

# Analyser l'activité d'apprentissage collaboratif : Une approche par transformations spécialisées de traces d'interactions

Tarek Djouad

LIRIS

Bât Nautibus - UFR Informatique Université  
Claude Bernard Lyon 1 / F-69622 Villeurbanne Cedex  
tarek.djouad@liris.cnrs.fr

## Résumé

Nous présentons dans ce papier les premiers résultats sur l'exploitation des traces dans des situations collaboratives. Ce travail s'appuie sur la conception et la transformation d'un modèle de trace issue d'une expérimentation menée sur la plateforme Moodle. Nous présentons l'expérimentation réalisée, le modèle de la trace pour Moodle sous forme d'ontologie instanciée, la représentation de cette ontologie dans le système à base de trace (SBT), ainsi que sa transformation vers le format Mulce avec des opérateurs du SBT. Ce travail initial permet d'établir l'intérêt d'une approche trace pour l'étude d'apprentissages collaboratifs avec un EIAH.

## Introduction

Accompagner le processus d'apprentissage collaboratif assisté par ordinateur est une tâche délicate pour un pair, un tuteur ou un enseignant. Elle nécessite une adaptation permanente en cours d'activité. Pour tenter de comprendre la dynamique de l'apprentissage, l'analyse des traces d'interaction est régulièrement exploitée par les chercheurs. De la même façon, une modélisation adaptée des traces d'interactions devrait permettre d'outiller les enseignants et apprenants pour les aider à comprendre, évaluer, suivre et soutenir l'apprentissage en cours. Les chercheurs sont amenés à réaliser des expérimentations pour modéliser les processus d'apprentissage collaboratif, ce qui peut permettre d'établir des indicateurs de l'activité d'apprentissage. Les enseignants, quand à eux s'appuient sur les indicateurs issus des expérimentations pour évaluer plus rapidement les situations d'apprentissage qu'ils suivent et exploitent les traces d'interactions de l'apprentissage en cours comme représentation temps-réel de la dynamique d'apprentissage et support pour échanger avec les apprenants sur leur manière de mener leur activité d'apprentissage. Les apprenants eux-mêmes, pendant l'activité, bénéficient de la trace comme moyen de pilotage des dynamiques en cours et comme ressource pour y puiser ce qui est nécessaire à l'argumentation, à la synthèse de leurs travaux, etc. Nous nous intéressons aux méthodes et mécanismes permettant de faciliter l'analyse des traces dans les situations d'apprentissage

collaboratif. Notre problématique de recherche comprend deux facettes : 1) comment récupérer et restructurer les traces brutes issues des sources de traçages pour donner naissance à de nouvelles traces modélisées nommées *traces premières* (Mille et Prié 2006) ; 2) comment définir les transformations et les opérateurs de transformation à partir de la trace première afin de calculer des reformulations de trace et des indicateurs qui fassent sens dans le cadre d'une activité collaborative. Ces transformations et ces indicateurs peuvent être alors utilisés par l'analyste, le tuteur ou même l'apprenant en situation d'apprentissage. Nous nous focalisons sur l'étude des modèles de traces d'activité d'apprentissage collaboratif, les transformations associées et des calculs d'indicateurs de l'activité.

La section suivante présente l'état de l'art sur les traces et leur exploitation. Nous présentons ensuite une expérimentation collaborative synchrone que nous avons menée avec un groupe d'apprenants sur la plateforme Moodle (Moodle 2007). Cette expérimentation a permis de récolter les traces brutes issues d'un apprentissage collaboratif pour construire une trace première modélisée à l'aide d'une ontologie OWL. Cette ontologie nous sert dans nos futurs travaux comme une base de départ afin de proposer les premiers indicateurs pour caractériser des activités collaboratives. Ces indicateurs pourront être des motifs de collaboration permettant de transformer la trace première en trace modélisée au niveau apprentissage collaboratif. Par exemple considérer un motif de 'chat' comme un partage de point de vue.

Nous terminons par un exemple d'utilisation du système proposé pour exporter des traces Moodle au format du corpus Mulce par l'application d'opérateur de transformation de traces. La conclusion situe le travail en cours et évoque les perspectives de recherche.

