

**Magali OLLAGNIER-BELDAME**

Chercheure post-doctorante  
ESC de Chambéry, France  
*m.beldame@esc-chambery.fr*



**Alain MILLE**

Professeur des universités  
Université Lyon1, France  
*amille@liris.cnrs.fr*



« E-learning : Tracer l'activité des apprenants pour favoriser leur appropriation des systèmes ? »

**Résumé** : Comme d'innombrables autres domaines d'activité, les nouvelles technologies de l'information et de la communication ont investi le domaine de l'enseignement et de la formation. Par ailleurs, les performances des solutions e-learning sont à ce jour jugées insatisfaisantes par les entreprises. Parmi les origines de cet état de fait, nous pensons que la méconnaissance de ce qui se passe en situation d'utilisation joue un rôle important. En effet, la compréhension de ce qui se joue dans les interactions entre apprenant(s) et système(s) est fondamentale pour améliorer l'appropriation de ces systèmes et leur utilisation efficace. Cette appropriation est une nécessité double pour l'apprenant qui doit d'une part s'approprier les possibilités d'interactions offertes et d'autre part s'approprier les connaissances à acquérir puisqu'il s'agit d'une activité d'apprentissage humain. L'appropriation passant par les interactions offertes, nous considérons les traces informatiques d'interaction comme potentielles sources de facilitation de cette appropriation. Nous présentons dans cet article une recherche bibliographique de l'utilisation des traces informatiques d'interactions en les classant selon leur utilisateur et selon qu'elles sont visualisées en tant que traces ou non. Ces travaux sont mis en lien avec le processus d'appropriation en contexte de formation instrumentée.

*Author (s) : Magali Ollagnier-Beldame, Alain Mille.*

*Title : E-learning : Tracer l'activité des apprenants pour favoriser leur appropriation des systèmes ?*

*Abstract: New technologies for information and communication have flooded the training market, as lots of other areas. Though e-learning solutions' performances are unsatisfying for lots of companies. We think a reason can be that we don't really know what happens when a learner uses a LMS (Learning Management Systems) in spite of the fact that it is very important. Learners must appropriate the system to realize their main task, learning. We think that interaction traces can really help users to appropriate the system. In this paper, we present a review of "tracking systems" linked to the appropriation process.*

Mots clés et Key-words:

e-learning, appropriation, traces d'interactions

e-learning, appropriation, interaction tracks

## **E-learning : Tracer l'activité des apprenants pour favoriser leur appropriation des systèmes ?**

### **Introduction**

Comme d'innombrables autres domaines d'activité, les nouvelles technologies de l'information et de la communication ont investi le domaine de l'enseignement et de la formation. Une étude récente de (Bersin, 2006) montre que le marché industriel nord-américain du e-learning et de l'apprentissage instrumenté représente 46,6 milliards de dollars. Environ 14,8 milliards représentent les dépenses extérieures pour les technologies, les produits et les services. Les dépenses autour des plateformes de téléformation (Learning Management Systems - LMS) représentent de 3 à 7 % des dépenses totales de formation d'une organisation. Dans les dernières années, bon nombre de grands groupes industriels ont cherché à améliorer et consolider l'usage qui est fait des LMS. Selon l'étude de Bersin, dans les 12 prochains mois, un tiers des entreprises prévoient de renforcer le nombre de systèmes utilisés à l'intérieur de leurs organisations. Dans de nombreux secteurs les systèmes de classes virtuelles ont été adoptés. Dans (Bersin, 2006), on lit que 60% des entreprises recensées dans l'étude utilisent les classes virtuelles pour la formation en entreprise. Dans une autre étude du même groupe, publiée en janvier 2006, le budget global des LMS serait de 480 millions de dollars.

Par ailleurs, les performances des solutions e-learning sont à ce jour jugées insatisfaisantes par les entreprises. En particulier, elles n'ont pas d'idée réelle des retombées de la mise en place de telles solutions. Parmi les origines de cet état de fait, nous pensons que la méconnaissance de ce qui se passe en situation d'utilisation joue un rôle important. En effet, la compréhension de ce qui se joue dans les interactions entre apprenant(s) et système(s) est fondamentale pour améliorer l'appropriation de ces systèmes et leur utilisation efficiente. Les chercheurs dans le champ des EIAH (Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain) qui observent les situations d'apprentissage instrumenté font face à un défaut de conceptualisation des interactions apprenant(s)-système(s), d'autant qu'il existe de multiples destinataires des observés : apprenant lui-même, concepteur du système, etc. Dans ce contexte, il nous semble que le fait de tracer les interactions utilisateur-environnement pour ensuite les utiliser pour favoriser l'appropriation du système par les apprenants constitue une piste très intéressante. Et il nous semble alors à la fois très pertinent et urgent de proposer une typologie des situations d'apprentissage médiées par ordinateur utilisant d'ores et déjà les traces informatiques d'interactions entre utilisateur(s) et système(s).

C'est précisément ce à quoi s'attache cet article.

Nous présentons premièrement le contexte des EIAH, puis une classification des systèmes traçant les interactions. Nous précisons enfin en quoi les traces peuvent être des facilitateurs d'appropriation de l'environnement par les utilisateurs.

---

## **1. Contexte des environnements informatiques pour l'apprentissage humain**

Le champ de recherche sur l'apprentissage instrumenté et les environnements informatiques pour l'apprentissage humain (EIAH) traite notamment des interactions entre apprenants et dispositifs techniques, en particulier avec les environnements informatiques. Il s'agit alors

d'environnements informatiques conçus dans le but de « favoriser l'apprentissage humain, c'est-à-dire la construction de connaissances chez un apprenant » (Tchounikine, 2002, p. 3). Ce type d'environnements permet à ses utilisateurs d'interagir avec d'autres, d'interagir avec des agents artificiels, d'accéder à des éléments formatifs de toutes natures qui sont des ressources pour l'activité d'apprentissage, et vise à faciliter la construction du sens, en particulier par des processus conjoints d'émergence du sens.

