



Faculté des sciences de l'ingénieur
Département d'Informatique

MEMOIRE

Présentation en vue de l'obtention du diplôme de magister

**Utilisation des traces comme outils réflexifs pour les apprenants et les
enseignants à distance**

Option

Intelligence Artificielle

Par

Mlle CHEBAH Anissa

Directeur de mémoire: Dr. Tahar BENSEBAA MC Université d'ANNABA

DEVANT LE JURY

PRESIDENT: Dr. Bornia Tighiouaret MC Université d'ANNABA
EXAMINATEURS: Dr. TAHAR BOUHADDA MC Université d'ANNABA
Dr. Med Tahar Kimour MC Université d'ANNABA

ABSTRACT

In an e-learning context, an important dimension to take into account is the educational follow-up by a tutor, one of the essential points identified to decrease the proportion of renunciation of the learners. However, the time passed by the tutor to follow every learner becomes fast crippling and it is necessary to propose new tools to reduce it. The problem of the working overload of the tutor in the follow-up of the learners is due to the fact that it has a multitude of tasks to be accomplished (supervision of all the learners, the interventions with the learners, the treatment of a big quantity of messages, etc.); where he needs tools to assure his various tasks. The problem of the perception of the progress of the activities by the tutor is generally advanced. Indeed, it is very difficult for the tutor to intervene at the right time and in a adapted way because he works "blind". The works on the instrumentation of the activities of the tutor mainly aimed at answering this problem.

Our problematic follows this direction, as far as we aim at proposing a model of perception of the activities of the distant learners. This model bases itself on the collection of data of interactions called tracks. For the tutor the access to these tracks allows to put a relation with the learner based on facts and not on uncertain subjective data.

Keywords : e-learning, distance tutoring, interaction tracks, learning indicators

RESUME

Dans un contexte de formation à distance, une dimension importante à prendre en compte est le suivi pédagogique par un tuteur, un des points essentiels identifiés pour diminuer la proportion d'abandon des apprenants. Cependant, le temps passé par le tuteur pour suivre chaque apprenant devient vite rédhibitoire et il est nécessaire de proposer de nouveaux outils pour le réduire. Le problème de la surcharge de travail du tuteur dans le suivi des apprenants est lié au fait qu'il a une multitude de tâches à réaliser (supervision de l'ensemble des apprenants, interventions auprès des apprenants, traitement d'une grande quantité de messages, etc.) ; d'où son besoin d'outils pour assurer ses différentes tâches.

Le problème de la perception du déroulement des activités par le tuteur est généralement mis en avant. En effet, il est très difficile pour le tuteur d'intervenir au bon moment et de manière adaptée car il travaille « en aveugle ». Les travaux sur l'instrumentation des activités du tuteur ont principalement visé à répondre à ces problèmes. Notre problématique va dans ce sens, dans la mesure où on vise à proposer un modèle de perception des activités des apprenants distants. Ce modèle se base sur la collecte de données d'interactions appelées traces. Pour le tuteur l'accès à des données relevant des traces numériques permet de poser une relation avec l'apprenant fondée sur des faits et non sur des données subjectives incertaines.

Mots clés: e-learning, Tutorat à distance, traces d'interactions, indicateurs d'apprentissage

LISTE DES FIGURES & TABLEAUX

Fig	Titre	Page
Tableau 1.1	les acteurs en téléformation et certains de leurs rôles	8
Figure 1.1	Cycle de vie d'un vie d'un dispositif de formation en ligne	15
Figure 2.1	Le tuteur "liant"	22
Figure 2.2	Dimensions du tutorat en ligne	23
Figure 2.3	Modèle d'organisation du tutorat	24
Figure 2.4	Représentations des fonctions tutorales auprès des tuteurs et des apprenants	26
Figure 2.5	Tableau de bord d'un tuteur dans Croisière	29
Figure 2.6	Environnement du tuteur dans Essaim	31
Figure 2.7	État d'avancement d'un apprenant pour un module particulier	33
Figure 2.8	Extrait du modèle des tâches du formateur dans FORMID	34
Figure 2.9	Vision de l'avancement de tous les apprenants sur une étape donnée dans FORMID	35
Figure 3.1	Le modèle MUNETTE	40
Figure 3.2	Exemples de MU, d'Extasi et de trace primitive	42
Figure 3.3	Architecture du Système à Base de Trace	46
Figure 3.4	Principe de fonctionnement du système à base de traces	47
Figure 3.5	Un exemple d'un fichier log au format texte	50
Figure 3.6	Un exemple d'une trace sous format XML	51
Figure 3.7	Un exemple d'une table de traces dans une base de données	52
Figure 4.1	Le modèle proposé	60
Figure 4.2	Interaction de l'apprenant avec son environnement	61
Figure 4.3	Architecture du système à deux niveaux	65

Figure 4.4	Format de la trace	69
Figure 4.5	Le modèle entité-association de la base de traces	70
Figure 4.6	Structure du fichier de traces	73
Figure 4.7	Indicateur « enchaînement des activités	73
Figure 4.8	Illustration du processus de traçage	74

TABLE DES MATIERES

Introduction générale.....	1
Chapitre 1 : Le e-learning	
1. Introduction.....	3
2. De l'EAO aux EIAH : une chronologie.....	3
3. La Formation A Distance.....	4
3.1. La FOAD.....	4
3.2. La FAD.....	5
3.3. La e-formation.....	5
3.4. La téléformation.....	6
4. Les acteurs d'une FAD.....	6
5. Choix offerts pour une FAD.....	8
5.1. Les sites web.....	8
5.2. Les plateformes pour le e-learning.....	9
5.2.1. Quelques chiffres sur plate-formes e-learning.....	10
5.2.2. Quelques plateformes e-learning.....	10
6. La normalisation dans le e-learning.....	11
6.1. Pourquoi la normalisation dans la e-learning ?.....	12
6.2. Bref historique des normes et standards.....	13
7. Cycle de vie d'un dispositif de FAD.....	15
7.1. La phase d'acquisition.....	15
7.2. La phase d'utilisation.....	16
8. Les enjeux de la FAD.....	17
8.1. L'autonomie de l'apprenant.....	17
8.2. L'accompagnement de l'apprenant.....	18
8.3. Le développement des dispositifs de support pour la FAD.....	19
9. Conclusion.....	19
Chapitre 2 : le tutorat à distance	
1. Introduction.....	20
2. Le rôle du tuteur.....	21
2.1. Le passage de la présence à la distance.....	21
2.2. L'éclatement des rôles en FAD.....	21
2.3. Le rôle du tuteur en situation de suivi à distance.....	22
2.3.1. Des rôles diversifiés.....	22
2.3.2. Des écarts entre le rôle du tuteur et les attentes des apprenants.....	25
2.3.3. Un ensemble de difficultés pour le tuteur.....	26
3. Environnements de suivi mis à la disposition des tuteurs.....	28
3.1. Supports au suivi individuel.....	28
3.1.1. Croisières.....	28
3.1.2. ESSAIM.....	30
3.2. Supports au suivi de groupes d'individus.....	32
3.2.1. « The FACT Framework ».....	32
3.2.2. Reflet.....	33
3.2.3. FORMID.....	34

3.3. Discussion sur les outils de suivi existants.....	35
4. Conclusion.....	36
Chapitre 3 : Théorie de la trace	
1. Introduction.....	37
2. Définitions.....	38
3. Les indicateurs dans les EIAH.....	38
4. Production et représentation des traces.....	39
4.1. Modèles de traces.....	39
4.1.1. L'approche MUSETTE.....	39
4.1.1.1. Présentation de l'approche.....	40
4.1.1.2. Exemple d'illustration.....	41
4.1.1.3. Application de l'approche MUSETTE.....	43
4.1.2. Une nouvelle ingénierie de la trace.....	44
4.1.3. Système à base de traces.....	45
4.1.3.1. Modélisation des traces dans le SBT.....	45
4.1.3.2. Architecture du SBT.....	46
4.1.3.3. Principe de fonctionnement du SBT.....	47
4.1.3.4. Travaux autour des SBT.....	49
4.2. Formes de traces.....	50
4.2.1. Les fichiers log.....	50
4.2.2. Les formats structurés.....	50
5. Analyse des activités de l'apprenant.....	52
5.1. Observation des apprenants dans différentes situations d'apprentissage.....	52
5.2. Analyse des traces d'interactions.....	52
6. Types de systèmes qui tracent les interactions utilisateur-système.....	53
6.1. Systèmes utilisant l'histoire interactionnelle sans la présenter aux utilisateurs.....	53
6.2. Systèmes présentant une visualisation de l'histoire interactionnelle destinée à l'analyste de la situation.....	54
6.3. Systèmes présentant une visualisation de l'histoire interactionnelle destinée à l'utilisateur et lui proposant la possibilité d'y naviguer.....	54
6.4. Systèmes présentant une visualisation de l'histoire interactionnelle pour l'utilisateur et proposant la possibilité d'agir dessus.....	55
7. Conclusion.....	56
Chapitre 4 : Un modèle d'aide au tuteur	
1. Introduction.....	57
2. Soutien humain ou informatique ?.....	58
2.1. Un soutien informatique : les systèmes tuteurs intelligents STI.....	58
2.2. Un soutien humain.....	59
3. Objectifs du travail.....	59
4. Présentation du modèle.....	60
5. Description détaillée du modèle proposé.....	60
5.1. Classification des activités de l'apprenant.....	61
5.2. Identification des indicateurs.....	62
5.2.1. Indicateurs d'interactions apprenant-contenus.....	62
5.2.2. Indicateurs d'interactions apprenants-système.....	63
6. Système de traçage des interactions.....	65

6.1. Architecture générale du système de traçage des interactions.....	65
6.2. Que faut-il observer et comment?	65
6.2.1. Observation instrumentée ou native ?.....	66
6.2.2. Observation des interactions avec un contenu.....	67
6.2.3. Observation des activités de communication.....	68
6.3. Format de la trace.....	68
6.4. Base de traces.....	69
6.4.1. Le modèle entité-association.....	70
6.4.2. Le dictionnaire de données de la base de traces.....	70
6.5. Calcul des indicateurs.....	71
7. Un scénario illustrative.....	72
8. Eléments de spécification.....	73
9. Conclusion.....	75
Conclusion générale.....	76
Bibliographie.....	78

Introduction générale

Depuis une vingtaine d'années, l'apparition des TIC a bouleversé la Formation À Distance (FAD) et a apporté de nouvelles et nombreuses possibilités pour enseigner à des étudiants éloignés, aussi bien en terme de communication que d'accessibilité à des ressources en ligne. Les dispositifs de FAD actuels cherchent à pallier les difficultés rencontrées par les apprenants, souvent liées à la démotivation et à l'isolement des apprenants. Pour limiter ces difficultés, certains travaux de recherche s'intéressent à développer l'autonomie des apprenants par rapport à leur parcours de formation en leur donnant des moyens informatiques pour gérer leur propre apprentissage, définir leur mode de travail et d'auto-évaluer leur progression.

D'autres travaux s'intéressent d'abord à réduire le sentiment d'isolement des apprenants en créant des liens sociaux entre l'apprenant et le reste de la communauté éducative. Ces liens sociaux peuvent se tisser avec le tuteur mais aussi avec d'autres apprenants suivant la même formation, en leur proposant des activités collectives.

Lors de la mise en place d'une FAD, une dimension importante à prendre en compte est le suivi pédagogique par un tuteur, un des points essentiels identifiés pour diminuer la proportion d'abandon des apprenants. Cependant, le temps passé par le tuteur pour suivre chaque apprenant devient vite rédhibitoire et il est nécessaire de proposer de nouveaux outils pour le réduire. Le problème de la surcharge de travail du tuteur dans le suivi des apprenants est lié au fait qu'il a une multitude de tâches à réaliser (supervision de l'ensemble des apprenants, interventions auprès des apprenants, traitement d'une grande quantité de messages, etc.) ; d'où son besoin d'outils pour assurer ses différentes tâches.

Le problème de la perception du déroulement des activités par le tuteur est généralement mis en avant. En effet, il est très difficile pour le tuteur d'intervenir au bon moment et de manière adaptée car il travaille « en aveugle ». Les travaux sur l'instrumentation des activités du tuteur ont principalement visé à répondre à ces problèmes. Notre problématique va dans ce sens, dans la mesure où on vise à proposer un modèle de perception des activités des apprenants distants. Ce modèle se base sur la collecte de données d'interactions appelées traces. Pour le tuteur l'accès à des données relevant des traces numériques permet de poser une relation avec l'apprenant fondée sur des faits et non sur des données subjectives incertaines. En fait, sans l'utilisation des traces numériques, l'environnement d'apprentissage ne permet pas de

percevoir l'activité réelle de l'apprenant. Le tuteur peut alors faire de multiples suppositions sur son activité ou sa non-activité, sans pour autant avoir de données précises.

Plan du mémoire

Ce mémoire est organisé en quatre chapitres:

- Le premier chapitre vise à présenter le domaine du e-Learning. Nous avons survolé les terminologies liées à ce domaine ainsi que les différentes technologies qui lui sont associées.
- Dans le deuxième chapitre, nous avons démontré à travers une étude bibliographique, le rôle que joue le tuteur dans un contexte de formation à distance. Nous avons soulevé ainsi les difficultés rencontrées par le tuteur lorsqu'il suit une formation à distance.
- Dans le troisième chapitre, nous avons exploré les travaux liés à la notion de trace, qui connaissent une évolution rapide ces dernières années. Nous avons synthétisé l'apport ainsi que les usages des traces dans le contexte des EIAH.
- Dans le quatrième chapitre, on a essayé d'exposer notre objectif de recherche ainsi que les éléments de réponse qu'on a essayé d'apporter à la problématique de suivi à distance.

Chapitre 1

Le e-Learning

1. Introduction

Les EIAH (Environnements Informatiques d'apprentissage Humain) ont conduit, avec l'émergence des TICE (Technologies de l'Information et de la Communication appliquées à l'Education) à la naissance de la e-formation. La formation à distance trouve un renouveau avec la e-formation. On assiste à une FAD (Formation A Distance) entièrement médiatisée par les ordinateurs et les réseaux informatiques. Dans le présent chapitre, nous abordons les terminologies liées à la FAD. Nous explicitons les choix offerts aux apprenants pour suivre une FAD. La normalisation dans la e-formation, ses buts ainsi qu'un bref historique des normes et de standards seront présentés dans la section 6. Les enjeux de la FAD seront exposés à la fin de ce chapitre. Nous terminerons par une conclusion.

2. De l'EAO aux EIAH : une chronologie

L'utilisation des ordinateurs à des fins éducatives s'est concrétisée par l'apparition du terme EAO (Enseignement Assisté par Ordinateur) dans les années 60. Les chercheurs en intelligence artificielle ont passé, dans les années 70, de l'EAO à l'EIAO (Enseignement Intelligemment Assisté par Ordinateur) traduction de « Intelligent Computer Aided Instruction ». La décennie 80-90 a été marquée par les Systèmes Tutoriels Intelligents (l'équivalent du terme anglophone ITS –Intelligent Tutoring System), fortement lié au développement de systèmes à base de connaissances en Intelligence Artificielle [Benadi, 2003]. A la fin des années 80 comme le précise [Bruillard & al, 2000], le même acronyme EIAO a pris un autre sens : Environnement Interactif d'Apprentissage par Ordinateur,

soulignant l'importance fondamentale de l'interactivité des systèmes. Récemment, c'est le terme EIAH (Environnement Informatique d'Apprentissage Humain) qui a pris la place des termes précédents. La définition la plus référencée est celle de [Tchounikine & al, 2004] : « un EIAH est un environnement informatique conçu pour favoriser l'apprentissage humain. Ce type d'environnement mobilise des agents humains (apprenant, tuteur, enseignant) et artificiels (agents informatiques qui peuvent eux même tenir différents rôles) et leurs offre des situations d'interaction, localement ou à travers des réseaux informatiques, ainsi que des conditions d'accès à des ressources formatives (Humaines et/ou médiatisées) ».

3. La formation à distance

Dans cette section, nous allons présenter des terminologies concernant quelques modes de formations. Les termes qui vont suivre sont l'héritage de l'utilisation des technologies qui ont participé à leur apparition. Les STIC (Sciences et Technologie de l'Information et la Communication), en particulier Internet, ont participé à l'apparition de nouvelles formes de formations : la e-formation et la téléformation. Mais auparavant deux concepts les ont précédés : la FOAD (Formation Ouverte et A Distance) et la FAD (Formation A Distance).

3.1. La FOAD

La FOAD, comme l'indique son acronyme, possède deux qualificatifs

- Ouverte : grande souplesse et beaucoup de degrés de liberté dans l'accès à la formation ; aucune inscription préalable n'est par exemple nécessaire pour accéder aux contenus pédagogiques.
- A Distance : la dispersion géographique et/ou temporelle des acteurs impliqués dans le processus de formation.

A l'inverse de la FAD qui est forcément à distance, la FOAD peut être partiellement ou intégralement à distance.

Le Collectif de [Chasseneuil, 2000] sur les formations ouvertes et à distance, a proposé une définition de la formation à distance, en l'élargissant à la formation ouverte et à distance (FOAD).

La formation ouverte et à distance...

- est un dispositif organisé, finalisé, reconnu comme tel par les acteurs ;
- Qui prend en compte la singularité des personnes dans leurs dimensions individuelle et collective ;

- Et repose sur des situations d'apprentissage complémentaires et plurielles en termes de temps, de lieux, de médiations pédagogiques humaines et technologiques, et de ressources.

3.2. La FAD

Sous ensemble de la FOAD, la FAD peut être définie par une situation éducative dans laquelle les processus d'apprentissage/enseignement sont faits hors de la situation présentielle classique entre les différents acteurs. D'après l'AFNOR [Educnet] « la FAD est un système de formation conçu pour permettre à des individus de se former sans se déplacer sur le lieu de formation et sans la présence physique d'un formateur ».

Les caractéristiques de la FAD proposées par [Mbala-Hikolo, 2003] reprenant une définition de [Keegan, 1996] sont :

- La séparation physique quasi-permanente entre le formateur et l'apprenant tout au long du processus d'apprentissage (ceci différencie la FAD de la formation présentielle) ;
- L'influence d'une organisation administrative aussi bien pour planifier et préparer des matériaux pédagogiques, que pour mettre à la disposition des apprenants des supports et services d'accompagnement ou encore pour valider et certifier des acquis (ceci différencie la FAD de l'autoformation) ;
- L'utilisation de médias techniques (imprimerie, audio, vidéo, ordinateurs) pour assurer le lien entre le formateur et l'apprenant et médiatiser le contenu de la formation ;
- L'existence de mécanismes de communication bidirectionnelle afin que l'apprenant bénéficie et prenne aussi l'initiative du dialogue avec le formateur ;
- La quasi-absence de la notion de groupe tout au long du processus d'apprentissage : les apprenants sont toujours vus comme des individus isolés et non comme faisant partie d'un groupe.

3.3. La e-formation

A son tour, l'e-formation (traduction du terme anglophone e-learning), s'appuie sur l'utilisation des TICE. A l'origine, la e-formation (e=électronique) est la formation par la voix électronique c'est-à-dire médiatisée par l'informatique. Elle peut être locale (produits pédagogiques sur CD-ROM, réseau local, etc.) ou à distance via des systèmes de communication dont Internet est devenu le mode quasi exclusif.

D'après la commission européenne : la e-formation consiste à utiliser les nouvelles technologies multimédia et de l'Internet pour améliorer la qualité de l'apprentissage en facilitant l'accès à des ressources et des services, ainsi que les échanges et la collaboration à distance [Educnet]. La e-formation résulte donc de l'association de contenus interactifs multimédia, de supports de distribution (PC, Internet, Intranet) et d'un ensemble d'outils logiciels (gestion d'une formation en ligne, communication synchrone et asynchrone...).

3.4. La téléformation

Considérée comme un sous ensemble de la FAD, la téléformation s'appuie sur l'utilisation des TICE via Internet, Intranet ou Extranet. Son but est de fournir un enseignement/apprentissage à tout individu ou groupe d'individus distants selon des modalités souples adaptées aux possibilités de chacun des individus en formation [Mbala-Hikolo, 2003].