## EIAH pour l'apprentissage collaboratif : assister la tâche d'apprentissage collaboratif ?

**Notions de traces modélisées et de Système à base de traces (SBT).** Un Système à Base de Traces (SBT) (Settouti *et al.* 2006) est proposé par l'équipe SILEX pour gérer les traces modélisées. Une trace modélisée dans un SBT est décrite par un modèle d'utilisation et

un ensemble d'instances de ce modèle, où chaque instance est située dans l'axe du temps. L'architecture du SBT (figure1) regroupe : une base de traces modélisées (instances et modèle); Le noyau du système offre les outils de transformation de la trace ainsi que des modèles d'utilisation; Le système de collecte construit les traces modélisées (M-Traces) à partir de sources de traçage; Le système de visualisation des traces modélisées construit des représentations à partir des M-Traces selon les besoins des utilisateurs.

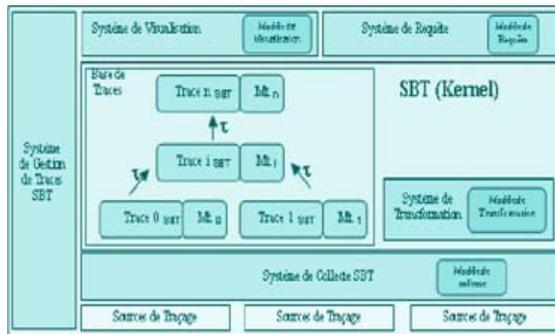


Figure 1 Architecture SBT

Le gestionnaire des traces modélisées ajoute et supprime des traces, définit les droits d'accès, et gère le graphe d'évolution des M-Traces. Un système de requêtes permet d'interroger la base des M-Traces modélisées et de récupérer des informations adaptées au besoin des utilisateurs. Dans le cadre de notre recherche, c'est un ensemble d'opérateurs de transformation  $\tau$  que nous cherchons à identifier pour rendre compte d'une activité d'apprentissage collaboratif. Il s'agit donc d'opérateurs de type  $\tau$  spécialisés pour l'élaboration de M-Traces collaboratives, qui permettront de construire des indicateurs facilitant l'identification d'une activité collaborative entre apprenants. Concrètement, il peut s'agir de M-Traces de la modification d'une ressource (par exemple un wiki) par deux apprenants dans le but de travailler ensemble, ou encore de l'échange de messages dans un chat public ou privé,... Ces M-Traces premières collaboratives renseignent de façon sommaire sur l'existence d'interactions entre les acteurs.

### Traces et indicateurs dans les EIAH et dans les EIAH collaboratifs en particulier

La littérature sur les EIAH présente plusieurs plateformes destinées à l'usage d'apprentissages individuels et riches de contenu comme: « Aplusix » (Bouhineau *et al.* 2001) qui aide des élèves à apprendre l'arithmétique et l'algèbre. Cet outil laisse l'élève résoudre les exercices et le trace pour vérifier pas à pas que les solutions sont bien correctes et complètes.

Des outils comme « REFLET » (Després et Coffinet 2004) et « FORMID » (Guéraud *et al.* 2004) affichent l'évolution du travail de chaque étudiant. Le tuteur peut voir les traces des activités de ses apprenants. « Cabri

Géomètre » (Soury-Lavergne 2001) est destiné aux collégiens hospitalisés. Il permet de faire des calculs géométriques pour construire une figure à l'aide d'un ensemble de primitives.

Quelques travaux se sont intéressés à la visualisation des traces issues des plateformes de téléformation collaboratives. On peut citer le travail de Cram (Cram 2007) où la trace première est transformée en trace modélisée pour une activité de co-production dans une dyade. Ce travail fait un état de l'art sur la question de la visualisation de traces réflexives.

« GISMO » (Graphical Interactive Student Monitoring System for Moodle) (Mazza et Milani 2005) trace les activités des apprenants sur Moodle. GISMO affiche les traces sous forme d'un graphe en représentant le nombre d'accès aux différentes ressources Moodle par les différents apprenants.

