organisation rigoureuse du temps consacré à l'étude, par la motivation durable (d'un étudiant souvent soumis à des contraintes professionnelles et familiales fortes) et par le contrôle régulier des acquis. Cela représente souvent un apprentissage en soi. Il faut également trouver le moyen de compenser un contact visuel plus espacé avec d'autres collègues et avec les formateurs en accentuant la structuration et la transparence des cursus, en donnant de nouvelles possibilités d'échanges à travers les moyens informatiques et de communication, et en valorisant l'apport d'expériences des autres participants.

Pour des individus peu disponibles, mais qui souhaitent poursuivre une formation, ou pour des personnes qui, à cause d'un handicap ou d'un éloignement géographique trop grand, ont des difficultés à se déplacer, la formation à distance est une solution intéressante. En pages 307 et 308 de ce numéro, le Centre romand d'enseignement à distance récemment créé montre à quel point la demande est forte, de la part d'adultes, pour un enseignement à distance, même s'il n'est pas encore très informatisé. Le désir de souplesse émane aussi des entreprises qui gèrent au plus près leur rentabilité et demandent des programmes sur mesure, adaptés à leur métier, à leurs objectifs globaux et au niveau de leurs collaborateurs. Ce sont des situations où le client n'est pas captif, il veut choisir l'enseignement le plus approprié à ses besoins ; il fixe également des contraintes de flexibilité quant au déroulement de la formation (lieu, durée, disponibilité pour l'apprentissage). Pour répondre à la diversité et à la mixité de la population apprenante, le défi est de réussir à conjuguer, dans le déroulement d'une formation, apprentissage individuel, suivi des étudiants et échanges. Il consiste aussi, afin de maintenir des coûts acceptables, à « produire flexible », c'est à dire développer une structure et des outils qui permettent, à partir d'éléments modulaires, d'élaborer des formations sur mesure, en partie réutilisables.

## De nouveaux défis pour la formation

L'évaluation des expériences pilotes déjà menées est difficile, il y a d'une part un manque de recul et, surtout, un défaut d'objectivité. Dans plusieurs cas, les étudiants choisis étaient en effet volontaires et a priori enthousiasmés par la nouveauté. Il n'est donc pas possible de mesurer réellement l'impact pédagogique (conséquences sur la mémorisation, la motivation, l'apprentissage de la communication et du travail de groupe), social (différences résultant de l'apprentissage individuel par rapport à l'apprentissage collectif) et économique (coût réel) d'un enseignement informatisé, dispensé à distance.

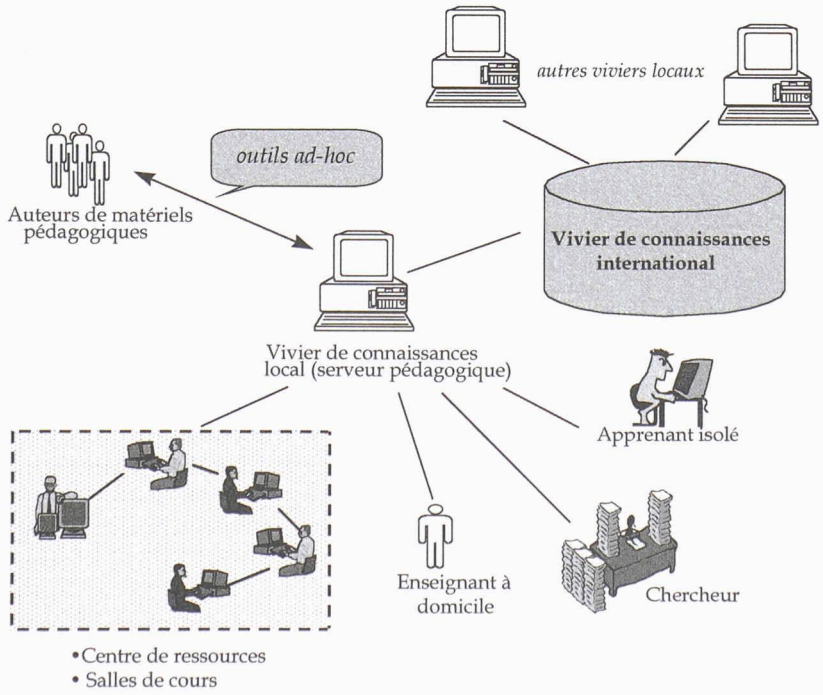
Il est d'ores et déjà certain que ces applications ouvrent de nouvelles perspectives. Elles permettent de répondre, de façon ciblée, à des demandes émergeant d'un public d'adultes exigeants, toujours plus nombreux à poursuivre une formation continue. Elles vont aménager un accès beaucoup plus large à la formation, niveau universitaire compris. Dans certains cas, de télé-enseignement ou d'expérimentation à distance par exemple, la technologie met à disposi-

