

Des traces modélisées, un nouveau support pédagogique ?

Laflaquière Julien^(1,2), Prié Yannick⁽²⁾

⁽¹⁾ Tech-cico, UTT, 10 rue Marie Curie, F-10000 Troyes

⁽²⁾ LIRIS - Bât Nautibus - UFR Informatique Univ. C. Bernard Lyon 1, F-69622 Villeurbanne
julien.laflaquiere@utt.fr et yannick.prie@liris.cnrs.fr

Abstract

La notion de trace numérique prend de plus en plus d'importance dans le domaine des EIAH. C'est notamment le cas en ce qui concerne les systèmes visant à établir une réflexivité de l'activité. Cet article propose une nouvelle approche des traces d'utilisation pour la réflexivité dans le cadre d'une plateforme d'apprentissage collaboratif en ligne, et propose de les considérer comme un nouveau support pédagogique.

1. Introduction

Largement utilisé dans le langage courant, le terme de « trace » possède une riche polysémie. De façon générale, le terme de trace peut désigner une empreinte, une marque laissée par une action, une quantité infime ou encore, de façon plus particulière en géométrie, un lieu d'intersection [1]. Si l'on peut effectivement pointer de façon assez précise ces différents aspects terminologiques de « trace », nous constatons avec [1] que la *notion*¹ de trace n'a que rarement été prise comme objet de recherche.

Dans les environnements documentaires, la notion de trace est classiquement convoquée par des disciplines liées à l'histoire. Dans ce cas c'est le document lui-même, en tant que preuve du fait qu'il relate ou bien en tant que témoin d'une période, qui est désigné comme « trace ». On parle même directement de « document-trace » [2]. Même si la notion de trace dans les espaces documentaires ne se limite pas à ce que nous venons de décrire, la *notion* de trace se trouve singulièrement remise en question depuis l'apparition des environnements *numériques*. De nombreux travaux ont été menés dans ce domaine, en particulier lorsque ces environnements constituent des espaces *documentaires* numériques. On parle alors des « traces numériques ».

Ces multiples travaux semblent cependant avoir été menés sans qu'une théorisation de la notion de « trace numérique » elle-même ne soit réellement établie, indépendamment des différents contextes d'application dans lesquelles elle est mobilisée. Une partie de notre travail a consisté à apporter quelques éléments de réflexion en ce sens. C'est en s'appuyant sur ces considérations que nous investissons le domaine particulier des traces numériques dans le domaine des environnements informatiques d'apprentissage humain (EIAH). Afin de respecter le cadre théorique que nous nous sommes nous-même fixé, nous allons commencer par donner une définition aussi précise que possible de ce que nous entendons par « trace numérique ».

On appellera *trace numérique* un *enregistrement automatique d'éléments d'interaction entre un utilisateur et son environnement, dans le cadre d'une activité donnée*. Puisqu'on se place ici dans le cadre de l'utilisation d'EIAH, l'activité en question est l'activité pédagogique réalisée par l'utilisateur du système informatique. Par cette définition, nous désignons plutôt une trace numérique en tant qu'*histoire interactionnelle* de l'activité, plutôt qu'en tant que *production résultant* de cette activité. Dans le second cas, la trace perd sa propriété « descriptive » (sa capacité à retracer l'activité) pour ne conserver qu'une propriété « résiduelle ». Cette propriété correspond au fait que la production d'une activité peut *a posteriori* être *interprétée* comme la trace de cette activité. On retrouve là l'idée que nous avons évoquée plus haut concernant les « documents-traces ». Ce qui nous intéresse au contraire, c'est l'idée d'une trace numérique capable de « retracer » ce qui s'est passé au cours d'une activité.

Les capacités technologiques des derniers environnements numériques ont ouvert la voie à une multitude de travaux dont on peut dire qu'ils utilisent ou exploitent des traces numériques telles que nous venons de les présenter. Une bonne partie de ces travaux s'inscrivant dans le champ des EIAH, une première partie de cet article sera consacrée à donner

¹ Une *notion* prenant pour nous place dans un cadre théorique définit.

un aperçu de ces travaux. Cette présentation s'appuiera sur une classification simplifiée distinguant les différentes finalités possibles des traces numériques impliquées. Elle nous permettra de plus, de situer notre propre approche. Nous définirons ensuite les activités pédagogiques « ouvertes », dont la réalisation peut prendre place dans des environnements numériques, ainsi que l'importance que la réflexivité de l'activité revêt dans ce type d'activité. Nous présenterons ensuite succinctement l'approche des Systèmes à Base de Traces modélisées, puis sa mobilisation dans le cadre de l'utilisation d'une plateforme collaborative de *elearning* (*elycée*TM). De cette illustration, nous tirerons les éléments d'une discussion concernant la possibilité de considérer les « traces modélisées » comme un *support* pédagogique spécifique aux espaces documentaires numériques.

2. Différentes finalités d'exploitation des traces numériques dans les EIAH

En introduction de cet article a été soulignée la diversité des travaux mettant en jeu des traces numériques. Cette diversité relève de plusieurs dimensions. Il y a en effet des systèmes informatiques très différents, mais également des outils, des contextes, des situations d'apprentissage ou encore des démarches pédagogiques très différentes. Nous ne pouvons ici rendre compte de cette richesse². Pour faciliter la présentation, celle-ci commencera par distinguer deux grands types de finalités d'exploitation des traces numériques dans les EIAH : dans le premier cas (a), l'exploitation est « exogène » à l'activité, dans le second (b), « endogène ».

(a) Dans le premier cas, les traces numériques sont destinées à être utilisées *en dehors* de l'activité elle-même, de manière « exogène » à l'activité, et aux acteurs de celle-ci. Il s'agit des situations où les exploitants de la trace numérique sont, par exemple, des chercheurs ou des analystes de l'activité [3, 4, 5], des concepteurs d'interface ou bien encore créateurs de scénarii pédagogiques [6,7]. Ce qui nous intéresse plus ici, au contraire, c'est la situation dans laquelle les traces numériques sont destinées à avoir un impact direct sur l'activité menée.

