

L'ergonomie des TICE : quelles recherches pour quels usages sur le terrain ?

Mireille Bétrancourt
TECFA
Université de Genève

Les TICE permettent-elles d'apprendre mieux, plus vite et avec plus de plaisir? Cette question suscite plus souvent des réactions polémiques que des réponses scientifiques et applicables en contexte réel. Ce chapitre propose d'examiner comment chercheurs et praticiens dans le champ des TICE peuvent tirer parti des concepts et méthodes que l'ergonomie cognitive a élaborés pour assister la conception et l'évaluation de dispositifs d'apprentissage. Cet article propose d'examiner la spécificité des TICE dans l'ensemble des dispositifs technologiques sous l'angle de trois dimensions essentielles : l'utilisabilité, l'utilité, et l'acceptabilité. Pour chaque approche, nous décrivons les thématiques de recherche actuelles et les méthodes applicables en situation réelle de conception ou d'évaluation de dispositif TIC.

Introduction

Dans la dernière décennie, les technologies informatiques se sont imposé dans tous les secteurs de la société, rendant incontournable leur émergence dans l'enseignement à la fois comme objet d'étude (par ex. enseignement des outils bureautiques) et comme outil de support à l'apprentissage (recherche d'informations, productions de matériels de réflexion, outils de communication, support aux activités méta-cognitives). Pour ces derniers, une très forte

attention est portée sur la valeur pédagogique de l'outil, alors que les dimensions plus ergonomiques liés à l'utilisation du système sont négligées. Or contrairement à ce que l'on pensait dix ans auparavant, l'utilisation de technologies de plus en plus puissantes, interactives et reliées en réseau se traduit pour les utilisateurs par une prise en main de plus en plus longue et une manipulation de plus en plus complexe. Les systèmes d'aide à l'apprentissage, les plates-formes d'enseignement à distance ou les portails communautaires ne dérogent pas à la règle.

Sous l'influence de méthodologies provenant des Sciences sociales (notamment sociologie et ethnographie), l'ergonomie des systèmes personne-machine définit trois dimensions à prendre en compte pour faciliter l'introduction d'une nouvelle technologie ou d'un nouveau système (Dillon & Morris, 1996) :

- *son utilité* : le nouveau système introduit-il un gain (en temps, coût cognitif, intérêt) pour l'activité par rapport à ce que l'individu (ou le groupe, l'institution) utilisait auparavant pour atteindre les buts qu'il s'est fixé ?

- *son utilisabilité* : l'utilisation du système répond-elle aux exigences de l'utilisateur en termes de temps d'apprentissage, d'efficacité, de prévention des erreurs et de satisfaction (Nielsen, 1993) ? En d'autres termes, l'individu (ou le groupe) utilisant la technologie peut-il atteindre les buts qu'il s'est fixé avec un rapport effort sur résultat correspondant à ses attentes ?

- *son acceptabilité*: quels changements le nouveau système induit-il en termes d'usages en contexte réel sur les comportements, les rôles sociaux et fonctionnels de chacun ?

Si les auteurs s'accordent sur le fait que les trois dimensions ne peuvent pas être considérées de façon indépendantes mais interagissent entre elles, plusieurs modèles concernant leurs

relations réciproques. Selon Nielsen (1993), l'utilisabilité et l'utilité théorique sont les conditions premières pour qu'une technologie soit utilisée, mais son acceptabilité pratique (coût, compatibilité, fiabilité...) et son accessibilité sociale sont indispensables à son utilisation. Dillon et Morris (1996) remettent en cause cette approche qui conditionne l'acceptabilité à l'utilisabilité et proposent un modèle où les attitudes et représentations des utilisateurs sont prédominantes : c'est la perception des utilisateurs de son utilité et de son utilisabilité qui vont susciter chez l'utilisateur une intention d'utiliser le système. Ainsi un système peu utilisable en théorie peut être largement utilisé si les acteurs lui reconnaissent son utilité potentielle. On peut citer le succès de la téléphonie mobile dont les systèmes étaient pourtant redoutables au niveau de leur utilisabilité. Tricot et ses collègues (2003) ont souligné l'importance de la prise en compte de ses trois dimensions dans le cadre d'un environnement d'apprentissage. En effet, des environnements pourtant conçus selon des modèles didactiques et pédagogiques éprouvés ont essuyé de cuisants échecs faute d'être utilisables dans le contexte réel d'un établissement scolaire ou d'une formation (Dillon et Gabbard, 1998). Inversement, des dispositifs dont l'utilisabilité n'étaient pas la force première ont connu un succès certain auprès d'enseignants qui lui ont reconnu une utilité et un usage pédagogique indiscutable. On peut citer en exemple le célèbre LOGO, dont la manipulation nécessitait un apprentissage non négligeable. Il est incontestable qu'un dispositif TICE ne doit pas seulement être facile à utiliser et adapté au contexte d'usage, il doit avant tout promouvoir les activités d'apprentissage, que ce soit au niveau des interactions, de l'acquisition des connaissances ou encore de l'expérience vécue par les apprenants. La suite de cette contribution montre comment l'ergonomie analyse l'apport des TICE selon les trois dimensions de l'utilité par rapport aux objectifs d'apprentissage, de l'utilisabilité et de l'acceptabilité des usages en contexte.

