

Formation, coopération et assistance technique à distance médiatisées¹

Hamadou Saliah-Hassane
Génie électrique et informatique Université McGill
3480 University Street
Montreal, P. Q. Canada H3A 2A7

Les écoles d'ingénieurs ne doivent ménager aucun effort afin de s'impliquer activement dans le développement et l'intégration des technologies novatrices de formation. Ce concept fédérateur représente la symbiose de l'Enseignement Assisté par Ordinateur (EAO), de la Conception Assistée par Ordinateur (CAO) et de la Formation à Distance (FAD). La mise en oeuvre des outils hypermédia interactifs et l'application des stratégies pédagogiques appropriées telles que l'apprentissage constructiviste guidé par la simulation et l'exploration permettent d'atteindre des objectifs mesurables du point de vue de l'amélioration du processus d'apprentissage. Le développement rapide des moyens de télécommunications favorise le partage des ressources entre les institutions de formation et de recherche d'une part, et les industries ou employeurs de l'autre. Cette association s'impose d'elle-même à cause du virage anticipé vers la formation continue, *à la carte* ou *juste à temps* en milieu de travail. Dans cette communication, nous allons, dans un premier temps, exposer le concept de formation et d'assistance technique à distance. Nous allons ensuite mettre en évidence l'indispensable participation, dans un projet commun de recherche-action-formation, de tous les acteurs concernés notamment les enseignants-chercheurs, les apprenants et les employeurs. Nous présenterons également tous les avantages liés à l'utilisation des environnements flexibles de formation assistée par ordinateur. Ces environnements sont évolutifs de par leur architecture et adaptatifs parce qu'ils tiennent compte des styles cognitifs des usagers. Ce dernier élément justifie la nécessaire contribution de tous les partenaires à tous les niveaux allant de l'identification des besoins à l'administration du système en passant par sa conception, son développement et son implantation. Cette approche doit favoriser l'émergence de produits culturellement adaptés aux besoins des utilisateurs. Un survol de l'apport des concepts empruntés aux sciences humaines et naturelles dans le développement des nouveaux produits d'apprentissage interactifs sera effectué afin de supporter la dimension culturelle de cette technologie de la formation. Tout ceci nous conduit vers de nouvelles façons d'apprendre, d'enseigner et de travailler et contribue à l'émergence d'un nouveau concept d'écoles sans frontières. Un projet de formation et d'assistance technique à distance dans le domaine de l'énergie soumis à l'Institut d'Énergie des Pays ayant en commun l'usage du Français (IEPF) sera présenté en appui à cette communication.

Introduction

Dans le contexte complexe de globalisation de l'économie mondiale dont les caractéristiques principales sont fondées sur l'innovation, le savoir et le savoir-faire, les institutions de formation doivent promouvoir une formation de qualité à l'intention d'élèves d'origines et de cultures diverses. Une école d'ingénieurs futuriste doit s'engager à servir, sans discrimination, aussi bien son environnement géographique immédiat que les besoins en matière de formation et de développement d'autres zones qui deviendront les partenaires stratégiques de demain. La relation employeur-employé du futur ne sera plus un employeur / plusieurs employés; le même employé devra servir plusieurs employeurs qui oeuvrent parfois dans des domaines connexes, complémentaires ou totalement disjoints. La pluridisciplinarité ou la capacité du travailleur à accéder à d'autres ressources sera certainement considérée comme un critère de compétence. De plus, comme c'est déjà la tendance dans les institutions de formation, le lieu de travail deviendra progressivement une aire ouverte au monde (Ljutic, 1991; Gerber, 1990; Kaye, 1986, REPARTIR, 1990). Le développement rapide des technologies de télécommunication et leur libéralisation dans plusieurs pays promet cette transformation.

La diversité grandissante des connaissances rend l'approche traditionnelle de l'enseignement difficile à supporter par une seule institution en termes de coûts et d'expertises requises. Il n'est donc pas possible d'offrir une formation initiale *à la carte* comprenant de nombreux programmes spécialisés. Il faudrait alors penser à former des diplômés

¹ Cette recherche a bénéficié d'un financement de l'Agence Canadienne de Développement International (ACDI).



capables de s'adapter dans des milieux de travail où la capacité d'apprendre rapidement par soi-même constitue de loin la première qualité attendue par un employeur.

