

Faciliter l'appropriation des EIAH par les apprenants *via* les traces informatiques d'interactions ?

► Magali OLLAGNIER-BELDAME, Alain MILLE *Université de Lyon, LIRIS, UMR CNRS 5205, Université Lyon1, Insa-Lyon, ECL, Université Lyon2*

■ **RÉSUMÉ** • L'appropriation des EIAH 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 que nous considérons du point de vue développement vygotkien. Nous dressons un état de l'art 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. Nous argumentons ensuite sur le potentiel d'apprentissage humain lié à l'appropriation, sur la nature des traces informatiques d'interactions et leur niveau d'abstraction pour leur utilisation. La discussion permet de tracer les perspectives d'application et de recherche dans la situation d'un apprenant disposant de traces informatiques d'interactions en tant qu'objet informatique à part entière.

■ **MOTS CLÉS** • Traces informatiques, interactions, EIAH, appropriation, réflexivité.

■ **ABSTRACT** • *Self appropriating Computer Enhanced Learning Systems is mandatory for the learner, both to understand her computer environment and to learn what she is supposed to learn. Appropriation process is possible thanks to offered interactions: so, we consider computer traces of interactions as potential sources for facilitating this self understanding of both environment and lessons. Appropriation is seen as linked to the vygotkian process of self development. We propose a state of the art on uses of computer traces of interactions by classifying them depending on the fact they are visualized or not, to the user herself or to an external observer. Then, we argue on the human learning potential of appropriation, we discuss the nature of computer traces of interactions and their abstraction level to be efficiently used. The last part gives application and research perspectives when the trace user is mainly the learner herself, able to exploit traces as first class computer objects.*

■ **KEYWORDS** • *Computer Traces of Interaction, TEL, appropriation, reflexive activity.*

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. Bon nombre d'applications informatiques tracent les interactions entre utilisateur(s) et environnement, sous la forme de fichiers peu exploitables par l'utilisateur lui-même ou un analyste de la situation d'interaction, les fichiers *logs*. Il est également possible de tracer les interactions entre utilisateur(s) et environnement informatique et de présenter ces traces dans un format qui fait sens pour les humains (utilisateur et/ou analyste). L'étude de ces traces informatiques d'interaction est au cœur de notre travail de recherche.

C'est dans cette perspective que nous envisageons l'activité humaine selon des approches de cognition située et distribuée (Suchman, 1987 ; Hutchins, 1995) pour lesquelles le sens d'une situation émerge des interactions entre utilisateurs *et* entre utilisateurs et environnement. 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.

En vue de comprendre quel peut être le rôle des traces d'interactions en situations d'apprentissage instrumenté, et en particulier en contexte d'activité conjointe, nous proposons dans une première partie une classification des environnements informatiques qui traçent les interactions entre utilisateur et environnement informatique. La seconde partie précisera la définition des traces informatiques d'interaction en contexte d'utilisation d'un EIAH, en considérant ces traces comme des « facilitateurs d'appropriation » de l'environnement par les utilisateurs. Une courte discussion sera l'occasion d'ouvrir le débat sur les usages possibles des traces d'interaction dans la conception et l'exploitation des environnements informatiques d'apprentissage humain.

1. 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, Ense-
-------------------------	--------------------------------	---

		gnant
Sans visualisation	<i>Personnalisation</i>	<i>Indicateurs</i>
	<i>Indicateurs</i>	<i>Profils</i>
Avec visualisation	<i>Facilitateurs d'activité</i>	<i>Analyse des processus</i>
	<i>Instrumentation explicite</i>	<i>Abstractions</i>

Tableau 1 Grille de classification adoptée

Nous nous intéresserons plus particulièrement dans cet état de l'art 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 Mühlbrock (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 réali-

sent 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 évènement 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 « reporting » 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 don-

nées 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 cette définition des traces.

Nous souhaitons en particulier mieux comprendre le rôle que les traces informatiques d'interaction peuvent jouer en contexte d'utilisation des EIAH, et leur statut dans ce type d'activités. 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'approprier l'environnement avant de pouvoir mener sa tâche principale, qui est celle d'apprendre un contenu pédagogique, que l'EIAH offre. C'est cette question centrale de l'appropriation des EIAH que nous abordons dans la partie suivante.

2. Préciser la définition des traces informatiques d'interaction en EIAH :

Les traces sont des « facilitateurs d'appropriation » de l'environnement, et peuvent être de différents niveaux d'abstraction

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 constituantes 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.