(b) Dans ce second cas, les traces numériques sont destinées à être utilisées *au sein même* de l'activité, de manière « endogène » à celle-ci. Par conséquent, il s'agit de situations où les acteurs concernés par l'activité, le sont également par les traces numériques

mises en jeu. Ce second cas recouvre lui-même plusieurs types de travaux, en fonction des acteurs impliqués dans l'exploitation de la trace. On peut distinguer trois types où l'exploitation des traces numériques est destinée à : (a) le système lui-même, (b) les tuteurs ou (c) les apprenants.

(a) Une bonne partie des efforts de recherche dans le domaine des EIAH a été consacrée au développement de systèmes adaptatifs, ou auto-adaptatifs [8]. L'idée est de tracer l'activité de l'apprenant afin d'adapter le système à la situation d'apprentissage (et à l'apprenant lui-même) au fur et à mesure de l'évolution de celle-ci, en s'appuyant sur une modélisation de la tâche et de l'apprenant [9]. Selon la situation, le système est alors capable de modifier l'environnement qu'il propose dans une gamme de configurations prédéterminées.

(b) Une seconde approche consiste à fournir, au tuteur d'un EIAH, des informations sur la situation qu'il doit encadrer à partir de ce que le système peut tracer de l'activité des apprenants. Le besoin informationnel du tuteur est accru dans une situation de travail collaboratif. Cela explique sans doute que c'est en ce domaine que l'on trouve les travaux les plus avancés. Ces travaux s'appuient généralement sur la création d'*indicateurs* (notamment autour de la collaboration) aidant le tuteur à encadrer les activités proposées [3,10,11]. De manière générale, dans ce type de situation, les informations proposées aux tuteurs restent quantitatives et sont le résultat de traitements statistiques des traces numériques mises en jeu.

(c) Une troisième approche consiste à considérer l'apprenant lui-même comme l'exploitant potentiel de ses propres traces d'activité. Qualifiant parfois leurs systèmes de « systèmes réflexifs »³, ce sont les travaux de cette troisième approche qui vont retenir maintenant notre attention. Leur idée est de proposer à l'apprenant, d'une manière ou d'une autre, une représentation de sa propre activité. Certains systèmes, développés en ce sens, proposent à l'apprenant une visualisation de son état d'avancement, ou encore une représentation des opérations effectuées durant la résolution d'un problème ou d'une simulation [12].

La majorité des travaux visant une réflexivité de l'activité, sont consacrés à des situations de travail individuel ou de travail collectif asynchrone. Lorsqu'il s'agit de situation d'apprentissage collaboratif synchrone, peu de travaux exploitent des traces

² Plus de précisions dans [17, 21].

³ Nous préférons parler de réflexivité de l'activité : le système n'est pas réflexif en lui-même.

numériques dans une optique de réflexivité de l'activité. Dans bien des cas, la problématique de la réflexivité de l'activité se confond alors à celle de l'*awareness* [13] au sein d'un système collaboratif, ce terme désignant les moyens (de la vidéo, de l'utilisation d'avatars, de barre d'état, *etc.*) qui permettent à un utilisateur de se situer par rapport aux autres dans l'espace de travail virtuel.

Nous pouvons noter également que la majorité des travaux s'attaquant au problème de la réflexivité de l'activité concernent des activités pédagogiques « fermées ». Nous entendons par là les activités pédagogiques de type leçon / exercices pour lesquels l'ensemble des états possibles (autant du système que de l'apprenant) sont complètement prédéterminés. L'exemple typique de ce type d'activité est l'exercice de sciences physiques pour lequel l'apprenant doit répondre à un questionnaire à choix multiples. Il existe pourtant d'autres types d'activités pédagogiques que les environnements numériques permettent de mettre facilement en place, des activités que nous qualifions « d'ouvertes » et pour lesquelles le problème de la réflexivité est plus ardu.

3. Réflexivité des activités « ouvertes »

L'idée d'un apprentissage basé sur le modèle leçon / exercices reste profondément ancré dans la pratique, même dans des environnements numériques qui peuvent proposer bien d'autres manières d'apprendre [14]. Certaines disciplines, comme l'enseignement des langues sont plus sensibles à ce problème car elles sont amenées à diversifier leurs activités pédagogiques en exploitant les possibilités du numérique.

3.1 Caractéristiques d'une activité « ouverte »

Nous qualifions « d'ouvertes », les activités qui comportent les caractéristiques suivantes : *non finalisées* (le résultat de l'activité n'est pas prédéterminé), *dynamiques* (l'activité se définit elle-même au fur et à mesure de son avancement) et fortement *dépendantes du contexte*. En deux mots : d'activités où il ne s'agit pas de trouver *une* solution optimale à *un* problème défini. Il n'existe pas de prototype de l'activité ouverte, mais nous pouvons en donner plusieurs exemples : il peut s'agir par exemple d'un travail de recherche d'information sur Internet suite à une question soulevée durant un cours, une activité de conception ou plus généralement de création, de production libre.

Les caractéristiques que nous venons d'en donner explique à elle seule pourquoi les activités « ouvertes » posent un problème quant à la question de la réflexivité : il est impossible de définir *a priori* des parcours, d'évaluer l'avancement d'un apprenant, ou encore ses stratégies cognitives. On pourrait penser que les activités de ce type restent marginales dans le cadre des EIAH. Elles se développent pourtant, accompagnant le développement des nouvelles plateformes de *elearning*. C'est le cas de notre terrain d'étude.

3.2 Exemple : e-lycée

La société *e-lycée campus* a lancé en 2006 une offre d'enseignement du Français à distance⁴. Cette offre a d'abord été conçue pour des enfants (de 8 à 14 ans) francophones scolarisés à l'étranger. L'objectif de l'équipe pédagogique est double : il s'agit de développer une connaissance de la langue française par la pratique d'une part et de maintenir un contact avec la culture française d'autre part. Nous souhaitons, dans notre présentation, insister sur deux points : les outils et technologies déployés, et les principes pédagogiques que ces technologies permettent de mettre en œuvre.