Le développement des technologies de l'information nous offre de nouvelles perspectives afin de changer nos façons d'enseigner (Wenger, 1987; Depover, 1987; Barfurth, 1991), d'apprendre (Chomienne, 1987) et de travailler (Puterbaugh, 1989). Ces technologies ont déjà un impact indéniable sur la structuration du contenu des enseignements dispensés par les institutions de formation.

Le concept de l'humain en situation d'*apprentissage continu* étant de plus en plus accepté par toutes les sociétés du monde, la mise en place de programmes de formation à distance conjoints constitue l'une des avenues à explorer. La participation effective de tous: les apprenants, les industries, les entreprises, les écoles et les gouvernements dans un processus de recherche-action est indispensable pour atteindre les exigences du nouvel ordre de la formation. A cet effet, il faudrait établir un modèle de partenariat actif entre institutions nationales et institutions étrangères. Le réseau ainsi constitué servirait d'épine dorsale nécessaire pour une collaboration effective validée par la mise en place de programmes académiques et de recherche conjoints.

Une telle collaboration et une coopération effective sont possibles dans la mesure où :

- 1) Les institutions de formation, surtout ceux des pays industrialisés, concrétisent leur appellation d'*écoles sans frontières* en proposant des programmes qui, grâce à des protocoles d'entente inter-établissements, permettent la mobilité des élèves et des formateurs ainsi que le partage des ressources tant académiques que didactiques.
- 2) Les secteurs industriels du Nord, par un mécanisme de partenariat stratégique et, conscients des enjeux de la nouvelle ère technologique, contribuent à la formation dans les pays les moins nantis. Ces pays ne seraient plus considérés comme des consommateurs ou des fournisseurs de matières premières mais plutôt comme des collaborateurs potentiels dans le marché de l'industrie de la connaissance qui représente maintenant la base de tout développement.

1. Concept de formation et d'assistance technique à distance

1.1 Le concept de la formation à distance

La formation à distance s'applique dans un contexte où les apprenants et les formateurs effectuent des tâches respectives, séparément, tout en restant en contact selon divers moyens (Meunier, 1991). L'idée d'intégrer les ressources disponibles sur les réseaux informatiques dans le processus change de manière substantielle la définition traditionnelle qui considère deux pôles: celui des formateurs et celui des apprenants. Les mécanismes modernes utilisant les ressources informatiques mettent en oeuvre un système de formation à distance ouvert qui crée une dynamique évolutive du groupe en situation d'apprentissage. Le ou les formateurs deviennent alors des animateurs, des modérateurs, ou des facilitateurs qui, tout en participant activement à la résolution des problèmes, gèrent subtilement le mécanisme pour s'assurer de la présence des sept principes de base qui garantissent le succès d'un programme de formation à distance (Dalceggio, 1990):

- 1) l'activité et la dynamique des apprenants;
- 2) l'intégration de la pratique et de l'expérimentation;
- 3) les feed-back ou rétroaction;
- 4) l'identification des objectifs à atteindre;
- 5) l'utilisation des principes pédagogiques de l'apprentissage graduel;
- 6) la prise en compte des aspects cognitifs et affectifs qui, du reste, sont étroitement liés;
- 7) l'utilisation des approches multisensorielles interactives.

Considérant le cas de la formation de techniciens et d'ingénieurs, qui sont déjà familiarisés avec l'outil informatique et, considérant le développement fulgurant des ressources télématiques, la viabilité d'un programme de formation et d'assistance technique médiatisée à distance n'est plus à démontrer. Le succès du concept repose essentiellement sur les principes de partage des ressources et la coopération-participative des individus. La Figure 1 donne une image globale de ce concept.



1.2 L'assistance technique et la formation

1.2.2 Le passé et le présent

Il ne sera pas question dans cette communication, de faire le procès de l'assistance technique telle que pratiquée jusque-là au niveau de l'éducation et de la formation. Nous allons tout simplement rappeler, que le principe fondamental était, à l'origine, basé sur les vestiges de la colonisation. L'assistance technique, symbolisée par l'aide apportée aux pays moins nantis par les pays industrialisés, était unidirectionnelle du Nord vers le Sud. Elle se caractérisait par la substitution du personnel local par des expatriés qui étaient parfois des spécialistes du domaine ou en étaient à leurs premières armes. Une infime partie du personnel local a pu recevoir des formations dans les métropoles. Ces formations, bien que souvent d'un haut niveau de qualité, ne peuvent être transférées dans les pays en développement pour des raisons que nous n'évoquerons pas dans cette communication faute d'espace. Une autre caractéristique non moins importante est celle de l'aide en équipements qui, liée par des considérations politiques, ne répondent pas, la plupart du temps, à de nombreux facteurs locaux.

