

BRUILLARD Éric (1997). *Les machines à enseigner*.
Éditions Hermès, Paris, 320 p.

Chapitre 7

Conclusion et perspectives

Le Bourgeois Gentilhomme, Molière (Acte II, scène 4).

MAÎTRE DE PHILOSOPHIE : Soit. Pour bien suivre votre pensée et traiter cette matière en philosophie, il faut commencer, selon l'ordre des choses, par une exacte connaissance de la nature des lettres et de la différente manière de les prononcer toutes. Et là-dessus j'ai à vous dire que les lettres sont divisées en voyelles, ainsi dites voyelles parce qu'elles expriment les voix....

MAÎTRE DE PHILOSOPHIE : La voix O se forme en ouvrant les mâchoires et rapprochant les lèvres par les deux coins, le haut et le bas : O

MONSIEUR JOURDAIN : O, O. Il n'y a rien de plus juste. A, E, I, O, I, O. Cela est admirable ! I, O, I, O.

...

MAÎTRE DE PHILOSOPHIE : Et l'R, en portant le bout de la langue jusqu'au haut du palais ; de sorte, qu'étant frôlée par l'air qui sort avec force, elle lui cède et revient toujours au même endroit, faisant une manière de tremblement : R, RA.

Le Bourgeois Gentilhomme, Molière (Acte III scène 3)

MONSIEUR JOURDAIN : Oui. Qu'est-ce que tu fais quand tu dis un U ?

NICOLE : Quoi ?

MONSIEUR JOURDAIN : Dis un peu U, pour voir.

NICOLE : Hé bien, U.

MONSIEUR JOURDAIN : Qu'est-ce que tu fais ?

NICOLE : Je dis U.

MONSIEUR JOURDAIN : Oui ; mais quand tu dis U, qu'est-ce que tu fais ?

NICOLE : Je fais ce que vous me dites.

MONSIEUR JOURDAIN : Ô l'étrange chose que d'avoir affaire à des bêtes ! Tu allonges les lèvres en dehors, et approches la mâchoire d'en haut de celle d'en bas : U, vois-tu ? Je fais la moue : U.

Ce bref extrait de la fameuse pièce de Molière pourrait illustrer, d'une manière un peu caricaturale, bien des débats qui ont émaillé la courte histoire des applications de l'informatique à l'éducation, notamment celui de la nature même de la connaissance et de ce qui peut en faire la valeur. Comparer l'ordinateur au

Bourgeois Gentilhomme est sans doute un peu facile. En effet, dans le comportement de cette machine, à laquelle on veut confier le rôle de précepteur, on remarque certaines similarités. Si l'ordinateur peut montrer, expliquer, résoudre, etc., il le fait sans « comprendre »¹, c'est-à-dire sans référence au contexte social dans lequel les connaissances sont utilisées. S'il peut imiter, sur bien des aspects, un enseignant, il demeure étranger à la société des hommes.

Mais n'est-ce pas une contrainte qui pèse sur l'enseignement de traiter les connaissances hors des contextes réels de leur utilisation ? Les enseignants humains n'échappent pas à cette obligation, ce qui risque d'introduire des écarts importants entre l'école et ce qui est en dehors. Si l'enseignant humain peut être comparé au maître de philosophie, n'est-il pas plutôt l'acteur qui joue le maître de philosophie ? Son interprétation est-elle toujours la bonne ? Comme le remarque Henriette Walter (1988, p. 238), « *cette scène du Bourgeois gentilhomme devient beaucoup plus amusante, mais cette fois à l'insu des acteurs, lorsque l'interprète du maître de philosophie ne se rend pas compte qu'il prononce des r du fond de la gorge, comme il a l'habitude de les prononcer, tout en décrivant une articulation roulée de la pointe de la langue. Mais les professionnels de la phonétique sont alors les seuls à rire - au second degré - de cet effet comique involontaire.* »

Une dernière interprétation peut être avancée. L'expert qui donne ses connaissances à la machine n'a pas forcément conscience qu'il ne lui fournit pas celles qu'il utilise. Peut-être est-ce l'un des mérites de l'EIAO de se préoccuper de les mettre à jour ?