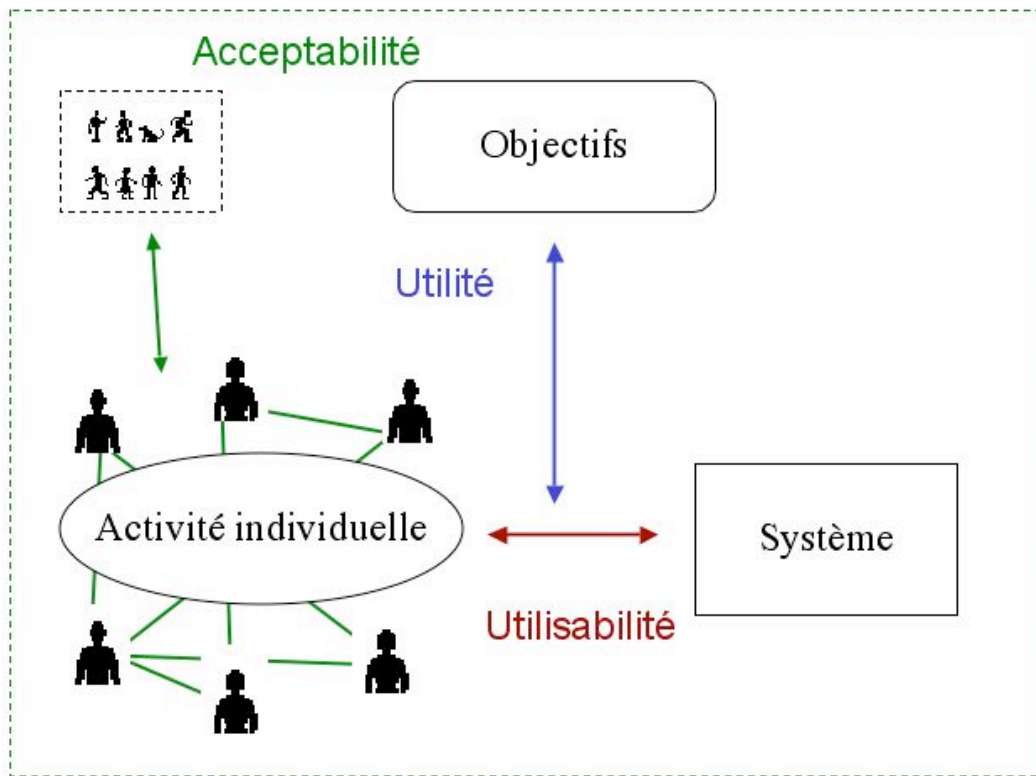


Figure 1. Modèle de relation entre Utilisabilité - Utilité - Acceptabilité - L'utilisabilité porte sur la qualité de la relation entre l'individu et le système. L'utilité peut se définir comme la relation entre l'utilisation du système et les objectifs de l'individu ou du groupe. L'acceptabilité réfère à l'ensemble des relations entre le système, l'individu et son environnement au sens large.

2. L'utilité

L'utilité d'un dispositif d'interaction homme machine est liée à l'adéquation entre ce que permet de faire le système et l'objectif de la tâche. Elle peut se définir comme la possibilité qu'a l'utilisateur d'atteindre ses objectifs au moyen du système (Tricot et Tricot, 2000). Mais un nouveau dispositif n'émerge pas du néant, il remplace généralement un dispositif existant, qu'il soit technologique ou non. En d'autres termes, s'interroger sur l'utilité revient à se

demander si le nouvel outil constitue un gain (en performance, en rapidité d'apprentissage, en satisfaction...) par rapport à ce qui existait avant son introduction.