4. Les acteurs d'une FAD

Afin d'identifier les différents intervenants dans un dispositif FAD, [Paquette & al, 1996] proposent un modèle de campus virtuel décrivant les acteurs impliqués, leurs rôles et les processus qu'ils régissent. Dans ce modèle, il faut distinguer les acteurs des individus intervenants. L'acteur est un concept abstrait. Il permet de décrire les rôles associés à une fonction donnée au sein du campus virtuel qu'il s'agisse d'individus, de logiciels ou de documents [Paquette & al, 2002]. Un individu intervenant dans le campus virtuel pourra incarner plusieurs acteurs ou au contraire un sous-ensemble des rôles d'un même acteur. Il n'y a donc pas nécessairement identité entre acteurs et intervenants.

L'apprenant est l'acteur qui régite le processus d'apprentissage en transformant les informations en connaissances. Ces informations sont mises à disposition de l'apprenant par l'acteur *informateur*. En plus de ces deux acteurs essentiels, d'autres acteurs interviennent afin de faciliter le processus d'apprentissage : les acteurs facilitateurs. L'acteur *concepteur* régite le processus d'ingénierie didactique, c'est lui qui, en particulier, réalise le scénario pédagogique mais aussi qui définit les moyens de communication entre acteurs et les modes d'assistance et de conseil à mettre à la disposition des apprenants. L'acteur *gestionnaire* régite le processus de gestion pédagogique, il gère les acteurs et les événements pour s'assurer du bon déroulement des processus en fonction des scénarios définis par l'acteur concepteur. Enfin, l'acteur *formateur* régite le processus d'assistance et de conseil pédagogique destiné à faciliter le processus d'apprentissage de l'acteur apprenant. Le tableau donne une description plus précise, mais non exhaustive, des rôles de chacun des acteurs d'un campus virtuel.

Acteur et rôle principal	Rôles secondaires
<p align="center">APPRENANT (transformer les informations en connaissances)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gérer son scénario et ses activités d'apprentissage ➤ Explorer les sources des informations ➤ Résoudre des problèmes ➤ Réaliser des projets ➤ Réaliser des activités servant à son évaluation ➤ Auto-évaluer ses activités ➤ Interagir sur le plan social avec d'autres apprenants ➤ Débattre un sujet lors des télédiscussions ➤ Communiquer et échanger des informations
<p align="center">FORMATEUR (faciliter l'apprentissage sur le plan pédagogique)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Réaliser les diagnostics de l'apprentissage ➤ Conseiller ➤ Evaluer les travaux de l'apprenant ➤ Motiver et orienter les apprenants ➤ Animer des équipes ou un groupe ➤ Assister les apprenants dans l'utilisation des matériels et des ressources ➤ Agir comme conseiller pédagogique
<p align="center">CONCEPTEUR (construire, adapter et maintenir un système d'apprentissage)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Analyser les besoins de formation ➤ Modéliser les connaissances à des fins pédagogiques ➤ Construire des scénarios pédagogiques ➤ Rédiger les devis de système d'apprentissage ➤ Simuler et valider un devis ➤ Concevoir des matériels pédagogiques ➤ Décrire les processus de diffusion du système d'apprentissage ➤ Concevoir la mise en place du système d'apprentissage
<p align="center">GESTIONNAIRE (gérer les acteurs et les évènements)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Planifier le déroulement des activités ➤ Diagnostiquer le déroulement des évènements d'apprentissage ➤ Décider de modifier le déroulement des évènements ➤ Diriger les opérations de diffusion ➤ Organiser des équipes ou des groupes ➤ Affecter des formateurs et des ressources à des groupes ➤ Organiser la mise à l'essai du système d'apprentissage ➤ Gérer les évaluations des apprentissages ➤ Gérer l'évaluation du système d'apprentissage ➤ Administrer le réseau de communication
<p align="center">INFORMATEUR (rendre disponible les informations pour l'apprentissage)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Présenter des informations ➤ Clarifier le contenu en réponse à des questions ➤ Gérer des médias donnant de l'information ➤ Analyser et évaluer le contenu des documents

Tableau 1.1 : les acteurs en téléformation et certains de leurs rôles, tiré de [Paquette, 2002]

Notons simplement pour la bonne compréhension du lecteur que Paquette définit l'information comme « toutes les données extérieures aux personnes, communiquées oralement par d'autres ou médiatisées dans des matériels sur divers supports numériques, imprimés ou analogiques » et la connaissance comme « le résultat de toute construction mentale effectuée par une personne à partir d'informations ou d'autre stimuli ». L'apprentissage, selon le même auteur, consistant alors à transformer des informations en connaissances [Paquette, 2002].

5. Choix offerts pour une FAD

Pour l'utilisateur qui souhaite faire du e-learning, deux choix se présentent : le site web ou la plate-forme. Ces deux méthodes ont vu leur développement considérablement augmenter avec l'arrivée de l'ADSL et la généralisation de l'usage de l'informatique.

5.1. Les sites web

Le web est une source intarissable d'informations sur le e-learning. De nombreux sites, à vocations différentes, sont présents [1, 2, 3]. Des sites spécialisés permettent de se renseigner sur les technologies existantes pour le e-learning. L'un des plus importants est celui de la Commission Européenne [4] qui propose plusieurs rubriques afin de rassembler tous les projets en cours ou réalisés au sein de l'Union Européenne. On peut parler des sites commerciaux, qui ne diffèrent généralement que par l'interface graphique ou encore par le nombre ou la qualité des cours. Ces sites utilisent le terme e-learning mais ne proposent que de simples cours aux formats .pdf ou .doc : c'est à l'utilisateur de choisir.

Lors de la conférence TICE qui a eu lieu en novembre 2004, de nombreux travaux concernant des Universités en ligne ont été présentés. Grâce au e-learning, les étudiants peuvent, suivant les Universités, accéder à un certain nombre de cours pour pouvoir passer les examens de fin d'année avec les autres étudiants de la même section. Cela permet à des étudiants qui sont dans l'incapacité de se déplacer ou trop éloignés, mais qui souhaitent suivre les cours, de pouvoir le faire à leur rythme et même de pouvoir contacter l'enseignant pour poser des questions. Ce système est bien implanté dans certaines Universités et, pour certains diplômes, les cours ne sont accessibles qu'en ligne [Pionnier, 2004], [Guibal & al, 2004].

5.2. Les plates-formes pour le e-learning

Actuellement, la plate-forme est l'outil le plus utilisé pour accéder aux cours et elle permet une meilleure adaptation des cours. Il existe plusieurs centaines de plates-formes éducatives.

- **Le LMS** (Learning Management System) est un système de gestion de formation. LMS est le terme anglo-saxon qui désigne une plate-forme de e-learning complète comprenant le serveur de diffusion de contenu, la base de données gérant le catalogue des formations disponibles, le serveur de gestion des profils des apprenants, les accès aux formations et du suivi des parcours avec mémorisation des résultats obtenus. Celle-ci inclut une brique de gestion des plannings aux sessions de formation selon les disponibilités des tuteurs et des apprenants (scheduling system).

- **Le LCMS** (Learning Content Management System) est le système de conception et de gestion de contenus d'apprentissage. Il permet à des auteurs de créer des bibliothèques d'objets pédagogiques réutilisables qui seront ensuite validés avant d'être publiés et réutilisés par des tuteurs et d'autres auteurs. Des données appelées méta-données sont associées à ces objets pédagogiques. Le LCMS, peut, pour un apprenant donné, assurer la diffusion et le suivi de la formation à un niveau très fin : celui de l'objet pédagogique.

Les LMS et les LCMS sont deux outils différents et complémentaires. La difficulté d'appréhender cette différence provient notamment du fait que bien souvent les LCMS intègrent les fonctionnalités de base d'un LMS. Les LCMS offrent donc les services fusionnés du LMS et du CMS (LCMS=LMS +CMS).

Notons qu'un CMS est un système orienté conception et gestion de contenu générique. Il a pour but de simplifier la création, la validation et la publication de contenus électroniques et d'assurer leur mise à jour sans se préoccuper de leur gestion ou mode d'utilisation en situation d'apprentissage.

5.2.1. Quelques chiffres sur les plates-formes

La revue Thot, dans un article intitulé « Répertoire Thot 2006-2007 des plates-formes de e-learning et e-formation », parue le 22 septembre 2006, répertorie quelques 227 (non exhaustif) LMS, LCMS et autres systèmes de gestion de contenu et de parcours de formation. Ce nombre fluctue d'une année à l'autre : certaines apparaissent alors que d'autres disparaissent [5]. Ces 227 "plates-formes" se répartissent en trois catégories :

- Open source – généralement en téléchargement gratuit et autorisant un accès au code (Moodle, Sakai, Claroline, Dokeos,...),
- Publiques ou gratuites (Acolad, CourseWork, CourseForum,...),
- Commerciales (WebCT, Blackboard, Learn eXact, iTutor, Angel ...).

Certaines plates-formes, gratuites au téléchargement, peuvent être complétées par des modules ou par des services payants.

5.2.2. Quelques plates-formes e-learning

Dans ce qui suit, nous présentons quelques dispositifs de téléformation. Les exemples de cette partie sont des logiciels libres.

On peut citer Wims (WWW Interactive Multipurpose Server) [6], qui permet de faire du travail interactif de mathématiques sur Internet. Sur ce site, on peut consulter des cours interactifs, répondre aux exercices mathématiques, ou jouer à des jeux mathématiques. La structure de Wims est particulièrement intéressante pour les activités d'enseignement dans lesquelles le serveur peut analyser individuellement le comportement d'étudiants/élèves, et proposer des activités à chacun d'eux suivant son besoin d'apprentissage.

Comme nous allons le voir par la suite, il existe des normes pour le e-learning. Des plates-formes utilisent ces normes afin d'avoir des objets d'apprentissage réutilisables. C'est le cas, par exemple, de ATutor [7] où l'apprenant se connecte avec un identifiant et un mot de passe et choisit ensuite son cours. Pour ATutor, l'adaptation consiste à pouvoir utiliser un forum ou un chat et avoir accès à des documents en ligne qui ont un lien avec le cours.

D'autres types de plate-formes, proposent une formation incluant une idée de groupe. C'est le cas de Claroline [8], Blackboard [9], Dokeos [10] (basée sur Claroline) ou encore Ganesha [11]. L'apprenant n'est plus seul face à son cours et aux interrogations qu'il peut se poser mais fait partie d'un groupe de travail dans lequel il peut communiquer avec les autres participants à l'aide d'un forum ou même d'un chat. Tout le groupe peut consulter en ligne les mêmes cours. Lors d'un envoi de courriel pour une modification de cours par exemple, l'administrateur n'a plus besoin d'envoyer un message à chaque étudiant mais il peut l'envoyer directement à tout le groupe. Seuls quelques points de détails peuvent les différencier comme l'interface graphique ou encore le vocabulaire employé (Ganesha parle de Module alors que Claroline parle de Cours).

On peut aussi parler de Moodle [12], qui est particulièrement appréciée des anglo-saxons et préfère l'utilisation d'une "communauté d'apprentissage", c'est-à-dire partager ses

connaissances et communiquer avec les enseignants et les apprenants, plutôt que de mettre en ligne des cours et des exercices.

Toutes ces plates-formes proposent généralement les mêmes fonctionnalités pour les enseignants, c'est-à-dire la création des cours et des exercices. Les enseignants n'ont donc pas à connaître la technologie qui est utilisée.

6. La normalisation dans le e-learning

Avant de présenter les différents organismes de normalisation et de standardisation ainsi que les différents standards et normes les plus répandus dans le e-learning, il nous a paru nécessaire d'aborder des précisions terminologiques sur certains termes relatifs à la normalisation (normes, standards et spécifications). [Arnaud, 2004] propose les définitions suivantes :

- **Normes** : ensemble de règles fonctionnelles ou de prescriptions techniques relatives à des produits, à des activités ou à leurs résultats. Ces règles sont établies par consensus de spécialistes et consignées dans un document produit par un organisme national ou international reconnu dans le domaine de la normalisation (Exemple l'ISO : International Standard Organisation).
- **Standard** : ensemble de recommandations développées et préconisées par un groupe représentatif d'utilisateurs ou de fournisseurs. C'est par exemple le cas des recommandations du W3C (World Wide Web Consortium) de l'IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers).
- **Spécifications** : ensemble de règles et de prescriptions techniques établies pour une entreprise et qui servent à fixer les caractéristiques permettant de définir un élément de matériel ou de construction utilisé pour un projet donné.

6.1. Pourquoi la normalisation dans le e-learning ?

L'introduction de la normalisation dans le monde de la formation en ligne vise l'interopérabilité des systèmes et la portabilité des ressources pédagogiques.

Dans [Simard, 2002], l'auteur résume l'enjeu central de la normalisation en cinq défis de base :

- *Accessibilité* : faciliter la recherche, l'identification, l'accès et la livraison des contenus et composants de formation en ligne de façon distribuée ;
- *Interopérabilité* : rendre les contenus et composants, développés par une organisation sur une plateforme donnée, utilisables par d'autres organisations sur d'autres plateformes ;
- *Ré-utilisabilité* : faire en sorte que les contenus et composants puissent être réutilisés à différentes fins, dans les applications, produits et contextes différents et via différents modes d'accès ;
- *Durabilité* : assurer la pérennité des contenus et composants, malgré les changements technologiques, sans ré-ingénierie ou re-développement ;
- *Adaptabilité* : assurer une déclinaison sur mesure des contenus et composants.

Dans [Varlamis & Apostolakis, 2006], les auteurs de cet article proposent d'analyser les attentes de la normalisation selon un autre point de vue. Il s'agit d'une analyse selon les acteurs impliqués dans un processus d'e-formation, pour :

- les utilisateurs : être capables de changer les outils et plateformes selon leurs préférences avec un minimum de coût de transition ;
- les producteurs de contenus pédagogiques : se concentrer sur leurs productions, plutôt de développer un même contenu pédagogique dans des formats différents et pour des applications et plateformes différentes.
- Les vendeurs d'outils : ne pas dépenser trop d'argent en développement d'interfaces pour les outils en vue de les intégrer dans les systèmes et plateformes d'e-formation. Ceci a pour conséquence des outils moins chers, de meilleures qualités...
- Les concepteurs des applications et des plateformes : choisir les contenus réutilisables, les systèmes et les outils qui peuvent être assemblés en une plateforme d'e-formation compétitive et efficace.

6.2. Brève histoire des normes et standards

Créé en 1988, l'AICC (Aviation Industry CBT- Computer Based Training Committee) [13] est l'organisme chargé de la formation assistée par ordinateur pour l'industrie aéronautique. Cette dernière, internationale, a depuis longtemps comme souci l'interopérabilité et les volumes très importants de la documentation ont rendu nécessaire une réflexion approfondie. Dans un contexte éditorial plus général, la même réflexion a été menée et a permis de produire la norme de métadonnées du Dublin Core [Hillmann, 2001]. Cet ensemble, présenté

en 1995, comprend quinze éléments optionnels et pouvant être répétés : Titre, auteur, description, éditeur, autres collaborateurs, date, type de ressource, format, code d'identification de la ressource, source, langage, relation, portée, gestion des droits. L'organisme chargé de développer ce standard est le Dublin Core Metadata Initiative (DCMI).

Le ministère de la défense américaine et l'Office of Science and Technology de la Maison-Blanche, pour leur part, avaient comme objectif principal de pouvoir réutiliser les ressources pédagogiques. Ils ont lancé le programme ADL (Advanced Distributed Learning) en 1997 qui a produit en 1999 le modèle SCORM (Sharable Content Object Reference Model), modèle dans lequel la description des cours pouvait se faire à l'aide de « fragments » ou de « grains ». Parallèlement en Europe avec le projet ARIADNE (Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe) la préoccupation, plus pédagogique, était de proposer une base commune de dépôt de documents pédagogiques.

L'Instructional Management System (IMS) Global Learning Consortium est un des groupes les plus actifs [Rouissi, 2003]. Il a pour rôle essentiel de coordonner les travaux comme ceux cités précédemment. L'IMS, groupe de travail né en 1997, est composé de membres issus de l'éducation, d'entreprises et d'organisations gouvernementales. L'IMS a pour objectifs principaux de définir des spécifications techniques pour l'interopérabilité des applications et services de l'éducation distribuée et de supporter l'incorporation des spécifications dans les technologies du Web. Ces spécifications doivent répondre à des principes de base :

l'interopérabilité, l'accessibilité, la réutilisation, la pérennité, l'indépendance et la portabilité.

Parmi les spécifications qui restent au niveau du contenu pédagogique, on peut citer :

- IMS-Meta Data Specification qui définit une structure d'éléments ou métadonnées utiles pour décrire les ressources pédagogiques. Cette dernière reprend le LOM (Learning Object Metadata).
- IMS-Content Packaging Specification qui décrit la structure et l'organisation d'un ensemble de fichiers regroupés en package facilitant son échange.
- IMS-Question and Test Interoperability Specification qui décrit des méthodes et des contenus d'évaluation.

LOM est un standard pour les méta-données de caractérisation [Rouissi, 2003]. Il décrit l'objet pédagogique selon neuf catégories [14]. Dans chacune d'entre elles, plusieurs éléments peuvent être répétés. LOM est le schéma de méta-données le plus détaillé et offre un ensemble de vocabulaire de référence. Il s'agit d'un fichier XML qui décrit les caractéristiques du document (dans le cas du e-learning, il décrit le contenu d'un cours ou

d'un exercice). Du côté utilisateur, il permet de retrouver et d'échanger des ressources pédagogiques. Du côté producteur, il permet de partager l'information dans un contexte où les ressources sont nombreuses et leurs productions coûteuses, de réutiliser les ressources ou leurs composants et enfin d'être interopérable avec des systèmes de Gestion de Formation.

Les 9 catégories du LOM (Général, Cycle de vie, Méta-métadonnées, Technique, Pédagogie, Relation, Commentaire,...) se divisent en 71 sous catégories (identifiant, titre, version, date, format, taille...). Le modèle LOM a été adopté par la plupart des organismes de standardisation (IEEE LTSC, IMS, ADL, ARIADNE).

Le modèle Dublin Core qui est un modèle de méta-données générique défini pour être appliqué à tout type de document numérique a été intégré au LOM. En effet, il constitue l'une des bases les plus utilisées par les autres systèmes d'indexation. Les 15 champs qui le constituent ont été ainsi repris dans les champs du LOM.

Ces initiatives ont porté et stimulé la recherche et le développement de normes dans le domaine pédagogique. Les principaux organismes actuellement accrédités pour le faire sont :

- L'Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE): il a mis en place le Learning Technologies Standardization Committee (LTSC) qui est constitué de plusieurs groupes dont le groupe p1484.12 est l'auteur du LOM (Learning Object metadata) en collaboration avec IMS, ARIADNE et DCMI ;
- International Standard Organisation (ISO) : par le biais de son comité technique JTC1 (Joint Technical Committee), l'ISO a créé le groupe SC36 chargé d'œuvrer dans l'effort de normalisation pour favoriser l'interopérabilité et la réutilisation des ressources à caractère pédagogique sans avoir pour objectif de créer une norme sur les aspects pédagogiques eux-mêmes ;
- Le Comité Européen de Normalisation (CEN): ce comité a mis en place le Workshop Learning technologies (WS-LT). Dans son activité de normalisation dans la société de l'information au niveau européen le CEN travaille par exemple pour le développement de taxonomies et de vocabulaires ou encore sur les droits d'utilisation des ressources pédagogiques.

Ces trois organismes travaillent ensemble : le CEN traduit les spécifications du LOM dans les langues européennes et les soumet à l'IEEE, qui lui, se charge de faire des propositions à l'ISO afin de les faire passer du statut de standard à celui de norme.

7. Cycle de vie d'un dispositif de FAD

Le cycle de vie d'un dispositif de formation en ligne (Figure 1.1) est composé de deux phases principales : (1) la phase d'acquisition ; et (2) la phase d'utilisation.