Durant ce tour d'horizon, nous avons vu apparaître différentes écoles, des réalisations et des problématiques à la fois proches et éloignées. Compte tenu du parti pris de rester sur le plan des idées et des systèmes, il est délicat de tenter de tirer des bilans. Quelle a été et quelle est leur influence réelle sont deux questions certainement très complexes à traiter. De plus, ce qui se passe dans les lieux de formation obéit à des logiques souvent largement hors du champ des idées. Il est de bon ton de parler d'échec des plans successifs, de la qualité médiocre des produits mis sur le marché et chaque communauté (informaticiens, psychologues, didacticiens, enseignants...) a tendance à trouver dans sa propre absence, lors de la conception des produits, la principale cause de leur échec. Nous laisserons ces problèmes de côté.

En reprenant l'histoire décrite dans cet ouvrage, il semble que l'on soit passé petit à petit d'une vision axée sur l'optimisation des modes d'enseignement, fondée sur certains courants en psychologie, à une vision centrée sur la construction des connaissances, amenant des questions de nature épistémologique, notamment sur le statut même des connaissances et sur leurs modes de représentation. L'intérêt,

¹ Nous ne référons pas ici aux multiples débats ayant trait à la possibilité ou non pour les ordinateurs à avoir accès au sens, mais plus simplement au fait que l'ordinateur n'est pas une personne.

d'abord prioritairement porté sur les comportements, s'est déplacé vers les connaissances et leur genèse.

Plusieurs questions ont été abordées dans l'introduction, notamment les rapports complexes entre sciences, technologie, éducation, l'influence des théories de l'apprentissage et le rôle et le statut pour les machines dans l'éducation.

Sur ce dernier point, l'évolution des idées peut s'articuler autour des deux pôles antagonistes, d'un côté l'adaptation progressive des machines à enseigner et, de l'autre, la conception d'outils et d'environnements intégrés à des situations plus globales. De nombreux points de convergence relient ces deux pôles qui apparaissent à certains égards plus complémentaires que véritablement opposés. Les tentatives de synthèse entre les tuteurs intelligents et les environnements d'apprentissage l'attestent. Toutefois, ces deux pôles correspondent à deux points de vue très différents, sur le rôle de l'ordinateur, que l'on peut qualifier de cognitif et d'instrumental, c'est-à-dire respectivement celui de l'ordinateur enseignant ou partenaire et celui de l'ordinateur outil. Peut-être ces deux visions sont-elles inconciliables ?

Nous y reviendrons. Auparavant, nous allons d'abord revenir sur la question de l'apprentissage et de l'enseignement en détaillant quelques métaphores illustrant les diverses approches suivies. Enfin, nous discuterons cette opposition entre précepteur et instrument et son implication pour l'éducation.

7.1. Permanences et évolutions

L'EIAO, champ concerné par l'étude et la conception d'environnements interactifs d'apprentissage avec ordinateur, est à la fois un domaine scientifique, un champ de pratiques et une forme d'ingénierie. Carrefour de plusieurs disciplines, il hérite de diverses approches, toutes ayant leurs intérêts et leurs limites. Les évolutions des champs disciplinaires associés ainsi que le développement technologique nourrissent les problématiques de l'EIAO, mais sans les déterminer entièrement. Champ de confrontation de multiples théories, l'EIAO garde une certaine spécificité, de par son articulation entre science, technologie et éducation, son caractère à la fois théorique et appliqué.

7.1.1 Des théories de l'apprentissage en conflit

Ainsi, l'histoire de l'EIAO ne peut se réduire aux théories successives d'une discipline, que ce soit l'informatique, la psychologie, la didactique ou les sciences de l'éducation, bien que chacune d'entre elles participe à son évolution. Divers chercheurs avancent un avis contraire, notamment dans le champ de la psychologie. En effet, certains systèmes se fondent directement sur des théories de l'apprentissage et de la cognition.