La plateforme en question fait partie des environnements de « classes virtuelles ». Elle permet de réaliser des sessions de travail à distance de façon synchrone, réunissant un ensemble d'élèves (jusqu'à une dizaine) ainsi que leur tuteur. Le groupe se voit doté d'outils de production et d'exploitation collaboratives des ressources numériques ainsi que d'outils de communications en ligne (orale et écrite). Techniquement la plateforme est constituée de trois outils (figure 1) : un outil de visioconférence, *Marratech*TM, qui offre un espace de travail collaboratif à toute la classe : vidéo, chat (public ou privé), tableaux blancs partagés (permettant d'écrire, de dessiner, de manipuler des images, *etc.*). Un site *Web*, qui regroupe les informations relatives à l'organisation des séances mais également un ensemble de liens utiles (pointant vers un dictionnaire, un glossaire, *etc.*), un ensemble de ressources exploitables, et un espace personnel permettant de gérer ses propres documents de travail. Et pour finir, un outil de navigation conjointe dit de « co-navigation », *eMediathèque*TM, développé tout spécialement pour permettre aux apprenants d'explorer pages *Web* et ressources multimédia de façon synchrone et coordonnée⁵.

⁴ www.elycee.com

⁵ Un utilisateur peut « pousser » aux personnes avec qui il travaille, la page sur laquelle il se trouve.

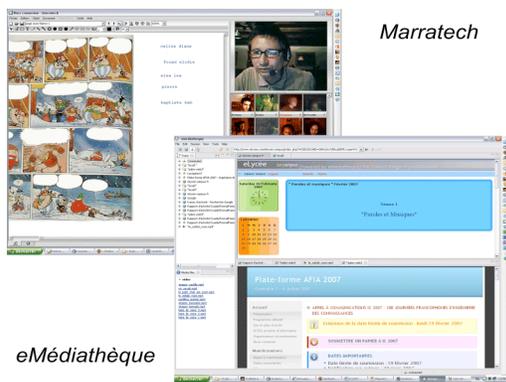


Figure 1 : interface de la plateforme elycée

La richesse et la diversité des technologies intégrées par cette plateforme permettent de mettre en place une démarche pédagogique en accord avec une vision constructiviste de l'apprentissage [15]. L'idée est ici de considérer l'apprentissage *dans et par l'action*, et s'appuyant sur des situations de travail *collaboratif*. L'intérêt de la dimension collaborative dans l'apprentissage n'étant plus à démontrer⁶, soulignons simplement que sont favorisés ici des activités qui vont conduire les apprenants à produire eux-mêmes, en situation, des contenus leur permettant au passage de travailler sur des sujets qui véhiculent des aspects de la culture française (deuxième objectif).

Les activités pédagogiques proposées dans ce contexte sont donc choisies pour que, de façon indirecte, elles nécessitent et mobilisent un savoir faire linguistique pour répondre à un réel besoin d'expression, tendu vers un but utile : celui de la production collaborative à travers laquelle se réalise l'apprentissage. Même si la structure d'une séance de travail est parfaitement définie et suivie au mieux, l'activité de production de contenus (de petits documents) elle-même, faisant appel à la créativité et à la diversité des ressources du *Web*, est tout à fait dynamique et dépendante du contexte, des échanges, de l'orientation prise par l'activité dans son cours. En un mot, il s'agit d'une activité « ouverte ». Comme nous l'avons déjà dit, ce type d'activité pose un problème quant à la création d'un système utilisant des traces numériques pour conférer un caractère réflexif à l'activité parce qu'il est extrêmement difficile de la modéliser formellement *a priori*.

Les défenseurs de ce type de démarche pédagogique insistent pourtant, dans la littérature, sur l'importance

⁶ Par exemple le courant Vygotskien.

du rôle joué par la réflexivité de l'activité et les processus métacognitifs des apprenants que cette dernière permet d'induire : « *Meaning making, according to constructivists is the goal of learning processes; it requires articulation and reflection on what we know* » [15]. Dans ce contexte, quel type de trace numérique peut-on envisager pour conférer, à terme, un caractère réflexif à ce type d'activité ? C'est à cette question que notre approche tente de répondre.

4. Systèmes à Base de Traces modélisées

L'approche des Systèmes à Base de Traces modélisées (SBTm), que nous présentons ici est le fruit de plusieurs années de travail sur les traces numériques. Ce travail, mené au sein du LIRIS par l'équipe « Silex », s'est attaché à définir un cadre conceptuel générique pour penser les traces numériques, qui n'a pas pour finalité unique la réflexivité de l'activité dans le cadre de l'utilisation d'un EIAH. Cette troisième partie se limitera donc à présenter de manière synthétique le cadre conceptuel proposé. Nous reviendrons plus en détail, dans les parties suivantes, sur l'application concrète de cette approche dans le cadre d'*eLycée*.

4.1 Le cadre conceptuel

Afin de pouvoir décrire le principe général de notre approche, nous devons commencer par poser la définition des concepts que nous utiliserons par la suite. On appelle *observé* tout objet informatique décrivant un élément issu de l'observation de l'activité d'utilisation d'un environnement informatique. En tant que résultat de l'observation de cette activité se déroulant dans le temps, une trace sera constituée d'observés temporellement situés. On décrira, par exemple, les actions effectuées et le moment de leur effectuation (ouvrir un document, modifier un paragraphe, utiliser un lien hypertexte, *etc.*). Dans ce cas, on parlera plus précisément des *événements* observés. De la même façon on parlera d'*entités* pour désigner des éléments présents pour l'utilisateur dans son interaction (un mail, un document, *etc.*). On appelle *relation* entre observés toute relation permettant d'exprimer des liens entre observés autres que temporels. Une relation peut ainsi exprimer dans la trace le fait qu'un événement donné porte sur une entité donnée.