2.1. Processus d'appropriation et apprentissage humain

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'usager 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 mémorisation.

2.2. De la nature des traces d'interactions : niveau d'abstraction des informations tracées

Différents types de traces informatiques peuvent être utilisés comme soutien à l'activité. En particulier, le niveau d'abstraction des informations recueillies peut varier. Dans le cas où les traces sont utilisées par l'environnement pour assister l'utilisateur, mais sans qu'elles lui soient présentées, les calculs étant faits sur les fichiers *logs*, l'environnement récupère les informations issues des calculs pour agir sur les interfaces. Dans ce cas, la question du niveau d'abstraction des traces ne se pose donc pas puisque ce n'est pas un humain qui les reçoit. Si il existe un modèle de l'utilisateur, ou bien si il y a un moteur de raisonnement à partir de cas, l'environnement pourra prédire ce que l'utilisateur fera, soit pour avoir une session d'utilisation « réussie », soit en fonction de ce qu'il a fait auparavant, ou bien encore selon ce que d'autres utilisateurs avec un « profil » similaire ou dans une situation proche ont fait. Il pourra ensuite lui faire des suggestions d'actions. En revanche, dans le cas où les traces sont présentées soit à l'analyste de la situation ou bien à l'utilisateur, les questions de leur niveau d'interprétation, de leur mise en forme puis de leur visualisation se posent. Dans le cas de traces présentées au chercheur ou, de manière plus générale, à l'analyste de la situation, les traces d'interactions peuvent être simplement reconstruites ou plus finement interprétées par l'environnement, en fonction des objectifs d'analyse. Si l'analyste a des hypothèses de recherche pré-expérimentales, il peut faire un modèle de traces en fonction de ses attentes et l'implémenter afin que l'environnement n'enregistre puis ne lui « sorte » que les informations qui l'intéressent, filtrées, mises en forme voire directement annotées. Dans le cas où les traces sont adressées à l'utilisateur, elles peuvent également être plus ou moins interprétées par l'environnement en fonction du type d'utilisateur (âge, expertise éventuelle, proximité culturelle avec la tâche, *etc.*), en fonction de ce que l'on suppose que cela va susciter chez lui, et également en fonction de l'approche théorique d'assistance que l'on adopte. Dans certains environnements, d'apprentissage ou non, on trouve des traces interprétées qui sont des « profils ». Pour une application donnée, ces traces contiennent des informations sur l'utilisateur, sur les dernières actions qu'il a effectué avec l'application. L'idée des profils est que la présentation à l'utilisateur d'une trace interprétée de son activité va le guider et susciter une prise de conscience de son activité. Les traces peuvent aussi être présentées à l'utilisateur dans leur forme « brute ». Nous ne pensons pas aux fichiers *logs*, qui sont au mieux inutilisables car incompréhensibles et au pire une gêne pour l'activité, mais aux traces d'interactions qui, dans certains environnements, se trouvent *de facto* présentes à l'interface. C'est le cas de certaines interfaces pour les activités conjointes et en particulier de certaines interfaces communicationnelles, comme les éditeurs de textes collectifs ou les *chats* où l'utilisateur voit constamment à l'écran les traces

« brutes » de ce qu'il a fait précédemment, ainsi que les traces des actions des autres utilisateurs puisqu'il s'agit dans ce cas d'activités conjointes.

Nous avons montré qu'il existe différents niveaux d'abstraction dans les traces d'interactions qui sont utilisées dans les environnements informatiques, et que ce niveau varie selon l'usage qui est fait de ces traces. Il est important de remarquer ici que l'on peut donc parler de traces informatiques d'interactions pour désigner des « empreintes » de l'activité des utilisateurs inscrites par et dans l'environnement, alors que l'environnement n'a pas été instrumenté pour cela.

C'est précisément aux conditions de modélisation, de représentation, de traitement et de visualisation de telles traces informatiques¹ que nous nous intéressons dans l'équipe SILEX (*Supporting Interaction and Learning by EXperience*) du laboratoire LIRIS, qui concentre sa recherche sur deux champs interdépendants, l'ingénierie de l'expérience tracée et les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain.