Mendelhson² rappelle que les approches successives suivies en EIAO ont des correspondances fortes avec diverses théories issues de la psychologie. Il met en relation l'associationnisme et les stimulus-réponse avec l'enseignement programmé, la résolution de problèmes avec les schémas et l'enseignement assisté par ordinateur classique, le constructivisme avec les schèmes et les micromondes, la psychologie de l'expertise et les règles et stratégies dans les tuteurs intelligents, les réseaux sémantiques avec les graphes de concepts et les hyperdocuments, le situationnisme avec les savoirs implicites et les réseaux télématiques. De son côté, Jonassen (1993) relève des correspondances similaires et rappelle les trois oppositions principales qui ont marqué le développement de l'informatique en éducation : objectivisme et constructivisme, instruction et apprentissage, contrôle externe et contrôle interne. Pourtant, cette lecture de l'histoire de l'EIAO à la lumière des théories et approches psychologiques, aussi séduisante qu'elle soit ne traduit que très imparfaitement la complexité des évolutions.

Nous avons ainsi évoqué, en introduction de cet ouvrage, la vision des chercheurs du domaine, classés dans trois catégories, les individualistes, les contextualistes et les éclectiques. Les différentes positions prises montrent que les débats sont loin d'être clos et les controverses encore vives. Un certain pragmatisme prévaut et beaucoup de chercheurs présentent des théories, des classifications largement inconciliables sans véritablement trancher entre elles. Peut-être est-ce un signe de l'insuffisance de toutes ces approches, montrant un champ encore hésitant, sans cadre de référence toujours bien assis, se satisfaisant de théories valables localement mais n'épuisant pas l'énorme spectre des possibles.

Par ailleurs, en dehors des chercheurs, du côté des enseignants, on ne peut que constater la pérennité du modèle béhavioriste. En fait, face à diverses théories contradictoires, on peut se demander si une seule théorie est suffisante ? La complexité même des phénomènes d'apprentissage ainsi que l'extrême diversité des contextes d'application militent certainement en faveur d'un certain éclectisme.

Une évolution indubitablement importante est certainement liée au passage d'une vision très individualisée de l'apprentissage à une vision plus collective et coopérative. Si une approche d'essence structuraliste, issue de la cybernétique et de l'enseignement programmé, a atteint son paroxysme avec l'apport de l'intelligence artificielle, elle a rencontré des limites. La création de modèles généraux, de structures qu'il ne reste plus qu'à remplir pour une situation particulière n'a pas donné les résultats escomptés. Les individus, les contextes d'apprentissage, rentrent mal dans de telles structures prédéfinies. Aux sessions tutorielles, bases d'une vision centrée sur la transmission des connaissances par instruction individualisée, se sont substituées des formes variées d'apprentissage en situation.

Comme les théories issues de la psychologie concernant l'enseignement et l'apprentissage ne sont pas suffisantes pour fonder la réalisation des systèmes, les concepteurs se basent le plus souvent sur des idées plus générales et plus floues. En

² Conférence invitée au colloque EIAO 1993 à Cachan.

fait, les idées sous-jacentes peuvent se traduire par des métaphores. Deux semblent adaptées, celle de la consultation et celle du voyage.

7.1.2 Les métaphores du voyage et de la consultation

Se servir de l'idée de voyage pour comparer les multiples solutions préconisées dans l'apprentissage peut être éclairant. En effet, pour l'essentiel, définir un logiciel éducatif revient à créer un graphe de situations et à déterminer des modes de parcours de ce graphe. Les différents types de systèmes vont se distinguer par la richesse du graphe, la nature et la complexité de situations rencontrées et la manière de gérer les parcours.