tion d'un plus grand nombre de personnes, des ressources rares ou une infrastructure coûteuse (conférence ou cours d'un expert, transmis dans plusieurs sites simultanément, partage de formation sur des équipements industriels).
Dans le domaine de la formation, les bouleversements sont à venir. Il existe déjà, aux Etats-Unis, des universités virtuelles qui n'exigent plus une présence physique continue, ni des professeurs, ni des étudiants. Dès lors, les rôles de l'enseignant et de la formation traditionnelle sont remis en question face à un étudiant qui n'est plus captif. Celui-ci a plus de liberté pour l'exploration personnelle; il passe du statut d'enseigné à celui d'apprenant, et le savoir n'est plus exclusivement détenu par le professeur.

La relation pédagogique devra être réinventée. De passive elle deviendra interactive et les moments de rencontre seront réservés non à la transmission unilatérale de connaissances mais à l'échange. De nouveaux moyens d'accompagnement, d'évaluation et de validation des acquis devront être conçus.
Pour coordonner la réflexion des formateurs au niveau suisse, un site web national sur la formation supérieure et les nouvelles technologies est en création. On y trouvera une base de données recensant les expériences d'utilisation des nouvelles technologies de l'information et des communications pour l'enseignement dans les Hautes écoles suisses, un répertoire de modules d'enseignement existants et un forum pour l'échange d'expériences.

## Réflexion européenne sur la formation flexible et à distance

Les nouveaux moyens informatiques et télématiques dont nous disposons, vont-ils révolutionner la formation ? Si le terme est fort, il n'en est pas moins certain que les approches pédagogiques vont évoluer avec ces outils modernes et s'adapter aux exigences de flexibilité, de modularité, et de rationalisation de ceux qui apprennent et de ceux qui enseignent.
Rattaché au quatrième programme cadre de l'Union européenne, dédié aux applications télématiques, le projet *Ariadne* est né de la volonté de partenaires universitaires et industriels de développer ensemble des outils et des méthodologies, pour produire et utiliser des contenus de formation à travers le réseau Internet. Ce projet a démarré en 1996, sur proposition suisse. M. Eddy Forte, du Laboratoire d'enseignement assisté par ordinateur de l'EPFL, en est le coordinateur et douze partenaires académiques européens, dont l'EPFL et l'Université de Lausanne[1], y participent, ainsi que treize sponsors industriels. Parmi ceux-ci, citons *Les Entreprises Electriques Fribourgeoises, La Suisse-Assurances, L'Energie de l'Ouest-Suisse, la Société de Banque Suisse, la Migros.* Du côté suisse, le projet est soutenu financièrement par l'Office fédéral pour l'éducation et la science (OFES).