On appelle *modèle de trace* l'ensemble des descriptions des observés, c'est-à-dire en quelque sorte le « vocabulaire » de la trace. Il doit permettre la compréhension et la manipulation de la trace. Enfin, on

appelle *trace modélisée*, ou M-trace (terme utilisé par la suite), l'association d'une collection d'observés temporellement situés structurée par leurs relations et d'un modèle explicite de cette collection.

De manière générale, dans les approches utilisant des traces numériques, le modèle de trace n'est pas explicite. C'est le cas de la majorité des travaux utilisant directement des *logs* [16] : il existe toujours un modèle sous-jacent (au moins le modèle de conception du système) bien qu'il n'en soit que rarement fait mention [17]. En ce qui concerne notre approche, nous nous sommes fixé pour objectif qu'une M-trace *doit faire sens* aussi bien pour l'humain que pour la machine. Ainsi, le modèle de trace doit être non seulement explicite, mais *explicité formellement*. Une M-trace est donc toujours associée à un modèle de trace définissant les éléments qui la composent.

4.2 Le principe général

Les définitions clefs ayant été posées, nous pouvons maintenant voir comment ces concepts sont mobilisés dans un *framework* mis au point par notre équipe et qui permet de décrire tout système utilisant des traces numériques et dont le fonctionnement implique à des degrés divers, la gestion, la transformation et la visualisation de traces modélisées. Le principe général de ce *framework* est synthétisé dans la figure 2.

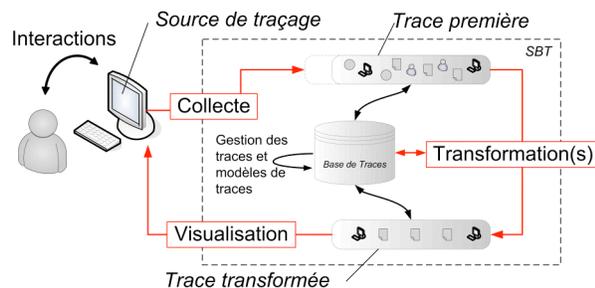


Figure 2 : principe général d'un SBTm

Un SBTm permet la gestion et l'exploitation des M-traces et de leurs modèles. Il est alimenté par un processus de *collecte* de traces à partir de l'utilisation du système observé par l'utilisateur (interactions), qui consiste à transformer un ensemble de sources de traçage, issues de l'observation des interactions (approches *a priori* ou *a posteriori*) en une *trace première*. Cette trace première est, comme son nom l'indique, la première dont on puisse considérer qu'elle est modélisée explicitement dans les termes du système, et donc pleinement manipulable et exploitable par celui-ci. Le système peut ensuite offrir différents

services d'exploitation des traces, notamment leur *transformation* (fusion, sélection, réécriture) afin de changer de niveau d'abstraction et d'expression des observés, ainsi que leur visualisation interactive (navigation dans la trace) en fonction du ou des modèles de traces établis.

Le travail de formalisation de l'approche des SBTm étant disponible dans d'autres contributions [18], ce que nous retiendrons simplement ici est que l'objectif visé est d'obtenir *in fine* une trace numérique de l'utilisation de l'environnement qui, au regard de l'activité de l'utilisateur (ici un apprenant), lui apparaisse comme une image de ce qu'il a fait, et qu'il puisse la lire et y naviguer. Nous allons voir dans la partie suivante comment le cadre conceptuel des SBTm a été appliqué dans le cadre de *eLycée*.

5. Application à eLycée

Un SBTm tel que nous venons de le présenter ne reste qu'un cadre conceptuel qu'il convient ensuite d'implémenter dans un système donné. Des travaux toujours en cours ont été engagés par l'équipe Silex pour développer un système générique implémentant les concepts du SBTm. En parallèle, des développements spécifiques ont été réalisés pour l'implémentation de SBTm dans divers systèmes [18, 20], dont celui d'*eLycée* qui nous intéresse ici. Nous reviendrons, dans cette partie de l'article, d'abord sur ce travail particulier d'implémentation en mettant l'accent sur la *modélisation de la trace* et le résultat (le type de trace) obtenu, puis nous exposerons ce que ces résultats offrent comme *perspectives d'exploitation* des M-traces dans le cadre d'*eLycée*.

5.1 Modélisation de la trace

Comme nous l'avons expliqué dans la partie précédente, l'implémentation du SBTm a conduit à la création au sein de la plateforme d'*eLycée* d'un système de collecte, de transformation et de visualisation de M-traces. Si l'efficacité d'un tel système repose sur la résolution de problèmes techniques [18], son efficacité, i.e. la pertinence des M-traces en vue de leur exploitation pour la réflexivité, dépend quant à elle grandement du travail de *modélisation des traces*. Ce travail de modélisation a pour objectif de définir quels sont les *observés*, et les *relations* qu'ils entretiennent. Le travail de modélisation de trace est la combinaison d'une modélisation « ascendante », qui part du modèle de conception de l'environnement pour remonter à des objets plus abstraits, manipulés dans l'interaction, et

une modélisation « descendante », qui part d'une analyse de l'activité pour y faire apparaître les objets autour desquels s'articule l'activité que l'on souhaite tracer. Une des difficultés majeures de ce travail tient dans son caractère indirect : en tant que « mise en relation d'observés », une M-trace devra faire sens pour l'utilisateur qui la visualisera. Mais seuls ses *éléments constitutants* sont choisis *a priori*.

Dans le cadre du projet mené avec *eLycée* nous avons choisi d'établir un modèle de trace simplifié. Il serait ici trop long de rentrer dans une description exhaustive de la modélisation, aussi nous proposerons quelques exemples simples qui illustrent les choix qui ont été faits. Prenons, comme premier exemple, les observés qui sont des objets manipulés durant les activités pédagogiques proposées. Suivant les principes pédagogiques présentés partie 3.2, les activités s'articulent généralement autour de ressources multimédia qui sont exploitées pour la création de productions (le plus souvent collectives). Cette distinction « Ressource » vs « Production » se retrouve dans le modèle proposé :

- Les tableaux blancs (partagés ou non), le chat et les divers documents édités au sein de la plateforme sont modélisés comme des « Productions ».