1.2.2 Le futur

Un bassin de compétences et de connaissances existe maintenant au Sud. Une collaboration bidirectionnelle est plus que nécessaire pour répondre aux besoins de tous et ainsi gagner le pari du *village global* que nous promettent les moyens de télécommunications. La suite de cette communication nous en dira un peu plus sur cette perspective futuriste.

1.3 Le système électronique de support à la performance

Le concept de Formation et d'Assistance Technique à Distance Mediatisée (FATDM) se définit de la façon suivante: un environnement électronique fédérateur disponible et facilement accessible par chaque utilisateur pendant l'exécution de sa tâche (Puterbaugh, 1989). Cet outil est configuré pour permettre l'accès à l'espace cybernétique. Le concept combine diverses technologies, incluant la formation par ordinateur, l'intelligence artificielle, les systèmes à base de connaissances, les hypertextes et les hypermédias, des outils conventionnels de base de données ainsi que diverses technologies de communication. Toutes ces ressources sont intégrées par le biais de stations de travail très conviviales centrées sur l'utilisateur. Ces plate-formes décentralisées, grâce à leur haut niveau d'interactivité permettraient un dialogue avec l'utilisateur et favoriseraient une expression des besoins et une aide à la structuration des requêtes (Vidal, 1989). En plus de servir de support à la performance des usagers, les postes de travail sont des outils de formation sur le lieu de travail tel que prôné par les ténors des technologies de la formation (Gerber, 1990). Nous savons tous également, comme le dit Puterbaugh (1989), que seulement une partie des enseignements reçus est effectivement assimilée; l'oubli constitue un facteur humain souvent lié au temps, il symbolise la faculté d'apprendre. L'approche de l'Intelligence Artificielle Distribuée (IAD) (Erceau et Ferber, 1991) couplé à la simulation contribue d'une manière significative à gérer le concept proposé. En outre, du point de vue pédagogique, de nombreux outils de développement et d'évaluation de logiciels de formation existent.

1.4 Une approche souple et évolutive pour la mise en place du système

Une approche flexible et évolutive doit être adoptée pour atteindre les objectifs d'apprentissage. Plusieurs raisons militent en faveur d'un tel choix. En effet, les nombreuses expériences de création de matériel de formation à distance montrent de façon générale que les projets réussis ont été ceux qui ont le plus respecté les besoins exprimés par les utilisateurs. Adopter a priori un ou des modèles d'enseignement dans des contextes culturels et géographiques très variés nous semble inapproprié. Une approche par étape et l'établissement de procédures systématiques d'évaluation et de feed-back, sont nécessaires pour atteindre effectivement le but du concept.

La mise au point d'une formule d'encadrement adéquate que requiert tout système de formation à distance fait l'objet d'une attention particulière lors du design. L'idée d'un "tuteur distribué" est la clé maîtresse de la problématique de formation d'un groupe séparé par une distance temporelle et spatiale. Le système de tutorat distribué est constitué d'une part, par l'expert ou par le groupe d'experts humains du domaine et d'autre part, par le système à base de connaissances intégré à l'environnement informatique local.

Les moyens techno-pédagogiques modernes (Merril, 1991) repoussent les limites de la formation:



L'analyse des échanges entre les utilisateurs permet une mise à jour des bases de connaissances pour pallier le caractère jugé immuable du contenu des cours généralement développés; Les messageries électroniques, les groupes de discussions, les ressources W3, les mécanismes de transfert de fichiers que nous offrent les réseaux, ainsi que les plateformes informatiques dédiées, favorisent l'interactivité entre les utilisateurs d'une part et entre les utilisateurs et les "tuteurs" d'autre part. Les tuteurs dans ce cas sont symbolisés par les "maîtres de poste" et les "modérateurs" des groupes de discussions. L'utilisateur ne se contente plus uniquement de recevoir et d'assimiler un contenu et l'enseignant de le transmettre; tous participent à une dynamique stimulée par une stratégie pédagogique évolutive du système de formation.