*Principe général de fonctionnement d'Ariadne*

Le projet doit satisfaire deux types de besoins: ceux de l'apprenant et ceux de l'enseignant. Au client du système, on souhaite proposer un outil convivial et un contenu pédagogique qui tiennent compte de ses propres exigences (niveau, disponibilité, contraintes temporelles et géographiques). De plus, n'étant pas encadré par les infrastructures traditionnelles, l'étudiant doit être guidé fermement dans son apprentissage. De cette exigence découle un découpage rigoureux de l'information, et son déroulement sous forme de processus. Ainsi l'étudiant s'oriente aisément dans son programme, sait ce qu'il a accompli et ce qui reste à faire; il est encouragé à poursuivre son effort dans le temps. *Ariadne* s'intéresse uniquement aux programmes structurés, conçus pour un public cible, sans offrir le libre accès, par chacun, à toute la matière disponible.
Pour l'enseignant, l'élaboration de matériel pédagogique doit être facilitée. Un professeur qui conçoit de nouveaux cours sait le temps énorme qu'il doit y consacrer. S'il pouvait s'appuyer davantage sur des éléments de cursus existants, facilement identifiables et des outils d'aide, il gagnerait du temps et de l'argent.

[1] Voir l'article «*Un environnement pédagogique sur Internet*» en page suivante

Ainsi *Ariadne* a l'ambition de fournir des méthodes et des outils en fonction des objectifs décrits ci-après :

- Simplifier, pour les enseignants, la création de matériels pédagogiques électroniques (hypertextes, simulations, questionnaires à choix multiples, matériel d'auto-évaluation, séquences vidéo) grâce à des outils d'aide active à la conception de cursus. Jusqu'à présent, les systèmes auteurs développés ont échoué, parce que trop complexes dans leur utilisation ou trop limités dans leur champ d'application. *Ariadne* tente de corriger ces défauts en proposant une palette d'outils spécialisés, d'utilisation simple. Un accent particulier est mis sur le partage et la réutilisation des matériels pédagogiques existants.
- Faciliter le stockage et l'accès à ces matériels. Les éléments pédagogiques et l'éditeur de cursus permettant d'intégrer ces éléments et d'en faire un cours complet, constituent ce que le groupe a nommé, un *vivier de connaissances (Knowledge Pool System).* Un vivier central alimente des viviers de connaissances locaux (voir figure en page 311). Le point clé du vivier de connaissances est son thésaurus d'éléments de cursus, indexés suivant une logique pédagogique. A ce stade du projet, un vivier central, hébergé par l'Université catholique de Louvain, approvisionne les viviers locaux, que sont les différents partenaires universitaires où se connectent les clients du système.
- Définir, pour les concepteurs de programmes de formation, des stratégies d'utilisation des contenus, en mode d'enseignement classique ou à distance, tant en milieu académique que professionnel. Pour ce faire, un éditeur de cursus facilite la création et la distribution de séquences d'apprentissage, dans lesquelles sont pris en considération tant les contraintes spatio-temporelles, que les contextes socio-pédagogiques du client.
- Offrir des services d'échange entre les différents acteurs, avec, à terme, l'ambition d'utiliser des outils de communication synchrone.

La mise en place d'un tel système présuppose une volonté de coopération des enseignants à l'intérieur du réseau européen, avec l'espoir pour les partenaires du projet, de voir mise en place, à moyen terme, une politique de formation harmonisée sur toute l'Europe.

**Résultats**

Ce projet devrait aboutir en mars 1998. La structure de communication entre partenaires a déjà été mise en place, plusieurs logiciels d'aide, tant à la création d'éléments pédagogiques (outils d'indexation, de simulation), que d'aide à leur indexation, à leur assemblage en cursus et à leur distribution de façon individualisée aux apprenants, sont actuellement testés. Une procédure de validation de l'indexation des éléments pédagogiques stockés dans le vivier est également établie. C'est un point clé du projet, puisque tous les partenaires doivent pouvoir retrouver et utiliser l'information disponible. Des propositions sont faites aussi, pour pallier les difficultés d'un archivage multilingue.

