
Tracer, analyser et visualiser les activités de communications médiatisées des apprenants

Madeth May — Sébastien George — Patrick Prévôt

*Laboratoire d'Informatique pour l'Entreprise et les Systèmes de Production
INSA – Lyon, France
La Doua, 21 avenue Jean Capelle – Villeurbanne, F-69621
{madeth.may, sebastien.george, patrick.prevot}@insa-lyon.fr*

RÉSUMÉ. Cette communication présente un travail de recherche qui se focalise sur le traçage automatique des activités de communication médiatisées en situation d'apprentissage à distance. Une partie de cette recherche s'intéresse à l'exploitation des traces capturées pour aider les acteurs d'une formation à distance (enseignants, tuteurs, et apprenants) pendant et après leurs activités de communication. Cette partie s'appuie sur l'analyse et la visualisation des traces. Trois aspects principaux sont abordés : (i) la proposition d'une approche permettant de tracer efficacement les activités de communication médiatisées, (ii) la conception d'une architecture de système de traçage pour les outils de communication, et (iii) les premières expérimentations de la plateforme TrAVis (Tracking Data Analysis and Visualization), suivi d'exemples de calculs et de visualisations d'indicateurs d'activités de communications.

ABSTRACT. This paper presents a research work on tracking Computer Mediated Communication (CMC) activities in distance learning situations. A part of this research work is related to the tracking data exploitation. It focuses on tracking data analysis and visualisation to help the teachers, tutors and students during and after their communication activities. Three main aspects will be discussed in this paper : (i) an approach for efficiently tracking Computer Mediated Communication activities, (ii) the conception of tracking system architecture for CMC tools, and (iii) the experiments of TrAVis platform (Tracking Data Analysis and Visualization), followed by some examples of data indicators for CMC activities.

MOTS-CLÉS : traces, traçage automatique, activités de communication médiatisées, interaction homme-machine, analyse et visualisation des traces, indicateurs d'interaction

KEYWORDS: traces, tracking data, student's log files, tracking system, computer mediated communications, human-machine interaction, data analysis and visualisation, data indicator

Draft : May M., George S., Prévôt P., Tracer, analyser et visualiser les activités de communications médiatisées des apprenants, Colloque JOCAIR 2008 (Journées Communication et Apprentissage Instrumentées en Réseau), 27-29 août 2008, Amiens, France

1. Introduction

Dans les environnements d'apprentissage à distance, les outils de communications médiatisées (CMC en anglais pour *Computer-Mediated Communication*) sont fortement utilisés comme moyens d'échange inter-apprenants et entre apprenants et enseignants (Corich *et al.*, 2004). Selon Berge et Collins (1995), les outils CMC tels que les messageries instantanées ou bien les forums de discussion, permettent aux apprenants d'explorer des moyens alternatifs pour échanger des idées sur les sujets d'apprentissage et développer leur propre style d'apprentissage. Ainsi les outils CMC synchrones et asynchrones font fortement partie des environnements d'apprentissage à distance (Liu, 2002). Afin de fournir du soutien aux utilisateurs des outils CMC, particulièrement aux apprenants et aux enseignants pendant et après leurs activités de communication, nous menons une recherche qui se focalise sur le traçage et l'exploitation des traces d'activités de communication en situations d'apprentissage à distance. Nous montrons principalement une approche permettant de tracer des activités CMC et de produire des traces avec une granularité plus fine que celles des fichiers logs couramment stockés sur des serveurs.

La suite de l'article est structurée en quatre sections suivies d'une conclusion. La deuxième section présente une étude de la problématique du traçage et de l'exploitation des traces issues d'outils CMC, suivie d'une étude synthétique des approches existantes. L'approche proposée et l'architecture technique du système de traçage sont présentées dans la troisième section. La quatrième section présente la plateforme TrAVis (*Tracking Data Analysis and Visualisation*) qui a pour objectif de faciliter l'analyse et la visualisation de traces CMC. Les premières expérimentations ainsi que des exemples de calcul d'indicateurs à l'aide de TrAVis sont présentés dans la cinquième section.