- Les images, vidéos, et pages *Web* en général sont définies comme « Ressources ». Parmi les pages *Web*, certaines pages (ou sites) sont définies de manière plus spécifique. C'est le cas du dictionnaire multilingue en ligne par exemple (qui est identifié comme tel, et non une page *Web* ordinaire).

La modélisation de la trace ne se limite pas au choix des observés. Elle comporte également le travail qui consiste à donner des règles qui régissent leur apparition dans la trace. Prenons par exemple un observé qui est cette fois une action : « Lire ». Dans quelle mesure peut-on considérer qu'un utilisateur, apprenant ou tuteur, a lu une ressource ? La solution de facilité serait de considérer toute page affichée comme lue. Nous avons choisi d'être un peu plus réalistes en considérant qu'il fallait un temps minimal d'affichage en premier plan de l'application. Cette simple condition demande déjà un travail relativement important sur le plan technique, pourtant il est souhaitable d'aller le plus loin possible pour ne faire comporter à la trace que des observés pertinents (limiter les informations inutiles).

On peut par exemple imaginer une condition complémentaire: si la ressource fait l'objet d'une action « copier-coller », alors on peut la considérer

comme lue, et faire apparaître ce statut à l'observé apparaissant dans la M-trace affichée.

Nous ne pouvons ici décrire la totalité du modèle, mais nous souhaitons donner un aperçu de la complexité du travail que demande la phase de modélisation pour obtenir une M-trace pertinente. Suite à l'implémentation de ce modèle, la situation au sein de la plateforme d'*eLycée* est la suivante. L'outil *eMédiathèque*TM est équipé d'une vue qui permet d'afficher par défaut un historique basé sur le modèle de conception du système. Toutes les opérations traçables y apparaissent chronologiquement (figure 3a). Une autre vue a été créée [19], permettant cette fois de visualiser une trace respectant le modèle de trace que nous venons de décrire (figure 3b).

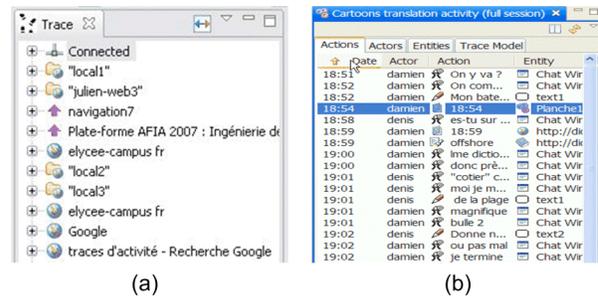


Figure 3 : modules de visualisation de traces

Cette dernière remarque nous permet pointer une autre difficulté qu'il s'agit de maîtriser, celle de la *visualisation* des M-traces. En effet, si la composition d'une M-trace est un enjeu majeur, les moyens que nous utilisons pour en donner l'accès aux utilisateurs n'est pas moins un facteur crucial de leur efficacité.

Nous renvoyons le lecteur vers d'autres contributions pour le détail de ce travail particulier [19]. On pourra simplement retenir ici que deux visualisations distinctes ont été développées et sont mises à disposition des utilisateurs. La première est une visualisation dite « *temps réel* » dont l'objectif est de permettre à l'utilisateur de situer son action dans un périmètre temporel de l'activité assez court. La seconde est une visualisation « *synthétique* » (figure 4), et a pour objectif de donner une image de l'activité à l'échelle de la séance entière (c'est surtout cette dernière qui nous intéressera dans la suite de notre article).

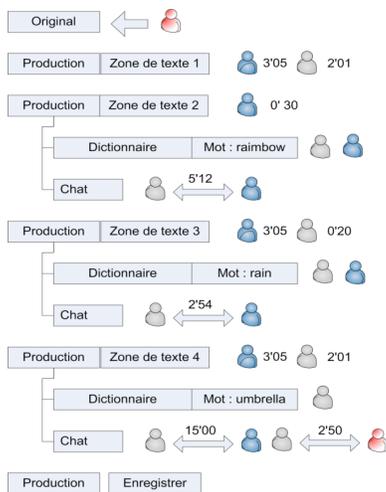


Figure 4 : exemple de visualisation synthétique de la M-trace d'une séance de travail⁷.

5.2 Perspectives ouvertes

Fruit de développements ardu, le dispositif maintenant opérationnel ouvre de nombreuses perspectives quant à l'exploitation concrète des M-traces, en situation au sein de la plateforme et dans le cadre d'une situation réelle d'apprentissage. Rappelons que notre objectif premier est l'exploitation des M-traces pour soutenir la *réflexivité de l'activité* au sein de cette plateforme d'apprentissage en ligne d'*eLycée*. Quelles exploitations d'une M-trace sont envisageables avec le dispositif que nous venons de présenter ? Plusieurs réponses à cette question sont aujourd'hui possibles, notamment en tenant compte de plusieurs niveaux de réflexivité.

On peut, par exemple, exploiter une M-trace comme support à l'*awareness* dans un groupe de travail durant son activité. En effet, la visualisation d'une M-trace permet d'indiquer à un utilisateur les actions menées par les utilisateurs avec qui il travaille. On peut également imaginer que certaines séquences de la M-trace soient considérées comme des « épisodes significatifs » que les élèves soient à même de réutiliser dans le cadre d'une autre activité. C'était un peu l'idée proposée par l'approche *Musette* que nous avons proposée dans [21].

Nous pourrions établir de cette façon une longue liste d'exploitations imaginables. Toutefois, et pour faire preuve de réalisme, nous devons procéder à une analyse critique et constater que rien ne sera possible

⁷ Par souci de lisibilité, la figure propose ici une maquette qui n'est pas la visualisation définitive.

avant que des apprenants (et leurs tuteurs) ne s'approprient les M-traces comme un objet de leur environnement d'activité pédagogique à part entière. Et cette remarque a d'autant plus de poids lorsqu'il s'agit de considérer l'exploitation des traces en temps réel, sachant qu'elle exigera de la part du système une maniabilité et une utilisabilité sans faille pour intégrer pleinement l'environnement de travail des apprenants. Nous avons donc choisi, comme première étape de cette démarche progressive, une situation particulière d'exploitation de la M-trace en faisant de celle-ci un « support pédagogique ». C'est ce qui fera l'objet de la prochaine partie.