Nous pensons que la question de l'appropriation de ce type d'environnements par les utilisateurs-apprenants est centrale. En effet, les EIAH sont des environnements informatiques complexes, rarement « intuitifs » malgré les efforts de leurs concepteurs. La question de leur appropriation et de leur « reconnaissance » en tant qu'instruments par les utilisateurs motive fondamentalement notre travail.

Les utilisateurs « instrumentent » spontanément leur activité via leur environnement informatique, en s'appuyant sur les possibilités d'interaction disponibles. Les traces de ces interactions devraient donc « naturellement » être révélatrices de cette appropriation cherchant à « faire sens » pour les utilisateurs.

Dans le cas d'une activité instrumentant les interactions, comme c'est le cas dans une situation d'utilisation d'un EIAH, une partie de ces interactions deviennent tangibles et susceptibles d'être observées à la fois par l'humain et par l'environnement. Un certain nombre d'environnements informatiques permettent de garder des traces informatiques d'interactions qui sont tangibles pour un observateur humain, qu'il soit un observé (utilisateur, producteur des traces) et/ou un observateur de l'activité en cours. L'utilisation de ces traces à des fins d'analyse est assez répandue dans le domaine des EIAH lorsque l'observateur est un enseignant ou un concepteur d'activité éducative (suivi des apprenants, tutorat), tandis qu'elle reste l'exception lorsque l'observateur en est le producteur lui-même. Ainsi, bien que les enjeux théoriques, en termes de connaissances sur l'activité humaine médiée par ordinateur et que les enjeux pratiques, en termes de conception d'environnements « centrée utilisateur », soient très importants, le champ de recherches sur la « ré-utilisation » de l'expérience sous forme de visualisation des traces d'interactions, et en particulier en contexte d'apprentissage humain, est un domaine de recherche peu exploré.

Nous pensons donc que les traces informatiques d'interactions, présentées aux utilisateurs, peuvent jouer le rôle de « facilitateurs » d'appropriation des environnements informatiques pour l'apprentissage humain par les utilisateurs.

Nous présentons ci-dessous une classification des environnements informatiques qui traçent les interactions entre utilisateur(s) et environnement(s) informatique(s).

---

## **2. Classification des environnements informatiques traçant les interactions utilisateur-environnement**

Pour la suite de cet article, nous retiendrons la définition suivante de « traces informatiques d'interactions ». Ce sont des « séquences d'informations inscrites, par et dans l'environnement, relatives à l'utilisation qu'un individu en a faite ». Dans le domaine de l'interaction homme-machine, le traçage des interactions utilisateur-environnement et l'utilisation des traces comme outils de recherche existent depuis longtemps (Szilas et Kavakli, 2004). Ces traces sont des historiques, utilisés pour comprendre la situation d'interaction ou pour assister l'utilisateur dans sa tâche.

Nous proposons de classer les situations d'utilisations des histoires interactionnelles selon l'usage qui en est fait, et en particulier selon le fait qu'elles sont ou non présentées à

l'utilisateur. Nous présentons ici différentes situations d'utilisation des traces informatiques que nous avons classées en fonction des possibilités et des types d'opérations que l'environnement informatique traçant permet d'effectuer sur ces traces.

Le tableau suivant (Tableau 1) synthétise notre grille de classification :

TRACES INFORMATIQUES	Pour l'utilisateur / Apprenant	Pour l'observateur- Analyste / Tuteur, Enseignant
Sans visualisation	<i>Personnalisation</i> <i>Indicateurs</i>	<i>Indicateurs</i> <i>Profils</i>
Avec visualisation	<i>Facilitateurs d'activité</i> <i>Instrumentation explicite</i>	<i>Analyse des processus</i> <i>Abstractions</i>

Tableau 1 Grille de classification adoptée

Nous nous intéresserons plus particulièrement dans cet article aux usages des traces informatiques d'interactions lorsqu'elles sont renvoyées à l'utilisateur qui les produit au cours de son activité, tel que mis en évidence dans le tableau 1.

### **1.1. Environnements utilisant l'histoire interactionnelle sans la présenter aux utilisateurs**

Le premier groupe d'environnements que nous pouvons identifier est celui des environnements qui ne présentent pas l'histoire interactionnelle aux utilisateurs bien qu'ils l'utilisent. Ces environnements utilisent les traces des interactions entre utilisateurs et environnement, mais ne les exploitent pas sous forme de visualisation. Des calculs sont réalisés sur ces traces (fichiers logs), en vue de prévoir, conformément à un modèle implicite, les actions futures des utilisateurs et ainsi modifier l'interface pour qu'elle corresponde au comportement « prédit ». Les informations relatives aux interactions sur lesquelles les calculs sont effectués correspondent aux informations de types suivants : accès à des ressources, consultations des écrans, clics effectués, temps passés aux opérations, choix effectués, réponses données aux éventuelles questions, etc. Ces traitements sont automatiques et prévus par le programme. Les actions effectives de l'utilisateur sont comparées à un modèle d'actions prévues. De tels environnements s'intéressent ainsi aux préférences des utilisateurs pour personnaliser l'interface. Certains de ces environnements proposent des interfaces qui « donnent et prennent conseils » (Lieberman, 2001) en interaction avec l'utilisateur. Ces interfaces reflètent les calculs faits sur les interactions utilisateur-environnement stockées en mémoire, en proposant à l'utilisateur des suggestions d'actions. Le navigateur web Letizia (Lieberman, op.cit.) « donne des conseils » et propose une assistance à l'utilisateur en tentant de faire l'action qu'il est en train de faire à sa place, l'utilisateur pouvant accepter, ignorer ou rejeter la proposition. Pendant que l'utilisateur « surfe » dans la fenêtre de gauche, Letizia « surfe » aussi, et propose des conseils dans la fenêtre de droite. L'utilisateur ne donne quant à lui pas de conseils, même si Lieberman cite les commentaires que l'utilisateur peut faire à Letizia sur son propre comportement ou sur celui de Letizia comme des perspectives à creuser pour aller dans ce sens. L'éditeur graphique Mondrian (Lieberman, op.cit.) prend conseil auprès de l'utilisateur par l'exemple. L'utilisateur utilise des exemples concrets et visuels pour montrer ce qu'il attend, associés à des actions pour que l'environnement puisse interpréter les exemples. Dans leur état de l'art sur la question des environnements guidant et supportant l'apprentissage collaboratif, Jermann, Soller et Mü-