« CourseVis » (Mazza et Dimitrova 2004) est utilisé pour la visualisation 3D des traces issues de la plateforme WebCT. Le but est de faire des visualisations à partir de calcul d'indicateurs et des mesures statistiques. La visualisation est précédée par quelques transformations : - Extraction et sélection de données significatives à partir des sources de traçage, - Transformation des données pour les mettre dans un format bien précis, - Transformation des données sous forme de primitives graphiques qui seront les briques pour la visualisation des données aux utilisateurs. - Génération de la visualisation graphique à partir des primitives. Cette visualisation peut être paramétrée par les utilisateurs. CourseVis est à destination des tuteurs pour disposer d'une sorte de tableau de bord d'une activité d'apprentissage (*suivi d'un groupe*).

L'analyse des interactions entre acteurs d'une situation d'apprentissage est largement utilisée pour comprendre les dynamiques en place et proposer des évolutions dans la manière de concevoir, réaliser, suivre, ou encore animer une situation d'apprentissage médiée par un environnement informatique. Dans la littérature EIAH on trouve des dizaines d'expérimentations synchrones et asynchrones comme : Le projet CoPEAS (Communication Pédagogique en Environnement orienté Audio Synchrone) (Betbeder *et al.* 2006) décrivant une expérimentation d'apprentissage collaboratif à distance médiatisé par l'environnement Lyceum (Lyceum 2004). (Greffier et Reffay 2006) décrit une expérimentation exploitant les environnements asynchrones de type forum. L'expérimentation synchrone de (Beldame 2006) avec deux groupes d'apprenants qui travaillent par paires pour construire un origami a permis de mettre en évidence les effets métacognitifs de traces réflexives en situation de tâche collaborative.

Les traces servent aussi à calculer des indicateurs (Dimitracopoulou 2004). On peut citer des travaux sur des indicateurs calculés à partir des données quantitatives comme (Reffay et Lancieri 2006) sur le calcul de la cohésion et la centralité dans les réseaux sociaux et à partir des forums de discussion. La plateforme ACOLAD (Jaillet 2005) propose au tuteur un outil qui lui fournit des informations sur le triplet d'activité (Assiduité, Disponibilité, Implication). (Santos *et al.* 2003) proposent un outil qui calcule à

partir des interactions, le degré d'implication de chaque apprenant dans la formation. D'autres indicateurs sont interprétés qualitativement comme (Martinez *et al.* 2003) où l'indicateur de la densité du réseau social est interprété à l'aide des histogrammes. Dans (Tedesco 2003), on calcule l'accord et le désaccord entre les apprenants.

Alors que plusieurs travaux se centrent sur l'analyse des interactions dans des situations collaboratives asynchrones en se basant précisément sur les forums comme celle de (Bratitsis et Dimitracopoulou 2006), on ne trouve que peu de travaux qui s'intéressent au calcul d'indicateurs dans le cas collaboratif en situation synchrone. D'après (Baker 2002), la collaboration est basée sur les deux concepts : symétrie et alignement. On dit qu'une séquence d'interaction est symétrique si les participants adoptent certains rôles dans le processus d'interaction, et ces rôles soient d'égal à égal. Une asymétrie signifie au contraire que les participants adoptent des rôles qui les placent à des niveaux différents dans une certaine hiérarchie. Alors que l'alignement par rapport aux actions faites par les apprenants signifie qu'il y a une certaine ressemblance de la façon dont les apprenants agissent : ils sont en phase. La collaboration est une séquence d'actions symétriques et alignées, et l'accord et le désaccord ne conditionnent pas le processus de collaboration.

(Barros et Verdejo 2000) proposent une relation entre la coordination, la coopération et l'argumentation, pour arriver à la collaboration. Le calcul de ces trois facteurs dépend du calcul d'autres variables et indicateurs calculés par l'outil DEGREE.

Tous ces travaux montrent l'importance des méthodes et du contexte d'élaboration des indicateurs à partir de trace d'interactions liées à l'activité d'apprentissage. Nous nous proposons avec notre approche de fournir les outils pour construire des indicateurs de collaboration par un processus de transformation des traces d'interactions afin de rendre compte de l'activité collaborative. Les transformations spécialisées devaient faciliter la construction itérative d'indicateurs contextualisés (les traces exploitées constituent le contexte).