Les entreprises qui participent au programme se retrouvent dans un groupe « utilisateurs industriels » afin d'exprimer leurs besoins et attentes face à la formation. Qu'il faille former de nouveaux arrivants dans l'entreprise en respectant leur rythme d'assimilation, entraîner des opérateurs sur des équipements à venir ou donner la possibilité aux cadres de se perfectionner, les exigences sont toujours semblables : des formations facilement adaptables aux spécificités de l'entreprise et des apprenants, qui permettent un apprentissage autonome respectant les contraintes temporelles et géographiques de l'étudiant, et qui ne coûtent pas cher (parce qu'elles sont réutilisables à large échelle). Le défi est de taille, mais les premiers résultats applicables en entreprise sont espérés pour 1998. Pour M. Christian Schärer, directeur du département culturel de *Migros Vaud*, « ce projet permet d'appliquer des solutions novatrices dans la conception de logiciels d'apprentissage, utilisables à distance à travers le réseau Internet, et la mise en commun de matériels existants ». Le test chez *Migros Vaud* porte actuellement sur un logiciel de simulation d'entreprise.

## Un environnement pédagogique sur Internet

L'expérience pilote, conduite par Mme Wentland Forte, professeur à l'Ecole des HEC de l'Université de Lausanne, est l'une des actions qu'elle mène dans le cadre du projet européen *Ariadne*[1], pour en tester la faisabilité. *Ariane* est un environnement pédagogique, utilisant Internet, destiné tant aux enseignants qu'aux apprenants. Son objectif est de permettre une formation modulaire, flexible et, à terme, délocalisée. Pour ce faire, les contenus enseignés sont regroupés dans un « vivier de connaissances », ou thésaurus de matériels électroniques indexés, d'où ils peuvent être puisés et organisés en séquence structurée d'apprentissage.

Une première expérience a été menée avec un groupe pilote d'élèves et de professeurs, dans le cadre du MBA[2]. Un environnement informatique multi-plateforme a été développé et testé dans ce contexte. On y accède de tout ordinateur connecté au réseau Internet ; son utilisation est aussi intuitive que possible. L'environnement comporte deux volets :

[1] Voir l'article précédent « *Réflexion européenne sur la formation flexible et à distance* »

[2] MBA : *Master in Business and Administration,* formation post-grade en gestion d'entreprise

- un volet auteur, destiné exclusivement au corps enseignant, qui facilite l'indexation, le stockage, l'accès et le partage de contenus pédagogiques textuels ou multimédia ;
- un volet utilisateur, destiné aussi bien aux enseignants qu'aux enseignés, qui offre un accès aux viviers de connaissances et une interface graphique conviviale pour la communication. Cette dernière favorise les échanges, entre professeurs pour le partage de matériel pédagogique, entre étudiants pour les travaux de groupe notamment, ou entre professeurs et étudiants pour des échanges d'information et de questions.

L'ensemble des données de l'environnement se trouvent sur un serveur de type *World Wide Web*. On y accède en donnant son nom et son mot de passe, ce qui place l'utilisateur dans un contexte adapté à son statut. La mise à disposition de matériel structuré, disponible à l'avance, vise à faciliter le travail préparatoire des étudiants, afin de renforcer l'interactivité des « séances » ou cours, qui sont maintenus à échéance régulière. De discours *ex cathedra,* ces cours deviennent des moments de questions, d'échanges, de contrôle de l'assimilation de la matière, où l'enseignant peut apporter plus de valeur ajoutée. L'utilisation de l'informatique ne supprime pas le moment de rencontre, elle le rend plus adapté à la demande des étudiants.

Les services de communication, qui font partie de l'environnement, sont destinés à faciliter l'interaction, la coopération et le travail de groupe entre personnes disponibles à des moments différents (communication asynchrone). Chaque groupe dispose de trois outils de communication : un forum de discussion destiné à favoriser le travail coopératif, un tableau d'affichage informatique, pour des informations générales et un lieu où se retrouvent les questions les plus fréquentes du groupe et les réponses données (FAQ : *frequently asked questions*).