Dans (Ollagnier-Beldame, 2007), nous présentons une étude expérimentale qui vise à comprendre le rôle et le statut des traces informatiques d'interactions dans une situation d'activité conjointe et instrumentée par un environnement informatique, et dans laquelle des traces « brutes », produites par l'environnement, apparaissent *de facto* à l'interface proposée. Ces traces d'expériences d'interactions correspondent aux « historiques » et à ce que Wexelblat (1998) nomme « histoire interactionnelle ». Ces traces sont des inscriptions par et dans l'environnement des expériences d'interactions utilisateur(s)-environnement. Les expériences sont inscrites dans l'environnement, et elles sont ensuite décrites par lui. Dans cet article, nous présentons précisément l'activité et la manière dont nous l'avons mise en situation pour l'étudier, et nous exposons également l'observation, le traitement et l'analyse de ces mises en situation, qualitatives, et relevant d'une approche psycho-ergonomique d'inspiration ethnométhodologique. Nous présentons ensuite les principaux résultats de notre étude, en termes de mise en évidence de propriétés des traces informatiques d'interactions (selon l'utilisateur ou l'espace numérique à l'origine des traces), et mise en évidence de propriétés de l'utilisation de ces traces.

3. Discussion

Nous avons pris le parti de considérer les « traces informatiques d'interactions » comme des supports potentiels à la construction du sens telle qu'elle est mise en

¹ Les études sur les traces informatiques pour les EIAH associent étroitement le groupe « Observations » de Syscom, Université de Savoie, Chambéry, ICAR CNRS Université Lyon2 et RIM ENSM St Etienne au sein du Cluster Régional ISLE et de l'ACI Acteurs.

œuvre dans l'appropriation d'environnements informatiques, en particulier lorsque l'activité est l'apprentissage humain. Cette posture implique une approche « connaissances » des représentations de ces traces permettant de fournir également les mécanismes de calcul pertinents fondés sur ces traces. Il ne suffit pas en effet de collecter des informations pour que les traces « résultantes » soient exploitables dans un processus de construction du sens. L'environnement informatique doit offrir les outils associés à ces traces d'interactions, objets nouveaux à disposition de l'utilisateur pour faciliter ses activités. La littérature et l'expérimentation montrent bien que le potentiel d'utilisation est fort, mais montrent également les difficultés à offrir des moyens « appropriés » d'exploiter cette « mine » d'expériences (épisodes d'activité) à découvrir en cours d'activité, à revisiter, à réutiliser, à partager, à capitaliser, *etc.*

Il semble donc particulièrement nécessaire de formaliser davantage l'objet « trace informatique d'interactions » en tant qu'objet informatique à part entière avec sa représentation interne et externe (interopérable), ses opérateurs de transformation (d'une trace en une autre trace) permettant de soutenir les processus d'abstraction, des capacités de visualisation « plastique » permettant à l'utilisateur de concevoir les visualisations qui lui conviennent dans tel ou tel contexte, *etc.* (Laflaquière *et al.*, 2006, Settoui *et al.* 2006), débouchant sur la notion de « système à base de traces » encapsulant toutes ces possibilités dans un noyau d'exploitation de traces depuis la collecte (en amont) jusqu'à la visualisation (en aval), permettant aux fonctions de calcul d'indicateurs de se greffer selon un protocole explicite. L'existence d'une telle formalisation et d'un noyau logiciel associé devrait permettre de faciliter l'instrumentalisation² des EIAH pour produire des traces d'interactions utilisables dans le processus d'apprentissage pour (liste non exhaustive privilégiant le point de vue de celui qui « produit » les traces) :

- renvoyer à l'apprenant en temps réel son histoire interactionnelle immédiate selon des « points de vue », ouvrant la voie à la prise de recul sur son activité et aux processus de développement humain associés,
- mettre à disposition de l'apprenant des moyens de se re-présenter ce qu'il est en train de faire par des interactions sur les traces informatiques d'interactions, ce qui suppose « d'inventer » les manières d'interagir avec des traces,
- mettre à disposition des apprenants les moyens de comparer leurs traces à différents temps d'activité ou aux traces d'autrui ; ceci à des fins

² Par instrumentalisation, nous considérons le fait de donner à un environnement informatique les capacités de générer les traces informatiques d'interactions sous une forme permettant de les intégrer dans un système à base de traces.

d'argumentation, de confrontation, de construction de sens commun, *etc.*, toutes choses permettant de sensiblement enrichir les possibilités d'activités collaboratives à distance,

- permettre l'exportation des traces des apprenants vers les autres acteurs de l'apprentissage, une exportation supposant la capacité de transformer une trace « privée » en cours en « trace pour quelqu'un d'autre » ; on peut imaginer alors des « reformulations » des « traces élèves » selon les modèles d'activité de l'enseignant, ouvrant la voie à d'autres façons d'échanger sur les processus d'apprentissage,
- considérer des signatures expliquées de tâche, sorte de motifs permettant de sélectionner des épisodes d'activité dans les traces (à un niveau d'abstraction choisi) pour les considérer comme des sources d'inspiration pour soi ou pour les autres, ce qui nécessite naturellement de mettre au jour les connaissances permettant de les adapter, inférant par là les mesures de similarité à mettre en œuvre.