2. Problématique de la recherche

2.1. Observation et production de traces CMC

Pour que les traces CMC soient utiles aux différents acteurs dans différents contextes d'usage, le système de traçage doit être capable d'observer les activités CMC et de produire des traces qui ne sont pas uniquement un simple historique de l'activité, mais qui contiennent des indicateurs significatifs permettant aux utilisateurs de prendre conscience de l'activité effectuée (aspect sémantique). Cependant, la plupart des systèmes de traçage existants font leurs observations uniquement du côté des serveurs (l'endroit où se trouve la plate-forme qui gère les communications). Les interactions côté client (sur le poste des utilisateurs) sont complètement ignorées. Il y a ainsi une perte importante d'information sur ces activités réalisées par les utilisateurs et la granularité des traces générées par les systèmes est plutôt grande. Dans ce cas, l'exploitation des traces ne peut pas être réalisée d'une manière assez

précise pour refléter la totalité des activités des utilisateurs. Pour tracer « au bon grain » les activités CMC, nous proposons d'effectuer l'observation non seulement du côté des serveurs, mais également sur les postes clients. L'objectif premier est de produire des traces contenant des informations sur les différentes actions et interactions des utilisateurs avec l'interface de l'outil de communication. L'approche proposée est présentée dans la troisième section.

2.2. Structuration des traces

La plupart des outils CMC gardent des traces d'activités des utilisateurs dans des fichiers logs (e.g. des fichiers au format texte). Cependant ces fichiers sont peu ou pas utilisés par les apprenants et enseignants soit par ignorance de leur existence, soit parce que les données qu'ils contiennent sont trop brutes et ne répondent pas aux attentes et besoins de ces acteurs. Les logs peuvent prendre des formes très différentes d'un outil à l'autre du fait de l'absence d'une normalisation, ce qui rend difficile la systématisation de leur exploitation. En outre, les traces stockées dans des fichiers logs sont dépourvues d'aspects sémantiques. En ce qui concerne la structuration des traces capturées, les choix de représentation sont souvent effectués soit sans réflexion précise sur la finalité, soit pour répondre à un besoin souvent technique. Tout ceci rend les traces difficilement utilisables en dehors du système les ayant produites et peu exploitables par une personne n'ayant pas participé à leur définition.

Pour éviter ce genre de problèmes, les traces issues des outils CMC devraient pouvoir être représentées dans un format standard. L'un de nos objectifs est donc de définir un format de trace générique pour les communications médiatisées, ce format pouvant être étendu pour y intégrer des informations spécifiques à chaque outil CMC (e.g. des outils structurant les communications par des ouvreurs de phrases). L'avantage d'avoir un format de traces commun à plusieurs outils CMC est de pouvoir proposer des opérations d'enrichissement et de transformation des traces. Dans ce cas, les traces deviennent des données réutilisables et exploitables indépendamment des outils les ayant produites.

2.3. Analyse et visualisation des traces

L'analyse de traces d'outils CMC n'est pas toujours interprétable directement par les utilisateurs. Un aspect important à prendre en compte est l'analyse des traces. Différentes méthodes d'analyse d'interactions (Pozzi *et al.*, 2007) et de contenus (De Wever *et al.*, 2006) peuvent être utilisées en fonction des besoins des utilisateurs. Ces analyses peuvent être quantitatives et/ou qualitatives. Le système d'analyse de traces doit être capable d'élaborer des informations synthétiques à partir de traces « brutes » afin d'apporter un véritable service aux utilisateurs des outils CMC. Les analyses des traces produisent ainsi des indicateurs de l'activité de communication. Les indicateurs peuvent par exemple apporter des informations sur les dimensions cognitives, sociales ou affectives des communications (Dimitracopoulou et Bruillard, 2006)