2. La dimension culturelle

2.1 L'apport des concepts empruntés aux sciences humaines et naturelles

La *neuroscience* mobilise de nombreux chercheurs à l'heure actuelle. Les uns s'activent pour percer le mystère du cerveau et les autres pour poser les jalons vers la voie des ordinateurs du futur qui eux, toujours plus vite, seraient capable d'apprendre par les exemples ou par l'expérience. La base fondamentale de cette nouvelle branche repose sur le *connexionnisme*. En effet, depuis fort longtemps, psychologues et biologistes pensent que l'apprentissage se réalise par des liens qui se forment au niveau des neurones biologiques suite à la réception de messages sensoriels (Pavlov, 1927). Grâce à la fusion des mathématiques, de l'informatique et de l'électronique, on a contribué à rendre effective l'exploitation du concept de connexionnisme. Les *réseaux de neurones artificiels* offrent déjà de nombreuses applications industrielles très prometteuses. Il n'est pas possible dans cette communication de développer toute la portée des changements que nous imposent les résultats des recherches qui sont déjà utilisés dans le domaine de l'intelligence artificielle. Il est également difficile de mesurer le rayonnement de leur avènement. Nous pouvons néanmoins constater, par l'examen des domaines couverts par cette science, le rétrécissement du fossé entre les sciences dites exactes et les sciences humaines. Les réseaux de neurones artificiels peuvent être maillés pour simuler le raisonnement humain ou le comportement des organisations telles que la coopération, la collaboration ou la compétition pour la résolution de problèmes.

Les *algorithmes génétiques* quant à eux, composent une famille très intéressante d'algorithmes d'optimisation. Le concept repose sur le principe de l'évolution des espèces par le mécanisme de la sélection naturelle de Darwin. Cette intéressante analogie de la survie du plus fort est exploitée dans de nombreux domaines de l'ingénierie. Les quatre étapes de la mise en oeuvre des algorithmes génétiques standards sont la sélection, la reproduction, l'évaluation et le remplacement. Une population initiale d'individus est générée dans un premier temps et le mécanisme d'évaluation permet d'affecter un coût à chacun d'eux. La *sélection* utilise le principe: « meilleur est le coût d'un individu, plus sa probabilité de sélection est grande ». Un individu représente une solution au problème. Dans un deuxième temps, un processus itératif passant séquentiellement par les quatre étapes permet à l'algorithme de converger vers la « bonne » solution. L'application d'opérateurs génétiques (*croisement* et *mutation*) sur les individus dans la phase dite de reproduction, permet d'en générer de nouveaux.

2.2 Culture et environnement informatiques

Il est très ambitieux de traiter ce sujet dans un espace aussi réduit que celui de cette communication; Bureau et de Saivre ont présenté de nombreux exemples dans leur ouvrage (1986). Notre but est tout simplement d'attirer l'attention, une fois de plus, sur le fait que la participation et la collaboration de tous est plus que nécessaire pour atteindre les exigences d'environnements adaptatifs interactifs d'apprentissage et de travail futuristes. Ceux-ci doivent être rapides et devraient intégrer des interfaces homme-machines appropriées afin de satisfaire les besoins pédagogiques de convivialité et d'interactivité. Ils tiennent compte à la fois de l'ergonomie cognitive du système, des modes de représentation des objets et des concepts, des stratégies de résolution des problèmes ainsi que de l'utilisation des codes iconiques et pictographiques orientés vers le langage naturel. Ces paramètres, comme il est aisé d'en convenir, sont intimement liés à la culture. Afin de combler les limites des ordinateurs actuels, ces exigences conduisent irrémédiablement à l'utilisation des techniques combinant la neurologique, l'intelligence artificielle et les systèmes à base de connaissances, la logique floue etc. Les fondements scientifiques de ces



techniques qui étaient il n'y a pas si longtemps controversés, se trouvent maintenant réhabilités par la force des choses.

3. La participation

La mise en place d'un programme de formation à distance médiatisé ne peut se concevoir sans la participation effective de tous les acteurs concernés qui sont, en premier lieu, les élèves ou les apprenants. Viennent ensuite les employeurs, les enseignants-chercheurs, les entreprises du secteur public ou privé nationales et internationales et les gouvernements des pays concernés. Une démarche anthropo-pédagogique planifiée et vécue ou recherche-action-formation intégrale (Morin, 1992) qui favorise le maximum d'implication à tous les niveaux, devrait conduire à la formation ou au recyclage de techniciens et d'ingénieurs qualifiés prêts à affronter la mouvance socio-technologique perpétuelle. Cette approche, qui associe la stratégie pédagogique d'*apprendre en faisant* apparentée à l'enseignement par projet, est du reste appropriée dans le cadre de la formation des ingénieurs.