hlenbrock (2001) qualifient ces environnements de conseillers ou de modérateurs. Ces environnements analysent l'état de collaboration entre utilisateurs en utilisant un modèle de l'interaction et offrent des conseils pour améliorer l'apprentissage effectif. Le coach de l'environnement (qu'il soit humain ou artificiel) a pour rôle de guider les apprenants dans une collaboration et un apprentissage effectifs. Selon ces auteurs, puisqu'un apprentissage collaboratif satisfaisant inclut aussi bien un apprentissage de la collaboration que la pratique de la collaboration pour soutenir l'apprentissage, l'environnement doit pouvoir proposer des conseils de nature sociale ou collaborative, autant que des conseils sur la tâche d'apprentissage.

## **1.2. Environnements présentant une visualisation de l'histoire interactionnelle destinée à l'analyste de la situation**

Le deuxième groupe d'environnements est celui des environnements proposant une visualisation des traces d'interactions utilisateurs-environnement à un analyste de la situation, qui n'est pas l'utilisateur de l'environnement. Dans le cadre d'analyses des usages en situations interactionnelles, il peut être intéressant que l'analyste de la situation, par exemple le chercheur, ait accès aux traces des interactions entre utilisateurs et environnement. Depuis longtemps, les traces informatiques sont utilisées par les chercheurs pour « espionner » la manière dont les sujets se comportent dans une situation donnée ou utilisent un environnement, qui peut précisément être l'environnement sur lequel est installé le logiciel étudié. Ce genre d'études a existé en ergonomie, en sciences de l'éducation, en psychologie, et en communication. Pour une situation d'apprentissage instrumenté, Després (2001) a développé un environnement basé sur les traces d'interactions, permettant au tuteur de percevoir l'état d'avancement du travail des apprenants. En interaction homme-machine, un « espion » bien connu est Playback (Neal et Simons, 1983). Les traces d'interactions enregistrées peuvent être à l'origine de comptages divers : temps passés, fréquences d'utilisation, fonctionnalités utilisées ou inutilisées, erreurs, taux de réussite, etc. (Dubois et al., 2000) citent d'autres mesures plus spécifiques telles que le taux de répétition, le taux de composition et la localité (Greenberg et Witten, 1988). Pour classifier à partir des traces, des méthodes issues des travaux sur la reconnaissance de formes sont appliquées : réseaux de neurones et recherche de séquences répétées. Ces méthodes analysent les séquences apparaissant dans les traces ou l'ensemble des transitions. Dans le but de prendre en considération un large éventail d'informations de nature différentes, (Dubois et al., op. cit.) proposent une méthode d'analyse des traces des usages en contexte pour la validation ergonomique de sites web. Ils réalisent un traitement automatique basé sur des mesures de similitude et de corrélation à partir de matrices de référence. Georgeon, Mille et Bellet (2006a, 2006b) proposent l'environnement Abstract (Analysis of Behaviour and Situation for menTal Representation Assessment and Cognitive acTivity modelling) pour tracer les actions de conducteurs d'automobiles et les analyser ensuite. Cinq sources de données sont intégrées aux traces : les données vidéo des différentes caméras du véhicule, les mesures prélevées sur le véhicule, les informations sur l'environnement provenant d'un télémètre, les données de navigation d'un GPS et les événements déclenchés par l'expérimentateur. En contexte d'apprentissage, les fichiers de traces des apprenants peuvent être utilisés par le chercheur pour caractériser les interactions et faire un modèle de l'apprenant. D'après les recherches menées par Renié (2000), les traces d'interactions renseignent sur des opérations qui peuvent être corrélées avec d'autres paramètres tels que les résultats obtenus à des tests ou des caractéristiques des apprenants, au sens des « profils ». Dans ces environnements, un objectif peut être, à partir de calculs statistiques, de repérer des motifs d'actions chez les apprenants. C'est ainsi qu'en s'appuyant sur des techniques de classification automatique (classifieur naïf de Bayes et Support Vector Machine), une amélioration des historiques Web pour

leur réutilisation a été proposée par Lettkeman et al. (2006) en regroupant des pages par rapport aux tâches engagées par l'utilisateur à un moment donné.

### **1.3. Environnements présentant une visualisation de l'histoire interactionnelle destinée à l'utilisateur et lui proposant des possibilités d'actions de navigation**

Le troisième groupe d'environnements offre une visualisation des traces d'interactions aux utilisateurs, et leur permet de naviguer dans ces informations. Ces environnements présentent l'histoire interactionnelle aux utilisateurs en vue de faciliter leur activité. Les possibilités des utilisateurs d'interagir avec cet historique sont limitées à de la navigation et ne concernent pas le déclenchement de nouvelles actions ni la saisie d'informations déclenchant des actions. Certains environnements concernent la navigation, d'autres sont destinés à des situations d'apprentissage.