4 Nom de l'ouvrage

La visualisation des traces a pour objectif de fournir aux utilisateurs des vues simples mais représentatives des activités liées aux outils CMC. Contrairement aux fichiers logs qui nécessitent un traitement analytique et rationnel, une représentation visuelle sera souvent plus pertinente en faisant appel à des capacités synthétiques, émotionnelles et spatiales. A ce niveau, les utilisateurs devraient pouvoir choisir la façon dont ils veulent visualiser les traces, au minimum pouvoir les paramétrer (avec différentes formes, différentes échelles, etc.). Par ailleurs, les utilisateurs devraient pouvoir manipuler facilement les traces, par exemple en effectuant des requêtes via des interfaces graphiques adaptées. Il est à noter que c'est au niveau de l'analyse et de la visualisation des traces que le contexte d'enseignement va se différencier des autres contextes. Les indicateurs et les visualisations seront spécifiés en fonction d'objectifs pédagogiques.

2.4. Travaux existants

Une trace d'activités est une séquence temporelle d'opérations et d'objets mobilisés par l'utilisateur en interaction avec un système (Champin et Prié, 2002). De notre côté, nous définissons une trace comme étant une empreinte laissée par un acteur à un endroit et à un moment donnés. La représentation d'une trace peut être complexe et varier selon son origine, son niveau et la manière dont l'utilisateur interagit avec le système. De manière générale, une trace est produite conformément à un modèle de trace défini pour chaque système (Choquet et Iksal, 2007). L'étude de Gebers (2004) sur l'analyse des interactions des apprenants, a pour but d'observer l'ensemble des apprenants dans leur environnement d'apprentissage et de faire un diagnostic adapté à la situation. Plusieurs méthodes d'analyse des traces d'interaction ont déjà été étudiées et proposées. La méthodologie OCAF (Object-oriented Collaboration Analysis Framework) de Avouris *et al.* (2003) est utilisée dans un environnement d'apprentissage collaboratif à distance qui a pour but d'analyser en mode synchrone des activités d'apprenants. ColAt (Collaboration Analyse Toolkit) (Komis *et al.*, 2002) est un outil d'analyse qui permet au tuteur d'observer et d'analyser les activités de l'apprenant ainsi que sa propre communication avec les groupes d'apprenants. Les travaux de recherche de Fesakis *et al.* (2003) concernent plus particulièrement l'analyse des activités des apprenants en situation d'apprentissage collaboratif. Ces travaux s'appuient principalement sur l'observation des niveaux d'interaction des apprenants pendant leurs communications. En ce qui concerne les dispositifs de visualisation des traces, Riccardo et Dimitrova (2003) ont proposé un ensemble d'outils permettant aux tuteurs de percevoir trois différents aspects des activités des apprenants (i.e. les aspects sociaux, comportementaux et cognitifs). Donath *et al.* (1999) ont mené une recherche sur la visualisation des activités de communications médiatisées. Les outils qu'ils ont proposés permettent aux tuteurs non seulement de visualiser mais également d'évaluer les activités de communication d'un individu ou d'un groupe d'apprenants. Les travaux de Hardy *et al.* (2004) ont abouti à des outils de visualisation sur des aspects comportementaux des apprenants en formation à distance.

Malgré le nombre de travaux existants, il existe un manque au niveau de l'observation du processus de communication (e.g. écriture, lecture), la plupart des systèmes s'intéressant avant tout au résultat (e.g. les messages échangés). Ainsi, les actions fines des utilisateurs pendant une activité de communication (manipulation des messages, temps passé sur un message, ...) sont souvent ignorées pour uniquement retenir le résultat final (i.e. ce qui est envoyé au serveur). Par conséquent, le traçage passe à côté de certains types d'interactions, tel que les aspects comportementaux d'un utilisateur pendant une communication médiatisée. L'approche présentée dans la partie suivante va tenter de répondre à ces manques.

3. Approche proposée pour le traçage des activités de communications médiatisées

La figure 1 présente les trois types d'interactions et les deux actions pour une activité CMC.