L'intérêt pour les traces informatiques d'interaction ne se limite naturellement pas au point de vue défendu ici d'utilisations pour l'utilisateur-apprenant en premier lieu, et de nombreux autres travaux présentés dans ce numéro spécial en sont bien la preuve. Ces directions de recherche sont complémentaires et c'est par exemple une chance de voir que des travaux sans cesse plus nombreux s'intéressent à l'intégration dans les scénarios d'apprentissage des traces comme objets permettant de faciliter le contrôle du processus d'apprentissage par l'enseignant naturellement, mais aussi par l'apprenant en négociation du sens avec l'enseignant, ou encore comme source de calcul de profils dynamiques, *etc.*

Ce sont peut-être les situations d'apprentissage collaboratif qui ont le plus à gagner à la mise en place de dispositifs instrumentalisés permettant l'exploitation des traces informatiques d'interaction : en effet, par définition, les acteurs de la collaboration doivent apprendre à apprendre en collaborant, la construction du sens devenant une nécessité explicite et la négociation argumentative pouvant tirer grand profit d'un soutien par des traces explicites des interactions homme-homme et homme-environnement informatique (Dillenbourg, 1999).

C'est donc un vaste programme de recherches interdisciplinaires qui prend forme pour permettre au potentiel des traces informatiques d'interactions de s'affirmer dans les situations d'apprentissage médiées par un environnement informatique.

4. Conclusion

Cet article a été l'occasion de faire un état de l'art 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 personnalisée), 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. Les traces informatiques d'interactions sont alors considérées comme candidates « spontanées » à la facilitation de cette appropriation très liée au processus de développement humain selon Vygotski. Enfin, la discussion est l'occasion d'évoquer le potentiel applicatif et de recherche ouvert par une formalisation plus poussée des traces informatiques d'interactions comme objets informatiques à part entière. 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.

5. Références

- (Carroll *et al.*, 1996)
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 et Jones, 2000)
COCKBURN, A. & JONES, S., (2000). Which way now? Analysing and easing inadequacies in WWW navigation. *International Journal of HumanComputer Studies* (45). 1996, pp. 105-129.
- (Després, 2001)
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.
- (Dillenbourg, 1999)
DILLENBOURG, P. (1999). What do you mean by collaborative learning? Chapter 1 In P. Dillenbourg (Ed) *Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches*, pp.1-19. Oxford, Elsevier.
- (Doemel, 1994)
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, 2003)
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 *et al.*, 2000)

- 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 et Rabardel, 2004)
- FOLCHER V. & RABARDEL P. (2004). Hommes, artefacts, activités : perspective instrumentale. In P. Falzon (Ed.) *Ergonomie*. Paris : PUF.
- (Gama, 2003)
- GAMA, C. (2003). Towards a model of Metacognition Instruction in Interactive Learning Environments. Thèse de Doctorat. University of Sussex, England.
- (Georgeon, Mille et Bellet, 2006a)
- 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, Mille et Bellet, 2006b)
- 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 et Witten, 1988)
- 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 et Cockburn, 1999)
- 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 et al., 1996)
- GUZDIAL, M., KOLODNER, J., HMELO, C., NARAYANAN, H., CARLSO, D., RAPPIN, N., HUBSCHER, R., TURNS, J., and NEWSTETTER, W. (1996). The collaborative notebook, *Communications of the ACM* 39, 4, pp. 32-33.
- (Hightower et al., 1998)
- 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 et Hollan, 1993)
- 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.
- (Hutchins, 1995)
- HUTCHINS, E. (1995). *Cognition in the Wild*. Cambridge (MA) : MIT Press.
- (Jermann, Soller et Mühlenbrock, 2001)
- 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 et Lesgold, 1992)
- 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, 2002)
- 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.
- (Laflaquière *et al.*, 2006)
- LAFLAQUIÈRE J., SETTOUTI S.L-S, PRIÉ Y., MILLE A, Dans Second International Workshop on Experience Management and Engineering (EME 2006) in conjunction with KES2006, Bournemouth UK. 2006.
- (Lemaire et Moore, 1994)
- 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 *et al.*, 1992)
- 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.
- (Lettkeman *et al.*, 2006)
- 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, 2001)
- 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 *et al.*, 2001)
- 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 et Simons, 1983)
- 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.
- (Ollagnier-Beldame, 2007, soumis)
- OLLAGNIER-BELDAME, M. (2007). Suivre l'apprentissage instrumenté à la trace. Soumis au numéro spécial « Analyses des traces d'utilisation dans les EIAH » de la *revue STICEF, revue francophone de Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation*.
- (Plaisant *et al.*, 1999)
- 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 et Samurçay, 2001)
- 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, 2000)
- 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 et Sidner, 1997)