#### **1.3.1. Environnements de navigation web**

Revoir les événements passés est utile dans de nombreux contextes. Greenberg et Witten (1988) se sont intéressés très tôt au fait que les utilisateurs répètent leurs actions avec les ordinateurs. Ils ont constaté que les utilisateurs refont certaines opérations, et se sont intéressés aux possibilités offertes alors par les environnements pour favoriser les réutilisations (télétypes, sélections graphiques, éditions, navigations dans des menus, prédictions et programmation par l'exemple). Une étude sur la navigation web montre par exemple que 58% des urls consultés par les utilisateurs avaient déjà été consultées par ces mêmes utilisateurs (Tauscher et Greenberg, 1997), et que par conséquent, les navigations web pourraient tirer un bénéfice important des outils de présentation des historiques. Ces auteurs ont en effet analysé six semaines d'utilisations d'un navigateur par 23 utilisateurs avec les objectifs suivants : comprendre les manières avec lesquelles les utilisateurs revisitent les pages web, voir si il existe des motifs de réutilisation, évaluer les types d'historiques existants dans les navigateurs actuels, et créer des indications de conception pour de nouveaux environnements d'historiques associés aux navigateurs. Ils ont montré que les utilisateurs revisitent fréquemment les pages web déjà visitées, mais également qu'ils continuent à en visiter de nouvelles, souvent qu'une seule fois. Concernant la revisite de pages déjà vues, ils montrent que ce sont les dernières pages visitées qui sont re-sollicitées, bien souvent par le biais du bouton « Back » du navigateur (30% des actions de navigation). Malheureusement, alors que la plupart des navigateurs proposent des fonctionnalités d'historiques, elles sont en général limitées et peu satisfaisantes.

Il existe également un débat sur la représentation de l'historique : sous forme linéaire, arborescente, en réseau, ou autre (Wexelblat et Maes, 1997 ; Hightower et al., 1998 ; Greenberg et Cockburn, 1999). Webmap (Doemel, 1994) est une extension de navigateur qui fournit une relation graphique entre les pages web. L'environnement PadPrints (Hightower et al., 1998) est un « compagnon » de navigateur qui construit dynamiquement une carte de l'histoire des pages web visitées. La carte représente les urls consultés sous forme d'arbre se lisant de gauche à droite. Selon ces auteurs, les pages web sont revisitées, mais les utilisateurs n'utilisent pas l'historique proposé par le navigateur. Pour cela, ils préfèrent le bouton « Back » du navigateur. L'explication apportée par les auteurs concerne l'incomplétude, le format textuel et l'aspect encombrant des historiques comme leurs trois limites principales. Dans le champ de la navigation web et l'implication des historiques, Greenberg et Cockburn (1999) se sont précisément penchés sur le rôle du bouton « Back » du navigateur. Ils ont montré que les boutons « Back » et « Forward » sont très utilisés, plus que les historiques ou les signets, pour revisiter des pages déjà consultées. Ces résultats sont confirmés par Cockburn et Jones (2000) qui ont développé l'environnement d'assistance à la navigation web WebNet. Cet environnement utilise une représentation graphique de la navigation,

des diagrammes de vue d'ensemble dynamiques, pour supporter la navigation sur le web et s'adapter aux actions de navigation de l'utilisateur et les renforcer. Avec l'environnement Specter, Schneider, Bauer et Kröner (2005) proposent une « mémoire artificielle » pour assister l'utilisateur en élargissant sa perception. L'idée est double : premièrement une telle mémoire peut fournir une assistance prenant en compte le contexte et considérant les précédentes expériences liées à des contextes situationnels similaires. Deuxièmement, cette mémoire peut compléter la mémoire « naturelle » du sujet et peut être utilisée pour retrouver des informations. Basé sur un modèle de mémoire inspiré des modèles cognitivistes de la mémoire humaine, cet assistant propose une coopération entre utilisateur et environnement fondée sur des ontologies et propose de revenir sur certaines des actions de l'utilisateur et de les rejouer en les annotant. Dans cet environnement, la question du format des traces, qui doivent être compréhensibles de l'environnement Specter et de l'utilisateur est envisagée. L'environnement de Wexelblat et Maes (1997, 1999) Footprints, propose d'attacher des informations liées à l'usage d'un navigateur web aux objets manipulés par l'utilisateur qui navigue. Il analyse les logs HTTP d'un serveur pour former un graphe des navigations réalisées par les utilisateurs. L'environnement Footprints fait partie des environnements d'assistance à la « social navigation ». La social navigation est le processus qui consiste en l'utilisation de signaux ou de traces provenant d'autres personnes, par exemple à l'aide d'annotations ou de classements, pour faciliter sa propre tâche. C'est une manière de « trouver l'information dans les activités des autres », à travers la communication et les interactions. Elle peut être directe (explicite, par exemple quelqu'un dit « vous devriez aller dans un autre cinéma»), indirecte (implicite, par exemple quelqu'un fait partie de la file d'attente au cinéma), prévue ou fortuite (Svensson, 2000) selon la relation avec autrui. L'idée est d'utiliser l'histoire interactionnelle des précédentes utilisations de l'environnement comme faisant partie de l'interface utilisateur, c'est-à-dire utiliser les informations tracées utiles pour la tâche en cours. L'histoire interactionnelle entre apprenants et environnement d'apprentissage émerge à l'interface entre ces acteurs, lieu de l'interaction. Or les environnements numériques manquent de traces historiques (Wexelblat, 1998), les représentations n'intègrent pas de trace de l'utilisation ou de l'interaction avec un environnement visible pour l'utilisateur. Pourtant, la richesse et la nature des traces interactionnelles modifient la façon dont l'apprenant voit les objets d'interaction, ce pour quoi il pense qu'ils sont appropriés, les considère et les réutilise.

### **1.3.2. Environnements dédiés à l'apprentissage**

Les histoires interactionnelles peuvent être bénéfiques aux apprenants dans de nombreux domaines. Elles peuvent aider les apprenants à améliorer leurs compétences, par le biais de recherches dans des bibliothèques digitales, des tâches de traitements de mots, des outils de conception assistée par ordinateur, des environnements de support aux performances électroniques et des navigations web (Hill et Hollan, 1993 ; Wexelblat et Maes, 1997, 1999). Selon Plaisant et al. (1999), proposer aux apprenants un enregistrement compréhensible de leurs actions peut les aider à réguler leur activité, en réfléchissant leur progression et leurs expériences. Cela peut aussi supporter la collaboration entre apprenants. En effet, la capacité d'enregistrer les activités peut être bénéfique pour les apprenants : une session complète peut être enregistrée, de manière à ce que les pairs ou les tuteurs puissent analyser le travail qui a été réalisé. L'environnement SimPLE (Simulated Process in a Learning Environment) implémente les histoires d'apprentissage pour un environnement d'apprentissage basé sur la simulation (Plaisant et al., 1999 ; Rose et al., 2000). SimPLE comprend un module appelé l'« historien visuel », qui fournit aux utilisateurs des moyens d'interactions avec les histoires enregistrées : possibilités d'annotation, de rejouage, d'édition des morceaux d'histoire,