"Tout problème qui nécessite une participation humaine de plusieurs individus pour un changement a de grosses chances de nécessiter une recherche action coopérative particulièrement dans les sphères de l'éducation, du travail social et de la gestion participative." (Morin, 1992).

4. Le partage des ressources et des compétences

Les ressources

Les ressources peuvent être de natures diverses; la forme et le mode de délivrance revêtent une grande importance. Elles peuvent être constituées de: notes de cours, fascicules de travaux pratiques, catalogues, nomenclatures de composants, cartes, plans, dessins ou schémas, codes ou programmes informatiques, données climatiques, données financières sur les entreprises, publications, travaux, rapports de recherche, projets des étudiants, etc.... En outre, des ententes peuvent être conclues afin de permettre l'accès à distance aux machines informatiques plus performantes ou à celles qui hébergent des programmes informatiques spécifiques.

Les compétences

Le moule scientifique est la base universelle qui permet à tous les participants de collaborer et de coopérer.

5. Le projet FATDM en énergie proposé à l'IEPF

Motivation

En réponse à l'invitation de l'IEPF, le groupe VDAI, dont je faisais partie, a présenté, le 25 juin 1992, à l'ensemble des membres de l'Institut son concept de FATDM (Formation et d'Assistance Technique à Distance Médiatisées)

But et objectifs de l'étude de faisabilité

Le **but** de l'étude était de décrire précisément les conditions de mise en œuvre d'un programme de FAO et d'appui technique à distance par l'IEPF et de préparer les termes de référence du projet-pilote qui constitue la seconde phase de l'implantation du programme.

Les **objectifs** de l'étude consistaient à valider les hypothèses suivantes :

- La FAO répond aux besoins et aux attentes de diverses catégories de clientèles des organismes actuellement bénéficiaires des interventions de l'Institut;
- L'environnement technique des pays membres de la Francophonie peut recevoir les diverses technologies liées au projet;
- Les conditions techniques des systèmes de communications internationales des pays membres sont adaptées au système de messageries électroniques envisagé par le projet;
- Les aspects techniques suivants auront été précisés :
 - La méthode de design pédagogique est effectivement opérationnelle;



- Les partenaires pour la production de logiciels sont identifiés;
- Les fournisseurs potentiels d'équipements, leurs produits et leurs coûts sont répertoriés.

Contexte et stratégie pédagogique

Notre préoccupation dans le cadre de ce projet étant d'étudier le processus d'apprentissage, d'acquisition de connaissances, d'interaction et d'appropriation dans un environnement pédagogique informatisé, les stratégies et techniques pédagogiques ouvertes que nous allons favoriser sont l'exploration et la découverte guidée ainsi que la simulation. Le contexte de cette expérience, l'objet de l'exercice (formation d'un comité de gestion de l'énergie) et la caractéristique du public visé nous dictent sans équivoque un modèle participatif de formation (Morin, 1992).

Outils et ressources

Chaque participant aura à sa disposition un poste intégré de travail-formation doté d'un logiciel, un manuel de l'utilisateur et des guides d'activités. La mise en oeuvre de la méthodologie permettra de recueillir une multitude d'informations sur la facilitation ou l'animation, l'environnement et les ressources, l'apprentissage, les plénières, les études de cas et les simulations.

Évaluation des résultats

L'évaluation de cette expérience sera basée sur une double triangulation:

- Plusieurs sources de données sont exploitées:

Les traces constituées par les dossiers informatisés créés pendant les sessions d'exploration découverte permettraient de reconstituer les profils d'apprentissage individuels et ceux des groupes.

L'observation participante, qui est une des activités les plus importantes de la recherche qualitative, permet de noter les comportements et les différentes interactions pendant les études de cas ou au cours des simulations.

Une évaluation du projet sera faite par chaque participant à partir d'une grille qui lui sera proposée; cette activité permettra d'apprécier la qualité des produits et également de recueillir toutes les suggestions et remarques des utilisateurs.

- Les stratégies de formation sont variées:

Une pédagogie ouverte basée sur l'exploration et la découverte ainsi que la simulation.

6. Le cours de l'université McGill sur « Les systèmes experts et conception assistée par ordinateur en génie électrique »

Dans cette section, pour fixer les idées, nous présentons très brièvement la conduite du cours de système experts et de conception assistée par ordinateur à laquelle je participe en tant qu'assistant aux enseignements.

Le public apprenant: Étudiants de grade supérieur en génie électrique, informatique et biomédical inscrits à temps plein ou à temps partiel (travailleurs); groupe multiculturel d'anglophones et de francophones composé d'asiatiques, de français, d'africains etc ...