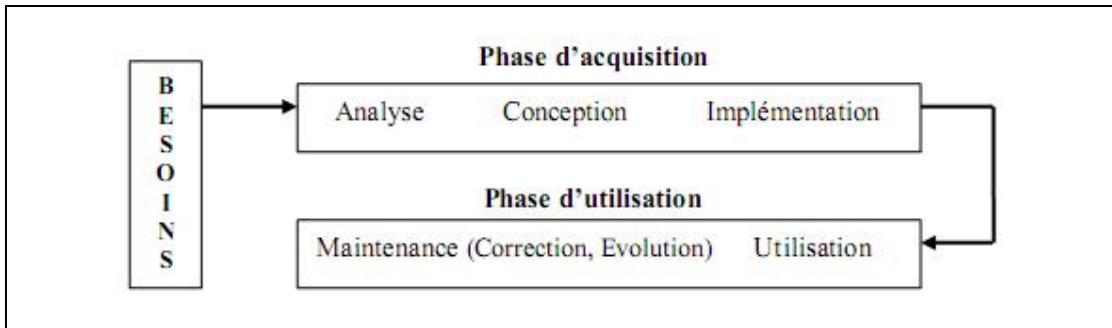


Figure 1.1. Cycle de vie d'un dispositif de formation en ligne

7.1. La phase d'acquisition : comprend généralement trois étapes : l'étape d'analyse, l'étape de conception et l'étape d'implémentation.

- **L'étape d'analyse :** consiste à établir un cahier de charge qui décrit les besoins et les exigences en matière de formation en ligne. La qualité du cahier des charges est un facteur-clé de succès du projet e-learning. Nous citons entre autres la prise en compte des points suivants : spécifications et contraintes techniques et financières, niveaux requis, types de contenus, ressources pédagogiques nécessaires à l'accomplissement des différents modules, public cible et ses caractéristiques (niveaux de connaissance, âges, besoins, ...), modalités de formation en identifiant les meilleurs apports pédagogiques pour les apprenants telles que les activités à introduire pour développer certaines compétences, le choix des méthodes d'évaluation, faciliter la communication entre les différents acteurs, etc. L'élaboration d'un cahier de charge dépend donc à la fois des objectifs pédagogiques visés par la formation, des exigences et contraintes définies, des besoins des apprenants, mais dépend aussi des conditions disponibles. En effet, cette étape permet de synchroniser les demandes des pédagogues avec les possibilités informatiques.
- **L'étape de conception** consiste à spécifier selon un modèle tel que IMS-LD, les scénarios d'apprentissage conformément au cahier de charge obtenu dans l'étape précédente. Ces derniers sont exprimés par l'enseignant en décrivant toutes les scènes (rôles, actions à réaliser, ...) et leurs enchaînements. Par la suite, un ingénieur pédagogique connaissant les particularités de la plate-forme de

destination, en collaboration avec l'enseignant formalise le scénario pédagogique. Il s'agit de spécifier les différents composants de ce scénario : (1) les rôles des acteurs (apprenants, enseignants, tuteurs, techniciens informatique,...) ; (2) les activités à mettre en œuvre et leurs différentes phases de réalisation ; et (3) l'environnement adéquat composé de services, d'outils et de ressources. Cette étape est particulièrement importante, puisque la qualité de la conception pédagogique est un élément clé pour la réussite auprès des apprenants.

- L'étape d'implémentation consiste à réaliser, dans un environnement d'apprentissage tel qu'un LMS, les spécifications des scénarios d'apprentissage obtenues dans l'étape précédente. Il s'agit de réaliser l'ensemble des composants techniques et métiers nécessaires, et ce par la définition des composants à développer ou alors la modification de ceux existants.

7.2. La phase d'utilisation : concerne le déroulement du dispositif développé dans la phase précédente. Nous distinguons deux étapes: l'étape d'utilisation et l'étape de maintenance.

- L'étape d'utilisation, consiste à suivre et à évaluer les différentes activités d'apprentissage. Plus précisément, il s'agit (1) d'évaluer le comportement des apprenants et des tuteurs afin de vérifier que le modèle prévu initialement correspond bien aux besoins des différents acteurs ; et (2) détecter les éventuels ajustements qui pourront par la suite être intégrés dans le module, dans une démarche d'amélioration continue. Le comportement de la plate-forme au cours de son utilisation en condition réelle, peut également être évalué, demandant peut-être alors d'apporter des solutions en reconfigurant et en redéveloppant certains des ses composants.
- L'étape de maintenance, consiste à apporter les éventuelles corrections et améliorations, qui sont d'ordre technique ou pédagogique. Dans le premier cas, il peut s'agir d'éventuelles erreurs d'exécution dans un composant donné (application, problème de son ou autre). Pour le deuxième cas, le tuteur doit par exemple faire face au problème des compétences et du niveau des apprenants afin d'adapter le contenu du module, voire son organisation comme par exemple redéfinir l'ordre des différentes activités. Il peut aussi changer une modalité d'évaluation par une autre, si cette dernière ne répond pas aux objectifs pédagogiques visés par la formation.

8. Les enjeux de la FAD

Le développement de la FAD présente plusieurs enjeux [Mbala-Hikolo, 2003] à savoir:

- L'autonomie de l'apprenant et des autres acteurs des dispositifs de la FAD ;
- L'accompagnement de l'apprenant ;
- Le développement des dispositifs de support pour la FAD.

8.1. L'autonomie de l'apprenant

L'autonomie de l'apprenant (comme celle des autres acteurs du dispositif) peut être examinée sous deux angles:

- La motivation : sens, projet, finalités, enjeux personnels ;
- Les capacités métacognitives: apprendre à apprendre, identifier et gérer des ressources, travailler avec des pairs, maîtriser les techniques et outils d'apprentissage, etc.

L'autonomie ne peut être considérée comme un préalable, un prérequis, une caractéristique fixe, éventuellement discriminante. Elle est conjoncturelle, relative aux finalités de formation perçues par le sujet; elle est contingente au dispositif pédagogique et évolutive dans le déroulement de l'apprentissage. Il n'y a, de ce point de vue, pas de bon ou de mauvais dispositif, il y a des dispositifs plus ou moins adaptés au degré d'autonomie de l'apprenant.

L'autonomie dans un dispositif de FAD s'évalue aussi en termes de prise de contrôle de l'apprenant sur les ressources offertes par le dispositif. Le besoin d'autonomie est causé par l'isolement et l'absence de relation (face-à-face) avec les autres acteurs. L'autonomie s'exprime aussi par la possibilité de choisir son temps de formation et entraîne une interaction différée avec les autres acteurs (synchronie/asynchronie), elle se traduit par une diversification des interactions pédagogiques accessibles (apprentissage par l'action, apprentissage par la découverte, apprentissage à base de cas, etc.) et des modes d'apprentissage (formation tuteurée, formation coopérative, autoformation accompagnée, formation auto-dirigée). La réponse face à cette exigence d'autonomie se trouve dans une ingénierie de dispositifs qui visent à solliciter l'apprenant pour la gestion des temps, des espaces, et des activités pédagogiques, pour tirer le meilleur parti de la diversité de ses capacités d'apprentissage ; et qui proposent des modalités de médiation / régulation / négociation / évaluation qui opèrent sur la dimension cognitive (par ex. : capacité d'induction, analogie), la dimension technique (par ex. : maîtrise d'outils documentaires) et sur la dimension sociale (par ex. : travail avec ses pairs). D'autre part, les modes

d'accompagnement pédagogique (prise en main du dispositif, degré de médiation, de guidance, d'intervention du tuteur, de contrainte du parcours, fréquence du suivi, rythme et nécessité de la relance, etc.) varieront en fonction du degré d'autonomie de l'apprenant.

8.2. L'accompagnement de l'apprenant

L'accompagnement humain et technique de l'apprenant mobilise ses relations interpersonnelles. L'accompagnement interpersonnel doit intégrer des dimensions non seulement pédagogiques mais aussi organisationnelles, professionnelles et personnelles.

La multiplicité des intervenants (formateurs, techniciens, " dépanneurs " techniques, experts contenus, tuteurs, gestionnaires de la formation, autres apprenants, autres personnes de son environnement, ...) et des fonctions de l'accompagnement nécessitent :

- Une évolution des compétences des formateurs vers davantage de polyvalence ;
- Une reconnaissance et une valorisation de la médiation assurée par les différents collectifs ;
- Une coordination, un pilotage pour intégrer et réguler les accompagnements.

La mise en œuvre de l'accompagnement nécessite aussi l'utilisation d'artefacts pour assurer les fonctions suivantes:

- Information sur le processus, les ressources, les modalités d'apprentissage (bases de données, catalogues, serveur de Toile, ...) ;
- Communication et coordination entre les acteurs (forum, bavardage, courriel, ...);
- Ajustement du planning des activités au cours de la formation ;
- Suivi, guidage et régulation (carnets de bord, aide à l'articulation entre les apprentissages, aide à l'allocation des ressources, ...) ;
- Construction et gestion de parcours (outils d'autodiagnostic, logiciels de gestion de parcours, ...) ;
- Bilan et validation (aide aux bilans individuels et collectifs, ...).

8.3. Le développement des dispositifs de support pour la FAD

Le développement des dispositifs de support pour la FAD est un enjeu majeur sur le plan technologique. C'est ainsi que l'on voit se développer des plates-formes de téléformation. A ce jour, on dénombre plusieurs plates-formes dédiées d'après leurs auteurs à la e-formation et singulièrement parfois, à la formation à distance. La multiplicité de plates-formes existantes semble témoigner d'une tendance pernicieuse des informaticiens : chacun essaye de développer une plate-forme répondant à ses besoins spécifiques sans chercher à adapter l'une

ou l'autre plate-forme existante. Il n'est pas utile de revenir sur les inconvénients de l'attitude qui consiste à continuellement «réinventer la roue». Il est néanmoins clair que l'on épuise ainsi une quantité très importante de ressources pour arriver à un résultat qui est très souvent en dessous de ce qui existe déjà.

Le problème du développement des dispositifs de support à la FAD peut être abordé dans une autre perspective: développer des outils suffisamment génériques pour être couplés à des plates-formes existantes et favoriser l'apprentissage à distance.

9. Conclusion

Les plates-formes de formation sont au cœur du développement de la formation en ligne. Les recherches liées à ces plates-formes sont nombreuses et leurs enjeux sont importants. Les LMS existantes présentent des fonctionnalités très intéressantes. Il ne nous semble pas judicieux d'essayer d'en développer de nouvelles, mais au contraire, de greffer aux plates-formes existantes des outils et artefacts implémentant des fonctionnalités prenant en compte les besoins spécifiques de la FAD. Ceci permettra une mise en œuvre plus efficace de la FAD.

Chapitre 2

Le tutorat à distance

1. Introduction

Durant les trente dernières années, le rôle de l'enseignant n'a cessé d'évoluer et de se modifier ; l'introduction et le développement des nouvelles technologies dans l'enseignement et notamment dans l'enseignement à distance ont participé à cette mutation. Ainsi, ce rôle s'est trouvé profondément transformé, voire démultiplié.

D'autres fonctions sont apparues et ont généré d'autres appellations. Désormais, l'enseignant qui accompagne l'apprenant dans un environnement d'apprentissage en ligne entre autre se voit désigné par les termes de « tuteur, accompagnateur, guide, référent pédagogique, animateur, conseiller ».

Comme le souligne Dufresne [Dufresne & al, 2003], l'instrumentation des activités du tuteur dans les environnements de formation à distance est encore très peu développée, contrairement à celles des apprenants. Cependant, le tuteur est confronté à de nombreuses difficultés. Le problème de la perception du déroulement des activités par le tuteur est généralement mis en avant. En effet, d'après Hotte [Hotte & al, 2003], il est très difficile pour le tuteur d'intervenir au bon moment et de manière adaptée car il travaille « en aveugle ». Ceci entraîne des problèmes de motivation ou bien de sur-sollicitation du tuteur.

Concevoir un système d'assistance au tuteur est complexe. Les fonctions du tuteur étant très variées, cela nécessite de fournir un système capable de s'adapter à cette variété. D'après Denis [Denis & al, 2004], les rôles et compétences du tuteur dépendent du contexte d'éducation : des apprenants, des issues de l'apprentissage, du sujet, des ressources. Les fonctions du tuteur sont ainsi nombreuses et de natures différentes.

2. Le rôle du tuteur

Les modèles de conception de cours, de diffusion, de support et d'encadrement des activités d'apprentissage à distance font souvent appel à différents spécialistes là où l'enseignant intervient seul en classe. Le rôle du tuteur est décliné sous de multiples formes selon la situation d'apprentissage et l'approche pédagogique choisie.

2.1. Le passage de la présence à la distance

Dans le cadre de la formation en présence, les fonctions d'enseignement (au sens de diffusion du savoir) et de soutien sont incarnées par une même personne : l'enseignant qui est l'interlocuteur privilégié des étudiants. En FAD, les fonctions d'enseignement et de soutien sont très clairement séparées [Abrioux, 1985]. La fonction d'enseignement est généralement assurée par un média (courrier papier, livre, site web ou hypermédia). Quant à la fonction de soutien, elle est assurée par un ensemble de ressources mises à la disposition de l'étudiant pour répondre à ses besoins qu'ils soient d'ordre pédagogique, administratif ou relatif à ses choix d'orientation. Ces ressources peuvent être matérialisées par des aides médiatisées (aide en ligne, FAQ, systèmes conseillers, etc.) ou incarnées par des acteurs humains (tuteur, formateur, conseiller d'orientation, etc.). Ainsi, en FAD, plusieurs acteurs peuvent intervenir pour assurer les différents rôles qui font habituellement partie de la panoplie du seul enseignant dans le cadre d'une formation en présence.

2.2. L'éclatement des rôles en FAD

Au-delà de la séparation entre les fonctions d'enseignement et de soutien, chacune de ces fonctions peut faire intervenir plusieurs spécialistes pour une tâche particulière. La fonction d'enseignement est fragmentée en une suite d'activités de conception, de production et de diffusion du matériel pédagogique [Kaye & Henri, 1985]. Cette approche de l'enseignement nécessite la participation de différents spécialistes. Par exemple, la conception des cours fait appel à des spécialistes de contenus de cours, des technologues de l'éducation, des didacticiens et des rédacteurs pédagogiques. La production des documents nécessite des scénaristes et des graphistes. A cela s'ajoutent des spécialistes de l'encadrement, des conseillers, des tuteurs, des animateurs qui incarnent la fonction de soutien à l'apprenant lors de la diffusion des cours.

2.3. Le rôle du tuteur en situation de suivi à distance

Lorsqu'il suit une formation en ligne, le tuteur a un ensemble de rôles à jouer auprès des apprenants. [Auvergne & Carrey, 2004] analysent les fonctions principales du tuteur en ligne, en mettant en évidence le fait que « la fonction du tuteur est centrale, médiatrice et liante » entre l'apprenant et le groupe, entre les apprenants et le contenu de la formation ainsi qu'entre les apprenants et l'établissement de formation (figure 2.1).

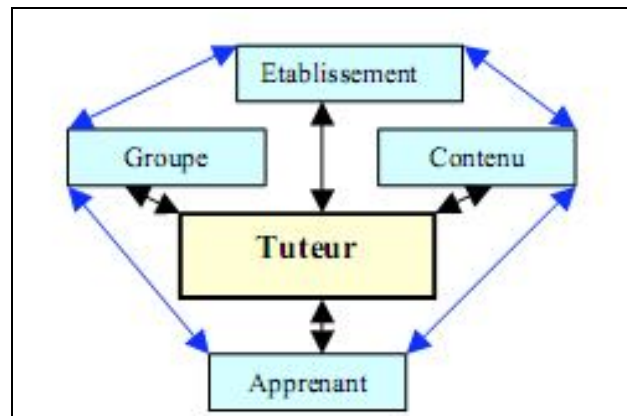


Figure 2.1 : Le tuteur "liant " [Auvergne & Carrey, 2004]

2.3.1. Des rôles diversifiés

Les rôles du tuteur sont variés et peuvent être envisagés selon différents points de vue : le point de vue des rôles prescrits, le point de vue des apprenants et le point de vue des tuteurs. Jacquinet [Jacquinet, 1998] définit différentes catégories de tutorat : le tutorat d'accueil (dimension informative et explicative), le tutorat d'accompagnement (dimension cognitive et relationnelle), le tutorat de transmission, le tutorat d'évaluation, le tutorat de gestion (relations avec l'institution). Il explique que le tutorat peut être assuré par un tuteur et/ou entre pairs, en collectif et/ou en individuel ; être totalement humain ou relayé par une technologie.

Denis [Denis, 2003] propose une typologie de rôles dans laquelle il distingue le rôle d'accueil et le rôle de mise en route des activités. Par ailleurs, il précise le rôle d'accompagnement : l'accompagnement technique, l'accompagnement disciplinaire, l'accompagnement méthodologique (méthodes de travail, organisation). Il désigne le tuteur comme étant la personne-ressource attitrée. Il explique que dans un contexte d'apprentissage lié à un domaine, les fonctions de soutien méthodologique et disciplinaire sont les plus importantes.

Glikman [Glikman, 1999] explique que les interventions du tuteur dépendent des demandes des apprenants et de la représentation que les tuteurs ont de leur rôle. Le tuteur intervient à

différents moments et ses interventions concernent différents aspects du processus de formation. Les interventions du tuteur portent sur le choix de formation (orientation), ses contenus (soutien didactique), ses supports (soutien technique), sur l'organisation des apprentissages (soutien méthodologique), sur la mise en place d'un travail collaboratif entre apprenants. Elles peuvent aussi concerner des aspects psychologiques et affectifs. L'auteur propose une typologie de tuteurs, caractérisée par la nature du soutien et la manière dont ce soutien est assuré (rétroactif, proactif, les deux) :

- Les tuteurs « formels » sont des tuteurs réactifs qui ne traitent pas les questions d'ordre didactique et méthodologique.
- Les tuteurs « compatissants » sont des tuteurs réactifs qui acceptent de traiter tous les problèmes posés par les apprenants.
- Les tuteurs « challengers » sont des tuteurs proactifs pour les questions d'ordre didactique et méthodologique.
- Les tuteurs « dévoués » sont des tuteurs proactifs et disposés à traiter tous les problèmes des apprenants.

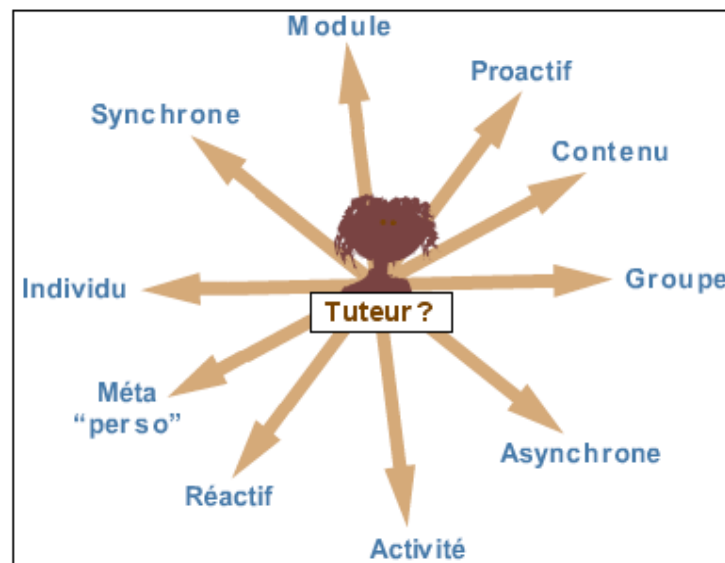


Figure 2.2 : Dimensions du tutorat en ligne

La Figure (2.2) illustre les différentes dimensions du tutorat en ligne : le temps (synchrones / asynchrone), le type de tutorat (réactif / proactif), la partie de la formation ciblée par le suivi (un module / une activité), le public ciblé (un individu / un groupe), le type d'accompagnement (relatif au contenu / à des aspects relationnels). Cette représentation met en évidence la multitude de champs d'intérêt et d'intervention d'un tuteur lorsqu'il suit une formation en ligne.

Pour tenir compte des fonctions du tuteur dès la mise en place d'une formation en ligne, une possibilité est de guider le concepteur de la formation dans le choix des outils destinés au tuteur et de lui donner des recommandations d'intervention pour assurer le tutorat défini en tenant compte des principes suivants : le tuteur peut avoir des rôles prescrits (et disposer d'outils ad hoc pour les assurer), le point de vue et la posture du tuteur dépendent des moyens mis à la disposition du tuteur, la réussite du dispositif est liée à l'activité réelle des apprenants au sein de ce dispositif. [Gounon, 2005] propose ce type d'approche en définissant un modèle d'organisation du tutorat, le modèle TRITON dont le but est de décrire l'organisation de l'encadrement des apprenants au cours d'une activité d'apprentissage dès la conception d'une formation en ligne afin de guider le concepteur dans la description du tutorat (Figure 2.3).