### **À la recherche des traces en situation collaborative: Une première expérience**

Pour disposer d'un corpus de traces sur lequel tester les transformations et opérateurs que nous nous proposons de mettre en évidence pour une activité collaborative, nous avons mis en place et tracé une situation d'apprentissage collaboratif. Dans cette partie, nous présentons l'expérimentation montée afin de récupérer les traces issues de la plateforme Moodle. Nous présentons ensuite le modèle d'utilisation pour la trace première Moodle, ainsi que sa représentation dans le format Mulce (Reffay *et al.* 2008). Nous planifions d'exploiter ces traces avec un SBT pour construire les transformations utiles pour l'apprentissage collaboratif et préparer des scénarios d'usages pour le tuteur et l'apprenant concernant le suivi de la collaboration et pour faciliter leurs interactions.

### **Scénario pédagogique de l'expérimentation**

Toute plateforme d'apprentissage est manipulée par différents acteurs : les tuteurs, les apprenants, les enseignants/concepteurs,... où chaque acteur a un rôle bien précis dans le processus d'apprentissage. L'enseignant définit à travers la plateforme d'apprentissage son scénario pédagogique, et utilise pour cela un ensemble d'outils et de ressources offerts par la plateforme. Par la suite, le tuteur (ce peut être naturellement l'enseignant) accompagne les apprenants lors de leur activité d'apprentissage, pour répondre aux questions, relancer les interactions, évaluer l'avancement, etc. L'apprenant de son côté utilise le scénario pédagogique défini par l'enseignant. Il cherche par exemple à trouver la solution d'un exercice, comprendre le contenu d'un cours,... Tuteurs et apprenants sont naturellement les acteurs principaux lors du déroulement de l'activité d'apprentissage elle-même.

Comme première phase dans notre travail, nous avons monté une expérimentation avec la plateforme Moodle. L'activité pédagogique s'insère dans le cadre d'un cours de bases de données en 2<sup>ème</sup> année de l'école d'ingénieur en informatique à l'université de Skikda (Algérie). Elle consiste pour les 22 apprenants à trouver un modèle Entité/Association et à l'implémenter sur machine. Alors que l'essentiel de la formation est dispensée en présentiel, ce cours expérimental s'est déroulé à distance sur 9 séances de 2 heures chacune. Les outils utilisés dans les différentes séances sont : des forums, des wikis, des chats publics, et des supports de formation (documents Word à télécharger à partir de la plateforme).

Nous avons proposé dans chaque séance un scénario pédagogique, où les étudiants devaient :

- lire l'énoncé du problème et la tâche du jour (via des supports textuels accessibles en ligne) à accomplir au cours de la séance. Le problème type à résoudre se divise en deux parties : 1) trouver le modèle Entités/Associations, et 2) implémenter ce modèle sur Delphi,
- utiliser le Chat pour discuter et faire un débat,
- utiliser les forums pour poser les questions,
- utiliser le Wiki du groupe dans chaque séance pour écrire les solutions,
- utiliser (si nécessaire) les messages privés à partir de la plateforme.

**Exemple de séance** À l'exception de la première séance qui a permis de définir la répartition des groupes et de tester les différents outils, les 8 séances suivantes se déroulent selon le scénario défini précédemment, et utilisent les outils présentés en figure 2. À la fin de l'expérimentation, toutes les traces brutes sont sauvegardées dans les fichiers logs de Moodle. Ces fichiers logs sont organisés sous forme d'une base de données relationnelle avec environ 153 tables MySQL. Nous n'avons fait aucune instrumentation complémentaire de Moodle, et les fichiers logs sont très riches. Ils constituent l'unique source de traçage de cette activité collaborative. Les traces sauvegardées représentent des centaines de milliers de lignes.