Objectifs d'apprentissage: En deux volets:

1. Acquisition de connaissances procédurales pour la résolution de problèmes de conception par la mise en oeuvre de systèmes à base de connaissances.
2. Expérimentation de l'interaction sociale et des relations interpersonnelles dans les équipes ainsi formées.

Mode du cours: Cours bimodal: enseignements magistraux et assistance à distance par le réseaux informatique.

Ressources pédagogiques: Notes de cours (document papier).

Ressources informatiques



- Disquettes contenant le manuel de l'utilisateur et le manuel de référence de la coquille de systèmes experts;
- Numéro de courrier électronique de chaque étudiant, du professeur et de son assistant;
- Informations sur le système *gopher*
 1. Syllabus du cours
 2. Notes de cours
 3. Guide de présentation des travaux
 4. Autres messages

Stratégies pédagogiques: Jeux de rôle, simulations et enseignements directifs.

Activités: a) Travaux informatiques individuels; b) Projet de conception en génie électrique: simulation d'un projet en équipes pluridisciplinaires (ou plutôt spécialisées) composées de clients, d'utilisateurs, de programmeurs-analystes.

Évaluation: Les programmes informatiques soumis par les étudiants sont testés par l'assistant à l'enseignement; l'étudiant peut, en différé, communiquer avec ce dernier soit par courrier électronique ou par IRC sur rendez-vous électronique. Le cahier de charges est présenté en plénière par chaque équipe. La copie finale est transmise au professeur et à l'assistant. L'équipe des programmeurs-analystes et les évaluateurs présentent en plénière le produit final simulé par ordinateur.

Observations sur l'utilisation du médium informatique

L'utilisation du courrier électronique permet aux étudiants de développer leur style de communication. Comme il doit écrire sa requête en peu de mots, l'étudiant doit faire l'effort afin de structurer sa pensée. Le mode asynchrone d'interaction permet d'assouplir les contraintes géographiques imposées aux élèves et aux enseignants par le système traditionnel. En effet, le professeur peut librement assister à des conférences à l'étranger ou participer à des enseignements ailleurs tout en gardant le contact avec ses étudiants. Ces derniers quand à eux peuvent travailler à temps partiel en parallèle ou effectuer des stages pratiques industriels à l'extérieur de la ville. Le professeur ou l'assistant peut prendre le temps de consulter ses ressources pédagogiques avant de donner une réponse concise et personnalisée à une requête parvenue par le courrier électronique. L'évaluation des travaux est plus rapide; dans ce cas précis du cours de Conception Assistée par Ordinateur; les codes informatiques transmis par courrier électronique sont directement testés dès leur réception. Du point de vue interaction sociale, nous voyons apparaître des leaders à travers les messages qui sont transmis. Il y a autocréation d'un mimi-groupe de discussions sur le réseau. On peut également observer la naissance d'une approche d'apprentissage collectif. La mise en oeuvre demande une bonne préparation pour donner les feedbacks immédiatement afin de garder le dynamisme du groupe.

7. Pistes de recherche-action-formation

Plusieurs pistes de concertations sont possibles pour la mise en oeuvre de la collaboration active que nous voulons voir naître. Citons-en brièvement quelques-unes ci-dessous.

Sciences de l'éducation et technologies de la formation:

- Conceptions pédagogiques pour produire, utiliser, évaluer ou adapter des environnements pédagogiques favorisant l'interactivité tels que ceux relatifs aux didacticiels et à la mise en oeuvre des ressources disponibles dans les réseaux informatiques.

Sciences sociales et humaines et linguistique:

- Analyse des comportements de groupes délocalisés de diverses cultures en interaction en mode synchrone ou asynchrone.
- Conception des interfaces cognitifs usagers flexibles et adaptables qui respectent le modèle de l'apprenant (Clancey, 1986).
- La voix étant l'un des premiers médium de communication, les recherches sur l'interprétation du langage naturel et la traduction assistée par ordinateur offrent une perspective prometteuse pour les interfaces humain-ordinateur.