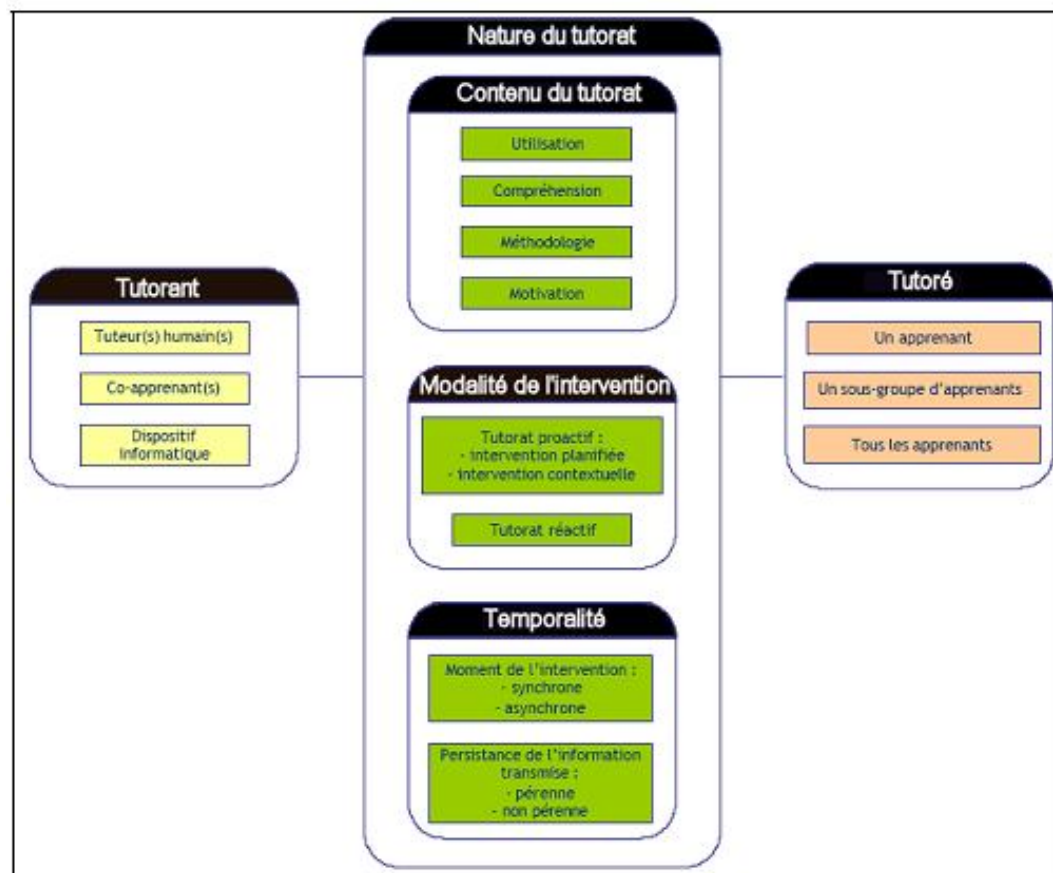


Figure 2.3 : Modèle d'organisation du tutorat [Gounon, 2005]

Le modèle TRITON s'organise autour de trois composantes principales : le *tutorant*, le *tutoré* et la *nature du tutorat* [Gounon & al, 2004]. Le tutorant représente les acteurs pouvant jouer le rôle de tuteur dans le dispositif de formation : un enseignant, un co-apprenant, le dispositif informatique. Le tutoré est l'acteur qui bénéficie des actions de tutorat : un apprenant, un sous-groupe d'apprenants, l'ensemble des apprenants. La composante « nature du tutorat »

permet de décrire le tutorat selon trois dimensions : le contenu (utilisation des ressources, compréhension du domaine d'apprentissage, méthodologie, motivation), les modalités d'intervention (réactif, proactif), la temporalité (moment de l'intervention, persistance de l'information transmise).

Ce modèle permet de synthétiser les caractéristiques du tutorat en général, et donc du tuteur en particulier, comme un des acteurs du tutorat.

2.3.2. Des écarts entre le rôle du tuteur et les attentes des apprenants

Il est nécessaire que les modalités d'accompagnement varient en fonction du degré d'autonomie de l'apprenant [Benailly & al, 2000]. Le degré d'autonomie peut se mesurer en fonction du niveau de la prise en main du dispositif, du degré d'intervention du tuteur, de la fréquence du suivi, du degré de contrainte du parcours, du rythme et de la nécessité de relance. À ce propos, plusieurs travaux mettent en évidence les incompatibilités possibles entre le « type » de tutorat mis en œuvre et l'apprenant suivi.

Une étude de [Visser, 2000] a montré qu'en général, il y a un écart important entre la perception qu'ont les tuteurs des attentes de support des apprenants et les attentes réelles de ces derniers. De même, [Glikman, 1999] constate que certains apprenants ne trouvent pas le « modèle tutorial » qui leur convient, en soulignant le fait que les apprenants ont des besoins diversifiés susceptibles d'influencer leur façon d'utiliser l'encadrement.

Une autre étude a été menée afin d'étudier les facteurs de satisfaction des apprenants vis-à-vis de l'encadrement fourni par leur tuteur [Gagné & al, 2001]. Cette étude montre que la satisfaction des apprenants est influencée par trois types de facteurs : un contact personnel entre l'apprenant et le tuteur lors du démarrage du cours, un soutien à la motivation et un soutien cognitif. Les auteurs proposent que tuteur et apprenant négocient le type de soutien dont l'apprenant a besoin, dès la première prise de contact ; le tuteur adapterait alors ses interventions aux besoins exprimés par chaque apprenant. Il est nécessaire que les tuteurs tendent vers une plus grande flexibilité de leurs pratiques, en s'adaptant aux besoins spécifiques des apprenants auxquels ils sont confrontés [Glikman 1999].

La figure (2.4), extrait de [De Lièvre, 2005], illustre bien cet écart de perception des fonctions tutorales du point de vue du tuteur et du point de vue des apprenants. Par exemple, alors que le tuteur pense avoir une fonction sociale et motivationnelle importante, et au contraire une faible fonction métacognitive, les apprenants expriment l'inverse. De même, les apprenants souhaiteraient que leur tuteur assure davantage une fonction évaluative plutôt qu'organisationnelle.

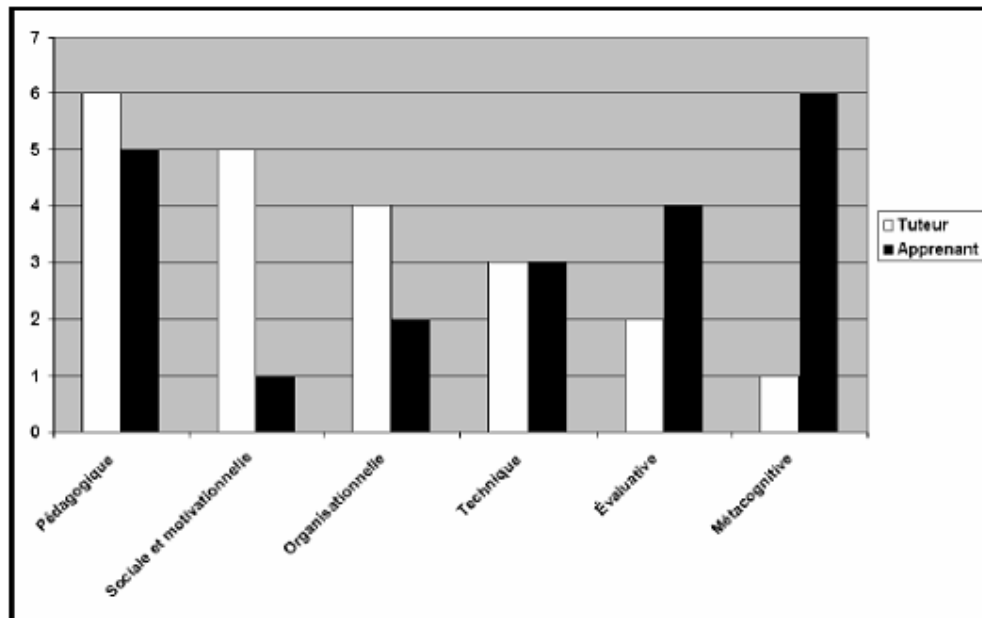


Figure 2.4 : Représentations des fonctions tutorales auprès des tuteurs et des apprenants [De Lièvre, 2005]

Ces différentes études nous permettent de mettre en évidence la difficulté pour un tuteur de s'adapter aux besoins et aux difficultés de chaque apprenant qu'il suit, cette adaptation étant une condition non négligeable de réussite de leur formation.

Après avoir présenté les différents rôles et fonctions d'un tuteur lorsqu'il suit une formation en ligne, nous exposons dans la section suivante les difficultés qu'il rencontre pour les assurer.

2.3.3. Un ensemble de difficultés pour le tuteur

Le tuteur est confronté à un ensemble de difficultés liées à sa situation de distance, ainsi qu'au nombre important d'apprenants suivis.

Une première difficulté est ce que nomment [D'Halluin & al, 2003], le travail en aveugle : le tuteur a pour tâche principale de comprendre, de déchiffrer, de reconstituer un puzzle d'activités des apprenants sans disposer d'emblée de toutes les données. Cette tâche de recombinaison des activités des apprenants est fastidieuse mais nécessaire pour chaque apprenant puisqu'elle doit permettre au tuteur de repérer lorsqu'un apprenant est en difficulté et de réagir le plus efficacement possible. Une analyse détaillée des problèmes auxquels sont confrontés les apprenants ne peut être réalisée qu'en reconstruisant le contexte initial/original dans lequel les problèmes sont survenus [Moriyón & Mora, 2001]. Pour cela, [Metzger, 2004] explique que le tuteur doit mettre au point des moyens indirects pour identifier la manière dont les apprenants parviennent au résultat.

Une fois qu'il a reconstitué l'historique des activités des apprenants, une autre difficulté est liée à sa tâche d'intervention auprès des apprenants. Il doit en effet choisir le moment opportun et nécessaire pour intervenir [Charlier & al, 1999]. S'il intervient trop rapidement, l'apprenant n'a pas le temps d'essayer de résoudre son problème ; s'il intervient trop tardivement, il prend le risque de laisser l'apprenant dans une situation de blocage susceptible de le faire renoncer à sa formation. Il a donc à doser la proportion de tutorat proactif et de tutorat réactif, en fonction d'un ensemble de paramètres tels que le profil des apprenants, le type d'activité ou encore les objectifs à atteindre. Cette tâche d'intervention se complexifie encore lorsque le tuteur doit répondre simultanément aux sollicitations de plusieurs apprenants [Metzger, 2004] ; c'est alors à lui de définir un ordre de priorité pour organiser ses différentes interventions.

Les deux premières difficultés sont liées à l'individualisation des parcours qui implique que le tuteur entretienne une relation privilégiée avec chaque apprenant suivi, en tenant compte de son contexte et de ses objectifs personnels, de ses capacités d'autonomie ou encore de son degré de participation. Des enquêtes réalisées auprès d'apprenants dans le cadre du projet Learn-Nett révèlent que les apprenants souhaiteraient que leur tuteur s'adapte à chacun d'eux, même dans le cadre d'activités de groupe [Daele & Docq, 2002]. Or, le tuteur, qui a la charge de plusieurs apprenants, ne peut pas être simultanément attentif au travail de chacun [Moriyón & Mora, 2001].

D'autre part, le tuteur peut être engagé dans un même temps, dans des contextes de suivi très différents (Figure 2.2) : le suivi individuel d'un apprenant ; le suivi de groupes d'individus (chaque individu réalise des activités individuelles pouvant être différentes) ; le suivi d'activités collectives (un groupe d'apprenants travaille ensemble pour réaliser une même tâche). Il lui est difficile de passer d'un contexte de suivi à un autre, en gardant comme tâche de fond la reconstruction de l'historique des activités.

Nous présentons dans la partie suivante comment les environnements de suivi existants répondent à ces difficultés.

3. Environnements de suivi mis à la disposition des tuteurs

Le tuteur a besoin d'outils pour effectuer et organiser ses tâches de suivi, garder des traces structurées de l'activité de chaque apprenant, accéder facilement à ces traces et pouvoir les synthétiser rapidement, pour agir au plus vite et au mieux. Nous présentons ci-dessous des exemples d'environnements informatiques actuellement mis à la disposition des tuteurs, en fonction du type de suivi réalisé: suivi individuel, suivi d'un groupe d'individus ou suivi

d'activité collective. On va se limiter aux environnements de suivi individuel et de groupes d'individus.

Pour le suivi individuel, nous proposons de distinguer deux types de support informatique et trois types de support pour le suivi de groupes d'individus. D'une part, nous présentons des environnements spécifiquement dédiés à l'activité de suivi du tuteur, qui intègrent un ensemble d'outils organisés permettant au tuteur d'assurer l'ensemble de son suivi des activités. D'autre part, nous présentons des outils de suivi qui ont été ajoutés aux environnements d'apprentissage, permettant au tuteur de suivre en partie les activités.

Pour chaque support, nous présentons à quelles difficultés du tuteur il répond, et quelles sont ses limites, de manière à identifier les besoins du tuteur non encore soutenus par les environnements de suivi existants.

3.1. Supports au suivi individuel

Le suivi individuel concerne la situation dans laquelle chaque apprenant suivi a un parcours de formation individualisé et adapté à ses besoins de formation et à sa disponibilité.

3.1.1. Croisières [Gueye, 2005]

Croisières est un environnement d'apprentissage à distance du Français comme Langue Étrangère (FLE) conçu par une équipe pluridisciplinaire, sous la responsabilité du CNED (Centre National d'Enseignement à Distance) [Beacco & al, 1999]. Sa structuration modulaire permet aux apprenants de sélectionner leurs activités d'apprentissage en fonction de leurs objectifs et de leurs stratégies d'apprentissage. Le dispositif Croisières est composé de vingt-quatre modules répartis en cinq thèmes (Échanger, Lire, Écrire, Écouter, Converser) exploitant des activités de découverte de documents, des activités de compréhension de ces documents et des activités de production en réponse à des questions ouvertes ou fermées. Deux types d'assistance sont disponibles pour l'apprenant : une assistance synchrone fournie par un compagnon logiciel, et une assistance asynchrone, celle d'un tuteur humain. Le compagnon logiciel, Clavie [Laperrousaz & Teutsch, 2003], est capable de dialoguer avec l'apprenant et de lui fournir plusieurs niveaux d'explication : un premier niveau d'explication, le même quel que soit l'apprenant. Puis si l'apprenant ne comprend pas cette explication, le compagnon lui fournit une explication plus complète, utilisant la trace qu'il a des précédentes interactions avec l'apprenant, ainsi que les connaissances des ressources Croisières. Si l'apprenant ne comprend pas les explications du compagnon, ce dernier envoie un message

électronique au tuteur, qui prendra alors le relais. Clavie est à la fois une aide synchrone pour les apprenants et un outil partenaire du tuteur.



Figure 2.5 : Tableau de bord d'un tuteur dans Croisières [Gueye 2005]

Le tuteur quant à lui, intervient dans Croisières de manière asynchrone via un environnement de suivi dédié (Figure 2.5). Il dispose pour cela d'un tableau de bord [Gueye, 2005] contenant, entre autres, les événements issus de l'activité des apprenants (messages, productions, points de blocage) et la synthèse des trajets des apprenants : pour chaque apprenant, chaque module d'activité est coloré en fonction de son implication dans les activités proposées : fréquentation (en jaune), participation aux activités (en orange) et réussite à ces activités (en vert). Les taux de progression par module sont complétés d'informations de suivi telles que des indicateurs de trajet et le nombre de sollicitations non traitées par le tuteur : messages et productions en attente, points de blocage détectés par le système. À partir de chacun des modules, le tuteur peut visualiser le travail de l'apprenant en se focalisant progressivement sur le module, la séquence puis l'activité elle-même. Il dispose ainsi d'un zoom sur la situation d'apprentissage. Le tuteur a accès aux actions des apprenants selon deux points d'entrée : les messages et les productions à évaluer. Dans les deux cas, le tuteur dispose d'un lien direct vers la page d'activité de l'apprenant, accédant ainsi à l'environnement de travail de l'apprenant et ses productions.

L'environnement du tuteur dans Croisières cherche principalement à répondre à la difficulté du travail en aveugle du tuteur, en proposant une vue synthétique des activités de l'apprenant, tout en donnant la possibilité au tuteur de replacer ces activités dans leur contexte de

réalisation au niveau de l'environnement d'apprentissage de l'apprenant. Avec l'outil d'assistance Clavie, le tuteur est déchargé d'une partie des questions simples susceptibles d'être posées par les apprenants, ce qui lui permet de se focaliser sur les problèmes de fond, plus coûteux en terme de rétroactions auprès des apprenants. Cet environnement de suivi répond également à la difficulté liée à l'individualisation des parcours : fort de l'ensemble des données fournies par le système informatique sur l'activité de chaque apprenant, le tuteur est en mesure de fournir à chaque apprenant, un suivi individualisé.

3.1.2. ESSAIM [Després, 2001]

ESSAIM (Environnement de Suivi pédagogique Synchrone d'Activités d'apprentIssage Médiatisées) est un environnement destiné à supporter des activités à distance fondées sur l'apprentissage par l'action et mettant en jeu un objet réel (un dispositif physique) ou virtuel (un simulateur).

Cet environnement se compose d'un environnement apprenant et d'un environnement tuteur. L'interface du tuteur est composée de deux espaces principaux : l'espace « Classe virtuelle » et l'espace « Apprenant », proposant un ensemble de fonctionnalités au tuteur. Il dispose d'outils de perception de l'activité d'un apprenant avec la possibilité de consulter son parcours, le détail de son activité (par exemple une suite d'actions réalisées par l'apprenant), ses productions (figure 2.6). De plus, le tuteur a accès à des avertissements issus d'une analyse de l'activité de l'apprenant réalisée par le système informatique afin de détecter des situations particulières susceptibles d'intéresser le tuteur dans sa perception des activités, c'est alors au tuteur de décider d'intervenir ou non. Ces avertissements peuvent concerner soit les productions (par exemple, une incohérence entre la production de l'apprenant et un modèle de référence), soit l'activité de l'apprenant (par exemple, une analyse du parcours de l'apprenant met en évidence le passage de plusieurs étapes dans un temps trop bref pour que l'apprenant ait eu le temps de réaliser ces étapes). Chaque avertissement est associé à un niveau de « criticité » : niveau vert (événement qui n'est a priori pas un obstacle à la bonne réalisation de l'activité), niveau orange (incident susceptible de créer des difficultés à la réalisation de la tâche), niveau rouge (incident critique allant à l'encontre de l'atteinte de l'objectif). Le tuteur peut consulter les avertissements de l'ensemble des apprenants ou d'un apprenant en particulier.