En ce qui concerne les dispositifs d'apprentissage et d'enseignement, Tricot *et al.* (2003) définit l'utilité comme « *l'adéquation entre un objectif défini et l'apprentissage effectif* » (p.394). Contrairement aux cas de dispositifs TIC de support à l'activité, cas traditionnellement étudiés par l'ergonomie, il faut remarquer que dans le cas des TICE l'utilisateur – apprenant n'est généralement pas celui qui définit ses objectifs et en évalue l'atteinte. En outre, l'évaluation de l'adéquation entre objectif et résultat nécessite d'avoir défini un modèle d'apprentissage dans lequel sont définis les objectifs à atteindre et surtout les indicateurs qui permettent de s'en assurer. Sans entrer dans ce débat, nous présenterons la perspective la plus communément adoptée dans les recherches en ergonomie cognitive qui sont l'acquisition de compétences et connaissances individuelles ainsi que l'expérience de l'apprenant. Mais comment évaluer l'éventuelle plus-value d'un outil utilisé en situation d'enseignement ou de formation réelle ?

Un outil de l'ergonomie cognitive qui permet répondre le plus objectivement possible à cette question est la méthodologie expérimentale, telle que la psychologie l'a élaboré pendant plus d'un siècle pour l'étude des comportements humains. La méthodologie expérimentale permet d'évaluer l'effet de l'utilisation de la technologie sur des paramètres définis (rapidité et qualité d'apprentissage, possibilité de transfert, compétences méta-cognitives, évaluation subjective...). Au départ, des hypothèses sont faites sur l'effet de facteurs dont le chercheur peut contrôler les variations sur la base de modèles d'apprentissage, basés sur les processus cognitifs mis en œuvre dans les activités d'apprentissage. Ainsi, dans les années 1970 à 1990,

tout un courant de recherche s'est employé à vérifier si l'ajout de visualisations graphiques avait un effet bénéfique sur l'apprentissage (voir par exemple les revues de Denis, 1984 ; Duchastel, Fleury & Provost, 1988 ; Mandl & Levin, 1989). Devant des résultats apparemment contradictoires, les recherches se sont affinées et ont cherché à préciser quelles images étaient utiles dans quelles situations, pour quels apprenants et pour quels apprentissage.

Pour prendre un exemple sur le thème des relations entre textes et images, Vezin (1985) a étudié l'effet de la position des images dans un texte sur le type d'analyse qu'en fait l'apprenant. Dans le cadre d'un cours sur différentes espèces de plantes, l'auteur a comparé deux types de tâches: dans un cas l'élève doit mettre un schéma en relation avec l'énoncé correspondant (groupe "énoncé"), dans l'autre il doit construire un texte organisé (groupe "texte") où les schémas sont insérés au fur et à mesure (donc après un ensemble d'énoncés). Si la reproduction de mémoire entraîne les mêmes performances dans les deux groupes, il n'en est pas de même pour la tâche de résolution de problème : le groupe "texte" est meilleur pour juger de la conformité d'un schéma aux schémas présentés pendant l'apprentissage, mais l'explicitation de la non-conformité est mieux réussie dans le groupe "énoncé". L'auteur en déduit que la mise en correspondance d'un énoncé avec un schéma incite à un traitement analytique, alors que la mise en relation d'un ensemble d'énoncés avec un ou plusieurs schémas incite à appréhender les interrelations entre schémas et donne donc lieu à un traitement global.

On peut reprocher à ce type de recherches son focus relativement limité et son terme temporel réduit. La recherche précédente a cependant répondu à la question posée dans le cadre d'une activité d'apprentissage signifiante et écologique. Pour observer des effets à plus long terme, la mise en place d'une méthodologie expérimentale reste possible, même si elle induit des

coûts bien plus élevés à la fois en termes financiers et en termes de dispositif de recherche. Ainsi, Sweller et ses collaborateurs (Chandler & Sweller, 1991 ; 1996 ; Kalyuga, Chandler & Sweller, 1999) ont étudié les effets de l'intégration spatiale en une seule source d'un graphique et des énoncés correspondants (Figure 2). Dans les études sus-citées, les différentes conditions de présentation correspondaient à des classes différentes, strictement identiques en termes de stratégies instructionnelles et d'équipement, dont les performances étaient comparées sur toute la durée du cours concerné (soit un semestre). Les résultats montrent que les élèves ayant étudié les concepts du cours avec un format intégré jugeaient le domaine moins difficile et obtenaient de meilleures performances dans des tâches réalistes du point de vue éducatif. Dans ce cas, l'utilité pédagogique a été validée sur une durée significative du point de vue éducatif.