ou de l'histoire complète. (Carroll et al. 1996 ; Guzdial et al., 1996) avancent que les histoires d'apprentissage sont utiles car elles encouragent les activités cognitives ayant pour objet des processus cognitifs (nous pouvons parler d'activités « métacognitives »), par le biais du support qu'elles apportent aux apprenants en termes de contrôle de leur activité et de réflexions de leurs progrès. Selon ces auteurs, donner aux apprenants accès à leurs expériences passées peut les aider à comprendre ce qu'ils ont fait, à corriger/modifier un événement et à rejouer leur histoire, à sauvegarder des histoires pour les rejouer plus tard et les consulter avec des pairs ou des tuteurs, faire des recherches d'évènements dans les histoires.

Dans le domaine des environnements informatiques pour l'apprentissage humain, il existe des outils de visualisation du parcours des apprenants développés en vue de supporter les activités réflexives et les régulations « métacognitives » des apprenants. Ces travaux se basent sur l'idée qu'utiliser les traces informatiques de l'activité des apprenants est un moyen qui favorise la prise de conscience de leurs processus d'apprentissage. Cette réflexion consécutive à la tâche, appelé *reflective followup* (Katz et Lesgold, 1992) permet aux apprenants de visualiser des traces de leurs actions et performances et les conduit à des prises de conscience permettant la mise en oeuvre de régulations « métacognitives ». Les difficultés principales de cette approche sont de parvenir à détecter, tracer, modéliser et représenter les actions significatives pour l'apprenant, comme le montre Gama (2003). *Sherlock II* (Katz et Lesgold, op. cit.) est un exemple d'environnement utilisant ce type d'incitation réflexive. Carroll et al. (1996) ont développé un environnement, le « *Journal de l'évaluation de l'apprentissage* », qui est basé sur un ensemble d'informations enregistrées lors des sessions d'apprentissage, qui sont ensuite proposées pour soutenir les activités réflexives. Ces informations concernent différentes fiches de renseignement sur les activités de l'apprenant : fiches de traitements des informations, fiches de « reportage » d'équipe et fiches d'évaluations.

#### **1.4. Environnements présentant une visualisation de l'histoire interactionnelle pour l'utilisateur et proposant des possibilités d'actions autres que la navigation**

Le quatrième groupe d'environnements que nous identifions concerne les environnements qui présentent une visualisation de l'histoire interactionnelle à l'utilisateur et qui lui offrent la possibilité d'agir dessus. Ces environnements utilisent l'histoire interactionnelle comme un outil pour les utilisateurs, pour entrer des données ou des commandes. Nous allons rapidement décrire trois de ces environnements, *Histview*, *Collagen* et *Sherlock*.

Dans l'environnement *Histview* de Terveen, McMackin, Amento et Hill (2002), l'histoire interactionnelle n'est pas seulement visualisée et navigable, mais elle permet aussi à l'utilisateur d'informer l'environnement de ce qui correspond le plus à ses préférences parmi les propositions qui lui sont faites. L'exemple exposé dans l'article s'intéresse à un environnement gérant des playlists musicales. L'utilisateur est invité à définir ses préférences en fonction de son histoire personnelle ou de celle des autres. Un histogramme de styles musicaux lui est proposé, dans lequel deux barres représentent chaque style ou chaque artiste : une barre de ce qui a été joué par le passé et une barre pour le choix en cours. L'utilisateur peut agir sur la deuxième barre, en l'augmentant ou en la diminuant, ce qui a pour conséquence de demander plus ou moins de musiques de ce type. La modification d'une barre entraîne la modification des autres barres des choix, pour que le nombre de musiques à jouer reste constant. Ces auteurs ont mené des expériences pour tester empiriquement deux types d'interfaces pour leur environnement, en réalisant des implémentations sur ordinateur et sur téléphone portable. Ils ont également testé le rôle de l'« historicité » de la situation selon trois conditions : les participants avaient à sélectionner des morceaux de musique à jouer. Un tiers avait accès à leur historique d'utilisation de l'environnement, c'est-à-dire les

morceaux déjà écoutés ainsi que les séquences jouées. Un autre tiers avait accès à l'historique du groupe, c'est-à-dire les morceaux écoutés par tous les utilisateurs. Et le dernier groupe de sujets n'avait accès à aucune information de nature historique. Un résultat de cette recherche est que l'accès à l'histoire personnelle a facilité la sélection par les sujets des titres qu'ils voulaient programmer, qui s'est fait plus rapidement que dans la condition sans accès à l'histoire, elle-même plus courte que dans la condition avec un accès à l'histoire du groupe.

Dans un certain nombre d'environnements que nous classons dans le quatrième groupe, l'histoire interactionnelle est utilisée pour re-jouer ou dé-jouer des séquences de commandes, avec des variations possibles entre l'ancienne séquence et la nouvelle. Par exemple, l'interface de l'environnement Collagen décrite dans (Rich et Sidner, 1997) permet de sélectionner un élément de l'histoire interactionnelle appelé segment. Ceci rend possible de nouvelles commandes d'un menu, concernant l'accomplissement d'un but. Le fait de présenter à l'utilisateur une histoire interactionnelle explicite et manipulable, et le fait que celle-ci soit structurée selon les préférences de l'utilisateur, offrent la possibilité de transformer le format du problème à résoudre dans l'application. Trois catégories d'actions peuvent être envisagées : l'arrêt d'une série d'actions en cours, le retour arrière (fonctionnalités ré-essayer, re-visiter et dé-faire) qui permet de revenir à un niveau précédent dans le processus de résolution de problème et le rejouage qui permet de réutiliser un travail précédent dans un nouveau contexte.