L'enseignement programmé privilégie une sorte de voie royale, un chemin unique dans la conception skinnérienne, avec quelques détours dans la vision crowdérienne. La gestion du parcours est entièrement déterminée à l'avance, les détours sont fondés sur des réponses purement locales. Les techniques d'intelligence artificielle conduisent, d'une part à un suivi plus fin du voyageur permettant de créer un chemin dynamiquement et, d'autre part, à ajouter des activités de résolution de problèmes. Si les micromondes se centrent sur les situations rencontrées, avec l'hypertexte, on donne à l'utilisateur la possibilité de choisir son chemin ou plutôt de décider lui-même des étapes qu'il désire suivre. Pour éviter qu'il ne s'égaré complètement, on balise le chemin, on lui fournit des cartes et des boussoles, voire même on lui propose des voies toutes tracées adaptées à différents profils. Les systèmes conseillers ne se préoccupent plus du chemin, mais fournissent des conseils, des guides pour sortir des impasses ou pour aller dans la bonne direction.

Dans la construction d'un chemin, on peut chercher à créer une ou plusieurs routes dans un réseau de chemins peu structuré et il faut certainement différencier le tracé d'une piste dans la brousse (une voie dans une vaste étendue qui reste étrangère) et le débroussaillage systématique, l'avancée est plus lente mais plus assurée. Les routes peuvent même être coupées, l'utilisateur devant lui-même fabriquer un pont (dans l'idée de micromonde). On constate la complexification progressive des chemins possibles, du chemin linéaire ou ramifié puis au graphe. Dans la conception même du voyage, on passe du jeu d'aventures au jeu de rôle. Le voyageur n'est pas seul, d'autres personnes l'accompagnent, les obstacles sont franchis collectivement.

On peut lister divers indicateurs permettant de caractériser les systèmes : taille du chemin et taille des étapes nombre de trajets possibles ; destination connue à l'avance, unique ou non ; présence d'un guide et caractéristiques de ce guide éventuel (traçage de modèle, reconnaissance de plans, entraîneur) ; cartes et outils ; nombre de voyageurs ; existence d'épreuves durant le trajet ; objets à intégrer ; des moyens de transport ; etc.

Dans ces différentes visions de l'apprentissage, les deux problèmes essentiels sont celui de l'organisation des ressources et celui des formes optimales d'aide et de

guidage. Il s'agit avant tout d'optimiser un parcours. L'ordinateur est avant tout un guide ou un partenaire.

Si la métaphore du voyage rend compte de différentes visions de l'apprentissage et de l'enseignement, Rissland (1978) prend une métaphore similaire, celle de la recherche d'un trajet dans une ville, pour illustrer le processus de compréhension et la construction d'un corpus de connaissances bien intégrées. Le premier stade consiste à pouvoir aller de n'importe quel point à n'importe quel autre point. Le deuxième stade implique de pouvoir prendre immédiatement le plus court chemin. Le troisième, enfin, doit permettre de tenir compte de contraintes spéciales. Pour elle, ces trois stades correspondent à trois niveaux : mécanique et rationnel pour le premier, inductif pour le second et intuitif pour le troisième.

Une deuxième métaphore complète la précédente, celle de la consultation. Elle illustre pour l'usage de l'ordinateur, la distinction entre un paradigme cognitif et un paradigme instrumental. Selon le Grand Robert, dans un emploi transitif, consulter c'est demander avis, conseil à quelqu'un. On consulte ainsi un expert, un spécialiste, un savant. Cette métaphore s'applique bien aux systèmes experts conçus pour l'enseignement. L'exemple du médecin correspond au fonctionnement d'un grand nombre de systèmes fondés sur le comportement de l'apprenant. L'analyse des erreurs et la mise en place de remédiations évoque les aspects de recherche d'une maladie à partir de symptômes puis du choix d'un traitement, diagnostic et thérapeutique. Si le médecin peut avoir un rôle préventif, la tendance est cependant très normative. On peut aussi consulter un juriste. Ce dernier connaît les lois, sait les interpréter et les appliquer à un cas courant. Cependant, les lois ne sont pas lisibles pour les novices.