Figure 2 Copie d'écran Moodle : outils d'une séance type

**Traces recueillies à partir de Moodle**

À l'issue de l'expérimentation, nous avons construit une trace première à partir des traces brutes de Moodle. Le modèle d'utilisation est conçu sur la base des fonctions de Moodle : Chat, Devoir, Choix, Forum, Glossaire, Wiki, Sondage, Test, Leçon, Atelier et Ressource. L'ontologie du modèle d'utilisation (trace première) est basée sur cinq entités : les observés, l'acteur, le cours, le temps, et les outils. Les observés représentent tout ce qu'on souhaite observer comme actions faites par les acteurs. Ces observés sont liés à l'utilisation des différents outils offerts par Moodle (chat, forum, message...). La figure 3 récapitule les actions possibles sur un outil, par un acteur à un instant donné. Les outils sont mis à disposition dans le scénario pédagogique, et il est également possible d'associer des actions au cours, sans passer par les outils standard, comme les actions de type *Log-in*, *Log-out* ou encore envoyer *un message privé*. Par exemple : l'observé 'écrire message Chat1' est relevé dans la ressource 'Chat Public1' qui appartient au 'cours1' par l'acteur 'Bernard' à l'instant 't1'.

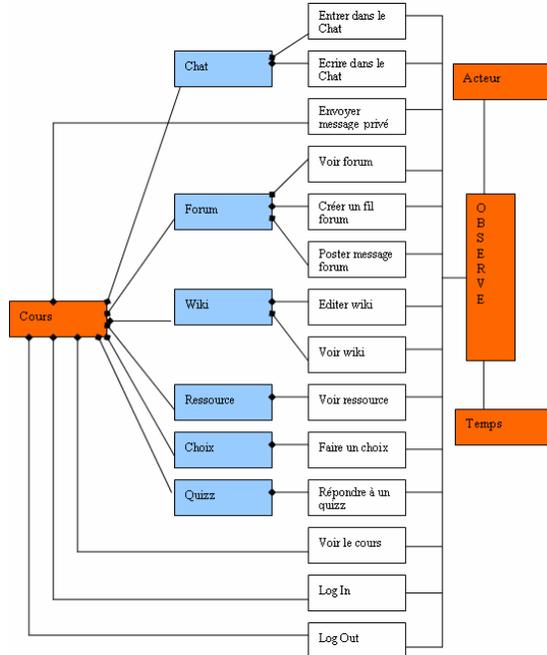


Figure 3 Ontologie pour le modèle d'utilisation de la trace Moodle

Sachant que les utilisateurs de la plateforme ne peuvent

pas accéder globalement aux différentes traces brutes, nous avons développé un Plugin qui accède aux traces brutes Moodle, et qui construit les instances de la trace première en respectant le modèle d'utilisation que nous avons défini. La figure 4 montre un exemple d'instances de traces premières d'un utilisateur (après la fin de cette première expérimentation).

Temps	Adresse IP	Numero Cours	Action	Page	Url
13/04/2007 11:22:50	82.101.155.54	1	add contact	message	forum.php?user1=4&user2=6
05/04/2007 11:49:04	82.101.155.66	2	add discussion	forum	discuss.php?id=5
04/05/2007 11:33:49	82.101.155.77	2	add discussion	forum	discuss.php?id=14
04/05/2007 11:38:59	82.101.155.77	2	add discussion	forum	discuss.php?id=15
05/04/2007 22:18:20	82.101.155.37	2	add post	forum	discuss.php?id=5&pageid=13
04/04/2007 19:12:00	82.101.155.97	1	change password	user	user.php?id=6&course=1
05/04/2007 11:19:37	82.101.155.66	2	edit	wiki	user.php?id=5&groupid=0&id=
05/04/2007 12:17:20	82.101.155.66	2	edit	wiki	user.php?id=5&groupid=0&id=
05/04/2007 12:27:47	82.101.155.66	2	edit	wiki	user.php?id=5&groupid=0&id=
05/04/2007 12:37:30	82.101.155.66	2	edit	wiki	user.php?id=5&groupid=0&id=
05/04/2007 12:45:03	82.101.155.66	2	edit	wiki	user.php?id=5&groupid=0&id=
05/04/2007 12:54:00	82.101.155.66	2	edit	wiki	user.php?id=5&groupid=0&id=
05/04/2007 12:56:02	82.101.155.66	2	edit	wiki	user.php?id=5&groupid=0&id=
05/04/2007 12:57:25	82.101.155.66	2	edit	wiki	user.php?id=5&groupid=0&id=