Figure 2 - Le matériel utilisé par Bétrancourt & Bisseret (1998) adapté de Chandler et Sweller (1991) : à gauche un format séparé dit "conventionnel", à droite un format intégré.

L'approche ergonomique de l'utilité d'un dispositif pédagogique nouveau se heurte aux limites inhérentes à la méthodologie utilisée. Tout d'abord, les paramètres étudiés doivent pouvoir être isolables et variés systématiquement, tout en maintenant toutes les autres sources de variation constantes. Par exemple, pour mesurer expérimentalement l'effet de la connexion Internet d'une classe sur les compétences linguistiques des élèves, il ne suffit pas de choisir deux classes de niveaux identiques, il faut maintenir constant les scénarios et activités pédagogiques associés. Ceci peut se réaliser aisément dans le contexte d'un cours particulier, sur des tâches très spécifiques dont les performances peuvent être mesurées quantitativement

(scores, temps...), mais devient difficile sur une échelle de temps plus étendue. En outre, même si les facteurs démographiques sont contrôlés et équilibrés d'un groupe à l'autre, les facteurs affectifs et conatifs chez les enseignants et les élèves sont très difficiles à connaître a priori. Enfin, la classe "expérimentale" n'est pas isolée sociologiquement, et le fonctionnement du groupe prétendu "contrôle", s'il est dans le même établissement, en sera forcément affecté (Boekaerts & Minnaert, 2003).

En résumé, les méthodologies expérimentales de l'ergonomie cognitive peuvent aider le chercheur ou praticien des TICE à évaluer un dispositif lorsque l'on peut poser des hypothèses sur les effets de certains facteurs en fonction de modèles théoriques, qui permettront alors d'interpréter les résultats et de connaître leurs indications et limites d'application. Les inconvénients de cette méthode est qu'elle requiert, pour apporter des résultats fiables et répliquables, une rigueur et un contrôle méthodologique lourds et difficilement applicables dans les situations d'enseignement réelles. Elle doit donc être réservée pour l'étude de l'effet de facteurs très spécifiques, sur des tâches particulières et plutôt pour des expériences de courte durée.

2. L'utilisabilité : le dispositif est-il facile à apprendre et à utiliser ?

Lorsque l'on parle d'ergonomie d'un dispositif, la première dimension qui vient à l'esprit est celle de la convivialité du dispositif, de sa facilité d'utilisation. Un dispositif utilisable s'apprend rapidement, il permet de réaliser les tâches prévues avec un nombre d'erreurs limité qui sont facilement corrigées (efficacité), dans un temps raisonnable (efficience), et enfin donne à l'utilisateur un sentiment de satisfaction générale (Shneiderman, 1992). La définition

des termes "rapidement", "facilement" et "raisonnable" est évidemment dépendante de l'utilisateur lui-même, qui tolèrera plus de difficultés d'apprentissage et d'utilisation pour un outil professionnel dont le bénéfice pour son activité régulière est évident. Pour un dispositif technique, trois types de caractéristiques sont concernés par la dimension utilisation :

- *Les fonctionnalités proposées* : sont-elles faciles à trouver, leur séquence d'utilisation est-elle intuitive, correspondent-elles aux attentes de l'utilisateur ?

- *Les dispositifs d'interaction entre l'utilisateur et le système* : sont-ils adaptés aux attentes et capacités des utilisateurs, l'interface donne-t-elle un guidage et un retour suffisant à l'utilisateur ?

- *la présentation de l'information* : l'organisation de l'information est-elle pertinente, les informations importantes sont-elles correctement mise en valeur ? Les différents types d'information se distinguent-ils aisément ?

La qualité d'utilisation d'un système destiné à l'enseignement s'évalue selon les mêmes méthodologies que pour des systèmes d'assistance à l'activité professionnelle ou personnelle. Toutefois, si les mesures de satisfaction sont les mêmes, les mesures de l'efficacité seront focalisées sur le processus d'apprentissage.