### Résultats

Les étudiants ont été globalement satisfaits de cette première expérience. Les critiques émises ont permis d'apporter des améliorations portant sur une structuration plus stricte de l'information et la simplification de l'outil à disposition de l'enseignant. L'expérience se poursuit avec la volée 1996-1997, en incluant les étudiants en cours d'emploi, qui eux, demandent davantage de flexibilité dans leur formation.

### Motivation des enseignants

La diversité, conjuguée à la mixité de la population estudiantine, a poussé les enseignants à chercher un moyen de rendre plus homogène le niveau de la classe, afin que, d'une part, les séances en face-à-face soient plus interactives et enrichissantes, et, d'autre part, que les travaux de groupe mettent en valeur les expériences de chacun. De ce fait, la découpe du cours en sessions dans lesquelles une grande partie du travail doit être faite par les étudiants *avant* et *après* la séance répond en partie à cette préoccupation. Par ailleurs, il préexistait un désir de transparence et d'intégration des différentes matières enseignées que la notion de *« vivier de connaissances »* semble satisfaire. En outre, bien que la nécessité de structurer à l'avance son cours semble plus rébarbative qu'attrayante, certains professeurs se sont prêtés au jeu d'autant plus volontiers qu'ils en ont vu l'intérêt dans le cadre d'une réutilisation bien comprise.

Enfin, la curiosité a joué un rôle non négligeable dans la motivation du corps professoral qui était désireux de savoir à quoi pouvait bien ressembler un environnement pédagogique informatique et comment on pouvait espérer en tirer parti dans le cadre d'une formation à distance.

### Motivation des étudiants

Les étudiants apprécient particulièrement le fait que l'accès à *Ariane* soit possible dès lors qu'ils sont inscrits, depuis chacune des salles informatiques de l'école, 24 heures sur 24, mais aussi depuis tout ordinateur relié par Internet au serveur *Ariane*. Les participants au programme MBA peuvent préparer chacune des séances de cours, et aussi mieux prendre conscience des objectifs à atteindre, ayant à disposition l'ensemble du cursus détaillé. Le travail individuel demandé peut être accompli, de n'importe où et n'importe quand avant la séance interactive. Les travaux de groupe sont planifiés et organisés de telle manière que les étudiants, bien que n'étant pas présents sur le site de l'Université, interagissent aussi bien entre eux qu'avec l'équipe enseignante lors de la préparation des cours, de la rédaction et de la remise des rapports ou lors de la recherche d'informations complémentaires à la matière présentée.

### Conclusion

Quel que soit le support utilisé, le succès de toute formation réside à la fois dans la qualité du message et dans la motivation des acteurs. M^me^ Wentland Forte, initiatrice de cette expérience, insiste sur les conditions indispensables à sa réussite : « Pour être efficace, un programme de formation flexible et à distance se doit d'être rigoureusement structuré, les matériels pédagogiques très soigneusement choisis et produits sous forme électronique, l'ergonomie minutieusement pensée ». Si l'effort à consentir par les enseignants est grand, car un tel système ne laisse pas de place à l'improvisation, ils doivent cependant y trouver un avantage à long terme grâce aux réservoirs de matière dont ils pourront bénéficier. Du côté des apprenants, la flexibilité ainsi offerte, compensera la perte partielle de relation directe avec l'enseignant.

# Présence virtuelle dans un laboratoire réel

Une étudiante effectue une expérience sur un moteur électrique qui se trouve à quelques kilomètres de distance, dans un laboratoire de l'EPFL. Grâce à Internet, le moteur obéit instantanément aux instructions qu'elle donne en se servant du clavier et de la souris de son ordinateur. Par le biais de son écran, elle obtient une vue d'ensemble de l'installation, sous différents angles, peut consulter des instruments de mesure et observer l'effet de ses manipulations. Le haut-parleur de son ordinateur lui transmet les bruits du laboratoire. Par le truchement de moyens de communication interactifs et polyvalents, elle vit l'expérience pratiquement comme si elle se trouvait en personne dans le laboratoire.