Figure 4 Copie d'écran du Plugin qui génère les instances de traces premières pour Moodle issues de notre expérimentation : quelques observés des actions faites par l'apprenant 'Imed'

**Importation des traces dans le SBT**

Afin de faire nos analyses sur la trace première à l'aide d'un SBT, nous avons transformé le modèle d'utilisation proposé précédemment conformément au métamodèle SBT. Le modèle d'utilisation respecte la définition formelle proposée dans (Settouti *et al.* 2006) (concepts, relations entre concepts, relations temporelles et structurelles). Le modèle d'utilisation est écrit sous OWL avec l'outil Protégé (Protégé 2007). La figure 5 présente une copie d'écran du modèle conceptuel décrit sous Protégé tandis que la figure 6 montre un extrait de description du modèle d'utilisation en OWL.

- Course
- ▼ ● Observed
- AddContact
- BlockContact
- ChatEnter
- ChatPrivateMessage
- ChatWriteMessage
- ChoiceMade
- CourseView
- ForumCreateDiscussion
- ForumPostMessage
- ForumSubscribe
- ForumUnSubscribe
- ForumUpdatePost
- ForumView
- ForumViewDiscussion

Figure 5 Copie écran Protégé : concepts du modèle d'utilisation correspondant à la trace première

Le modèle d'utilisation ainsi défini, nous avons généré automatiquement toutes les instances du modèle d'utilisation à partir de la source de traçage Moodle.. Cette génération est effectuée par des scripts php

exploitons les différents fichiers logs, et aboutit à environ 20000 observés. La figure 6 montre un observé qui représente une action de type Chat, faite par l'utilisateur 'User5'.

```
<ChatWriteMessage rdf:ID="ChatWM_14">
<IdObs
rdf:datatype="&xsd:string">ObservedWriteMessage_14</IdObs>
  <Messages rdf:datatype="&xsd:string">tu penses que avion et une
entité</Messages>
  <HasTool rdf:resource="#Chat_1"/>
  <HasTime rdf:resource="#TimePublicChat14"/>
  <HasUser rdf:resource="#User5"/>
</ChatWriteMessage>
```

Figure 6 Un exemple d'observé écrit en OWL, et généré par notre Plugin

### Exporter les traces du SBT vers le format de corpus Mulce

La trace première ainsi obtenue constitue une abstraction de la trace, indépendante de Moodle, et permet à tout chercheur de la manipuler en fonction de ses besoins. Dans le cas d'un SBT, ces transformations de format de données sont de simples opérations  $\tau$  du SBT. Ceci permet à l'utilisateur (chercheur, tuteur apprenant) de récupérer les traces qu'il souhaite, dans le format qui lui convient. Il suffit d'éditer le modèle de la trace première à partir des opérateurs SBT, et de générer automatiquement dans le SBT les instances du modèle de trace obtenu.

Cette transformation permet d'accéder à un niveau d'abstraction de la trace qui facilite le calcul des indicateurs collaboratifs. Ce passage de la trace première vers une trace évoluée, facilite les phases d'analyse et de calcul, et nous ramène vers une trace plus simple, plus lisible et plus facile à exploiter et à visualiser.

Ainsi, après avoir récupéré la trace première sous format SBT, nous avons transformé cette trace au format du corpus Mulce (Reffay *et al.* 2008). Cette transformation (figure7) est effectuée avec :

- Un opérateur de filtrage qui supprime des classes du modèle initial, comme par exemple supprimer les classes « AddContact », et « BlockContact »,
- Un opérateur de réécriture qui réécrit le nom des classes, comme par exemple la classe « Observed » dans le modèle initial devient « Acts » dans le modèle Mulce,
- Un opérateur d'insertion de nouvelles classes dans le nouveau modèle, et qui n'ont pas d'équivalences dans le modèle initial. Comme les classes « Domain, Platform, Workspace... » dans le format Mulce,

Les opérateurs de transformation permettent la réécriture d'une trace exprimée selon un modèle A (par exemple le modèle de la trace première Moodle) en une trace exprimée selon le modèle B (par exemple Mulce). La modification du modèle peut entraîner une modification sémantique tandis que la réécriture des traces est naturellement syntaxique.