L'enjeu de cette dimension pour un dispositif TICE n'est pas anecdotique : si l'utilisation du dispositif est rendue plus intuitive et agréable à l'apprenant, celui-ci pourra alors consacrer toute son attention et son énergie cognitive à ses activités d'apprentissage. Un exemple de systèmes qui a donné lieu à un grand nombre d'études en milieu scolaire primaire et secondaire est celui des hypertextes (Dinet, Rouet et Passerault 1999 ; Tricot, 2003). De par leur structure en réseau, les hypertextes sont à même de représenter la complexité d'un

domaine de connaissances, en proposant des liens entre concepts reliés sémantiquement, alors qu'un manuel classique propose les idées séquentiellement, dans un ordre qui répond plus à des motifs argumentatifs que conceptuels. La théorie de la flexibilité cognitive (Spiro, Feltovich, Jacobson & Coulson, 1991) présume que la structure non linéaire des données dans un hypertexte permet à l'apprenant de se forger une représentation plus correcte et multidimensionnelle du domaine. Si l'hypertexte intègre aussi des cas concrets et signifiants qui sont reliés dans le réseau aux concepts afférents, l'apprenant sera plus à même de transférer les connaissances apprises à l'école dans d'autres contextes et notamment dans les activités extra-scolaires. La théorie de la flexibilité cognitive prône donc l'utilisation d'hypertexte structuré en réseau, proposant un grand nombre de moyens d'accéder aux concepts, un ancrage concret dans des cas réels, une relation entre les concepts, où l'apprenant construit lui-même sa représentation plutôt que "d'ingérer" une représentation toute faite. Rapidement, cette séduisante idée s'est heurtée à la réalité de l'utilisation : un tel hypertexte ne permet pas à un apprenant, par définition novice du domaine, de donner un sens à l'organisation apparemment chaotique de l'ensemble. Bien pire, l'apprenant perdu dans "l'hypermédia" ressent un sentiment de désorientation et de manque d'efficacité, qui conduit rapidement à un état d'insatisfaction et de frustration (Foss, 1988). Les raisons qui expliquent ce résultat sont simples : les capacités cognitives de l'humain ne sont pas illimitées et il est difficile pour l'apprenant de chercher à comprendre les informations données (souvent multimédia d'ailleurs) et leurs interrelations tout en conservant des ressources suffisantes pour naviguer et se représenter la structure de l'espace d'information lui-même. C'est pourquoi les hypertextes ont rapidement intégré des aides pour la navigation et la représentation de la structure (Caro et Bétrancourt, 1998). La question est maintenant de développer des guides pour la conception de dispositifs d'aide efficace. Ainsi, il est pertinent de se demander quelle peut être la meilleure façon de représenter la structure de l'hypertexte : avec un index

alphabétique, une carte conceptuelle ou les deux ? Les résultats diffèrent selon que l'on s'intéresse à une tâche de recherche d'information, comme sur Internet ou une base de documents, ou à une tâche de compréhension. Contre toute attente, l'index reste le meilleur dispositif pour trouver les informations recherchées (Nillsson & Mayer, 2002; Goumi, Rouet & Aubert, 2003). Dans certaines études, les étudiants novices bénéficient d'une carte conceptuelle (Mc Donald & Stevenson, 1998), dans d'autres études les résultats sont inverses (Goumi, Rouet & Aubert, 2003). La structure de l'hypertexte utilisé et la complexité du réseau expliquent une large part des différences entre ces études, et d'autres recherches sont nécessaires pour parvenir à séparer les effets. Les études sur les hypertextes sont aussi menées dans l'enseignement primaire, par exemple sur l'effet de dispositifs de mise en valeur des informations importante sur la capacité des enfants à retrouver des informations dans un texte scolaire pour répondre à des questions de compréhension (Dinet, Rouet & Passerault, 1999).

Ainsi, les études expérimentales focalisées peuvent apporter des recommandations très utiles pour la conception de dispositif TICE, en complément de recommandations de conception de dispositif d'interaction personne-machine en général (par exemple Shneiderman, 1992). Toutefois, il ne suffit pas de suivre les recommandations de conception pour assurer la qualité ergonomique d'un système développé pour l'enseignement. Il existe deux types de méthodes pour évaluer *l'utilisabilité* (selon un anglicisme très apprécié des ergonomes francophones) du dispositif TICE : l'inspection experte et le « banc d'essai utilisateurs » (Senach, 1990). L'inspection experte du dispositif est effectuée au moyen de grilles de recommandations et de standards, de préférence par un spécialiste de l'ergonomie des interfaces. Cette méthode permet de corriger la plupart des erreurs de « surface » (présentation de l'information et interaction avec le dispositif essentiellement), mais ne permet pas de prendre en compte l'activité spécifique lié au domaine du dispositif TICE. C'est pourquoi il est indispensable de recourir à des « bancs d'essai utilisateurs » : les apprenants sont mis dans des situations

réalistes d'utilisation du dispositif, notamment en termes de scénarios et d'activités pédagogiques. Les scénarios ainsi que les résultats de ces tests doivent alors être étudiés de façon conjointe par l'ergonome et l'équipe de conception généralement constituée de spécialistes du domaine d'apprentissage concerné. Pour concevoir un dispositif utilisable à un coût raisonnable, les ergonomes préconisent une démarche de « conception centrée utilisateur » qui doit associer l'utilisateur (ici l'apprenant, l'enseignant et ou formateur et tout autre acteur) dès les premières phases de la conception (Barthe, 1993 ; Nanard et Nanard, 1998).