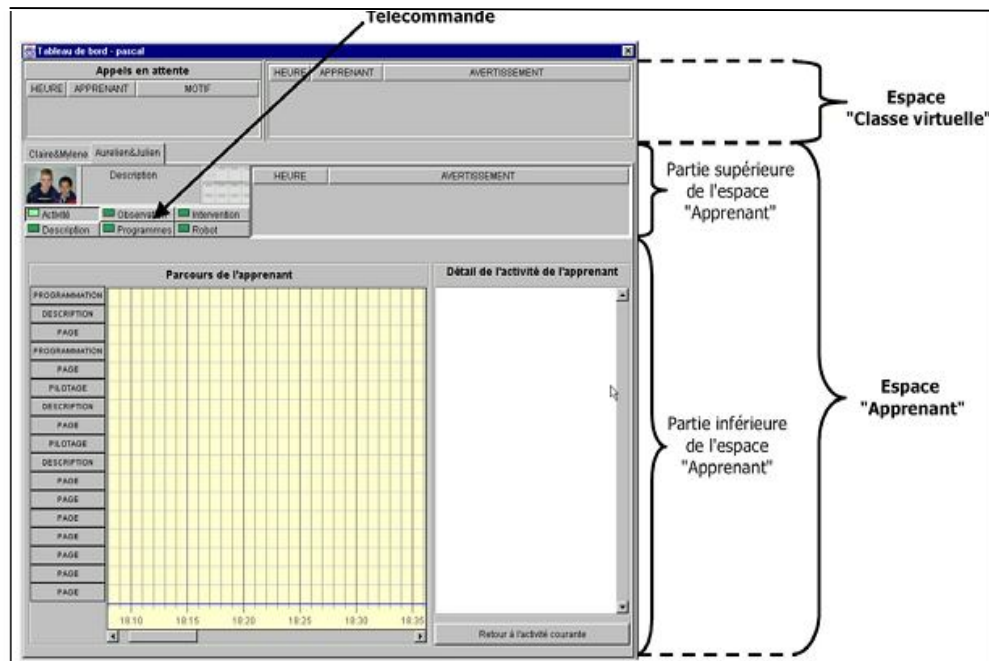


Figure 2.6 : Environnement du tuteur dans Essaim [Després 2001]

D'autre part, le tuteur dispose d'outils pour intervenir auprès de l'apprenant : un espace de travail partagé avec l'apprenant, des outils de communication. L'interaction entre le tuteur et un apprenant peut s'effectuer selon un mode textuel ou audiovisuel. Le tuteur dispose également d'outils de gestion de son activité : un outil d'annotation des interventions, et un outil de consultation de l'historique de ses interventions.

Tout comme l'environnement Croisières, l'environnement ESSAIM offre au tuteur un tableau de bord des activités de l'apprenant lui permettant de reconstituer rapidement l'historique des activités de l'apprenant dans l'environnement d'apprentissage. De plus, les avertissements fournissent au tuteur un premier niveau d'analyse de la situation d'apprentissage de chaque apprenant, diminuant ainsi la charge cognitive du tuteur.

3.2. Supports au suivi de groupes d'individus

Le suivi de groupes d'individus concerne la situation dans laquelle plusieurs apprenants ont un même parcours de formation à réaliser (même séquence d'activités, même planning, etc.). Le tuteur est chargé de suivre cet ensemble d'individus et de répondre aux besoins de chacun.

3.2.1. « The FACT Framework » [Moriyón & Mora, 2001]

FACT est un environnement de suivi d'apprenants engagés dans des activités d'apprentissage par l'action et pour lesquelles les apprenants doivent accomplir un ensemble discret d'évènements (par exemple, l'apprentissage du jeu d'échec). Sa caractéristique principale est d'utiliser des représentations de l'historique des activités d'apprentissage, l'analyse de cet historique, et les annotations liées à cet historique. Les auteurs pensent que le tuteur a besoin d'être aidé par le système de manière à repérer les apprenants les plus en difficulté, tout en ayant accès à l'historique des activités des autres apprenants : le tuteur peut alors guider les apprenants en se référant à leurs actions. Le principe de FACT est de permettre au tuteur de visualiser le travail des apprenants dans le contexte où les difficultés sont apparues et de communiquer ses remarques de manière asynchrone et contextualisée. Le domaine d'application donné en exemple est l'apprentissage du jeu d'échec (avec le système ChessEdu). Le tuteur a la possibilité de rejouer les séquences d'apprentissage des apprenants, de rédiger des annotations multimédias à des moments précis de la séquence, ou encore de modifier la séquence de l'apprenant pour proposer d'autres façons de jouer la séquence.

L'apprenant a accès à tout moment à l'historique de ses actions, et donc aux commentaires du tuteur. Par ailleurs, un système d'agents qui analyse les sessions d'activité prévient le tuteur lorsqu'un apprenant a besoin d'aide. Avec cet environnement de suivi, les auteurs concluent que le tuteur peut suivre un plus grand nombre d'apprenants tout en gardant le même degré de pertinence et d'efficacité.

La plate-forme FACT permet au tuteur de replacer les activités des apprenants dans leur contexte, et d'effectuer des rétroactions contextualisées envers l'apprenant, puisqu'il peut commenter et modifier directement les séquences d'activité puis les rendre disponibles pour l'apprenant concerné. Cet environnement soutient le tuteur dans sa reconstitution des activités des apprenants, et le guide dans l'élaboration de ses interventions.

3.2.2. Reflet [Després & Coffinet, 2004]

Reflet est un outil qui propose à un apprenant une description de la formation (par modules, par activités à réaliser et par échéances) et lui donne les moyens de déclarer son avancement : l'apprenant explicite l'état de son avancement dans la formation par module. Cet outil s'intègre aux plates-formes de formation telles que WebCT.

Reflét est un outil d'abord destiné aux apprenants puisqu'il leur permet de mieux appréhender leur trajet dans un parcours de formation. C'est également un outil de suivi destiné au tuteur puisqu'il lui fournit une vision synthétique globale de l'avancement de son groupe d'apprenants et de l'avancement de chacun des apprenants du groupe, à partir de la progression explicitée par chaque apprenant. Le tuteur peut contre-valider des tâches déjà validées par les apprenants de manière à signifier son approbation ou non quant à l'achèvement de certaines tâches (par exemple : satisfaction sur la qualité d'un document rendu). Cette contre-validation est alors visible par l'apprenant.



Figure 2.7 : État d'avancement d'un apprenant pour un module particulier [Després & Coffinet, 2004]

Cet outil apporte une visualisation de l'avancement des apprenants dans leur parcours de formation à partir d'informations fournies par les apprenants eux-mêmes (figure 2.7). L'outil informatique n'effectue pas de traitement spécifique sur les traces d'activité mais peut être envisagé comme un moyen de communication entre l'apprenant et le tuteur, relativement à l'avancement de l'apprenant. Il fournit une vue synthétique de l'avancement de l'ensemble des apprenants du groupe, ce qui lui permet d'effectuer facilement des comparaisons entre eux.

3.2.3. FORMID [Guéraud & al, 2004] [Guéraud, 2005]

L'équipe ARCADE (Ateliers de Réalisation et de Conception d'Applications Destinées à l'Éducation) du CLIPS-IMAG à Grenoble s'intéresse à la création et à l'exploitation à distance de ce qu'ils nomment des Situations Actives d'Apprentissage : activités précises sur des Objets Pédagogiques Interactifs (OPIs : simulations, micro-mondes, etc.). Une partie du projet, le projet FORMID (FORmation Interactive à Distance), s'intéresse à fournir au tuteur des moyens de gérer à distance de telles situations d'apprentissage.

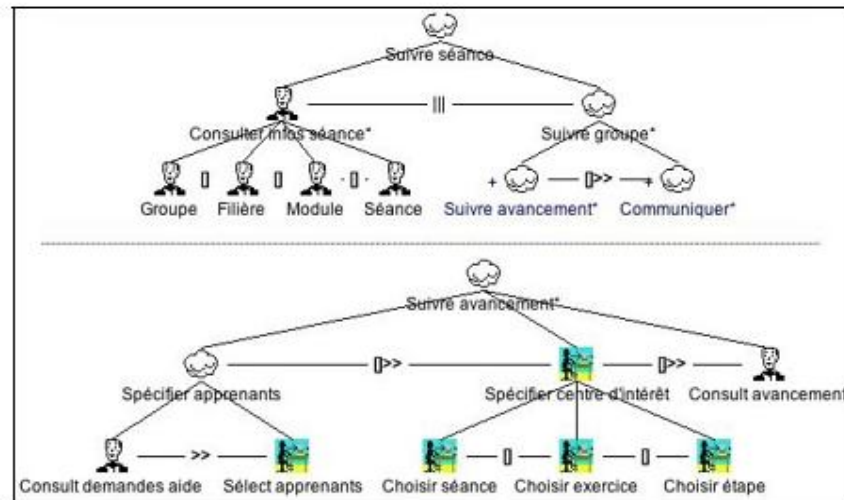


Figure 2.8 : Extrait du modèle des tâches du formateur dans FORMID [Guéraud & al, 2004]

L'équipe propose un modèle des tâches du tuteur (Figure 2.8). Dans ce modèle, suivre une séance consiste pour le tuteur à consulter les informations relatives à la séance (vérifier la filière, le groupe, le module et le numéro de séance) et à suivre son groupe (percevoir l'activité des apprenants et leur apporter un soutien). Suivre un groupe consiste pour le tuteur à suivre l'avancement de ce groupe dans la réalisation des exercices (progression dans la séquence d'exercices et dans les étapes de chaque exercice) puis éventuellement à communiquer avec des apprenants en difficulté ou ayant posé une question. Enfin, suivre l'avancement du groupe consiste pour le tuteur à examiner, de façon détaillée, le travail d'un ensemble d'apprenants (le groupe, un sous-groupe ou un individu) sur une partie de la séance (la séance entière, un exercice ou une étape).

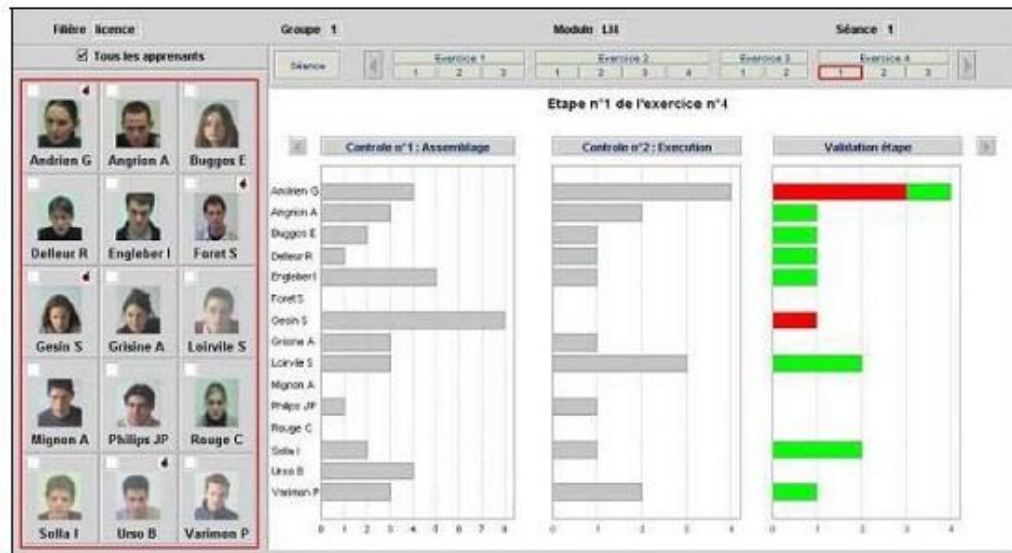


Figure 2.9 : Vision de l'avancement de tous les apprenants sur une étape donnée dans FORMID [Guéraud & al, 2004]

Le choix des apprenants peut se faire à partir de la progression observée de façon synthétique ou détaillée, des demandes d'aide et des questions des apprenants.

L'espace de suivi de l'avancement permet de sélectionner la séance, un exercice ou une étape dans un exercice donné : l'avancement des apprenants sélectionnés sur cette partie de la séance s'affiche, assorti d'informations qualitatives (vert si le travail est juste, rouge s'il est incorrect) et des demandes d'aide (figure 2.9). Si plus de deux apprenants sont sélectionnés, une information synthétique par apprenant est affichée. Si un seul apprenant est sélectionné sur une étape donnée, la vue synthétique est complétée par une vue chronologique détaillée du travail de l'apprenant dans ce contexte.

Cet environnement de suivi offre au tuteur un tableau de bord qui lui permet de percevoir en parallèle l'avancement et les productions de l'ensemble des apprenants du groupe puis d'intervenir si nécessaire auprès d'eux.

3.3. Discussion sur les outils de suivi existants

Les environnements de suivi existants fournissent au tuteur des tableaux de bord avec lesquels il peut reconstituer plus facilement l'historique des actions de l'apprenant, tout en les replaçant dans leur contexte d'apparition et en donnant accès à l'environnement d'apprentissage de l'apprenant. Ces environnements de suivi sont spécifiques à des types d'activité dans lesquels les apprenants sont en situation d'apprentissage actif, c'est à dire avec un fort degré d'interactivité avec le système, et au cours desquels le système peut récolter un grand nombre d'actions de l'apprenant.

Les outils d'analyse dont le tuteur dispose actuellement sont souvent très spécifiques à une situation d'apprentissage et à une plate-forme de formation.

4. Conclusion

Le rôle du tuteur dans une situation d'apprentissage à distance est difficile à définir, en témoigne la diversité des terminologies que l'on rencontre pour désigner cet acteur : accompagnateur, conseiller, évaluateur, guide, moniteur... Ces variations terminologiques soulignent aussi bien la nouveauté, voire l'instabilité, du domaine du tutorat, mais également la complexité des fonctions de médiations humaines dans les apprentissages accrue par l'introduction de la distance et l'utilisation des TIC dans les formations. Le tutorat en ligne correspond donc à un nouveau métier d'enseignant. Ainsi, le tuteur a besoin d'outils lui permettant d'assurer un ensemble de tâches liées aux différents rôles qu'il joue auprès des apprenants.

Chapitre 3

La théorie de la trace

1. Introduction

Le mot « trace », souvent utilisé dans notre langage courant, semble être une notion bien connue. Or une simple recherche de sa définition dans le dictionnaire rend compte de l'ambiguïté de cette notion. Cette dernière peut avoir différentes interprétations, liées principalement au domaine d'utilisation (mathématiques, histoire, chimie, etc.). Si on s'intéresse au domaine informatique en particulier, on remarque que les traces ont leur particularité car c'est des traces numériques, et que l'étude des traces laissées par les utilisateurs des systèmes informatiques devient de plus en plus importante. Cela est dû au fait que les traces peuvent servir, non seulement à analyser l'activité de ces utilisateurs, mais aussi à leur fournir une aide automatique facilitant leur travail. Dans ce chapitre, nous commencerons par préciser la notion de trace informatique dans le cadre des environnements informatiques d'apprentissage humain. La section 3 sera consacrée aux indicateurs d'apprentissage issus de traitement de traces brutes. Dans la section 4, nous expliciterons la notion de modèles de traces. Nous décrivons ainsi deux modèles de traces issus des travaux de recherche menés récemment autour de cette notion. La question de l'observation des activités des apprenants distants sera abordée dans la section 5. A la fin du chapitre, nous présentons une classification des environnements qui tracent les interactions utilisateurs/système. Nous terminerons par une conclusion.

2. Définitions

Lorsqu'on aborde la question des traces, il faut tout d'abord pouvoir s'entendre sur la définition qui a été associée au terme « trace ». En effet, il existe actuellement plusieurs points de vue sur ce que pourrait être cette définition d'une trace.

D'après Jermann [Jermann, 2001], une trace est une observation ou un enregistrement de l'interaction de l'apprenant avec un système en vue d'une analyse. Dans le même sens, Pernin [Pernin, 2005] définit une trace comme un indice de l'activité des acteurs d'une situation d'apprentissage. Il complète, par ailleurs, sa définition en précisant qu'il s'agit d'un résultat obtenu au cours ou au terme d'une activité, d'un événement ou d'un ensemble d'évènements relatifs au déroulement de la situation d'apprentissage. Dans une optique légèrement différente, Champin [Champin & al, 2004] parle d'une séquence d'états et de transitions représentant l'activité de l'utilisateur : « *la séquence temporelle des objets et opérations mobilisés par l'utilisateur lorsqu'il utilise le système est appelée trace d'utilisation* ».

Dans ces trois « définitions », une trace est une trace d'activité, d'utilisation, d'interaction. Il ne lui est pas associé d'interprétation sur la situation d'apprentissage. On parle alors de traces primaires, brutes, de base ou de « bas niveau ». Il ressort également de ces définitions qu'une trace est temporellement marquée, plus particulièrement lorsque Champin parle de séquence temporelle. Ces traces brutes ne portent aucune interprétation de la situation d'apprentissage, des traces de « plus haut niveau » sont construites par agrégation ou structuration de traces de « bas niveau », ainsi que par l'application d'opérations (par exemple : des données statistiques) sur celles-ci. Ces traces sont porteuses d'une information plus complexe que les traces primaires. Jermann et Pernin avancent alors le terme d'indicateurs pour désigner ces traces secondaires.

3. Les indicateurs dans les EIAH

Selon [Dimitrakopoulou & Bruillard, 2006] un indicateur est une variable au sens mathématique à laquelle est attribuée une série de caractéristiques. C'est une variable qui prend des valeurs représentées par une forme numérique, alphanumérique ou même graphique.... La valeur possède un statut : Le statut identifie une caractéristique bien précise, celle du type d'assistance offert aux utilisateurs. Chaque indicateur peut dépendre d'autres variables comme le temps, ou même d'autres indicateurs. Dimitrakopoulou dans [Dimitrakopoulou, 2004] propose de calculer les indicateurs par des outils nommés outils d'analyse. Les méthodes d'analyse produisent un ou plusieurs indicateurs. L'indicateur peut indiquer le mode ou la qualité de la contribution individuelle (e.g. : « Envoyer un

message dans un Chat »), de la collaboration (e.g : la répartition du travail, la densité ou la cohésion d'un groupe, etc.) ou encore le processus ou la qualité du produit final (e.g. : la profondeur d'un fil de discussion dans un forum, etc.).

La valeur de l'indicateur permet de construire un retour (feedback) plus ou moins élaboré aux utilisateurs. Ce retour peut être une simple visualisation de la valeur de l'indicateur (mirroring), ou cette valeur peut être comparée avec une valeur souhaitée (monitoring) ou encore servir à la construction d'une réponse plus élaborée pour guider l'apprenant dans son apprentissage (guiding).

4. Production et représentation des traces

Comme on a vu au paragraphe précédent, une trace d'activités de l'utilisateur est une séquence temporelle d'opérations et d'objets mobilisés par l'utilisateur en interaction avec un système. Sa représentation peut être complexe et varie 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 (le flux de traçage).

Dans ce qui suit, on va présenter deux approches de modélisation de traces qui sont à la base des travaux actuels sur les traces issues de situations d'apprentissage.

4.1. Modèles de traces

Le modèle de trace est un ensemble d'objets étiquetés représentant le vocabulaire de la trace [Settoui, 2006a]. Ce modèle, explicite, permet d'expliquer la trace. En terme technique, le modèle de trace peut être employé par des chercheurs pour élaborer une architecture de traçage dont les composants tels que les capteurs, les analyseurs, les stockages de traces sont représentés d'une façon cohérente et généralisable à différents systèmes.

4.1.1. L'approche MUsETTE (Modeling UsEs and Tasks for Tracing Experience)

L'approche MUsETTE [Champin & al, 2003] a été mise en place dans l'objectif de fournir un cadre pour l'assistance à base de trace.

4.1.1.1. Présentation de l'approche

MUsETTE est une approche générale de modélisation de l'expérience d'utilisation d'un système informatique, ayant comme objectif la réutilisation de cette expérience en contexte, pour assister l'utilisateur dans l'effectuation de sa tâche [Laflaquière & al, 2005]. Son principe de base consiste à passer du raisonnement à partir de cas (RàPC) au raisonnement à partir de

l'expérience tracée (RàPET). En effet, le raisonnement à partir de cas se base sur la remémoration et la réutilisation de cas concrets d'utilisation de système (Problème-Solution), ce qui nécessite une définition a priori (avant la conception du système) de la structure de ces cas, ainsi que la manière de les stocker, de les remémorer et de les utiliser ; quant au RàPET, il permet la réutilisation de l'expérience passée et structurée en considérant les traces d'utilisation d'un système informatique comme des conteneurs de connaissance de l'expérience pour la résolution de problèmes basés-situation [Mille, 2006].