6. Discussion

Pour exploiter la M-trace comme un support pédagogique au sein des séances de travail, nous ciblons en particulier les séances en petits groupes (généralement en binômes) à la fin desquelles un temps est consacré à un *retour sur l'activité* (aussi appelé « bilan »). Retour sur l'activité que l'on peut mettre en rapport avec les phases de « débriefing » dont l'importance est soulignée par [22]. De manière classique, à la fin de chaque séance de travail, un temps est consacré, sous la direction du tuteur, à revenir sur ce qui a été fait durant la séance. Il s'agit de faire verbaliser aux apprenants ce qu'ils retiendront de ce qu'ils viennent de faire en stimulant de cette façon des *processus métacognitifs* et d'*abstraction* [23, 24]. Cette phase est l'occasion de revenir sur les *problèmes* ou *difficultés* rencontrés, mais pas uniquement. Il s'agit aussi d'explicitier la *méthode* employée, les procédures qui ont réussi ou échoué, de *recontextualiser* ce qui a été appris et de *partager* cette expérience. Les premiers échanges durant cette partie de la séance sont difficiles, et s'orientent souvent en fonction des premières interventions⁸. *A priori*, cette phase de travail repose sur ce que les élèves sont capables de se remémorer. Le tuteur peut également apporter sa contribution, mais n'aura suivi que de manière très parcellaire ce que chaque apprenant, aura fait.

C'est précisément cette phase de travail dans laquelle nous souhaitons faire intervenir la M-trace, en utilisant la visualisation « synthétique » pour initier et soutenir un échange entre apprenants et tuteurs. Plus qu'une aide à la remémoration, la M-trace ainsi visualisée peut également permettre de repérer des situations remarquables (de blocage par exemple) dans l'activité des apprenants. C'est ce que nous allons essayer d'exposer à travers un scénario.

⁸ C'est ce que nos observations nous ont permis de constater.

6.1 Exemple de scénario

Afin d'illustrer l'idée que nous tentons de mettre en œuvre, nous utiliserons ici un exemple simplifié afin d'en faciliter la présentation, en conservant toutefois le caractère « ouvert » des activités que nous visons (partie 3.1). L'activité que nous avons choisi de suivre dans cet exemple est une activité de traduction d'une page de bande dessinée (Astérix en l'occurrence). Les élèves disposent dans leur environnement (*eMédiathèque*TM) d'une page *Web* contenant l'original à traduire d'une part, et un tableau blanc contenant des bulles vierges à remplir d'autre part.

De plus, pour se coordonner, les apprenants disposent d'un système de communication, oral et écrit, synchrone. L'activité en question pourrait sembler « fermée », ce qui n'est pourtant pas le cas si l'on considère que la traduction se fait de manière libre, i.e. qu'il n'y a pas de consigne relative à la manière de procéder ou de se coordonner. Le contenu lui-même comporte des expressions à traduire qui ne peuvent être transcrites mot à mot (il n'y a pas de « bonne traduction » *a priori*), et enfin, comme toute traduction, il s'agit toujours d'une *interprétation* personnelle. Cette activité s'effectuant en binômes, les apprenants sont amenés à négocier entre eux la traduction de chaque bulle en s'aidant éventuellement du dictionnaire en ligne, consultable à volonté. En résumé, cette activité est suffisamment « ouverte » pour mettre en défaut une approche « classique » à base de traces numériques.

Venons-en maintenant à la situation d'exploitation de la M-trace qui nous préoccupe : le tuteur rentre dans l'espace de travail numérique d'un binôme pour faire avec eux le *bilan* de la séance. Il peut cette fois appuyer son intervention sur le partage de la M-trace du travail des apprenants, pour laquelle nous proposons une visualisation synthétique. Pour l'exemple, nous utiliserons trois questions typiquement posées lors de ce type de bilan.

La séance s'est-elle bien passée ? Avez-vous eu des difficultés particulières ? La réponse à ces questions n'est pas forcément aisée pour les apprenants qui n'ont pas nécessairement le recul leur permettant d'analyser leur propre pratique. Apprenants et tuteur peuvent alors s'appuyer sur la lecture de la M-trace pour revenir sur la séance. Les apprenants disposent ainsi d'un support à parcourir (on peut naviguer dans la M-trace), pour retrouver le contexte des difficultés qu'ils se souviennent avoir rencontrées, mais on peut également s'appuyer sur des informations collectées et présentées dans la M-trace. Apprenants et tuteur peuvent par

exemple se baser sur le temps passé pour la traduction de chaque bulle comme d'un repère de la difficulté de celle-ci, de même pour le nombre de consultation du dictionnaire (chaque consultation étant mise en relation avec la bulle sur laquelle les apprenants étaient au travail à cet instant).

Qu'avez-vous appris de cet exercice de traduction ? À nouveau, il s'agit d'une question à laquelle il est difficile de répondre de manière exhaustive pour un apprenant à la fin d'une séance. Prenons ici l'exemple du vocabulaire : les apprenants peuvent se souvenir directement de certains mots découverts lors du travail de traduction. De plus, et cette fois-ci grâce à la M-trace, on peut revenir sur les différentes consultations du dictionnaire et retrouver le contexte de la recherche de chaque mot, à savoir, la bulle avec laquelle il a été mis en relation dans la trace. Cela permet aux apprenants de recontextualiser le mot qu'ils ont appris et au tuteur de comprendre (de se faire expliquer) les diverses consultations du dictionnaire (pas forcément pertinentes) en lien avec une bulle en particulier.