3. L'usage : le dispositif peut-être utilisé dans le contexte réel ?

L'importance de cette dimension de l'usage, aussi appelée *acceptabilité* (Tricot *et al*, 2003), a émergé assez récemment en ergonomie sous l'influence des sciences sociales, dont elle emprunte les méthodologies de recueil et d'analyse les données. La question est bien de savoir comment le système s'intègre dans le contexte réel : a-t-il un sens dans les activités réalisées, est-il compatible avec les contraintes des acteurs, quel est son impact sur l'organisation ?

Du point de vue de l'usage, l'effet d'un dispositif TICE doit s'étudier à trois niveaux (Viens, ce volume)

- Le niveau micro est le niveau des activités individuelles et interpersonnelles : quel effet le système aura-t-il sur l'activité de la personne, sur ces relations avec les autres acteurs avec qui il interagit ?

- Le niveau meso est celui de l'impact organisationnel et institutionnel : une étude à ce niveau s'impose pour éviter le phénomène bien connu de "résistance au changement" lorsque l'on introduit une innovation pédagogique, qu'elle soit technologique ou non (Savoie-Zajk, 1998).

- Le niveau macro concerne l'impact sur la société dans son ensemble, comme les enjeux économiques et politiques ; une question actuelle est ainsi de savoir si le développement de la formation à distance va diminuer (ou augmenter...) les coûts de la formation universitaire et si elle va faciliter l'accès aux populations défavorisées démographiquement ou géographiquement parlant.

Prenons l'exemple d'une thématique qui a fait récemment son apparition mais qui fait couler beaucoup d'encre : l'utilisation de plates-formes de collaboration et d'échange dans les communautés d'apprentissage. Dans une perspective socio-constructiviste, ces plates-formes sont supposées faciliter l'émergence des connaissances par la négociation et la confrontation des conceptions des apprenants. On assiste actuellement à plusieurs expériences pilote de mise en place de ce type de plates-formes dans l'enseignement secondaire. Ces outils ont la forme de portails accessibles par Internet et opérables par tout navigateur Web. L'objectif est d'une part de faciliter l'accès des élèves aux ressources et objets d'apprentissage hors de l'établissement, et d'autre part de favoriser la communication entre les différents acteurs, élèves, enseignants mais aussi les parents (par exemple le projet Cartable électronique© en France, Chabert, 2002). Outre les questions d'ergonomie d'utilisation qui ne sont pas complètement résolues, quel peut être l'impact de l'utilisation de ce type d'outils sur les pratiques des enseignants, l'attitude des élèves et l'interaction des parents avec le système éducatif ? Peuvent-ils vraiment être utilisés dans le contexte actuel ? Pour répondre à ces vastes questionnements, des programmes de recherche pluri-disciplinaires sont mis en place autour des expériences pilote. Sur la question de l'usage, les disciplines des Sciences sociales

vont intervenir, comme la sociologie et l'anthropologie. L'ergonomie, qui rappelons-le emprunte nombre de ces méthodologies aux sciences sociales, intervient alors pour observer l'évolution de l'activité des utilisateurs de la plate-forme que ce soit au niveau quantitatif (nombre d'accès à la plate-forme, type d'actions, interactions entre les acteurs) ou qualitatif (analyse de l'activité au cours du temps, représentation et attitudes des utilisateurs). L'un des outils les plus en vogue sur la dimension usage est l'ethnométhodologie, qui consiste pour le chercheur à s'immerger dans la situation afin de mieux appréhender l'expérience vécue par les acteurs. Mises en relation avec les données sur les interactions sociales et les pratiques pédagogiques obtenues par des approches complémentaires, les données recueillies par l'ergonome contribueront à fournir de précieuses informations pour évaluer l'impact de ces plates-formes au niveau de l'individu, de son groupe, de l'organisation dans laquelle il agit et sur le système social dans son ensemble.