Un type tout à fait différent d'expert, puisqu'il est plutôt généraliste, est le documentaliste. Consulter ce dernier réfère plutôt à une deuxième acception de ce verbe : regarder quelque chose pour y chercher des éclaircissements, des explications, des renseignements, des indices. On consulte ainsi un manuel, un traité. Ce type de consultation correspond aux problématiques mêmes de l'hypertexte, la réponse s'effectue en termes de documents adaptés à l'utilisateur, « expert » apte à tirer du sens des ressources qui lui sont présentées. De manière analogue, construire un modèle, le faire « tourner » pour trouver les réponses à ses propres questions est une forme de consultation « active » caractéristique des approches de type micromonde. Enfin, dans des sens vieillissés, on trouve soumettre quelque chose (une affaire) à l'examen de quelqu'un, examiner un cas en délibérant avec d'autres, ou même délibérer avec soi-même, s'interroger, activités de type réflexif ou coopératif.

Les divers sens du verbe consulter fournissent les différents rôles susceptibles d'être confiés à la machine dans l'interaction avec un apprenant. La séparation essentielle concerne le fait de consulter quelque chose ou quelqu'un, correspondant à considérer l'ordinateur avant tout comme une personne ou un instrument.

7.2. L'ordinateur : précepteur ou instrument ?

En effet, deux paradigmes prédominent, celui de l'ordinateur précepteur ou partenaire et celui de l'ordinateur outil. Dans le premier cas, le rôle joué par la machine est proche de celui d'une personne alors que dans le second, elle intervient avant tout pour augmenter les capacités de l'homme. Un thème est étroitement associé à cette opposition, celui du contrôle. Ce dernier est détenu soit par la machine soit par l'utilisateur.

Cette opposition entre partenaire et instrument rejoint une opposition entre une vision centrée sur la machine et une vision centrée sur l'homme. Elle s'est traduite dans le champ de l'éducation. L'idée d'outil cognitif associé au concept d'hypertexte, sorte d'amplificateur de l'intellect, fut très longue à s'imposer (de l'article de V. Bush en 1945 au premier congrès hypertexte en 1987), la technologie n'étant pas assez puissante pour la concrétiser, alors que l'intelligence artificielle a longtemps privilégié une forme de partenariat, voire de substitution, en voulant doter les machines de capacités de résolution et de décision.

L'enseignement programmé se centre sur la mise en place d'une progression adaptée et s'intéresse à l'organisation du contenu à enseigner, la machine est vue comme un simple support de la pensée du concepteur. La pertinence éducative de ce précepteur automatisé est fondée sur des principes généraux qu'on essaye de valider expérimentalement. L'intelligence artificielle développe le dialogue et la résolution de problèmes, c'est-à-dire des formes d'interaction dynamique. Il s'agit de structurer les compétences attendues, de modéliser l'élève et de le faire agir, en observant et en contrôlant minutieusement son cheminement. L'ordinateur est un entraîneur, un guide, un partenaire qui évalue les performances de son utilisateur et le conseille. Avec les micromondes, l'ordinateur est un instrument qui fournit de multiples possibilités d'expression à son usager. Avec l'hypertexte, la machine n'a pas pour fonction de résoudre mais d'informer. Le problème d'organisation de la matière, bien qu'il existe aussi dans les tuteurs intelligents, redevient central. Synthèse ou simple résurgence de vieilles problématiques, le découpage des ressources éducatives est vu, au moins partiellement, comme indépendant des directives de parcours, émanant de l'utilisateur ou de la machine.

Plusieurs fils rouges avaient été proposés en introduction pour mieux cerner l'évolution des problématiques en EIAO : améliorer l'adaptabilité des machines à enseigner, fournir aux machines des capacités complètes ou partielles de résolution, comprendre le comportement de l'apprenant pour savoir ce qu'il connaît. On les retrouve autour de grandes capacités maîtrisées par la machine.

7.2.1. Résoudre, expliquer, conseiller

L'ordinateur, en tant que substitut de l'enseignant, que résolveur de problème ou qu'assistant peut expliquer ou montrer ce qu'il fait à son utilisateur. Des contraintes se sont peu à peu accumulées sur le processus même de résolution suivie par la machine. Aux résolveurs opaques de type boîte noire, ont succédé des résolveurs

boîte de verre aptes à montrer, expliquer, voire justifier, les différentes pas de résolution. Mais jusqu'à quel point est-il intéressant de suivre ce qu'a pu faire une machine pour résoudre un problème, obtenir un résultat ou représenter un processus ou un ensemble de données ?