- 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 *et al.*, 2000)
- 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, Bauer et Kröner, 2005)
- 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.
- (Settouti *et al.*, 2006)
- SETTOUTI S.L-S, PRIE Y., MILLE A., MARTY J.C.. Système à base de trace pour l'apprentissage humain. Dans colloque international TICE 2006 «Technologies de l'Information et de la Communication dans l'Enseignement Supérieur et l'Entreprise», INP Toulouse. 2006.
- (Suchman, 1987)
- SUCHMAN, L. (1987). *Plans and Situated Actions*. Cambridge : Cambridge University Press.
- (Svensson, 2000)
- SVENSSON M. (2000). *Defining and designing social navigation*, Licentiate Thesis, Department of computer and system sciences, Stockholm University.
- (Szilas et Kavakli, 2004)
- 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 et Greenberg, 1997)
- 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, 2002)
- TCHOUNIKINE P. (2002). Pour une ingénierie des Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, *Revue I3 information – interaction – intelligence* 2(1). www.revue-i3.org.
- (Terveen, McMackin, Amento et Hill, 2002)
- 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, 1998)
- WERTSCH, J. (1998). *Mind as Action*. Oxford, Oxford University Press.
- (Wexelblat et Maes, 1997)
- WEXELBLAT A. & MAES P. (1997). Footprints: History-rich Web browsing. In: *Proceedings of the Conference on Computer-Assisted Information Retrieval (RIA0)*, pp. 75-84.
- (Wexelblat et Maes, 1999)
- 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.

Magali OLLAGNIER-BELDAME est docteure en sciences cognitives, chercheuse au laboratoire d'informatique LIRIS UMR CNRS 5205. Membre de l'équipe SILEX (Supporting Interactions by Learning from Experience) de l'axe thématique COSYCO (Connaissance et Systèmes Complexes) du LIRIS, elle s'intéresse aux domaines des EIAH et de l'activité humaine. Plus spécifiquement, elle étudie le rôle et le statut des traces informatiques d'interactions dans des activités d'apprentissage conjointes et instrumentées, selon une perspective de cognition située et distribuée.

Adresse : LIRIS UMR 5205, Université de Lyon, Université Claude Bernard, Bâtiment Nautibus (710), 43, Boulevard du 11 Novembre 1918, 69622 VILLEURBANNE Cedex France

Courriel : mbeldame@liris.cnrs.fr

Toile : <http://bat710.univ-lyon1.fr/~mbeldame/>

Alain MILLE est professeur à l'université Lyon1, chercheur au LIRIS UMR CNRS 5205. Informaticien, il s'intéresse à l'ingénierie de l'expérience tracée et en particulier à l'exploitation de cette expérience tracée pour faciliter les usages TIC. Animateur de l'équipe SILEX (Supporting Interactions by Learning from Experience) de l'axe thématique COSYCO (Connaissance et Systèmes Complexes) du laboratoire, il est responsable également d'une structure de recherche pluridisciplinaire (PPF Apprentice) spécialisée sur la question de l'apprentissage avec les TICE. Dans le domaine des EIAH, il s'intéresse spécifiquement aux usages réflexifs de l'expérience tracée facilitant l'appropriation des différentes facettes EIAH et le partage d'expérience dans le cadre de l'apprentissage collaboratif.

Adresse : LIRIS UMR 5205 , Université de Lyon, Université Claude Bernard, Bâtiment Nautibus (710), 43, Boulevard du 11 Novembre 1918, 69622 VILLEURBANNE CEDEX France

Courriel : alain.mille@liris.cnrs.fr

Toile : <http://liris.cnrs.fr/alain.mille>