4. Conclusion

Historiquement, l'ergonomie s'est plutôt intéressée aux situations de travail, où son but opérationnel comme philosophique, était d'améliorer les conditions de travail des opérateurs. Dans les années 1970 – 1980, face à l'afflux de systèmes informatisés d'aide à la production, à la conception, au diagnostic, la branche cognitive a connu un fort développement. Mais ce n'est qu'assez récemment que les ergonomes se sont intéressés aux dispositifs dédiés à l'enseignement ou l'apprentissage comme des objets d'étude spécifique (Rouet, 2000 ; Tricot *et al.*, 2003). Dans ce chapitre, nous avons montré les trois dimensions pour lesquelles le champ des TICE peut faire appel aux outils conceptuels et méthodologiques de l'ergonomie cognitive :

- *Au niveau de l'utilisation du système* : les concepteurs de dispositifs TICE peuvent s'appuyer sur les recommandations mises en évidence par des recherches expérimentales sur les caractéristiques de l'interface au niveau de la présentation de l'information, des fonctionnalités disponibles et de l'interaction entre l'utilisateur et le système. Les recherches en laboratoire permettent de mettre en évidence les caractéristiques des systèmes qui contribuent à une utilisation efficace et satisfaisante pour les apprenants et enseignants. Ces données sont alors directement transférées dans la pratique sous formes de recommandations pour la conception ou de grilles d'évaluation sur le terrain.

- *Au niveau de l'utilité du système* : les décideurs comme les acteurs du système éducatifs ont besoin de données précises et fiables sur la valeur d'outils dont la mise en place induit des coûts de formation et d'utilisation non négligeables, et qui ont le potentiel de transformer radicalement les pratiques. Les études de laboratoire ont ici leur rôle à jouer dans la mesure où elles permettent de s'affranchir des aléas de la situation de terrain.

- *Au niveau de l'usage d'un système* : au moyen d'outils méthodologiques adaptés des sciences sociales, l'ergonomie cognitive apporte aux concepteurs de dispositifs TICE des éléments sur l'impact du système sur l'activité cognitive et socio-cognitive de l'individu, complétant ainsi les approches plus macroscopiques pour déterminer l'impact global du nouvel outil et les conditions de son appropriation par les différents acteurs.

Comme le domaine des TICE, l'ergonomie et plus encore sa branche cognitive, est une discipline récente, "hybride" en ce sens qu'elle s'inspire de disciplines différentes dont elle adapte les méthodologies et les concepts à son propre champ d'étude. C'est la mise en relation de données issues d'études de différentes disciplines (Sciences de l'éducation, Sciences de l'information et de la communication, sociologie, informatique, didactique, psychologie) qui

permettra d'appréhender une situation aussi complexe que l'introduction de nouveaux outils pour l'enseignement et, *in fine*, de guider son appropriation par les acteurs. Loin d'être un obstacle épistémologique, la pluralité des méthodologies et des concepts théoriques constitue alors une richesse à condition que l'on soit ouvert à l'entendre et à la respecter.

Références

- Barthe, M. (1993). *Ergonomie des logiciels. Une nouvelle approche des méthodologies d'informatisation*. Paris: Masson.
- Bétrancourt, M. & Bisseret, A. (1998). Integrating textual and pictorial information via pop-windows: an experimental study. *Behavior and Information Technology*, 17 (5), 263-273.
- Boekaerts, M. & Minnaert, A. (2003). Measuring behavioral change processes during an ongoing innovation program: scope and limits. In E. De Corte, L. Verschaffel, N. Entwistle & J. van Merriënboer (eds.) *Unravelling basic components and dimensions of powerful learning environments*. (pp 71 - 87) Advances in Learning and Instruction Series, Pergamon: Elsevier Science Ltd.
- Caro, S. & Bétrancourt, M (1998). Ergonomie de la présentation des textes sur écran : guide pratique. In A. Tricot et J.F Rouet (eds.) *Hypertextes et Hypermédias, Concevoir et utiliser les hypermédias: approches cognitives et ergonomiques*. (pp. 157 - 173), Hermès : Paris.
- Chabert, G. (2002). Les usages du cartable électronique : pour une évaluation des technologies dans l'éducation , *In Actes du Congrès international 2001 BOGUES, Globalisme et pluralisme*, Montréal, Québec, Canada, 24-27 avril 2002.
- Chandler, P. & Sweller, J. (1991) Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition and Instruction*, 8 (4), pp 293-332.
- Chandler, P. & Sweller, J. (1996). Cognitive load while learning to use a computer program. *Applied Cognitive Psychology*, 10, 151-170.
- Denis, M. (1984). Imagery and prose : a critical review of research on adults and children. *Text*, 4 - 4, pp 381- 401