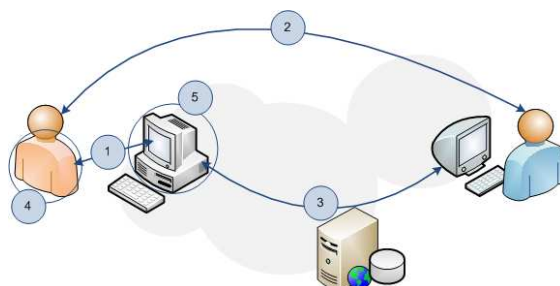


Figure 1. Différents types d'Interactions Homme Machine pour une activité de communication médiatisée.

3.1. Les différentes actions et interactions d'une activité CMC

(1) **Les Interactions Homme-Machine (IHM)** concernent les actions des utilisateurs avec l'outil CMC. Prenons l'exemple d'une activité « écriture d'un message » dans un forum, les Interactions Homme-Machine entre l'utilisateur et l'interface pourraient être : « écrire » le corps d'un message, « glisser et déposer » des smilies dans le message, « bouger » des barres de défilement, etc. Toutes ces actions se déroulent uniquement sur l'interface de l'utilisateur sans avoir à envoyer de requêtes sur le serveur. L'intérêt de tracer les IHM est de pouvoir suivre séquentiellement les actions d'un utilisateur. Les traces IHM permettent ainsi de reconstruire tout le processus d'une activité globale de communication et d'identifier des comportements invisibles par ailleurs.

(2) **Les Interactions Homme-Homme Médiatisées par la Machine (IHHM)** représentent le contenu des interactions échangées entre les utilisateurs. Revenons à l'exemple de l'« écriture d'un message ». Le contenu du message, y compris les

éventuels éléments attachés, sera envoyé au serveur pour que l'ensemble du contenu soit sauvegardé et accessible aux autres utilisateurs. Tracer le contenu d'une communication permet de produire des traces d'un niveau sémantique. Les traces IHHM sont exploitées avec celles de IHM pour reproduire non seulement le processus d'une activité décrivant les actions successives d'un utilisateur (e.g. comment il rédige le message), mais également le contenu (e.g. de quoi parle le message).

(3) **Les Interactions Machine-Machines (IMM)** sont les processus d'entrées/sorties des machines lors d'une communication entre deux utilisateurs. Tracer les interactions Machine-Machines a pour but de tracer d'autres événements qui se sont produits lors d'interactions de plus hauts niveaux (e.g IHM et IHHM). Les traces des Interactions Machine-Machines sont principalement utiles pour observer la performance des échanges de données des outils CMC. L'exploitation des traces IMM est souvent effectuée par les chercheurs et les concepteurs-développeurs intéressés à faire évoluer les outils.

(4) **L'Action d'un Utilisateur (AU)** pendant l'utilisation d'un outil CMC est considéré comme une action non médiatisée. Il s'agit d'actions de l'utilisateur en dehors de l'environnement informatique. Par exemple, un apprenant reçoit un appel téléphonique pendant une session de cours ou s'absente pour un moment. Dans certaines circonstances, il n'est pas suffisant de tracer uniquement les interactions médiatisées. Des observations audio-visuelles sont utiles pour analyser les postures d'un utilisateur devant l'environnement informatique. Les traces AU peuvent être exploitées pour de multiples intentions, parmi lesquelles l'analyse de la réaction d'un utilisateur face à un message. Dans notre recherche, nous ne prenons pas en compte ce type d'action pour l'instant, mais nous trouvons intéressant de le placer dans notre approche globale.

(5) **L'Action d'une Machine (AM)** sans action d'un utilisateur : pendant une activité de communication médiatisée, il existe de nombreuses actions informatiques qui se produisent automatiquement sans être déclenchées par l'utilisateur. Par exemple, un message avertissant qu'un autre utilisateur vient de se connecter est une action machine. Les traces de ce type sont essentielles pour compléter et situer les traces des autres types d'interactions.