Dans l'interface de test développée pour l'environnement Sherlock (Lesgold et al., 1992) qui est un environnement d'entraînement pour les techniciens en avionique, Lemaire et Moore (1994) se basent sur l'idée que les dialogues homme-machine passés sont sources de connaissances. Dans cet environnement tutorant, l'histoire interactionnelle est utilisée pour améliorer les explications pour l'utilisateur apprenant. L'apprenant peut sélectionner une explication passée, fournie par l'environnement, et demander à l'environnement de la comparer à l'explication en cours. L'environnement génère alors automatiquement un texte comparant les deux situations pour soutenir la compréhension de l'apprenant. De manière très simplifiée, l'interface fonctionne de la manière suivante : lorsque l'environnement fait référence à une explication précédente, il fait défiler l'histoire des dialogues jusqu'à l'endroit approprié et montre à l'utilisateur la portion de dialogue en question. Lorsqu'un utilisateur veut référer à une partie du dialogue et poser une question à son propos, il lui permet de pointer la zone de dialogue et de poser une question à partir de question-type. Dans cet environnement, l'histoire des dialogues homme-machine peut donc être montrée à l'utilisateur mais aussi manipulée par lui car sa représentation à l'écran peut être modifiée en fonction de ses préférences.

L'ensemble des travaux que nous venons de présenter s'appuie sur le rôle joué par les traces informatiques dans l'activité des utilisateurs. Parmi ces recherches, les chercheurs qui développent des environnements présentant une visualisation de l'histoire interactionnelle pour les utilisateurs font l'hypothèse que cette présentation va permettre aux utilisateurs de prendre de la distance sur leur activité et susciter ainsi une activité sur l'activité, c'est-à-dire de nature réflexive.

A partir de cette classification des environnements informatiques traçant les interactions utilisateur-environnement que nous avons proposée et selon notre première définition de ce que sont les traces informatiques d'interactions, nous voulons maintenant préciser le rôle des traces dans le processus d'appropriation.

Nous souhaitons en particulier mieux comprendre le rôle que les traces informatiques d'interaction peuvent jouer dans le contexte particulier d'utilisation des EIAH. Sur cette question du rôle des traces en EIAH, nous souhaitons pointer le fait qu'en contexte d'utilisation des EIAH, un apprenant doit d'abord s'appropriier l'environnement avant de pouvoir mener sa tâche principale, qui est celle d'apprendre un contenu pédagogique, que l'EIAH offre.

### **3. Les traces comme des « facilitateurs » d'appropriation**

En situation d'utilisation d'un environnement informatique, la confrontation entre les logiques de conception des concepteurs et les logiques d'utilisation des utilisateurs peut être à l'origine d'un écart important et entraîner des difficultés dans l'utilisation de l'environnement par les utilisateurs. Cet écart correspond à la différence entre les fonctions constitutives des artefacts -c'est-à-dire les fonctions préalablement définies dont la réalisation est à l'origine de la conception des artefacts- et les fonctions constituées -c'est-à-dire les fonctions élaborées dans l'usage des artefacts-(Folcher et Rabardel, 2004). Cette distance, que les ergonomes constatent entre usages prescrits et usages réels des environnements informatiques, est à l'origine de problèmes d'appropriation de l'environnement par les utilisateurs. Vis-à-vis de ces difficultés, qui constituent selon nous des obstacles à une « bonne » utilisation des EIAH, nous pensons que les traces d'activité, présentées aux utilisateurs, peuvent favoriser la compréhension que les utilisateurs ont de l'environnement. Nous avançons l'hypothèse que les traces informatiques d'interactions, présentées aux utilisateurs, peuvent précisément être des « facilitateurs » d'appropriation de l'environnement informatique par les utilisateurs, en favorisant la compréhension qu'ils ont de l'environnement et des possibilités qu'il offre.

Peu de recherches se sont intéressées au processus d'appropriation en tant que tel, et nous constatons que le terme même d'« appropriation » est souvent utilisé au sens courant du terme. Nous présentons cependant ci-dessous les travaux de certains auteurs concernant ce processus.

Millerand et al. (2001) définissent le processus d'appropriation comme étant lié aux processus d'apprentissage et de développement humain, qu'il envisage au sens vygotkien du terme. Selon eux, l'appropriation est « (...) la manière par laquelle un individu acquiert, maîtrise, transforme ou traduit les codes, les protocoles, les savoirs et les savoir-faire nécessaires pour transiger 'correctement' avec les objets matériels ». Dans cet article, ils proposent des éléments pour une approche socio-cognitive des usages pour rendre compte de la manière dont l'appropriation des dispositifs techniques se fait. A l'observation de l'appropriation, ils réintroduisent l'expérience de la matérialité de la technique en considérant les dispositifs techniques comme des partenaires de l'activité des utilisateurs. Ils proposent une définition opératoire de l'appropriation qui ne peut selon eux être comprise que dans le cadre d'un processus temporel impliquant des transformations de la situation par les usagers. Ainsi dans cette perspective, « l'utilisateur choisit ou redéfinit les fonctionnalités du dispositif pour donner un sens à son usage jusqu'à ce que celui-ci fasse l'objet d'une nouvelle définition. ». Et les « détournements d'usage » observés peuvent alors être compris comme des « révélateurs des dynamiques d'appropriation différenciée à l'œuvre dans la formation des pratiques ». Selon ces auteurs, c'est « dans » l'expérience de l'utilisateur avec le dispositif que l'appropriation se joue, c'est dans la « mise en objet » de la technique. Pour

Dourish (2003), l'appropriation est le processus par lequel les gens adoptent et adaptent les technologies, les ajustant à leurs pratiques. Processus de nature réflexive, c'est ainsi selon lui un concept similaire à celui de « personnalisation », mais qui concerne les formes d'adoption de la technologie, et la transformation des pratiques à un plus haut niveau. Pour (Rabardel et Samurçay, 2001), l'appropriation correspond à ce que Wertsch nomme « maîtrise » (compétences d'utilisation d'un outil acquises lors d'usages, et pour un contexte donné), et résulte d'un processus progressif de genèse instrumentale. Wertsch (1998) définit l'appropriation comme le processus par lequel un sujet prend quelque chose qui appartient à un autre pour le faire sien. C'est un processus qui n'est pas linéaire, qui est difficile, et qui engendre des tensions entre l'objet de l'appropriation et l'usage fait avec dans un contexte particulier, tensions qui sont à l'origine de résistances.