La transformation de la trace première vers un format Mulce a été réalisée en vue de démontrer le potentiel

d'un SBT pour exprimer une activité d'apprentissage à des fins d'exploitations par d'autres applications : analyse de corpus, génération d'indicateurs, assistance à l'apprentissage, etc.

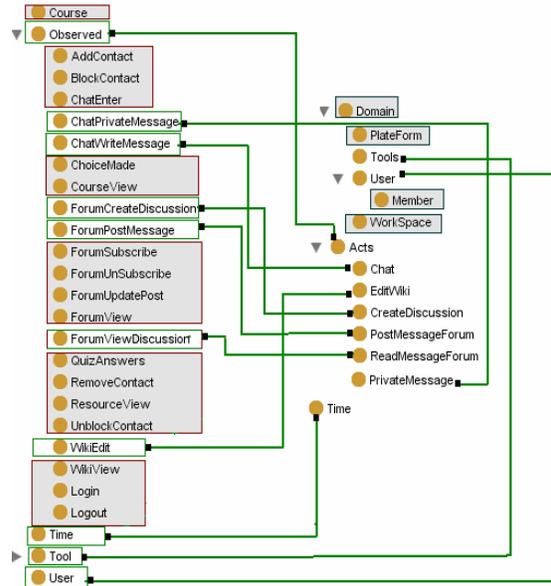


Figure 7 Transformation de la trace première (celle à gauche) vers la trace en format Mulce (celle à droite)

### Conclusion

Nous avons présenté dans ce travail des exemples concrets sur la définition et l'utilisation des modèles de trace (et leurs instances), dans le but de représenter et de restructurer des données brutes issues de la manipulation des plateformes d'apprentissage. La génération automatique de ces instances, et la définition des opérateurs pour faire le passage d'un modèle à un autre et/ou d'une instance à une autre reste l'objectif essentiel dans notre recherche, et nos recherches actuelles portent sur l'élaboration d'outils de manipulation de modèles et de transformations de traces.

Nous nous proposons maintenant de définir des opérateurs suffisamment généraux pour identifier les activités collaboratives des apprenants à partir d'une séquence de transformation des M-traces. Ces transformations seront faites à partir d'un éditeur de modèles de trace (prototype disponible), qui intègre un jeu d'opérateurs (union, filtrage, éclatement). Cet outil devrait faciliter les calculs d'indicateurs pour donner un sens plus précis à la collaboration.

### Références

Baker, M. J. 2002. Forms of cooperation in dyadic problem solving. *Intelligence Artificielle* 16:587-620.

Barros, B.; Verdejo, F. M. 2000. Analyzing student interaction processes in order to improve collaboration. The DEGREE approach. *International Journal of Artificial Intelligence in Education* 11:221-241.