Génie électrique, informatique et mécanique:

La maîtrise des technologies appliquées intégrant les télécommunications, l'informatique, l'électronique et l'automatique a permis l'émergence de nouveaux créneaux tels que la *robotique* et la *mécatronique* qui favorisent les



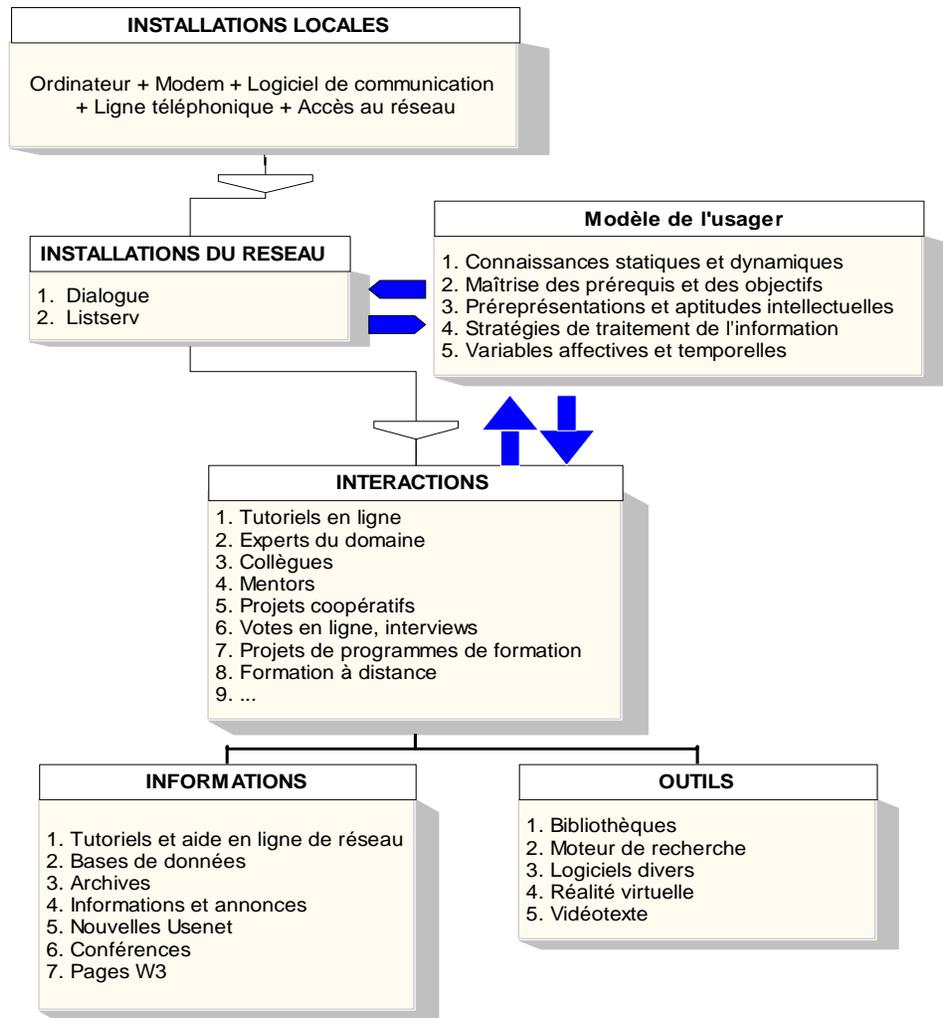
tâches de télémaintenance, télé-contrôle, télé-enseignement, télé-médecine, télétravail etc.... Le *Cybermonde* virtuel créé par le développement fulgurant des réseaux informatiques a favorisé l'avènement de l'instrumentation virtuelle. Cette approche permet de pallier l'absence, dans les institutions de formation, d'appareils et d'instruments industriels trop onéreux à acquérir, en simulant des démonstrations ou des séances de travaux pratiques indispensables à toute formation technique. Pour répondre à l'émergence des nouvelles technologies de la formation, les programmes en génie électrique, informatique et mécanique dans les écoles d'ingénieurs futuristes doivent mettre l'accent sur :

- Le développement de cours sur les interfaces de mesures et d'acquisition de données, sur les capteurs et les actionneurs. L'émergence des nouveaux genres de produits et d'équipements industriels accessibles à distance par les liens de télécommunication favorise en effet la télémaintenance et le télé-contrôle (Beaulieu, 1995).
- L'informatique industrielle axée sur la programmation des interfaces de communication intégrant les systèmes experts, les réseaux neuronaux et la logique floue.
- Les systèmes auteurs appropriés pour la génération de ressources pédagogiques sur le W3 aideraient à la réalisation d'environnements interactifs de qualité (Nkambou, 1995).