Nous gardons l'idée que l'appropriation est un processus itératif où la négociation de sens qui se joue dans l'utilisation d'un objet par un individu autorise l'adoption et l'adaptation de l'objet. S'approprier serait en quelque sorte l'action de donner du sens à une situation « qui n'en a pas ». Ainsi, l'appropriation se situe selon nous entre deux moments de stabilisations de sens, dans des périodes « intermédiaires ». Nous retenons également des travaux présentés ici que l'appropriation est un processus qui est lié à une posture réflexive de l'individu sur son activité.

Nous faisons ici le lien avec certains des travaux que nous avons cités dans notre classification des environnements traçants, il s'agit des environnements qui présentent une visualisation de l'histoire interactionnelle destinée à l'utilisateur en lui proposant différentes possibilités d'actions, navigation ou autres. Ces environnements offrent une visualisation de l'histoire interactionnelle pour les utilisateurs, en s'appuyant sur la métacognition, et ont pour objectif de favoriser la prise de conscience réflexive par les utilisateurs de leur activité. Par activité réflexive, nous entendons davantage qu'une activité réfléchie, c'est-à-dire tournée vers soi. Nous désignons une activité se prenant elle-même pour objet. L'idée est que l'environnement informatique peut servir de « miroir doté de mémoire » pour l'utilisateur, par le biais de la présentation des traces informatiques, ces dernières suscitant chez l'utilisateur une prise de distance par rapport à son activité à l'origine d'une prise de conscience de nature meta. On pourra trouver un exemple d'utilisation de ces principes pour le partage de connaissances dans Komlodi (2002) qui l'applique au domaine juridique par des processus d'annotation et de remémoration.

## **Conclusion**

Cet article a été l'occasion de faire une recherche bibliographique des utilisations des traces informatiques d'interactions dans les activités médiées par un environnement informatique. Nous avons distingué les utilisations de telles traces selon qu'elles étaient visualisées en tant que traces ou non : pour l'utilisateur lui-même (sans visualisation/personnalisation), par l'utilisateur lui-même (aspects réflexifs sur son activité), pour un observateur analyste (calculs d'indicateurs, constructions de représentations de profils), par un observateur analyste (reformulations et abstractions à des fins d'analyse d'activité). Nous avons ensuite présenté l'importance des processus d'appropriation lorsqu'il s'agit de construire du sens, en particulier en situation d'apprentissage humain.

La dynamique forte des recherches actuelles sur les traces informatiques d'interaction nous laisse confiants pour qu'un programme de recherche « orienté connaissances » se développe dans de très bonnes conditions. Et nous pensons que ce type de recherche pourra nous renseigner sur les processus mis en jeu lors de l'utilisation d'un environnement informatique pour l'apprentissage humain, cette compréhension étant précisément une nécessité pour

améliorer les performances des solutions e-learning mises en place, en particulier dans les entreprises.

---

## Références bibliographiques

Carroll, S., Beyerlein, S., Ford, M., & Apple, D. (1996). The Learning Assessment Journal as a tool for structured reflection in process education, In *Proceedings of Frontiers in Education '96*, IEEE, pp. 310-313.

Cockburn, A. & Jones, S., (2000). Which way now? Analysing and easing inadequacies in WWW navigation. *International Journal of Human-Computer Studies* (45). 1996, pp. 105-129.

Després C. (2001). Modélisation et Conception d'un Environnement de Suivi Pédagogique Synchronique d'Activités d'Apprentissage à Distance, Thèse de Doctorat. Université du Maine, Le Mans.

Doemel, P. (1994). WebMap - A Graphical Hypertext Navigation Tool, In *Proceedings of 2nd International Conference on the World Wide Web*, Chicago, IL, 1994, 785-789.

Dourish, P. (2003). The Appropriation of Interactive Technologies: Some Lessons from Placeless Documents. *Computer-Supported Cooperative Work: Special Issue on Evolving Use of Groupware*, 12, pp. 465-490.

Dubois, J.-M., Dao-Duy, J.-M., & Eldika, S. (2000). L'analyse des traces informatiques des usages : un outil pour valider la conception d'un site web. Dans *Actes des rencontres jeunes chercheurs en Interaction Homme-Machine 2000*, pp. 85-89.

Folcher V. & Rabardel P. (2004). Hommes, artefacts, activités : perspective instrumentale. In P. Falzon (Ed.) *Ergonomie*. Paris : PUF.

Gama, C. (2003). Towards a model of Metacognition Instruction in Interactive Learning Environments. Thèse de Doctorat. University of Sussex, England.

Georgeon, O., Mille, A. & Bellet, T. (2006a). Analyzing behavioral data for refining cognitive models of operator. Dans *Philosophies and Methodologies for Knowledge Discovery*, Krakow, Poland. IEEE Computer Society Press Proceedings. IEEE.

Georgeon, O., Mille, A. & Bellet, T. (2006b). Abstract: un outil et une méthodologie pour analyser une activité humaine médiée par un artefact technique complexe. Dans *Actes de Ingénierie des Connaissances IC 2006*, Nantes, France.

Greenberg, S. & Witten, I.H. (1988). How Users Repeat Their Actions on Computers: Principles for Design of History Mechanisms. In: Soloway, E., Frye, D., Sheppard, S. B. (Eds) *Proceedings of the ACM CHI 88 Human Factors in Computing Systems Conference*. June 15-19, 1988, Washington, DC, USA. pp.171-178.

Greenberg, S. & Cockburn, A. (1999). Getting Back to Back: Alternate Behaviors for a Web Browser's Back Button. In *Proceedings of the 5th Annual Human Factors and the Web Conference*, Held at NIST, Gaithersburg, Maryland, USA, June 3th.