Une équipe de recherche de l'Institut d'automatique de l'EPFL de Lausanne a élaboré les bases techniques de cette réalisation dans le cadre du Programme prioritaire « Structures d'information et de communication » du Fonds national suisse. Il est désormais possible de procéder à des expériences à distance dans le périmètre de l'Ecole. Pour accéder à des équipements de laboratoire à partir d'un autre site, par exemple de leur domicile, les étudiants devront attendre la mise en service de réseaux téléphoniques évolués, du genre ISDN.

*Une étudiante effectue une expérience sur un moteur électrique... qui se trouve à quelques kilomètres, dans un laboratoire de l'EPFL.*

### Télécommande d'un servomoteur

L'équipe lausannoise applique cette méthode à un dispositif expérimental qui permet d'étudier des techniques de réglage sur un servomoteur. Un ordinateur pilote et contrôle ce dispositif sans aucune intervention humaine et transmet toutes les données relatives à l'expérience en cours ainsi que des images vidéo par le réseau Internet, enregistre les instructions et modifie en conséquence les conditions expérimentales. Il dialogue avec ses partenaires lointains, les ordinateurs des étudiants. Les expérimentateurs doivent être informés de façon précise de ce qui se passe au laboratoire. En dépit de la distance, ils doivent pouvoir intervenir instantanément sur les équipements du laboratoire et disposer en temps réel de toutes les impressions et informations optiques et acoustiques nécessaires.

Tout au long de ce processus de communication en temps réel, les étudiants doivent vivre l'expérience comme s'ils se trouvaient en personne dans le laboratoire, une tâche des plus exigeantes pour l'équipe de chercheurs, qui a dû développer une interface d'utilisateurs assurant à la fois la couverture vidéo du dispositif expérimental, la transmission des sons et l'affichage des valeurs de mesure. Tous ces éléments constitutifs du laboratoire virtuel doivent donner à l'étudiant l'impression qu'il se trouve effectivement en présence du dispositif expérimental, qu'il peut se déplacer dans l'espace et observer l'expérience sous différents angles. Ses interventions par télécommande agissent dans le monde réel du laboratoire. Inversement, les effets produits sur les équipements sont aussitôt répercutés dans le monde virtuel de son ordinateur.

### Nouvelles applications sur Internet

Les réseaux de communication disponibles aujourd'hui ne sont en général pas adaptés à l'expérience décrite plus haut, en raison principalement du manque de capacité des canaux, vecteurs de l'information. Internet n'autorise pas encore une interactivité suffisante. Ce pourrait être chose faite d'ici deux à trois ans, avec une généralisation de l'introduction des réseaux ISDN (à leur stade final de développement).

Pendant leurs études, les futurs ingénieurs pourraient acquérir les connaissances pratiques nécessaires en effectuant, à distance, des expériences sur des installations techniques. Actuellement, ils n'ont accès aux équipements des laboratoires de leur université qu'à des heures fixes et sous la surveillance d'assistants. On pourrait envisager, dans un futur proche, qu'ils aient la possibilité de faire des expériences de chez eux, à n'importe quelle heure du jour ou de la nuit. Les équipements de laboratoire seraient ainsi utilisés de façon plus rationnelle et l'intervention des assistants serait réduite. Cette liberté exige cependant davantage de discipline de la part de l'apprenant.

De plus, cette technologie de communication permettra à des universités faiblement dotées en laboratoires, d'accéder à des infrastructures coûteuses. Cette application ne se limite d'ailleurs pas aux seules tâches de formation. Dans la recherche et l'industrie, elle devrait permettre à différents utilisateurs de travailler à distance sur des installations uniques ou très chères.

*Service de presse et d'information*
*Fonds national suisse de la recherche scientifique*