La structure générale de l'approche MUNETTE est présentée par la figure (2.1), décrivant le passage du niveau de l'observation (en haut à droite) jusqu'à celui de la ré-utilisation de l'expérience (à gauche), en passant par deux niveaux de modélisation d'expérience

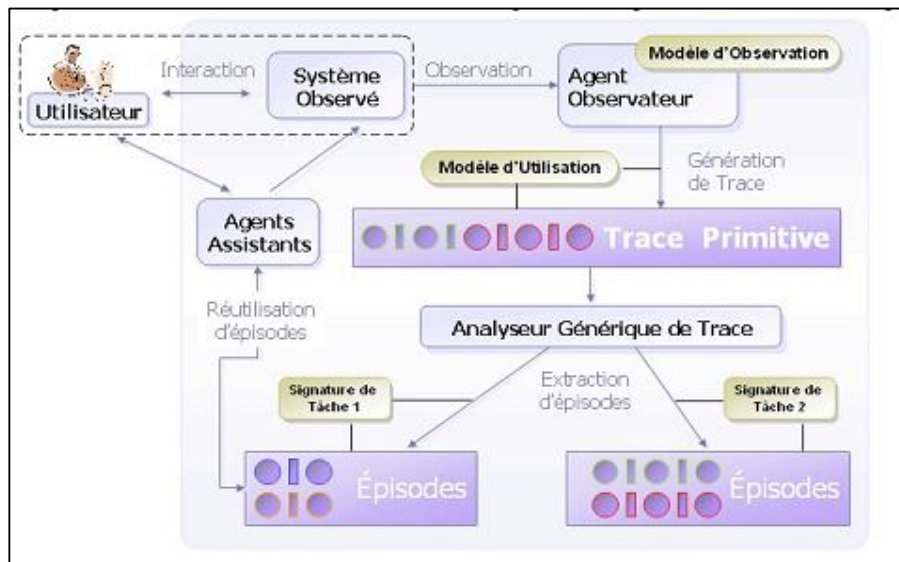


Figure 3.1 : Le modèle MUNETTE

Un utilisateur peut interagir avec un système en effectuant des modifications dans son espace de travail ; un agent observateur, guidé par un modèle d'observation, génère à partir de ces modifications une trace primitive, respectant un modèle d'utilisation ; un analyseur générique de trace en extrait alors des épisodes selon des signatures de tâches expliquées ; finalement, ces épisodes sont ré-utilisés par des agents assistants de façon directe (avec des agents clairement distincts du système) ou indirecte (à travers des modifications sur le système). Il est important de souligner que l'assistance peut à son tour être observée, ce qui mène à la génération d'épisodes d'assistance possibles à réutiliser ; quant à l'implémentation de l'approche, elle peut se faire avec différents langages et formalismes de représentation.

Pour comprendre cette approche, il s'avère nécessaire de donner quelques définitions, avec une illustration liée aux manipulations sur le Web, présentée par la figure (3.2):

- Le modèle d'observation (MO): il décrit les règles nécessaires à la détermination des données pertinentes issues du système, ainsi que celles permettant la construction effective d'une trace brute.
- Le modèle d'utilisation (MU) : il décrit un ensemble d'objets d'intérêts (OI) dotés d'attributs, considérés comme des éléments d'interaction choisis pour être constitutifs de la trace et signifiants pour l'utilisateur. Ces objets peuvent être des entités (objets présents pour l'utilisateur dans son interaction avec le système), des événements (objets qui se passent durant cette interaction) ou des relations (binaires et pouvant lier indifféremment des entités et/ou des événements).
- La trace primitive : elle est générée à partir de la trace brute, en respectant le modèle d'utilisation. Elle se présente sous la forme d'une séquence alternée d'états (entités) et de transitions (événements), structurant un graphe dont les nœuds sont des entités ou des événements, et dont les arcs sont des relations.
- Extasi et épisodes : une signature de tâche expliquée (Extasi) est un ensemble de points communs (avec des annotations/commentaires), impliquant les mêmes entités et/ou événements, produits à un même moment ou dans un ordre particulier dans la trace primitive, pour une tâche particulière. Elle est constituée de motifs de graphe (OIs et leurs relations), de contraintes relatives aux positions des OIs dans la trace, ainsi que de contraintes dépendantes du langage de structuration interne des OIs. Quant à l'épisode, c'est toute une partie de la trace correspondante à l'instanciation d'une Extasi au moins (réalisation d'une tâche).

4.1.1.2. Exemple d'illustration

L'exemple illustré par la figure (3.2) porte sur un modèle d'utilisation très simplifié d'un navigateur Web. Ce modèle d'utilisation comporte quatre types d'objets, et quatre types d'opérations. Les objets sont des pages Web (Page), des hyperliens (Lien), des images (Image), et des options de préférence (Pref). Les actions sont le click sur un lien (Click), la sauvegarde d'une page ou d'une image (Sauver), la pose d'un signet sur une image (Signet) et le changement de la langue par défaut dans les préférences (Lang). Les éléments du modèle d'utilisation peuvent prescrire ou suggérer la mise en relation de leurs instances dans la trace d'utilisation, comme c'est le cas de Click dans cet exemple. Sous le modèle d'utilisation figure un exemple de trace d'utilisation. Celle-ci comporte trois états (symbolisés par des cercles), et

donc deux transitions (symbolisées par des rectangles). À l'intérieur de chaque état ou transition figure respectivement les objets ou opérations qui les composent, entretenant des relations avec d'autres objets ou opérations.

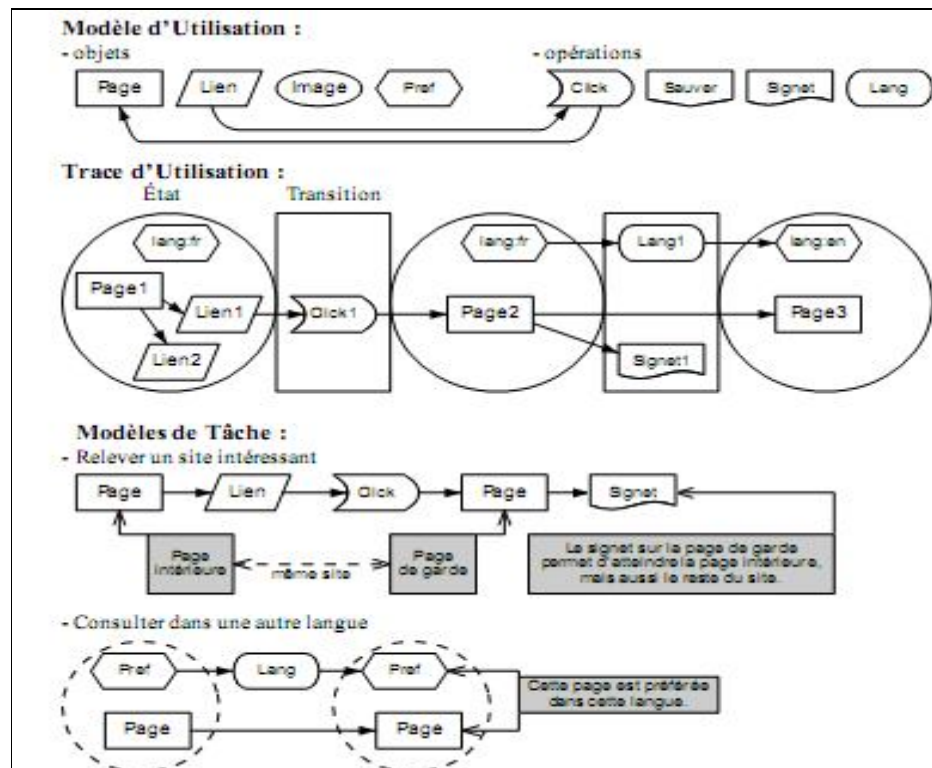


Figure 3.2: Exemples de MU, d'Extasi et de trace primitive [Champin & al, 2003]

On peut interpréter cette trace ainsi : l'utilisateur consulte une page comportant deux liens, et son navigateur est configuré en français (état 1) ; il clique sur le premier lien (transition1) et arrive sur une nouvelle page, toujours avec son navigateur configuré en français (état 2) ; il pose un signet sur cette page, et change ses préférences pour passer en anglais (transition2), ce qui le conduit à une autre version de la même page (état 3).

Enfin, la figure donne deux modèles de tâche. Le premier, intitulé « Relever un site intéressant », est reconnaissable à un motif comportant une page, un lien, un click, une autre page et la pose d'un signet. Une contrainte supplémentaire (double flèche en pointillés) stipule que les deux pages doivent appartenir au même site. Des annotations (en gris), donnent des explications sur l'interprétation de cette tâche. Le second modèle de tâche, « Consulter dans une autre langue », comporte lui aussi un motif (deux pages, deux éléments de préférence et un changement de langue), des contraintes (les cercles en pointillés signifient que les objets doivent appartenir au même état) et des explications.

Chacun des modèles de tâche proposés s’instancie dans la trace d’utilisation : Page1 → Lien1 → Click1 → Page1 → Signet1 pour le premier, et lang :fr, Page2, Lang1, lang :en et Page3 pour le second. La trace comporte donc deux cas d’utilisation. Ces cas d’utilisation peuvent être réutilisés dans des situations similaires ; les annotations, ici en langue naturelle, peuvent servir d’indications à l’utilisateur lors de cette réutilisation, mais on peut également envisager des annotations plus structurées, utilisables pour guider les mécanismes du RÀPC (similarité, adaptation), voire d’autres types de raisonnement (inférences dans le contexte d’une tâche particulière).

4.1.1.3. Application de l’approche MUNETTE

Le but principal de l’approche MUNETTE est de fournir une aide ou une facilitation à l’utilisateur, lui permettant de mener à bien sa tâche, plutôt que de viser la bonne utilisation du système. En effet, l’application de cette approche dans le cas de la veille informatiquement médiée (VIM) a donné des résultats satisfaisants [Laflaquière, 2003]. Cette application s’intéresse à un certain type d’activité documentaire médiée informatiquement, concernant l’exploitation d’un espace documentaire numérique ; cependant, l’important est de proposer un système pour la mise en place d’une aide à l’utilisateur à base de ses traces d’interaction. Le travail de modélisation effectué sur l’utilisation de Human-Link, qui est un logiciel dédié à la veille stratégique sur le Web, a permis de détailler la méthodologie de l’application de l’approche à travers trois étapes, qui sont : la modélisation de la tâche et du système observé, la définition du modèle d’utilisation, et la définition des signatures de tâches.

Il est important de souligner que l’application de l’approche MUNETTE ne se limite pas à fournir une assistance à l’utilisateur. En effet, la modélisation offerte par cette approche permet de fournir à un analyste externe un bon support pour atteindre l’activité de l’utilisateur à travers ses traces, dans le but de mettre au point une théorie, de la valider, ou bien encore pour mener une étude d’usage d’un système. Un exemple concret de cette application est le projet Mnesis [Michel, 2005] dont l’objectif est de déterminer comment une population de personnes âgées et non formées dans un environnement STIC, vont s’approprier concrètement un dispositif (apprentissage de la manipulation d’un logiciel). La solution proposée consiste à observer régulièrement l’activité des utilisateurs à travers leurs traces d’utilisation et des enquêtes effectués sur terrain, puis structurer l’ensemble de données recueillies de façon à vérifier la réalisation de l’activité préalablement identifiée, avec un affinement à la volée des critères pour identifier de nouvelles actions. Un modèle d’utilisation a été créé, comportant les entités, les relations et les événements, ainsi que des méta-observations ; tandis que la trace

primitive est une concaténation des traces journalières de l'utilisateur qui seront liées aux méta-observations.

4.1.2. Une nouvelle ingénierie de la trace

Un inconvénient de l'approche MUNETTE est qu'elle impose une forte contrainte sur la structuration de la trace d'interaction, du fait que celle-ci peut être d'ordre plus général qu'une simple séquence d'états et de transitions. Aussi, l'objet trace, ayant une existence à part entière, n'est pas vraiment étudié dans un cadre propre, avec les différents mécanismes nécessaires à sa modélisation et à son traitement, afin de surmonter les problèmes de l'hétérogénéité de ses formats, du manque de son contenu en pertinence, des diversités de son usage et de la difficulté de son interprétation. Dans cette perspective, les recherches actuelles s'intéressent à décrire un cadre général, permettant une formalisation des traces et de leur manipulation ; ce qui a donné naissance à la notion de système à base de traces (SBT) [Settoui, 2006b] instrumentant une nouvelle ingénierie pour celles-ci. Il s'agit d'un cadre conceptuel, proposé pour penser les traces de façon générique et leur faire jouer pleinement un rôle de soutien, d'enrichissement et de facilitation du travail intellectuel informatiquement médié. Il est important de souligner que la problématique des traces touche autant l'aspect traçage (la collecte), que l'aspect ingénierie (la transformation et la visualisation des traces).

L'automatisation de la génération des traces, tout en les rendant intelligibles et réutilisables dans le cadre d'un travail intellectuel, nécessite l'orientation de leur modélisation vers un type d'activité particulier, afin que la trace fasse sens pour l'utilisateur. Cela doit se faire selon une démarche proche de celle de la modélisation en Ingénierie des connaissances [Bachimont, 2004].

4.1.3. Système à base de traces

L'approche des systèmes à base de traces (SBT) découle d'une approche plus générale que MUNETTE, permettant de représenter un cadre pour l'exploitation des traces. Il s'agit de tout système informatique dont le fonctionnement implique à des degrés divers la gestion, la transformation et la visualisation de traces modélisées explicitement en tant que telles [Settoui, 2007]. Cette approche permet de définir l'ingénierie de la trace et de l'aborder selon une dimension aussi bien statique (concernant les objets manipulés) que dynamique (concernant les activités impliquées). Pour comprendre le principe d'un tel système, nous allons commencer par présenter les définitions et les formalisations proposées pour les

concepts « trace » et « modèle de trace », puis nous allons décrire l'architecture du SBT avec les différents services qu'il offre. Une telle modélisation rend ce cadre conceptuel indépendant de toute implémentation, du fait qu'il permet de gérer, transformer et visualiser des traces ayant des modèles explicites différents.

4.1.3.1. Modélisation des traces dans le SBT

Une trace du SBT est définie comme une collection d'observés temporellement situés, sachant qu'on dénote par observé toute information structurée issue de l'observation d'une interaction de l'utilisateur avec un système informatique. Un observé est temporellement situé dès qu'il est associé à une partie de l'extension temporelle de sa trace.

Cette extension peut être un intervalle temporel déterminé par deux dates (dates de début et de fin de l'observation), un instant, ou une séquence d'éléments quelconques (accent mis sur la succession des observés). Il est également important de souligner que la structure d'un observé peut renvoyer à d'autres observés via des relations, et que la trace numérique obéit à son propre modèle. Le modèle de la trace est le vocabulaire de celle-ci qui permet sa compréhension en décrivant abstraitement les éléments qui la composent (observés et relations). Par conséquent, la trace modélisée sera l'association d'une collection d'observés temporellement situés et d'un modèle explicite de cette collection d'observés.

Une modélisation formelle de ces notions a été introduite, dans le but de permettre une étude théorique des transformations, des requêtes et des calculs d'indicateurs ; ainsi qu'une implémentation informatique du SBT. Par conséquent, la trace a été définie comme un 4-uplet (D_p, O_{tr}, R_t, R_s) où :

- D_p : le domaine temporel (T, \leq) , T un ensemble fini d'intervalles, \leq relation d'ordre dans T et les intervalles de temps sont décrits par T_d et T_f : $[T_d, T_f]$.
- O_{tr} : un ensemble fini d'observés de la trace $= \{o_1, o_2, \dots, o_n\}$
- R_t : une relation représentant les liens temporels, $R_t \subseteq D_t \times O_{tr}$.
- R_s : une relation représentant les liens structurels, $R_s \subseteq O_{tr} \times O_{tr}$.

Quand au modèle de la trace, il s'agit d'une structure $\Theta = (\Theta_c, \Theta_r)$ où

- $\Theta_c = \{\theta_{c1}, \theta_{c2}, \dots, \theta_{cn}\}$: ensemble de classes d'objets (observés).
- $\Theta_r = \{\theta_{r1}, \theta_{r2}, \dots, \theta_{rm}\}$: ensemble de types de relations structurelles.

4.1.3.2. Architecture du SBT

Comme tout système informatique, le SBT est constitué d'un ensemble de composants permettant l'implémentation des concepts de trace et de modèle de trace, qui sont le noyau de

ce cadre conceptuel [Settoui, 2006a]. L'architecture de ce système, présentée par la figure (3.3), met en lien les éléments suivants :

- La source de traçage : c'est un fichier ou un flux de données dans un format explicite quelconque, disponible à tout moment comme ressource dans le SBT. Les sources de traçage deviennent des traces lorsqu'un modèle de trace leur sera associé.

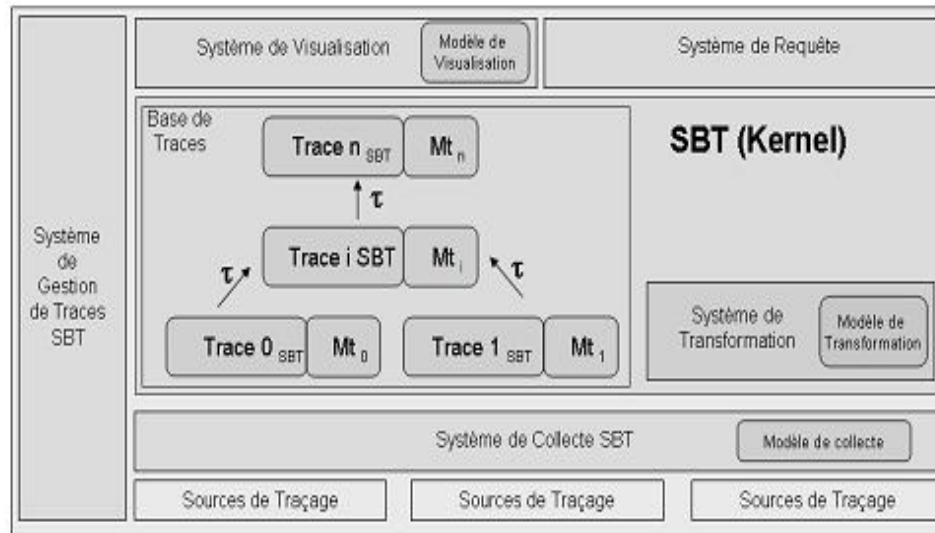


Figure 3.3 : Architecture du Système à Base de Trace

- Le système de collecte : c'est un ensemble structuré de processus, permettant de sélectionner et d'intégrer des sources de traçage pour générer des traces en respectant des modèles.
- SBT Kernel : c'est le noyau du système, constitué d'un système de transformation et d'une base de traces avec leurs modèles. Cette base permet le stockage permanent et l'accès à tout moment aux traces, et peut être une collection de fichiers XML ou une base de données temporelles. L'exploitation de la trace consiste en partie en sa transformation par enrichissement, filtrage, application d'un modèle de transformation, etc.
- Le système d'interrogation : il permet de faire des requêtes sur la base de traces, qui peuvent concerner une ou plusieurs traces à la fois. Ce système permet aussi de partager des modèles de requêtes entre différents utilisateurs.
- Le système de visualisation : il permet de visualiser les traces et facilite donc leur analyse et leur interprétation.
- Le système de gestion des traces : il concerne la gestion des modèles, l'ajout et la suppression des traces, ainsi que la conservation de leurs droits d'administration.