3.2. Architecture du système de traçage

La figure 2 présente l'architecture du système de traçage. La conception du système de traçage pour les outils CMC a débuté par un travail de modélisation des activités de communication médiatisées et des processus d'observation (May *et al.*, 2006). L'objectif de la modélisation est de proposer une architecture générique pour le traçage d'outils CMC. Sa conception a été présentée en détail dans (May *et al.*, 2007). Pour mieux comprendre l'architecture du système et comment fonctionne le traçage en parallèle des côtés client et serveur, un exemple est donné ci-dessous. Cet exemple décrit un processus d'observation et de production des traces lors d'une activité « écrire un message dans un forum de discussion ».

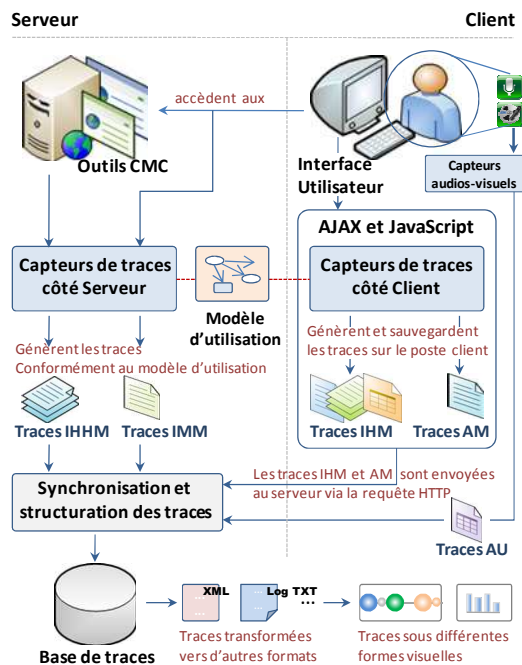


Figure 2. Architecture du système de traçage.

Les actions des utilisateurs de l'interface du forum, telles que « éditer » le titre et le corps du message, « glisser et déposer » des smileys dans le message, « bouger » les barres de défilement vers le haut ou le bas, etc., sont capturées par des capteurs spécifiques côté client. Les traces de toutes ces interactions sont générées et sauvegardées temporairement sur le poste client. Lorsque l'utilisateur clique sur le bouton « envoyer le message », une requête d'interrogation de type HTTP (HyperText Transfer Protocol) est générée pour soumettre le contenu du message au serveur. A cet instant, le « capteur de traces » côté serveur a pris en compte la requête envoyée par le client. Il génère simultanément les traces pour représenter l'activité réalisée par l'utilisateur (i.e. écrire un message dans un forum de discussion) ainsi que le contenu de la discussion (i.e. le message rédigé). A chaque requête sur le serveur, les traces temporaires, précédemment sauvegardées sur le poste client, sont envoyées au serveur. Toutes ces traces sont ensuite synchronisées avec celles du serveur et sauvegardées dans une base de traces unique. Le modèle d'utilisation (May *et al.*, 2007) qui a été prédéfini pour cette activité permet aux « capteurs de traces » d'échanger des informations et de les mettre en cohérence.

Pour simplifier, cet exemple décrit le traçage de deux types d'interactions (IHM et IHHM) mais le principe est le même pour la prise en compte d'autres types d'actions et d'interactions définis précédemment. Les capteurs de traces du côté client ont été développés en JavaScript et avec les technologies AJAX

(Asynchronous JavaScript And XML). Ce choix a été fait pour rendre les « capteurs de traces » indépendants des plateformes dont l'utilisateur se sert pour réaliser les activités de communication. Il est aussi important de préciser que dans cette recherche, il n'y a aucune intention de développer des logiciels d'espionnage (spyware) et aucun besoin d'installation d'applications sur les postes d'utilisateurs.

4. Plateforme TrAVis



Figure 3. La vue principale de plateforme TrAVis.