Comment avez-vous réalisé cette activité ? Cette question, qui peut paraître simpliste entre les quatre murs d'une classe, trouve tout à fait sa place lorsqu'il s'agit d'évoluer dans un environnement numérique de travail collaboratif. Pour illustrer ce que nous voulons pointer ici, nous pouvons expliquer ce qui pourrait relever de l'anecdote⁹ mais qui souligne une réalité plus complexe. En examinant la M-trace, le tuteur se rend compte, que contrairement à ce qu'il attendait, un seul apprenant a écrit sur le tableau blanc dans les bulles prévues pour la traduction. Renseignement pris, le binôme s'était organisé de la manière suivante : le meilleur en langue avait traduit les bulles, le plus agile avec un clavier avait tapé la traduction. De cette façon, aucun aller-retour dans l'affichage, entre document original et tableau blanc, n'a été nécessaire permettant au binôme en question de terminer très rapidement l'exercice demandé. À leur façon, les apprenants se sont ici approprié l'environnement collaboratif et en ont optimisé l'exploitation relativement à leurs compétences respectives, ce qui n'est pas dénué d'intérêt. Notons bien que ce type de phénomène n'était *pas* prévu, mais que la M-trace a quand même permis de le relever sans avoir à prédéterminer la façon de collaborer ou de réaliser la tâche demandée.

Bien que ce scénario n'ait pas encore été testé en situation réelle, nous souhaitons souligner qu'il se base à la fois sur de multiples observations de séances

⁹ Anecdote recueillie lors d'une séance de travail réelle.

réelles et sur les résultats d'expérimentations encore en cours. Notons également que l'introduction de la M-trace dans l'activité se fait ici avec un accompagnement par l'activité elle-même : le nouvel objet n'induit pas une nouvelle activité, il vient en soutenir une déjà existante. Cette configuration est préférable à la création d'une situation entièrement nouvelle (objet et situation pédagogique) qui mène parfois à un rejet de la nouveauté [14].

6.2 Un nouveau support pédagogique

Nous espérons avoir montré, à l'aide de la partie précédente dans quelle mesure une M-trace pouvait servir de support à une phase importante de travail collaboratif, entre membres d'un binôme et tuteur, celle du « bilan » de la séance pédagogique, moment clef pour la mise en œuvre de processus métacognitifs. Le principe de la M-trace, sans préjuger de la réalisation de l'activité, permet d'en fournir une image exploitable, au moins dans le cadre d'un soutien à l'échange. La lecture et la navigation de l'apprenant dans sa M-trace doivent être vues comme une *facilitation* des processus métacognitifs.

Nous souhaitons maintenant discuter les possibilités de développement de notre système en poussant le même raisonnement un peu plus loin. Aujourd'hui, les moyens de navigation et le paramétrage de la visualisation de la M-trace offrent un outil de recontextualisation de l'activité, un soutien à la phase de bilan de la séance. Nous pensons que donner les moyens aux utilisateurs (tuteurs et apprenants) de *manipuler* la M-trace en ayant la possibilité de la *modifier*, permettrait d'en renforcer le statut d'*objet pédagogique*.

L'idée est la suivante : en donnant la possibilité d'éditer la M-trace pour la modifier, nous offririons aux apprenants non seulement un support à la remémoration mais la possibilité de *re-construire* une image de leur séance de travail. La modification de la M-trace permettrait à l'apprenant de constituer une trace de ce qu'il considère « positif » dans son travail : il pourrait corriger la trace elle-même en modifiant certaines relations erronées, mais pourrait également supprimer certaines phases « infructueuses », ou au contraire isoler une « difficulté » de son activité pour mieux l'identifier. L'objet constitué est alors à la fois un soutien mnésique mais également un objet remobilisable, voire partageable avec d'autres apprenants, et un outil précieux pour le tuteur du point de vue de l'analyse des processus métacognitifs de ses élèves [24]. La posture même de modification de sa propre trace d'activité par un apprenant le place dans

une situation impliquant la mise en œuvre de ce type de processus.

Pour le moment encore en développement, les possibilités de manipulation de la M-trace par les utilisateurs n'est pas actuellement opérationnelle. Nous pensons cependant qu'elles pourraient bien faire naître là un véritable outil pédagogique, pour une fois spécifique aux possibilités offertes par un environnement numérique d'apprentissage collaboratif.

7. Conclusion

Nous avons débuté cet article en tentant de clarifier la notion de trace, puis de trace numérique, dans le domaine des EIAH. Nous avons ensuite cherché, dans la littérature, à dégager les approches utilisant des traces numériques dans le but de proposer aux apprenants, utilisateurs d'EIAH, une *réflexivité* de leur activité. Parmi ces approches, peu se consacrent à des activités pédagogiques que nous avons appelées « ouvertes », dans le cadre d'un travail collaboratif. Notre terrain d'étude (la plateforme proposée par *eLycée*) constituant un exemple de ce type de situation, nous avons donc proposé notre propre approche, reposant sur le cadre conceptuel des SBTm dont l'idée clef est la *trace modélisée*, ou M-trace. Ce cadre conceptuel a été implémenté dans un système intégré à la plateforme d'*eLycée* dont nous avons pu donner quelques illustrations. L'application du cadre des SBTm ouvre des perspectives quant à l'exploitation des M-traces. Cet article met en avant une première étape dans une démarche progressive de développement de l'exploitation des M-traces.

Cette première étape consiste à les exploiter comme un *support* à la phase de bilan qui intervient à la fin d'une séance pédagogique. Nous avons montré, à travers un scénario, comment nous envisageons l'exploitation de ces M-traces au sein de la plateforme d'*eLycée*. Pour finir, nous avons discuté l'extension cette application à travers la possibilité de constituer un véritable *support pédagogique* en développant des fonctionnalités de manipulation et de modification des M-traces. La mise en œuvre concrète de notre approche passe par un certain nombre d'expérimentations en laboratoire (toujours en cours) puis en situation réelle. Si le potentiel des M-trace en tant que support à la phase de bilan est un objectif en soi, nous continuerons à développer en parallèle l'instrumentation de la plateforme et des activités pédagogiques prenant en compte ce nouveau support.