8. Conclusion

L'émergence rapide des nouvelles technologies remet en question aussi bien les méthodes d'enseignement que les contenus des cours dispensés dans les écoles d'ingénieurs et de techniciens. Pour relever le défi, la collaboration et le partage des ressources est plus que nécessaire. Aucune institution ne peut acquérir tous les équipements et tous les instruments industriels requis pour former ses élèves. Les enseignants, quand à eux, ne peuvent isolément supporter aussi bien l'énorme quantité de matières à enseigner que le rythme du développement technologique qui requiert des mises à jour fréquentes des notes de cours. Un des objectifs généraux sera de former des techniciens et des ingénieurs ayant une « vue d'ensemble », capables d'apprendre par eux-mêmes tout le long de leur carrière. Il faudrait dans ce cas innover dans le domaine de la formation continue sur le lieu de travail.

Figure 1



Références bibliographiques:

- ADAMS D. et CARLSON H., 1991. Cooperative learning and educational media; collaborating with technology and education. Educational technology publication.
- BARFURTH, M.A., WINER, L. R., (1991). Des outils de recherche qualitative dans les environnements pédagogiques informatisés in La technologie éducative à la croisée des disciplines, CIPTE, 1991.
- BEAULIEU, Alain, (1995), Maintenance d'avion à distance, Direction Informatique, Octobre 1995, pp 3.
- BUREAU, R. et De SAIVRE, D., (1986). Apprentissage et cultures: les manières d'apprendre (colloque Cerisy), Karthala.
- CHOMIENNE, M., (1987). L'enracinement des applications pédagogiques de l'ordinateur: une étude de cas dans la région de Montréal, Thèse de M. Chomienne, Université Concordia.
- CLANCEY, W. J. (1986). Qualitative student models. Traub, J. E. (Ed) Annual Reviews of computer Science; Vol. n°1 pp 381-450. Annual Review, Inc., Palo Alto, California.
- DEPOVER C. (1987). L'ordinateur média d'enseignement. Bruxelles, de Boek, Université.
- DALCEGGIO, Pierre (1990). La formation à distance, Service Pédagogique, Université de Montréal.
- ERCEAU J. et FERBER J. (1991). L'intelligence artificielle distribuée; La recherche n°233 Juin 1991 Vol 22, pp 750-758.
- GERBER, B. (1990). Goodbye classrooms (redux); Training, Jan 1990.
- Groupe REPARTIR (1990). L'école de demain et les nouvelles technologies de l'information, Québec.
- KAYE T. (1986). La télématique comme outil de communication en formation à distance, le Bulletin de l'IDATE, printemps 1986.
- LINDSAY, P.H. et NORMAND, D.A. (1980). Traitement de l'information et comportement humain: une introduction à la psychologie, Editions Etudes Vivantes Ltée.
- LJUTIC, A. (1991). Promising the earth as classroom: Telecomputing in the schools, Presented at The Canadian Learned Societies; Canadian Communication Association Annual Conference, Queen's University Kingston, May 31, 1991.
- MERRILL, D. et autres (1991). Instructional Transaction Theory: an Introduction; Educational Technology June 1991; pp 7-11.
- MEUNIER, C. (1991). Les médias et leur efficacité dans les systèmes de formation à distance au Québec: une proposition d'analyse fondée sur les systèmes symboliques et les modes de présentation. Rapport de recherche.
- MORIN, A. (1992). Recherche-action intégrale et participation coopérative Volumes 1 et 2, André Morin, Université de Montréal.
- NKAMBOU, R., GAUTHIER, G., MAJDA, E. (1995). Génération de ressources pédagogiques sur le WWW destinées à un système tutoriel intelligent: application à l'enseignement du code routier québécois, Troisième Journée internationale sur l'hypermédia et l'apprentissage, France.
- O'SHEA, T. et SELF, J. (1983). Learning and teaching with computers. Harvester.
- PAVLOV, I. (1927). Conditioned Reflexes: An Investigation of Physiological Activity of the Cerebral Cortex, tran. G.V. Anrep. London and New York: Oxford University Press.
- PUTERBAUGH, G et al (1989). Performance Support Tools: a Step Beyond Training; Performance & Instruction Nov-Dec 1989.
- VIDAL, M. (1989). Interactivité et enseignement: utilisation du vidéodisque dans un contexte multimédia. Actes du séminaire sur l'intégration de la micro-informatique à la formation technique et professionnelle. Québec, 18-29 Septembre 1989, tome 2, pp 105-114.
- WENGER, E. (1987). Artificial Intelligence and tutoring systems; computational and cognitive approaches to the communication of knowledge; Morgan Kaufmann.