4.1.3.3. Principe de fonctionnement du SBT

A partir de l'architecture du système à base de traces (Figure 3.3), il est facile de déduire les services que peut offrir ce dernier, et qui peuvent se résumer à la collecte, à la transformation, à la gestion et à l'utilisation des traces, comme le montre la figure (3.4) :

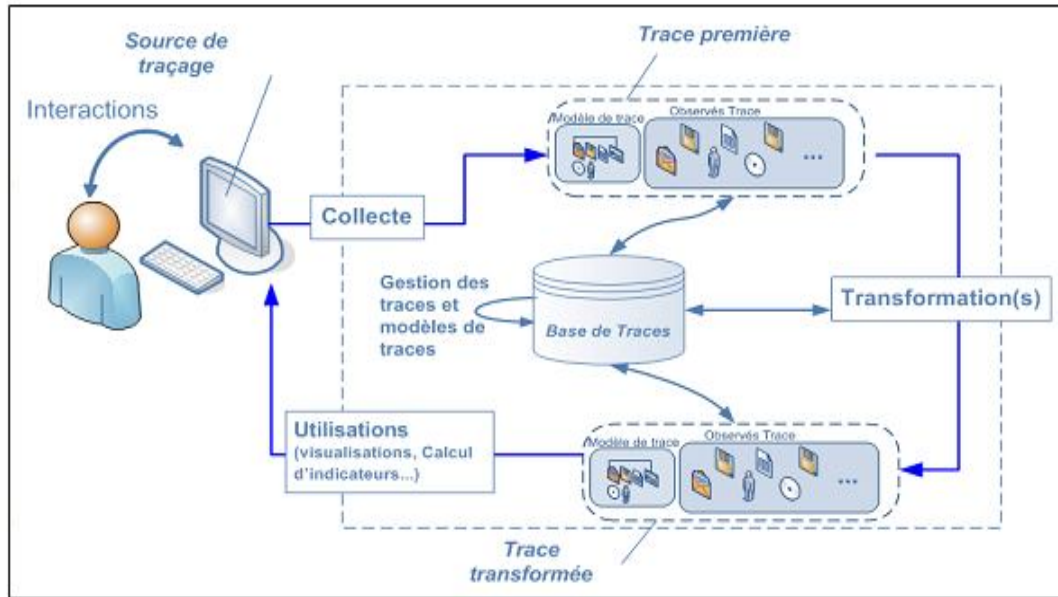


Figure 3.4 : Principe de fonctionnement du système à base de traces [Settoui, 2007]

- La collecte de traces :** Ce processus permet de mettre en place l'observation de l'utilisation d'un système à partir des sources de traçage, constituant des flux d'informations structurés, en transformant de façon automatique, semi automatique ou manuelle, les informations générées suite à l'interaction utilisateur/système, en une trace SBT première. La construction d'une telle trace nécessite la construction d'une collection d'observés temporellement situés, conforme à un modèle de trace construit en parallèle ; ce qui nécessite de recourir à des sélections et à des techniques de synchronisation (surtout des bases de temps) des différentes sources de traçage (fichiers log, vidéos, etc.), comme illustré par la figure. Ce processus itératif peut utiliser un modèle de collecte, définissant les objets de collectes constituant la trace collectée [Settoui, 2006b].
- La transformation de traces :** Du fait que la trace obtenue à l'issue de la collecte, qualifiée de trace première, n'est pas toujours exploitable directement, elle doit passer par une ou plusieurs transformations pour obtenir une trace d'un niveau d'abstraction significatif pour l'utilisateur. Une transformation est un processus qui transforme une trace générée par le SBT, première ou non, en une autre trace gérée par le même système. Deux catégories de transformations sont prises en charge par le SBT: les transformations

manuelles et les transformations automatiques. La transformation manuelle désigne toute modification impliquant un changement dans la composition des éléments de la trace (un ajout, une suppression ou une modification de ses observés), réalisée par un utilisateur interagissant avec sa trace pour la mettre à jour ainsi que son modèle ; quant à la transformation automatique, elle est appliquée par l'intermédiaire d'un modèle de transformation, constitué d'un ensemble de règles exprimant des filtres de sélection ou des réécritures de motifs.

- **La visualisation de traces :** Ce processus permet de visualiser les traces du SBT, de façon graphique, afin de faciliter leur analyse et leur interprétation. Il permet également de jouer certaines traces en accédant aux sources de traçage (cas de la vidéo en particulier) et à leurs données relatives. Le système de visualisation peut être intégré dans le système de transformation à un niveau quelconque.
- **La gestion de traces :** Ce processus permet aussi bien la gestion des différents modèles (modèles de trace, de transformation et de requête), que l'ajout et la suppression des traces. Il regroupe également les processus de conservation des traces et des droits d'administration de ces traces, ce qui fait de lui un gestionnaire du cycle de vie des traces, tout en assurant la traçabilité des transformations effectuées sur celles-ci.

4.1.3.4. Travaux autour des SBT

Les travaux exploitant les SBT sont nombreux, dont l'objectif peut varier entre l'analyse et la facilitation de la tâche de l'utilisateur. Un SBT pour l'analyse permet de comprendre l'activité et le comportement de l'utilisateur ; un SBT pour la facilitation permet de transformer les traces d'utilisation d'un système informatique, puis les fournir à un assistant particulier, ou bien les présenter à un humain capable de paramétrer ou de modifier le système en question. En particulier dans le contexte des EIAH, la trace prise comme une empreinte restante de la chronologie de l'interaction de l'apprenant avec l'environnement d'apprentissage, peut soutenir les différents acteurs (analyste-chercheur, concepteur de scénarios pédagogiques, concepteur d'interface, enseignant/formateur et apprenant) dans leurs tâches. Par conséquent, les EIAH doivent recourir à différents outils et services associés aux traces d'interactions, mettant la trace comme «objet» à disposition de ces acteurs, pour faciliter leurs activités. Cela inclut l'utilisation des traces pour la prise de conscience de l'activité par l'enseignant et

l'apprenant, pour refléter l'activité, pour faciliter l'activité à travers une assistance, ou pour analyser et comprendre une situation d'apprentissage.

Dans le but d'avoir une idée sur l'utilisation pratique des SBT, nous présentons le projet eLycée. Le projet eLycée se base sur l'usage réel d'une plate-forme d'apprentissage eMediatheque, permettant des activités pédagogiques collaboratives et synchrones dans des classes virtuelles, destinée aux élèves francophones scolarisés à l'étranger, dans le but d'améliorer leur langue et leur culture française. Cette plateforme est tracée, ce qui signifie qu'elle dispose d'une trace première contenant des actions (connecter, déconnecter, ouvrir, fermer, exporter, naviguer, etc.) et des objets manipulés (document, contenu, navigation Web, ressource, annotation, conteneur de texte, etc.), mais décrits du point de vue du concepteur. Cependant, malgré les outils intéressants qu'elle offre (outil de visio-conférence et outil de co-navigabilité) et la possibilité de visualiser les traces aux apprenants, cette visualisation est souvent éloignée de l'activité pédagogique pratiquée, du fait que la modélisation des traces dépend directement du modèle de conception de la plateforme. Par conséquent, et afin de surmonter la difficulté de compréhension posée aux utilisateurs, Cram [Cram, 2007] a proposé de mettre en place une visualisation de ces traces par l'utilisateur qui les a produites, pendant son activité. Cette visualisation sous-entend une possibilité de voir, d'interagir et de modifier sa propre trace, dans le but de donner une dimension réflexive à son activité. L'activité en question est une co-exploitation de ressources, souvent proposée aux élèves d'eLycée pendant les séances de cours, qui implique des élèves en binômes, communiquant oralement ou par écrit, dans la co-production d'un document (texte) à partir des ressources locales/partagées à leur disposition (ressources Web, ressources média, dictionnaires et glossaires). Pour cela, il a inspiré son modèle de conception du modèle de la trace première de eMédiathèque, avec l'application de certaines transformations statiques et dynamiques, afin de rapprocher les traces du langage de l'utilisateur.

4.2. Formes de traces

Une même trace d'activités capturée peut être informatiquement représentée différemment. Nous nous focalisons ici sur cette diversité de représentation des traces, c'est à dire aux différents formats et à leurs supports de stockage.

4.2.1. Les fichiers log

Les traces d'utilisation peuvent être stockées dans des fichiers journaux (log file). Toutes les opérations de l'utilisateur sur le système sont stockées ligne par ligne en respectant un format

défini par le système. [Harrer et al, 2003] utilisent par exemple un fichier log texte pour stocker toute les actions des apprenants dans un environnement d'apprentissage supporté par ordinateur. [Hulshof, 2004] a détaillé les méthodes d'obtention et d'analyse des fichiers log des interactions médiatisées par ordinateur. Les trois méthodes d'obtention des fichiers log, *eye movement registration*, *protocol analysis*, et *computer-register operations*, citées dans l'article de Hulshof ont deux contraintes. La première est la difficulté de mise en place de la méthode de type eye movement registration (nécessité de disposer d'un matériel spécifique comme par exemple une caméra de vidéo). La deuxième concerne les difficultés de réutilisation des traces capturées par les méthodes protocol analysis et computer-register operation. Ces méthodes produisent en effet une grande quantité de traces qui ne sont pas souvent exploitées. Voici un exemple d'un fichier log qui stocke les messages de communication entre deux utilisateurs, ikakeo_sun et sammy_ekek@yahoo.com (figure3.5).

```

*** Begin session
Thursday, 07 April 2005 11:00:08 [ikakeo_sun] hi Poo
Thursday, 07 April 2005 11:00:25 [sammy_ekek@yahoo.com] hello kmouy
Thursday, 07 April 2005 11:00:40 [sammy_ekek@yahoo.com] gnum kout ka jorng sa
Thursday, 07 April 2005 11:01:06 [ikakeo_sun] :)

```

figure 3.5 : Un exemple d'un fichier log au format texte

Il est souvent argumenté que les fichiers logs constituent un bon support d'analyse de l'expérience d'utilisation d'un système [Roussel & al, 2006]. En pratique, réutiliser les logs à ces fins mène à se confronter à des problématiques de manque de contexte des informations qu'ils véhiculent, de manque de structure dans ces données, de trop grand volume de données à traiter par rapport au besoin, ou encore d'inadéquation des données pour l'analyse d'une activité. C'est pourquoi toute analyse à base de logs doit s'accompagner d'un effort de restructuration et de remise en contexte des informations dans l'activité, par exemple par le biais de la visualisation d'une vidéo de l'activité loguée. De plus, les fichiers logs sont bien souvent des données accessibles depuis le serveur, ce qui ne permet pas de les réutiliser en local et en temps réel.

4.2.2. Les formats structurés

L'utilisation des fichiers log sous forme de texte pur (par exemple un fichier TXT) pour stocker les traces d'utilisations manque de flexibilité et rend les analyses et manipulations difficiles. C'est pourquoi les systèmes informatiques récents utilisent les fichiers textes semi-structurés au format XML pour stocker les traces. De nombreux systèmes ont choisi de représenter les traces d'utilisation au format XML, comme décrit dans [Riccardo & Dimitrova,

2004], [Gabner & al, 2003], [Martinez & al, 2003], etc. La figure (3.6) représente un exemple d'un fichier XML qui stocke les traces d'installation d'un logiciel.

```

<HOST>MADETH</HOST>
- <LOCALNAMESPACEPATH>
  <NAMESPACE NAME="root"/>
  <NAMESPACE NAME="cimv2"/>
</LOCALNAMESPACEPATH>
</NAMESPACEPATH>
- <INSTANCENAME CLASSNAME="Win32_PrPEntity">

```

Figure 3.6 : Un exemple d'une trace sous format XML

Nous pouvons également représenter les traces d'utilisation dans une base de données. La base de traces peut alors être une base de données relationnelle ou objet qui permet de stocker et manipuler les traces plus facilement. Dans le travail de [Arana & al, 2003], MySQL a été choisi pour stocker les traces d'utilisation du système. Ce type de stockage est utilisé par la plupart des logiciels pour les plates-formes de la formation à distance comme MOODLE, Claroline, etc. La figure (3.7) représente une table dans une base de données de la plate-forme MOODLE qui stocke les traces du parcours sur la plateforme.

id	time	userid	ip	course	module	cmid	action	url	info
1	1141739813	2	127.0.0.1	1	user	0	update	view.php?id=2&course=1	
2	1141739816	2	127.0.0.1	1	course	0	view	view.php?id=1	1
3	1141743318	2	127.0.0.1	1	course	0	new	view.php?id=2	Photoshop Competency (ID 2)
4	1141744002	2	127.0.0.1	2	user	0	view	view.php?id=2&course=2	2

Figure 3.7 : Un exemple d'une table de traces dans une base de données

5. Analyse des activités de l'apprenant

Le suivi de déroulement des activités des apprenants pendant leur formation notamment à distance est un thème de recherche important.

5.1. Observation des apprenants dans différentes situations d'apprentissage

L'observation automatique des apprenants a pour objectif premier de faciliter le suivi des apprenants par des enseignants/formateurs/tuteurs [Faerber, 2004]. Ainsi, des outils sont mis à la disposition des formateurs pour leur permettre d'observer et d'analyser le déroulement des activités de l'apprenant dans les différentes situations d'apprentissage à distance. Parmi les objectifs visés, notons :

- disposer d'une vue globale du déroulement de la formation,
- étudier le comportement social et cognitif de l'apprenant,

- repérer les difficultés rencontrées par l'apprenant,
- Intervenir à bon escient et au bon moment au cours de la formation.

5.2. Analyse des traces d'interactions

Plusieurs méthodes d'analyse des traces d'interaction ont déjà été étudiées et proposées. [Hulshof, 2004] en a présenté quatre pour analyser les traces de fichiers log : l'analyse par transition, l'analyse par occurrence, l'analyse par indicateur, et l'analyse par séquence. Elles sont utilisées pour répondre à des objectifs précis. Le point commun entre les quatre méthodes est la technique de manipulation des chaînes de caractères (recherche, concaténation, coupage, etc) utilisée pour analyser les fichiers log. Ces quatre méthodes d'analyse ont également deux contraintes identiques: l'analyse est effectuée sur un seul fichier à la fois, et les résultats rendus sont plutôt quantitatifs.

D'ailleurs, le groupe CIS (Collaborative and Intelligent System) de l'université Valladolid a proposé une méthode d'évaluation mixte (Mixed Evaluation Method) [Marcos & al, 2005] pour analyser les traces d'interactions dans un environnement CSCL (Computer Supported Collaborative Learning). Leur travail a consisté à déterminer le rôle de chaque utilisateur sur le système, et ensuite à proposer les différentes fonctionnalités d'analyse qui sont adaptées à chaque rôle. Dans l'approche de [Harrer & al, 2003], les analyses des traces d'activités de l'apprenant se font par une méthode d'extraction des séquences d'actions, sauvegardées dans les fichiers log. Elles permettent aux tuteurs d'évaluer les niveaux de participation de l'apprenant ainsi que le comportement cognitif de l'apprenant.

Les travaux de recherche de [Fessakis & al, 2003] concernent particulièrement l'analyse des activités des apprenants dans une situation d'apprentissage collaborative en appliquant les techniques d'analyse CAF (Collaborative Activity Function) qui s'appuient principalement sur deux fonctions. La première concerne l'observation des niveaux d'interaction des apprenants pendant une session du cours ou pendant leurs communications. La deuxième consiste à faire des hypothèses sur chacune des interactions. Le prototype de CAF développé par ce groupe de recherche permet aux formateurs d'observer non seulement plusieurs apprenants en même temps mais également leurs différents types d'activités (la communication et le travail dans leur espace individuel).

6. Types de systèmes qui tracent les interactions utilisateur-système

Dans le domaine de l'interaction homme-machine, le traçage des interactions utilisateur-système et l'utilisation des traces comme outils de recherche existent depuis longtemps [Szilas & Kavakli, 2006]. Ces traces sont des historiques, utilisés pour comprendre la situation d'interaction ou pour assister l'utilisateur dans sa tâche.

Les situations d'utilisations des histoires interactionnelles sont classifiées selon l'usage qui en est fait, et en particulier selon le fait qu'elles sont ou non présentées à l'utilisateur. Différentes situations d'utilisation des traces informatiques seront présentées ici et qui sont classifiées en fonction des possibilités et des types d'opérations que le système informatique traçant permet d'effectuer sur ces traces [Ollagnier-Beldame, 2006].

6.1. Systèmes utilisant l'histoire interactionnelle sans la présenter aux utilisateurs

Le premier groupe de systèmes qui a été identifié est celui des systèmes qui ne présentent pas l'histoire interactionnelle aux utilisateurs bien qu'ils l'utilisent. Ces systèmes utilisent les traces des interactions entre utilisateurs et système, mais ne les exploitent pas sous forme de visualisation. Des calculs sont réalisés sur ces traces (fichiers logs), en vue de prévoir, conformément à un modèle implicite, les actions futures des utilisateurs et ainsi modifier l'interface pour qu'elle corresponde au comportement « prédit ». Les informations relatives aux interactions sur lesquelles les calculs sont effectués correspondent aux informations de types suivants : accès à des ressources, consultations des écrans, clics effectués, temps passés aux opérations, choix effectués, réponses données aux éventuelles questions, etc. Ces traitements sont automatiques et prévus par le programme. Les actions effectives de l'utilisateur sont comparées à un modèle d'actions prévues. De tels systèmes s'intéressent ainsi aux préférences des utilisateurs pour personnaliser l'interface.

6.2. Systèmes présentant une visualisation de l'histoire interactionnelle destinée à l'analyste de la situation

Le deuxième groupe de systèmes est celui des systèmes proposant une visualisation des traces d'interactions utilisateurs-système à un analyste de la situation, qui n'est pas l'utilisateur du système. Dans le cadre d'analyses des usages en situations interactionnelles, il peut être intéressant que l'analyste de la situation, par exemple le chercheur, ait accès aux traces des interactions entre utilisateurs et système. Depuis longtemps, les traces informatiques sont utilisées par les chercheurs pour « espionner » la manière dont les sujets se comportent dans

une situation donnée ou utilisent un système, qui peut précisément être le système sur lequel est installé le logiciel étudié. Ce genre d'études a existé en ergonomie, en sciences de l'éducation, en psychologie, et en communication. Pour une situation d'apprentissage instrumenté, [Després, 2001] a développé un système basé sur les traces d'interactions, permettant au tuteur de percevoir l'état d'avancement du travail des apprenants.

6.3. Systèmes présentant une visualisation de l'histoire interactionnelle destinée à l'utilisateur et lui proposant la possibilité d'y naviguer

Le troisième groupe de systèmes offre une visualisation des traces d'interactions aux utilisateurs, et leur permet de naviguer dans ces informations. Ces systèmes présentent l'histoire interactionnelle aux utilisateurs en vue de supporter leur activité. Certains systèmes concernent la navigation, d'autres sont destinés à des situations d'apprentissage.

➤ Systèmes pour la navigation

Revoir les événements passés est utile dans de nombreux contextes. [Greenberg & Witten, 1988] se sont intéressés très tôt au fait que les utilisateurs répètent leurs actions avec les ordinateurs. Ils ont constaté que les utilisateurs refont certaines opérations, et se sont intéressés aux possibilités offertes alors par les systèmes pour favoriser les réutilisations. Une étude sur la navigation web montre par exemple que 58% des urls consultés par les utilisateurs avaient déjà été consultées par ces mêmes utilisateurs [Tauscher & Greenberg, 1997], et que par conséquent, les navigations web pourraient tirer un bénéfice important des outils de présentation des historiques.

➤ Systèmes pour l'apprentissage

Les histoires interactionnelles peuvent être bénéfiques aux apprenants dans de nombreux domaines. Selon [Plaisant & al, 1999], proposer aux apprenants un enregistrement compréhensible de leurs actions peut les aider à réguler leur activité, en réfléchissant leur progression et leurs expériences. Cela peut aussi supporter la collaboration entre apprenants. En effet, la capacité d'enregistrer les activités peut être bénéfique pour les apprenants : une session complète peut être enregistrée, de manière à ce que les pairs ou les tuteurs puissent analyser le travail qui a été réalisé. Le système SimPLE (Simulated Process in a Learning Environment) implémente l'historique d'apprentissage pour un environnement d'apprentissage basé sur la simulation [Rose & al, 2000]. SimPLE comprend un module appelé l'« historien visuel », qui fournit aux utilisateurs des moyens d'interactions avec les

historiques enregistrés : possibilités d'annotation, d'édition des morceaux d'histoire, ou de l'histoire complète.

6.4. Systèmes présentant une visualisation de l'histoire interactionnelle pour l'utilisateur et proposant la possibilité d'agir dessus

Le quatrième groupe de systèmes concerne les systèmes qui présentent une visualisation de l'histoire interactionnelle à l'utilisateur et qui lui offrent la possibilité d'agir dessus. Le fait de présenter à l'utilisateur une histoire interactionnelle explicite et manipulable, et le fait que celle-ci soit structurée selon les préférences de l'utilisateur, offrent la possibilité de transformer le format du problème à résoudre dans l'application. Trois catégories d'actions peuvent être envisagées : l'arrêt d'une série d'actions en cours, le retour arrière (fonctionnalités réessayer, revisiter et défaire) qui permet de revenir à un niveau précédent dans le processus de résolution de problème et le rejouage qui permet de réutiliser un travail précédent dans un nouveau contexte.

Les chercheurs qui développent des systèmes présentant une visualisation de l'histoire interactionnelle pour les utilisateurs font l'hypothèse que cette présentation va permettre aux utilisateurs de prendre de la distance sur leur activité et susciter ainsi une activité sur l'activité.