8. Références

- [1] A. Serres, « Quelle(s) problématique(s) de la trace ? », Séminaire du CERCOR, Traces et corpus dans les recherches en SIC, 13 déc. 2002, 15 p.
- [2] M.A. Chabin, « Document trace et document source. La technologie numérique change-t-elle la notion de document ? », *I3*, 2004, 4(1), pp. 141-158.
- [3] D. Renié, « Apport d'une trace informatique dans l'analyse du processus d'apprentissage d'une langue seconde ou étrangère », *Apprendre une langue dans un environnement multimédia*, Duquette & Laurier, Outremont Canada, 2000, pp. 281-301.
- [4] N. Avouris, A. Dimitracopoulou, V. Komis, M. Margaritis, « Beyond logging of fingertip actions: analysis of collaborative learning using multiple sources of data », *JILR*, vol. 18(2), 2007, (à paraître).
- [5] P. Sanderson, J. Scott, T. Johnston, J. Mainzer, L. Watanae, « MacSHAPA and the enterprise of Exploratory Sequential Data Analysis (ESDA) », *International Journal of Human-Computer Studies*, 41, 1994, pp. 633-68.
- [6] C. Choquet, S. Iksal, « Modeling Tracks for the Model Driven Reengineering of a TEL System », *ILR*, Vol. 18, n°2, 2007, pp. 161-184.
- [7] C. Ferraris, M. Martel, L. Vignolet, « Helping teachers in designing CSCL Scenarios: a methodology based on the LDL Language », Actes de *CSCL'2007*, New Brunswick, USA, 18-21 Juillet 2007, (à paraître).
- [8] G. Bourguin, A. Derycke, « Systèmes Interactifs en Co-évolution Réflexions sur les apports de la Théorie de l'Activité au support des Pratiques Collectives Distribuées. » *Revue IHM*, vol. 6, n°1, 2005, pp. 1-31.
- [9] J. Vassileva, « A Task-Centered Approach for User Modeling in a Hypermedia Office Documentation System », *User Modeling and User Adapted Interaction*, Vol. 6, n° 2-3, 1996, pp.185-223.
- [10] A. Dimitracopoulou, « State of the Art on Interaction Analysis: "Interaction analysis indicators" », ICALTS JEIRP Deliverable D.26.1, Kaleidoscope network of excellence, 2004, (Disponible sur : www.rhodes.aegean.gr/).
- [11] F. Le Calvez, H. Giroire, J. Duma, G. Tisseau, M. Urtasun, « Combien? a Software to Teach Students How to Solve Combinatorics Exercises ». AIED 2003, pp. 447-454.
- [12] C. Plaisant, A. Rose, G. Rubloff, R. Salter, B. Shneidermann, « The Design of History Mechanism and Their Use in Collaborative Educational Simulations », Actes de *CSCL'99*, Palo Alto, CA, 1999, pp. 348-359.
- [13] P. Jermann, A. Soller, M. Mühlenbrock, « From mirroring to guiding: A review of state of the art technology for supporting collaborative learning ». Actes *European Perspectives on CSCL*, 2001, pp.324-331.
- [14] Tricot, A., *Apprentissages et documents numériques*, Belin Sup Psychologie, Paris, 2007.
- [15] M.A. Gabriel, « Learning together: Exploring group interactions online », *Journal of Distance Education*, Vol. 10, n°1, 2004, pp. 54-72.
- [16] N. Roussel, A. Tabard, C. Letondal, « All you need is log », *WWW2006 Workshop on Logging Traces of Web Activity: The Mechanics of Data Collection*, Mai 2006, 4p.
- [17] J. Laflaquière, L.S. Settouti, Y. Prié, A. Mille, « Traces et inscriptions de connaissances », Actes de *IC'2007*, Grenoble, pp. 329-330.
- [18] L.S. Settouti, Y. Prié, A. Mille, J.C. Marty, J-C, « Système à base de traces pour l'apprentissage humain », Actes de *Technologies de l'Information et de la Communication dans l'Enseignement Supérieur et l'Entreprise*, Toulouse, 2006, 8 p.
- [19] D. Cram, D. Jouvin, A. Mille, « Visualisation interactive de traces et réflexivité : application à l'EIAH collaboratif synchrone eMédiathèque », *STICEF numéro spécial Analyses des traces d'utilisation dans les EIAH*, 2007, (à paraître).
- [20] N. Guin-Duclosson, S. Jean-Daubias, S. Nogry, « The AMBRE ILE: How to Use Case-Based Reasoning to Teach Methods », Actes *ITS'2002*, Springer, Biarritz France, 2002, pp. 782-791.
- [21] J. Laflaquière, P.A. Champin, Y. Prié, A. Mille, « Approche de modélisation de l'expérience : utilisation de systèmes complexes pour l'assistance aux tâches de veille informatiquement médiées », Actes de *ISKO-France 2005*, PUN (ed), Vandoeuvre-lès-Nancy France, pp. 209-230.
- [22] M. Joab, O. Auzende, M. Futersack, B. Bonnet, P. Le Leydour, « Computer Aided Evaluation of Trainee Skills on a Simulator Network », Actes *ITS 2002*, Biarritz France, 2002, pp. 521-530.
- [23] M. Ollagnier-Beldame, « Traces d'interactions et processus cognitifs en activité conjointe : Le cas d'une co-rédaction médiée par un artefact numérique », Thèse en Sciences Cognitives de l'UCBL (Lyon 1), déc. 2006, 247 p.
- [24] M. Romero, « Métacognition dans les EIAH ». Mémoire de DEA, LIUM, Université du Maine, Le Mans, 2004, 34 p.
- [25] J.M. Labat « EIAH : Quel retour d'informations pour le tuteur ? », Actes de *Technologies de l'Information et de la Connaissance dans l'Enseignement supérieur et l'industrie*, 2002, pp. 81-88.