TrAVis (Tracking Data Analysis and Visualization platform) a été développé pour assister les acteurs d'une formation à distance (enseignants-tuteurs et apprenants) lors de l'exploitation de traces CMC. La figure 3 présente la vue principale de la plateforme TrAVis. TrAVis fournit un certain nombre de fonctionnalités permettant aux utilisateurs d'accéder facilement à la base de traces, d'analyser et de visualiser les traces sous différentes formes ainsi qu'à différentes échelles. TrAVis est conçue pour être accessible non seulement aux enseignants-tuteurs, mais aussi aux apprenants (ce qui n'est pas le cas pour la plupart des outils existants). Ainsi, avec l'aide de TrAVis, les enseignants peuvent analyser des traces en construisant les indicateurs sur les interactions des apprenants. Quant aux apprenants, ils peuvent se servir de TrAVis comme outil réflexif donnant une visualisation globale sur leurs activités de communication en fournissant des indicateurs leur permettant de prendre conscience de leur propre comportement et celui des autres. Dans un but de partage avec les utilisateurs d'outil CMC dans les communautés académiques, TrAVis a été développée en utilisant des langages de développement Open Source comme PHP, JavaScript et AJAX. Ce choix nous a permis également de rendre TrAVis flexible et personnalisable pour chaque usage. Afin de rendre TrAVis capable d'exploiter des traces CMC produites par d'autres systèmes de traçage que le nôtre, le système a été développé sous forme de cinq composants indépendants :

- un composant **Interface** permet aux utilisateurs d'accéder aux fonctionnalités de TrAVis en faisant des requêtes de manière simplifiée,
- un composant de **Traitement de données** s'occupe d'interroger la base de traces avec les paramètres provenant du composant « interface »,
- un composant d'**Analyse de données** extrait et calcule les indicateurs en fonction des données soumises par le composant traitement de données,

- un composant de **Transformation de données** transforme les indicateurs calculés en une forme précise pour la visualisation,
- un composant de **Visualisation des données** représente les indicateurs calculés sous différentes formes graphiques et avec différentes échelles.

5. Premières expérimentations

5.1. Conditions d'expérimentation

No.	Nombre de participants	Nombre de messages postés	Durée (minutes)	Nombre d'actions (utilisateurs et machines) enregistrées
1	8	62	30	1037
2	26	83	45	1399
3	26	147	45	2421

Tableau 1. Informations sur les conditions d'expérimentation et le nombre de traces IHM, IHHM, IMM, et AM enregistrées

Trois expérimentations du système de traçage et de l'utilisation de TrAVis ont été conduites. La plate-forme Moodle et le forum de discussion CONFOR (George et Labas, 2007) ont été utilisés pour ces expérimentations. Il est à noter que ces expérimentations n'ont cependant pas été réalisées dans de vraies situations d'apprentissage. Il s'agit d'expérimentations semi-contrôlées destinées à évaluer l'approche pour tracer des activités de communications médiatisées et pour valider les premiers indicateurs de TrAVis. Le tableau 1 montre les données quantitatives de ces expérimentations. Dans chaque expérimentation, deux scénarios d'activités de communication ont été fournis aux participants. L'intérêt est de pouvoir vérifier si les comportements différents des deux scénarios se retrouvaient dans les traces (l'analyse est en cours). Après chaque expérimentation, les participants ont rempli un questionnaire pour donner leur avis sur TrAVis (utilité, utilisabilité, pertinence,...) et exprimer leurs besoins réels en tant qu'acteurs de formation (enseignant ou apprenant). Les résultats de ces questionnaires sont également en cours d'analyse.

5.2. Exploitation des traces CMC avec TrAVis

Les traces sauvegardées pendant les trois expérimentations ont été utilisées pour construire et visualiser des indicateurs à l'aide de plateforme TrAVis. Ils reflètent un des besoins réels des enseignants-tuteurs qui utilisent régulièrement les outils de communication dans leurs activités d'enseignement.