- Dillon, A., & Gabbard, T. (1998). Hypermedias as an educational technology: a review of the empirical literature on learner comprehension, control and style. *Review of Educational Research*, 68, 322-334.
- Dillon, A., & Morris, M. (1996). User acceptance of information technologies: theories and models. *Annual Review of Information Science and Technology*, 3-32.
- Dinet, J., Rouet, J.-F. & Passerault, J.M. (1999). Recherche documentaire et nouvelles technologies de l'information: Les "nouveaux outils" sont-ils compatibles avec les stratégies cognitives des élèves? in J.F. Rouet & B. de La Passardière (sous la direction de). *Actes du Quatrième Colloque Hypermédias et Apprentissages* (pp. 149-162). Paris: INRP et EPI.
- Duchastel, P., Fleury, M., Provost, G. (1988). Rôles cognitifs de l'image dans l'apprentissage scolaire. in *Bulletin de psychologie*. XLI (386), Juin-Août 88, 667-671.
- Foss, C.L. (1988). Effective browsing in hypertext systems. *Proceedings of RIAO'88 : User oriented context based text and image handling*. Cambridge, MA : M.I.T. Press.
- Goumi, A., Rouet J.-F. & Aubert, D. (2003). The effects of content representation on information access in an instructional multimedia database. *Communication at the 10th EARLI Conference*, Padova (Italie), 25-30 August 2003.
- Kalyuga, S., Chandler, P. & Sweller, J. (1999). Managing Split attention and Redundancy in Multimedia Instruction. *Applied Cognitive Psychology*, 13, 351-371.
- Mandl, A. & Levin, J. (Eds.). (1989). *Knowledge acquisition from text and pictures*. Amsterdam: North-Holland.
- McDonald, S. & Stevenson, R.J. (1998). The effects of text structure and prior knowledge of the learner on navigation in hypertext. *Human Factors*, 40, 18-27
- Nanard, J. et Nanard, M. (1998). La conception d'hypermédia. *Hypertextes et Hypermédias*, numéro hors série, 1998, 15-34.
- Rouet, J.-F. (2000). Cognition et technologies d'apprentissage: quelques questions et pistes de recherche. *Systèmes d'Information et Management*, 4(5), 21-32.
- Shneiderman, B. (1992). *Designing the user interface: strategies for effective human-Computer-Interaction*. 2nd ed., Addison-Wesley Publishing Company.
- Senach, B. (1990). *Evaluation ergonomique des interfaces Homme/Machine : une revue de la littérature*. Rapport INRIA n° 1180, Le Chesnay : INRIA Publications.
- Spiro, R.J., Feltovich, P.J., Jacobson, M.J., & Coulson, R.L. (1991). Cognitive Flexibility, constructivism and hypertext: Random access instruction for advanced knowledge acquisition in ill-structured domains. *Educational Technology*, 24-33.

- Tricot, A. & Tricot, M. (2000). Un cadre formel pour interpréter les liens entre utilisabilité et utilité des systèmes d'information. *Actes du Colloque Ergo-IHM 2000*, Biarritz, 3-6 octobre,
- Tricot, A. (2003). IHM, cognition et environnements d'apprentissage. In G. Boy (Ed.), *L'ingénierie cognitive : IHM et cognition*. (pp. 411-447). Paris : Hermès Science.
- Tricot, A., Plégat-Soutjis, F., Camps, J.-F., Amiel, A., Lutz, G., & Morcillo, A. (2003). Utilité, utilisabilité, acceptabilité : interpréter les relations entre trois dimensions de l'évaluation des EIAH. In C. Desmoulins, P. Marquet & D. Bouhineau (Eds). *Environnements informatiques pour l'apprentissage humain* (pp. 391-402). Paris : ATIEF / INRP.
- Savoie-Zajc, L. (1998). "De la bonne volonté individuelle aux enjeux collectifs : Évaluation d'implantation d'un projet d'intervention auprès d'élèves à risque de décrochage scolaire". In M. Hardy, Y. Bouchard et G. Fortier (Eds). *L'école et les changements sociaux* (p. 519-540), Montréal : Éditions Logiques.
- Veizin J-F. (1985). Mise en relation de schémas et d'énoncés dans l'acquisition de connaissances., *Bulletin de psychologie*, XXXVIII, p 71-80.
- Viens, J. (2004). Intégration des savoirs d'expérience et de la recherche : l'incontournable systémique. In D. Peraya et B. Charlier (Eds). *Regards croisés sur la recherche en technologie de l'éducation*. Bruxelles : De Boeck.