Guzdial, M., Kolodner, J., Hmelo, C., Narayanan, H., Carlso, D., Rappin, N., Hubscher, R., Turns, J., and Newstetter, W. (1996). The collaboratory notebook, *Communications of the ACM* 39, 4, pp. 32-33.

Hightower, R., Ring, L., Helfman, J., Bederson, B. & Hollan, J. (1998). Graphical multiscale web histories: A study of PadPrints. In *Proceedings of Hypertext '98*, pp. 58-65.

Hill, W.C. & Hollan, J.D. (1993). History-enriched digital objects, In *Proceedings of Third ACM Conference on Computers, Freedom and Privacy*, San Francisco, CA, ACM, pp. 917-920.

Jermann, P.R., Soller, A. & Mühlenbrock, M. (2001). From mirroring to guiding: A review of state of the art technology for supporting collaborative learning. In *Proceedings of European Perspectives on Computer-Supported Collaborative Learning*. Bergen, Norway, pp.324-331.

Katz, S., Lesgold, A., Eggan, G., & Gordin, M. (1992). Modelling the student in Sherlock II. *Artificial Intelligence in Education*, 3(4), pp. 495-518.

KOMLODI, A (2002) The role of interaction histories in mental model building and knowledge sharing in the legal domain. *Journal of Universal Computer Science*, 8(5), 557-566.

Lemaire, B. & Moore, J. (1994). An improved interface for tutorial dialogues: browsing a visual dialogue history, In *Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 16-22.

Lesgold A., Lajoie, S., Bunzo, M. & Eggan G. (1992). Sherlock A Coached Practice Environment for an Electronics Troubleshooting Job. In *Computer Assisted Instruction and Intelligent Tutoring Systems: Shared Goals and Complementary Approaches*, Larkin, Jill, Chabay, Ruth (Eds), Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, New Jersey.

LETTKEMANN T, STUMPF, IRVINE J, HERLOCKER J (2006) Predicting Task-Specific Web Pages for Revisiting, 21th National Conference on Artificial Intelligence (AAAI-06), Boston, MA, July 18-20, 2006

Lieberman, H. (2001). Interfaces that Give and Take Advice, in Carroll, J. (Ed). *Human-Computer Interaction for the New Millenium*, ACM Press/Addison-Wesley, pp. 475-485.

Millerand, F., Giroux, L. & Proulx, S. (2001). La « culture technique » dans l'appropriation cognitive des TIC. Une étude des usages du courrier électronique, Dans *Actes du colloque international ICUST 2001*, Paris (France). pp. 400-410.

Neal, A. S. & Simons, R. M. (1983). Playback: A method for evaluating the usability of software and its documentation. In *Proceedings of CHI '83*, pp. 78-82.

Plaisant, C., Rose, A., Rubloff, G., Salter, R. & Shneiderman, B. (1999). The Design of History Mechanism and Their Use in Collaborative Educational Simulations, in *Proceedings of the Computer Support for Collaborative Learning*, pp. 348-359, Palo Alto, CA.

Rabardel P. & Samurçay R. (2001). From Artifact to Instrument-Mediated Learning, In *Proceedings of International symposium on New challenges to research on Learning*, Helsinki, March 21-23.

René, D. (2000). Apport d'une trace informatique dans l'analyse du processus d'apprentissage d'une langue seconde ou étrangère. In Duquette, L. & Laurier, M. (dirs) *Apprendre une langue dans un environnement multimédia*. Outremont, Canada : Les Éditions Logiques, pp. 281-301.

Rich, C. & Sidner, C.L. (1997). Segmented Interaction History in a Collaborative Interface Agent. In *Proceedings of International Conference on Intelligent User Interfaces*. Orlando, FL, pp. 23-30.

Rose, A., Salter, R., Keswani, S., Kositsyna, N., Plaisant, C., Rubloff, G. & Shneiderman, B. (2000). Simulation based learning environments and the use of learning histories. Paper presented at the *CHI 2000 Conference*, The Hague, The Netherlands.

Schneider, M., Bauer, M. & Kröner, A. (2005). Building a personal memory for situated user support. In Proceedings of the First International Workshop on Exploiting Context Histories in Smart Environments (ECHISE 2005) at Pervasive 2005, Munich.

Svensson M. (2000). *Defining and designing social navigation*, Licentiate Thesis, Department of computer and system sciences, Stockholm University.

Szilas, N., Kavakli, M. (2006). PastMaster@Strorytelling: A Controlled Interface for Interactive Drama, In *Proceedings of IUI 2006: International Conference on Intelligent user Interfaces*, CSIRO ICT Centre, Macquarie University, Sydney, Australia, 29 January to 1 February, pp288-290.

Tauscher, L. & Greenberg, S. (1997). How People Revisit Web Pages: Empirical Findings and Implications for the Design of History Systems. *International Journal of Human Computer Studies, Special issue on World Wide Web Usability*, 47(1). p97-138, Academic Press.

Tchounikine P. (2002). Pour une ingénierie des Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, *Revue I3 information – interaction – intelligence* 2(1). [www.revue-i3.org](http://www.revue-i3.org).

Terveen, L.G., McMackin, J., Amento, B. & Hill, W. (2002). *Specifying Preferences Based On User History*, in *Proceedings of CHI'2002* (Minneapolis MN, April). ACM Press, pp. 315-322.

Wertsch, J. (1998). *Mind as Action*. Oxford, Oxford University Press.

Wexelblat A. & Maes P. (1997). Footprints: History-rich Web browsing. In: *Proceedings of the Conference on Computer-Assisted Information Retrieval (RIAO)*, pp. 75-84.

Wexelblat A. & Maes P. (1999). Footprints: History-rich tools for information foraging. In Proceedings of ACM CHI 99 Conference on Human Factors in Computing Systems, pp. 270-277.

## **Références netographiques**

Bersin & associates (2006). New study looks at US corporate learning market. Institute for Competitive Intelligence.

Available <http://www.trainingreference.co.uk/news/gn060329a.htm>