La figure 4 présente des indicateurs de traces pour une activité « lecture d'un message dans un forum de discussion ». Au lieu de donner uniquement des informations statistiques comme par exemple le nombre de fois qu'un message a été affiché, les indicateurs proposés décrivent (i) qui a affiché le message et quand, (ii)

est-ce que le message n'a été lu que partiellement, et (iii) pendant combien de temps le message a été lu.

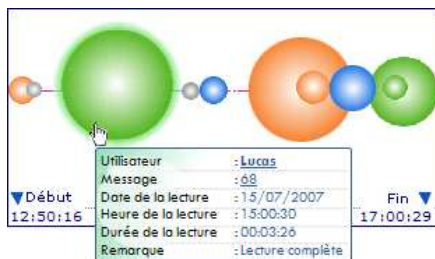


Figure 4. Indicateurs d'interaction de tous les utilisateurs qui ont effectué une activité « Lecture d'un message ».



Figure 5. Indicateurs pour deux activités « Poster un nouveau message » et « Répondre à un message ».



Figure 6. Indicateurs concernant le profil d'un utilisateur.

Sur la figure 4, chaque sphère représente une action de lecture d'un message par un utilisateur. Le diamètre de chaque sphère est proportionnel au temps passé par un utilisateur pour la lecture. La distance entre deux sphères représente le temps écoulé entre deux lectures. Une sphère peut être de quatre couleurs (orange, bleue, verte, ou grise). Une sphère verte signifie que l'utilisateur a ouvert un message en ayant bougé le « scrollbar » vertical vers le bas pour voir la totalité du message (on peut supposer dans ce cas que la lecture a été effectuée jusqu'à la fin du message, même si on laisse le soin à l'utilisateur d'interpréter cet indicateur). La sphère orange exprime le fait que l'utilisateur a seulement affiché le début du contenu du message sans toucher le « scrollbar ». La sphère bleue signifie que l'utilisateur a affiché le message, et qu'il a bougé le « scrollbar » mais sans aller jusqu'en bas (affichage partielle d'un message). Enfin, la sphère grise indique que l'utilisateur n'a fait qu'un passage éclair sur un message (moins de 3 secondes).

La figure 5 montre des indicateurs pour des activités « Poster un nouveau message » et « Répondre à un message ». Chaque icône indique si le message posté est un message qui aborde un nouveau sujet de discussion (symbolisé par un « i » pour « initiatif ») ou un message en réponse à un autre message (symbolisé par une flèche). Des informations sur la durée totale pour la composition d'un message, sur

le temps écoulé entre deux écritures ainsi que sur le contenu du message sont également accessibles via ces indicateurs.

Les indicateurs présentés sur la figure 6 reflètent le profil d'un utilisateur. Ils contiennent des statistiques globales sur les activités de communication réalisées par un utilisateur et des liens pour accéder à des informations plus détaillées (messages envoyés ou lus, etc.). Dans le cadre d'une formation à distance, ces indicateurs ont pour objectif d'aider les enseignants à avoir une vue globale des activités d'un apprenant. En résumé, les indicateurs proposés dans les exemples ci-dessus donnent des informations plus fines que ce qu'on trouve habituellement dans des fichiers logs. Ceci est rendu possible par le traçage à différents types d'Interactions Homme Machine que nous avons présenté dans la troisième section.

6. Conclusion et perspectives de recherche

Ce travail de recherche porte principalement sur le traçage automatique des activités de communications médiatisées en situation d'apprentissage. L'apport principal de cette recherche se situe dans la proposition d'une approche permettant de tracer efficacement l'utilisation d'outils de communications en effectuant des observations sur les différents types d'Interactions Homme Machine. Actuellement, le travail se focalise sur l'analyse des traces issues de trois expérimentations. Au delà de l'évaluation en terme d'utilité et d'utilisabilité, c'est l'expression de besoins réels (analyses, indicateurs, ...) que nous cherchons à faire ressortir. Ainsi, nous cherchons à faire évoluer TrAVis de manière itérative et participative. Pour avancer sur tous ces travaux, des expérimentations en situations réelles de formation à distance seront prochainement réalisées afin de valider les premiers indicateurs de TrAVis et d'en définir de nouveaux.