- Beldame, M. 2006. Inscribing the user's experience to enact development. In Proceedings of the third international conference on enactive interfaces, 193-194. Montpellier, France.
- Betbeder, M. L.; Reffay, C.; Chanier, T. 2006. Environnement audiographique synchrone : recueil et transcription pour l'analyse des interactions multimodales. In Proceedings of JOCAIR, premières journées communication et apprentissage instrumentés en réseau, 406-420. Amiens, France.
- Bouhineau, D.; Nicaud, J. F.; Pavard, X.; Sander, E. 2001. Un micromonde pour aider les élèves à apprendre l'algèbre. *Sciences et Techniques Educatives, Numéro spécial : Environnements Interactifs d'Apprentissage avec Ordinateur* 8:33-47.
- Bratitsis, T.; Dimitracopoulou, A. 2006. Indicators for measuring quality in asynchronous discussion forums. Communication in the International conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Era, Barcelona, Spain.
- Cram, D. 2007. Visualisation de Traces : Application aux Traces Réflexives de Lycée. Research master report, Liris laboratory, Claude Bernard Lyon1 Univ.
- Després, C.; Coffinet, T. 2004. Reflet, un miroir sur la formation. Communication in the International Conference of Technologies de l'Information et de la Connaissance dans l'Enseignement Supérieur et l'Industrie. Compiègne, France.
- Dimitrakopoulou, A. 2004. State of the art on Interaction and Collaboration Analysis (D26.1.1). EU Sixth Framework programme priority 2, Information society technology, Network of Excellence Kaleidoscope, (contract NoE IST-507838), project ICALTS: Interaction and Collaboration Analysis.
- Guéraud, V.; Adam, J. M.; Pernin, J. P.; Calvary, G.; David, J. P. 2004. L'exploitation d'Objets Pédagogiques Interactifs à distance : le projet FORMID. *STICEF* 11:109-164.
- Greffier, F.; Reffay, C. 2006. Les échos du forum de discussion en FAD. In proceeding of JOCAIR, premières journées communication et apprentissage instrumentés en réseau, 130-144. Amiens, France.
- Jaillet, A. 2005. Peut-on repérer les effets de l'apprentissage collaboratif à distance. *Distances et savoirs* 3(1) 49-66.
- Martínez, A.; Dimitriadis, Y.; Gómez, E.; Rubia, B.; de la Fuente, P. 2003. Combining qualitative and social network analysis for the study of classroom social interactions. *Computers and Education* 41(4):353-368.
- Mazza, R.; Milani, C.; 2005. Exploring Usage Analysis in Learning Systems: Gaining Insights From Visualisations. Communication in the Workshop on Usage analysis in learning systems, the twelfth International Conference on Artificial Intelligence in Education. Amsterdam, 65-72. The Netherlands.
- Mazza, R.; Dimitrova, V. 2004. Visualising Student Tracking Data to Support Instructors in Web-Based Distance Education. In proceeding of the thirteenth International World Wide Web Conference-Educational Track, 154-161. New York, USA.
- Mille, A. 2006. *Raisonnement à Partir de l'Expérience Tracée*. Le storytelling : concepts, outils et applications, Ed, EDDIE SOULIER, Traité IC2, Série Informatique et SI, Hermes Science.,
- Mille, A.; Prié, Y. 2006. Une théorie de la trace informatique pour faciliter l'adaptation dans la confrontation logique d'utilisation/logique de conception. In the Proceeding of: la 13èmes journées de Rochebrune -Traces, Enigmes, Problèmes, Rochebrune, France.
- Reffay, C.; Lancieri, L. 2006. Quand l'analyse quantitative fait parler les forums de discussion, *STICEF, recueil 2006, numéro spécial forum de discussion en éducation* 255-288.
- Reffay, C.; Chanier, T.; Noras, M.; Betbeder, M. L. 2008. Contribution à la structuration de corpus d'apprentissage pour un meilleur partage de recherche. *STICEF, recueil 2008, numéro spécial Echanger Pour Apprendre en Ligne* 34 p., sous presse.
- Santos, O. C.; Rodríguez, A.; Gaudio, E.; Boticario, J. G. 2003. Helping the tutor to manage a collaborative task in a web-based learning environment. Communication in the Workshop Towards Intelligent Learning Management Systems, 72-81. Sydney, Australia.
- Settouti, L. S.; Prié, Y.; Mille, A.; Martu, J. C. 2006. Systèmes à base de traces pour l'apprentissage humain. Communication in the international TICE, Technologies de l'Information et de la Communication dans l'Enseignement Supérieur et l'Entreprise. Toulouse, France.
- Soury-Lavergne, S. 2001. Connaissances et mise en œuvre d'un micromonde dans les interactions de préceptorat distant, le cas de la géométrie dynamique. *Sciences et techniques éducatives* 8:321-345.
- Tedesco, P. A. 2003. MArCo: Building an Artificial Conflict mediator to Support Group Planning Interactions. *International Journal of Artificial Intelligence in Education* 13:117-155.

#### Références sur le WEB.

- LYCEUM 2004 <http://lyceum.open.ac.uk/>  
 MOODLE 2007 <http://docs.moodle.org/fr/Accueil>  
 PROTEGE 2007 <http://protege.stanford.edu>