Plusieurs problèmes se posent. On parle souvent de transparence, indiquant ce que l'utilisateur peut connaître du cheminement de la machine ou comprendre de ce qui lui est présenté. Mais des difficultés subsistent sur les implicites ou la reconnaissance d'évidence (sur la notion même d'évidence qui sous-tend à la fois des connaissances et des facultés spécifiques de perception). La question est bien de savoir quelles connaissances sont ou doivent être utilisées par les machines. En particulier, les connaissances des experts ne sont pas celles des débutants et les connaissances que l'on peut qualifier de savantes ne sont pas toujours les connaissances scolaires. Les connaissances intégrées aux systèmes ne sont pas les connaissances des enseignants, ce qui amène souvent des difficultés³ des conflits de connaissance. Il n'est pas sûr que les connaissances scolaires soient suffisantes, ou suffisamment efficaces pour les systèmes. L'EIAO introduit de nouveaux savoirs (informatique et disciplinaire), de nouveaux modes d'accès et de représentation des savoirs. La machine est capable de résoudre une certaine classe de problèmes énoncés sous une forme particulière. Cela amène à réfléchir sur les connaissances à enseigner, du fait que la machine peut devenir un substitut efficace dans certains domaines et tout au moins un partenaire efficace.

Un aspect important est celui de la complétude. Comment définir la complétude d'un résolveur pédagogique ? Comme l'observe Self (1985), avoir à disposition des systèmes experts performants peut réduire le besoin des humains de développer l'expertise qui y est implantée. Il est en effet contradictoire d'imaginer des systèmes experts développés pour accomplir certaines tâches, rendant ainsi l'expertise humaine dans ce domaine redondante, et les utiliser ensuite pour enseigner cette expertise. Pour Self, les systèmes EIAO ne devraient pas être orientés vers des expertises spécialisées mais vers des compétences générales largement répandues (comme utiliser un traitement de texte ou comprendre les bases de l'harmonie en musique).

Mais, dans les faits, les systèmes sont rarement suffisamment performants pour se passer de l'expertise humaine. Ce que l'on a voulu *automatique*, on l'a souvent dégradé en *assisté*. L'ordinateur fournit alors des outils, sur lesquels des exigences de complétude peuvent être imposées, nécessitant d'autres connaissances pour savoir les utiliser de manière productive. Les outils alors disponibles changent la nature même de la tâche à exécuter.

Enfin, expliquer et conseiller nécessitent des capacités accrues. Faire et même prédire ne veulent pas dire expliquer. Ainsi, les techniques connexionnistes ou les algorithmes génétiques sont performants mais ne permettent pas d'expliquer les résultats obtenus.

³ Les problèmes décrits par Anderson (voir chapitre V) en sont une illustration.

Même dans un cadre d'apprentissage, le but de l'utilisateur ne va pas être de comprendre ce que fait la machine mais de pouvoir interpréter et traiter les résultats produits. L'ordinateur a alors plutôt un rôle d'instrument.

7.2.2. Représenter, simuler, organiser

Les modes de représentation des connaissances et les traitements possibles sur les connaissances sont déterminants. L'ordinateur doit fournir des représentations pertinentes pour l'apprenant qui doit les interpréter et les manipuler. Dans les choix des représentations, on ne cherche pas forcément quelque chose de fidèle à un processus physique, mais plutôt d'efficace. Il ne s'agit pas tant de simplicité de manipulation que de pertinence opérative. Même si on se limite à faire de l'ordinateur un support externe de la mémoire, afin de libérer la mémoire à court terme de l'utilisateur et optimiser le traitement de l'information, cela suppose que le support externe et graphique soit signifiant pour l'utilisateur.