7. Bibliographie

- Avouris N., Dimitracopoulou A., Komis V., Margaritis M., Participatory Analysis of Synchronous Collaborative Problem Solving using the OCAF methodology and tools. CSCL 2003, Bergen, p. 232-234.
- Berge, Z., Collins, M., Computer-Mediated Communication and the Online Classroom in Distance Learning. *Computer-Mediated Communication Magazine*, Vol.2, no 4, 1995.
- Champin, P.-A., Prié, Y., Modéliser l'utilisateur ou l'utilisation ? *Actes des Documents Virtuels Personnalisables*, Bretagne, 2002, p. 97-102.
- Choquet, C., Iksal S., Modeling Tracks for the Model Driven Reengineering of a TEL System. *Journal of Interactive Learning Research*, Vol. 18, no 2, 2007, p. 161-184.
- Corich, S., Kinshuk, Hunt, L., Assessing Discussion Forum Participation: In Search of Quality". *Instructional Technology and Distance Learning*, Vol. 1, no 12, 2004, p. 3-12.

12 Nom de l'ouvrage

- De Wever, B., Schellens, T., Valcke, M., Van Keer, H., Content Analysis Schemes to Analyze Transcripts of Online Asynchronous Discussion Groups: A Review. *Computers & Education* Vol. 46 no 1, 2006, p. 6-28.
- Dimitracopoulou, A., Bruillard, E., Enrichir les interfaces de forums par la visualisation d'analyses automatiques des interactions et du contenu, *Revue STICEF*, Vol. 13, 2006, p. 345-397.
- Donath, J., Karahalios, K., Viegas, F.B., Visualizing Conversation. *32nd Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, Vol. 4 no 4, 1999.
- Fessakis G., Petrou A., Dimitracopoulou A., Collaboration Activity Function: An interaction analysis' tool for Computer Supported Collaborative Learning activities, ICALT, Finland, 2004, p.196-201.
- Gebers, E., Modèle et instrumentation du suivi d'apprenants dans la FOAD. Université de Technologie de Compiègne, Laboratoire HeuDiaSyc - Unité d'Innovation ICS. GT 1.5 Modèle formels pour l'Interaction du GDR I3, 2004.
- George, S., Labas, H., E-learning Standards as a Basis for Contextual Forums Design, *Computers in Human Behavior*, Vol. 24 no 2, Elsevier, 2008, p. 138-152
- Hardy, J., Antonioletti, M., Bates, S., E-Learner Tracking: Tools for Discovering Learner Behavior. WBE, Austria, 2004.
- Komis, V., Avouris, N., Fidas, C., Computer-supported Collaborative Concept Mapping: Study of Synchronous Peer Interaction. *Education and Information Technologies*, Vol. 7, 2002, p. 169-188.
- Liu, Y., What Does Research Say about the Nature of Computer-mediated Communication: Task-Oriented, Social-Emotion-Oriented, or Both?. *Electronic Journal of Sociology*, ISSN: 1198 3655, 2002.
- May, M., George, S., Prévôt, P., A Web-based System for Observing and Analyzing Computer Mediated Communications. IEEE/WIC/ACM WI, Hong Kong, 2006, p. 983-986.
- May, M., George, S., Prévôt, P., Tracking, Analyzing, and Visualizing Learners' Activities on Discussion Forum. WBE, France, 2007, p. 649-656.
- Pozzi, F., Manca, S., Persico, D., Sarti, L. A general framework for tracking and analysing learning processes in computer-supported collaborative learning environments. *Innovations in Education and Teaching*, Vol. 44 no 2, 2007, p. 169-179.
- Riccardo, M., Dimitrova, V., CourseVis: Externalising Student Information to Facilitate Instructors in Distance Learning. AID, Sydney, 2003, p. 279-286.