Le point délicat dans l'éducation, c'est de savoir qui dispose des connaissances nécessaires. On touche là, sans doute, une différence irréductible entre le travail et l'école. L'apprenant cherche à acquérir des connaissances et dispose d'instruments, mais il ne détient pas toujours, contrairement à l'enseignant ou l'utilisateur sur son poste de travail, des connaissances lui donnant l'autonomie nécessaire vis-à-vis des instruments qu'on lui confie.

7.2.3 Vers l'usage d'instruments cognitifs éducatifs

Une question générale peut être posée : que peut-on réellement apprendre avec une machine ? S'il est clair que beaucoup d'applications sont en quelque sorte auto-référentes, puisqu'elles concernent l'ordinateur lui-même ou un langage informatique, que d'autres sont basées sur les possibilités de traitement et de résolution offertes par les ordinateurs, même s'ils ne traitent qu'une partie de la tâche requise, l'informatique est-elle un média d'enseignement et d'apprentissage performant ?

De l'assistance, du support, on passe à l'instrumentation. Ce qui est instrumenté, ce sont en premier lieu les activités, qu'elles soient d'enseignement, d'apprentissage ou de production. Dans de multiples domaines, l'informatique fournit des instruments participant à la définition et à la réalisation des tâches qui incombent aux enseignants et aux apprenants, changeant du même coup les modes d'accès à la connaissance, ses modes de représentation, voire sa nature même. Mais s'agissant d'instrumenter les processus d'enseignement et d'apprentissage, l'ordinateur peut également jouer le rôle de précepteur. Est-il possible de confier en même temps plusieurs rôles à l'ordinateur, y a-t-il une synthèse possible entre précepteur et instrument ?

L'ordinateur a une ubiquité certaine. Il peut à la fois être l'environnement de travail, le précepteur, l'aide à la réalisation d'une tâche et fournir des documents, des points de vue adaptés à l'utilisateur. Dans le cadre de tâches instrumentées, il est possible d'intégrer une couche éducative. Il reste à continuer à développer des

théories autour de l'apprentissage instrumenté, avec des instruments pouvant se transformer en enseignant. La difficulté est, pour l'apprenant, d'accepter cette double fonction de l'ordinateur, à la fois précepteur ou partenaire et instrument. On sait qu'il tolérera plus facilement une interruption de la part d'un partenaire que de la part d'un outil. Avec l'enseignement programmé, il s'agit de répondre à des questions, la tâche, si tâche il y a, étant exercée sans machine. Les tuteurs intelligents intègrent tâche et tutorat dans le même environnement. Dans les micromondes, l'aspect tutorat disparaît. Il est réintroduit dans les systèmes conseillers, comme fonction particulière dans un système global. Jusqu'où est-il possible d'articuler harmonieusement tâche instrumentée et guidage ?

L'informatisation de la société est un phénomène global et ce qui concerne l'éducation n'en est qu'un des aspects. Les choses évoluant rapidement, il est bon de se garder de toute espèce de prédiction. De nouvelles potentialités apparaissent rapidement. Nous en avons évoqué quelques unes à la fin du chapitre précédent : interfaces multimodales, réalité virtuelle, réalité augmentée, connexion à des réseaux avec des traitements synchrones ou asynchrones, etc. Une question insistante reste partiellement sans réponse : peut-on faire triompher une pédagogie basée sur l'élève préconisée depuis longtemps par les innovateurs et sans cesse revendiquée par les chercheurs et les concepteurs ?

Restent à mieux comprendre l'activité instrumentée et les formes de soutien susceptibles d'améliorer son intérêt éducatif. L'apprenant se voit doté d'outils fournis par la machine, outils facilitateurs mais parfois résistants. En effet, leur fonctionnement répond à des contraintes pas toujours bien perçues et la machine doit aider l'utilisateur à les comprendre et à s'en servir. Même si l'existence de tels outils conduit à une dévolution partielle ou totale de certaines tâches à une machine et que la recherche s'oriente de plus en plus vers la conception d'outils et d'agents partiellement autonomes et intelligents, l'opérateur, l'utilisateur, l'apprenant, quel que soit son statut, conserve le rôle principal.