7. Conclusion

Les traces d'interaction peuvent être produites suite à l'instrumentation du système informatique, afin de pouvoir mémoriser les actions de l'utilisateur effectuant une activité particulière. La forme la plus simple des traces d'interaction est le fichier log qui permet de reprendre de façon chronologique, l'ensemble des événements qui ont affecté le système informatique, et l'ensemble des actions qui ont résulté de ces événements. Par conséquent, ces fichiers ont été utilisés pour différents objectifs, allant de l'administration et la maintenance des systèmes/applications, jusqu'à l'évaluation des interfaces graphiques et l'étude des usages et du trafic sur le Web. Or, cette utilisation a trouvé ses limites à cause de la richesse des fichiers log en détails inutiles, de leur incomplétude, et de leur langage plus proche de celui des concepteurs que de celui de l'utilisateur. Ces inconvénients ont incité à repenser la problématique des traces, qui doivent refléter l'activité de l'utilisateur, à un certain niveau d'abstraction, tout en intégrant différentes sources de données (vidéo, audio, etc.), afin d'avoir une information complète.

L'idée de base consiste à collecter les traces des différentes sources, à les transformer par différentes techniques pour se rapprocher du langage de l'utilisateur, puis à les visualiser directement ou à les utiliser dans un assistant facilitant l'activité de cet utilisateur. Cela va, non seulement élargir le domaine d'utilisation des traces, mais également assurer une utilisation plus efficace, surtout dans l'étude de l'utilisation des systèmes/applications (l'analyse des traces), ainsi que dans la réutilisation de l'expérience des utilisateurs de ces systèmes (l'assistance à base de traces).

Chapitre 4

Un modèle d'aide au tuteur

1. Introduction

Contrairement à l'enseignement traditionnel, le suivi des apprenants est un problème qui apparaît très rapidement dans le domaine de l'enseignement à distance.

Dans une situation d'enseignement en présence, l'enseignant vit la séance, il peut observer les apprenants et se faire une idée de l'état d'avancement de chacun, des difficultés rencontrées, etc. L'évaluation peut être à la fois formelle et informelle, et elle s'opère de façon relativement évidente. De façon formelle, des tests, évaluations et contrôles, réguliers ou non, prévus ou non, permettent à l'enseignant d'évaluer les connaissances acquises par un apprenant sur un sujet déterminé. De façon informelle, la participation d'un apprenant durant les cours, l'observation de son intérêt et de son attention, sont autant de critères qui permettent de cerner un profil précis, afin de mieux penser la relation enseignant-apprenant.

Dans les structures d'enseignement à distance, l'observation de l'apprenant, au sens proprement visuel du terme, est rendue impossible par « l'absence de contact face-à-face entre l'enseignant et l'étudiant ». Le tuteur n'a donc pas connaissance de la façon dont les apprenants réalisent leurs activités ni des difficultés qu'ils rencontrent. La difficulté pour le tuteur distant est alors de pouvoir observer le comportement de l'apprenant et de définir le moment opportun pour intervenir auprès de lui. Par conséquent, l'analyse des interactions entre l'apprenant et son environnement d'apprentissage doit remplacer, en partie, l'observation informelle de son parcours.

Dans le but d'aider le tuteur à percevoir l'activité de l'apprenant et de le soutenir dans sa tâche d'apprentissage, nous visons à proposer des éléments de réponse, en mettant en place un modèle permettant à un tuteur de percevoir l'activité de l'apprenant utilisant un dispositif d'apprentissage à distance.

Nous voulons que ce modèle soit générique, c'est-à-dire indépendant de tout environnement d'apprentissage, de tout contenu pédagogique et des aspects techniques de l'environnement.

Nous commençons par présenter succinctement le modèle pour en donner une vue générale puis nous le décrivons plus en détails.

2. Soutien humain ou informatique ?

2.1. Un soutien informatique : les systèmes tuteurs intelligents STI

L'objectif initial des recherches autour des STI était de créer des systèmes informatiques capables de se substituer à l'enseignant humain pour assurer la conduite de la session tutorielle tout en s'adaptant à la démarche de l'apprenant. L'une des principales difficultés rencontrées par les chercheurs du domaine est de parvenir à construire, en machine, un modèle de connaissances de l'apprenant que le STI puisse utiliser pour s'adapter à l'apprenant et lui apporter tout le soutien nécessaire. Plusieurs principes de modélisation ont été proposés mais aucun ne s'est imposé réellement [Py, 1995], [Py, 1998], [Sison & Shimura, 1998]. D'autres modèles aussi ont vu le jour comme, par exemple, les modèles utilisant les réseaux bayésiens [Vanlehn & Martin, 1997][Gonzales & wuillemin, 1998] ou des sociétés d'agents [Leman & al 1996][Paiva, 1996] ou encore les modèles ouverts [Paiva & al, 1995][dimitrova & al, 1999][Morales & al, 2000].

La tendance actuelle est de procéder à l'observation de l'élève en situation, pendant l'activité. Le système infère le modèle à partir de la trace des situations [Broisin & al, 2006].

Par ailleurs certains chercheurs se positionnent clairement contre la tentative de modélisation de l'apprenant considérant que les conceptions de l'apprenant ne peuvent pas être modélisées en machine. Les chercheurs tendent à montrer que l'activité de l'apprenant n'est pas uniquement liée à ses représentations mentales mais qu'elle est située socialement et physiquement. L'apprenant n'élabore pas des plans d'actions immuables et préalables à l'activité, il les produit, les évalue et les modifie en cours d'actions [Lave & Wenger, 1991][Nardi, 1996]. Beaucoup de recherches doivent encore être menées pour améliorer les STI au niveau du contrôle et de la flexibilité de la modélisation efficace de l'apprenant. Tant que ces difficultés n'auront pas été surmontées, les STI ne pourront se substituer entièrement à l'enseignant humain.

2.2. Un soutien humain

Face aux difficultés rencontrées pour concevoir des STI, un tutorat humain peut être vu comme une réponse aux limites techniques. Monique Linard semble adhérer à ce point de vue, considérant que tous les avantages que peuvent apporter les technologies pour la mise à distance de cours et d'activités d'apprentissages interactives ne sont pas suffisants pour le soutien à l'apprenant « *sauf pour les individus experts dans un domaine, qui ont par définition dépassé ce stade et sont devenus autonomes, l'acte d'apprendre est toujours à réapprendre et il faudra toujours un fort accompagnement humain à l'instrumentation technique* » [Linard 2000]. D'un point de vue socio-constructiviste de l'apprentissage, il est aussi porteur d'une dimension supplémentaire et fondamentale : la relation sociale entre l'apprenant et l'enseignant. Ce lien est d'autant plus important (où il est le plus souvent minimisé) pour lutter contre la sensation d'isolement que peut éprouver l'apprenant du fait de son éloignement physique. Lise Desmarais a mis en évidence le rôle primordial joué par le tuteur humain pour la réussite des apprenants et en particulier ceux qui se trouvent dans une situation critique proche de l'abandon [Desmarais, 2000]. Les nombreuses discussions sur les listes des diffusions traitant du sujet montrent d'ailleurs que la tendance actuelle est de mettre le tuteur au premier plan et de lui redonner son caractère humain qui se trouve trop souvent dissimulé derrière les technologies.

3. Objectifs du travail

Notre premier objectif est de permettre au tuteur de percevoir l'activité de l'apprenant interagissant avec un environnement d'apprentissage à distance. A cette fin, on propose de présenter au tuteur un ensemble d'indicateurs qui décrivent deux niveaux d'analyse de l'interaction : *apprenant-dispositif de formation* et *apprenant-contenu pédagogique*. Pour ce faire, on va tout d'abord décrire les modalités d'interactions de l'apprenant et à partir de cela nous définirons les indicateurs pour lesquels on a opté.

Dans le but d'obtention des indicateurs qui servent de base pour la perception des activités des apprenants, nous proposons de mettre en place une architecture de traçage des interactions au niveau du dispositif de formation. Les composants de cette architecture seront décrits en détails dans la suite de ce chapitre.

Une fois que le tuteur a analysé la situation (en consultant les indicateurs mis à leur disposition), la littérature met en évidence le fait qu'il est en mesure d'agir auprès des apprenants.

4. Présentation du modèle

Notre proposition vise à résoudre le problème de la perception de l'activité de l'apprenant en décrivant un ensemble d'indicateurs qui représentent des informations extraites à partir de données (faits) que sont les traces.

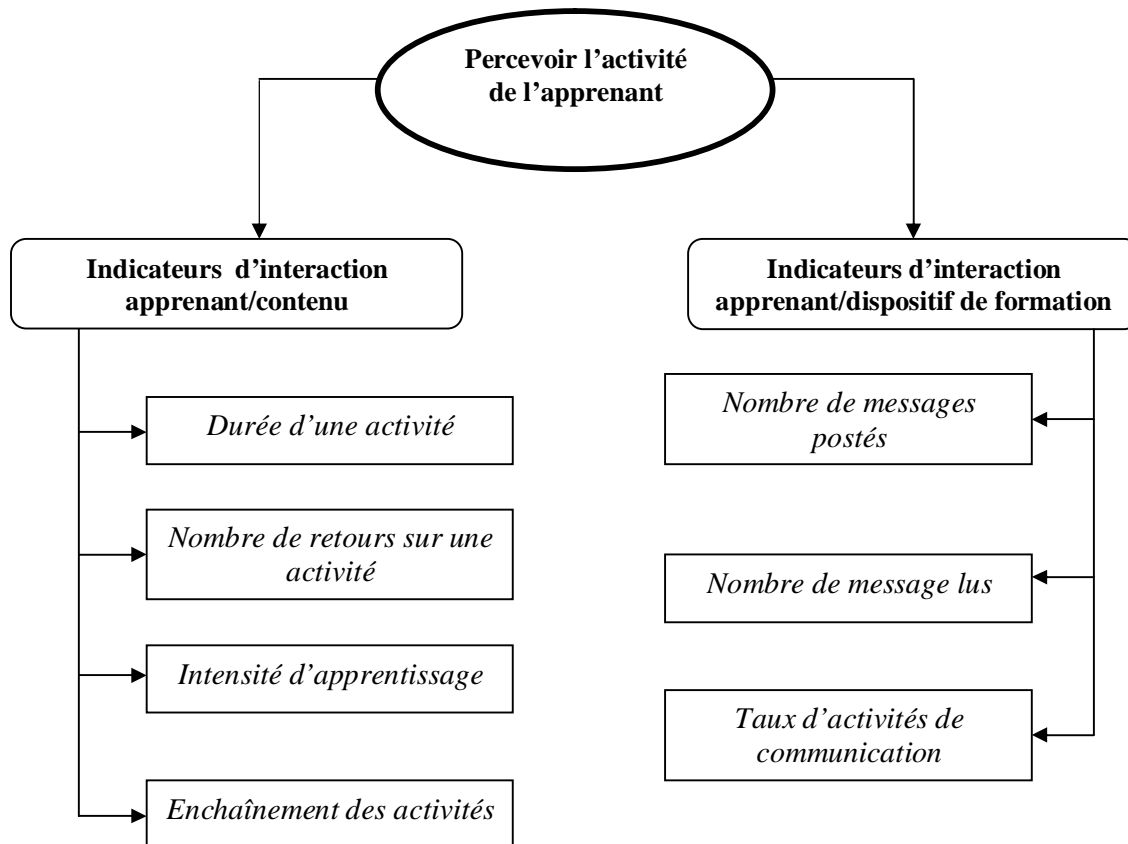


Figure 4.1 : Le modèle proposé

La figure 4.1 illustre le modèle proposé. La perception des activités des apprenants distants se base sur la définition d'un ensemble d'indicateurs. Cet ensemble d'indicateurs est défini dans le but de présenter au tuteur distant une vue sur l'activité ou la non-activité des apprenants suivis vis-à-vis du dispositif d'apprentissage.

5. Description détaillée du modèle proposé

Nous essayons maintenant de décrire plus en détails le modèle proposé.

5.1. Classification des activités de l'apprenant

Avant de décrire l'ensemble des indicateurs, on a prévu de classifier les activités que l'apprenant pourra exercer en interagissant avec son environnement d'apprentissage. Dans notre cas, on a limité les activités à observer aux seules activités/interactions de l'apprenant dans son environnement. Cela n'exclue pas l'existence d'autres activités qui peuvent avoir lieu hors de la plate-forme d'apprentissage (activités en local, navigation sur le web...).

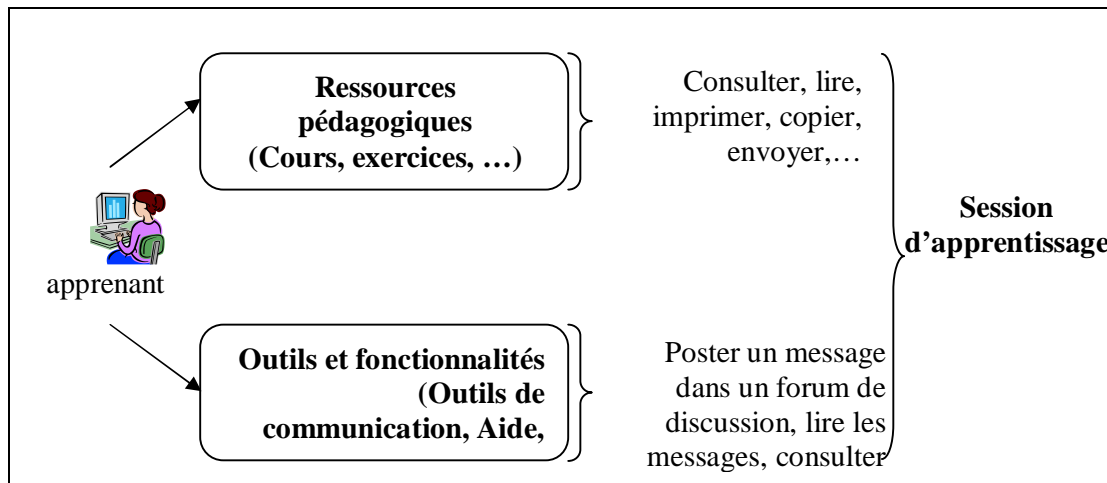


Figure 4.2 : Interaction de l'apprenant avec son environnement

En effet, on s'est basé sur la classification de Tricot [Tricot, 2000] qui a distingué l'analyse de l'interaction apprenant-système et l'analyse de l'interaction apprenant-contenu d'où on a : les interactions avec une ressource pédagogique (cours, exercices, scénario, etc.) et les interactions et utilisations des outils offerts par l'environnement d'apprentissage.

L'apprenant en interagissant avec un contenu pédagogique vise à atteindre un but spécifique. Il pourra par exemple consulter rapidement un support de cours, le lire attentivement, l'imprimer, etc. dans un but d'apprendre un concept, de comprendre une méthode ou bien de résoudre un exercice.

Dans le deuxième cas, l'apprenant utilise les outils offerts (forum, messagerie électronique,...) pour communiquer avec la communauté d'apprentissage : apprenants, groupes d'apprenants, formateurs, etc. dans le but de poser une question, de renforcer les liens sociaux avec les autres apprenants, de travailler en groupes dans une situation d'apprentissage collaboratif, etc.

A partir de cette classification, on décrira dans le paragraphe suivant un ensemble d'indicateurs qu'on a défini tout en spécifiant dans quels buts ils peuvent être utilisés.

5.2. Identification des indicateurs

En prenant en compte la classification obtenue précédemment, on distingue les indicateurs d'interactions apprenant-contenus des indicateurs d'interactions apprenant-fonctionnalités.

5.2.1. Indicateurs d'interactions apprenant-contenus

Dans ce qui suit, on définit un ensemble d'indicateurs issus des interactions de l'apprenant avec un contenu pédagogique. Par contenu pédagogique, nous entendons toutes les activités individuelles prévues dans un processus d'apprentissage : cours ou une partie de cours, exercices, simulations, tests, examens, etc. Donc pour pouvoir extraire ce type d'informations, l'environnement d'apprentissage doit être instrumenté dans le but de collecter des traces d'interactions pendant les connexions de l'apprenant.

- *Durée d'une activité* : le temps que l'apprenant met pour achever toute l'activité. Cette information sert à savoir si l'apprenant a respecté le délai recommandé par le tuteur. La durée d'une activité peut être calculée en sommant toutes les durées de connexions pour achever cette activité.
- *Nombre de retours sur une activité* : c'est le nombre de consultations de l'activité en totalité. Si une activité est revisitée au delà d'un seuil, cela exprime que l'apprenant trouve des difficultés pour l'achever ou la réussir (si c'est le cas pour plusieurs apprenants, cette activité doit être révisée). Cet indicateur peut être calculé en utilisant un nombre qui sera incrémenté à chaque retour sur cette activité.
- *Intensité d'apprentissage* : on définit cet indicateur par le nombre d'activités déclenchées/achevées pendant une session d'apprentissage. Il exprime l'intensité du travail de l'apprenant pendant une session d'apprentissage. Ainsi, lorsqu'un apprenant met fin à sa session d'apprentissage en n'ayant visité aucune page de contenu, nous concluons qu'il a fourni une intensité d'apprentissage nulle. Un apprenant ayant peu d'intérêt pour l'apprentissage, passera furtivement sur le contenu. Ceci donnerait un effort faible. Ainsi cette mesure permettrait au tuteur d'identifier les élèves qui n'ont pas été sérieux lors de la séquence.
- *Le chemin suivi par l'apprenant (enchaînement des activités)* : cet indicateur sert à décrire l'ordre d'effectuation des activités par l'apprenant. Une activité peut figurer

plusieurs fois dans le même chemin pendant une session d'apprentissage (au cas où l'apprenant revient sur cette activité plusieurs fois). Cet indicateur offre au tuteur une vue globale sur le parcours effectué par l'apprenant et lui facilite la tâche de comparaison avec un scénario préétabli.

5.2.2. Indicateurs d'interactions apprenants-fonctionnalités

La majorité des plateformes d'enseignement à distance offre des outils de communications tels que les forums de discussion, la messagerie instantanée (chat), les wikis, etc.

On va limiter les interactions apprenant-système à observer aux seules activités de communication. Ainsi on propose un ensemble d'indicateurs qui décrivent les activités de communication à l'aide des forums de discussion.

- Nombre de messages postés dans un forum de discussion par session d'apprentissage : on s'intéresse au nombre de messages postés mais non pas à leurs contenus. Ce nombre indique si l'apprenant préfère jouer la séquence pédagogique en communiquant avec ses collègues pendant une session d'apprentissage ou il préfère travailler individuellement. Le tuteur pourra par exemple établir une classification des apprenants, ceux qui peuvent s'intégrer et travailler en groupes, et ceux qui préfèrent le travail individuel.
- Nombre de messages lus (un apprenant qui consulte les messages postés dans un forum seulement sans en poster un est appelé lurker) : un apprenant consultant les messages d'un forum de discussion cherche peut être une réponse à une question.
- Taux d'activités de communication par session : comment l'apprenant partage son temps entre les activités d'apprentissage et les activités de communication ? Un apprenant passant un temps important à communiquer avec ses collègues peut indiquer qu'il trouve des difficultés à apprendre seul et qu'il préfère apprendre en discutant ou en échangeant des messages.

Par ailleurs, ces indicateurs peuvent aider les concepteurs de ces outils (chat, forum) à les améliorer.

On propose aussi comme indicateurs : les moments de connexion préférés, le nombre de sollicitations du tuteur.

- Les moments de connexion préférés : à partir de l'observation de l'apprenant pendant plusieurs sessions, on pourra conclure sur les moments (plages horaires où

l'apprenant est le plus souvent présent (en ligne) ; ceci donne la possibilité au tuteur d'intervenir auprès des apprenants directement pendant leur présence (tutorat synchrone).

- Le nombre de sollicitations du tuteur : Comptabiliser le nombre de sollicitations du tuteur pour un apprenant donné pendant les sessions précédentes peut aider le tuteur à classer les apprenants selon leur degré d'autonomie ; ceux qui sollicitent le tuteur le plus sont ceux qui trouvent des difficultés d'apprendre seuls, achever une activité, etc.

Nous admettons que le type d'intervention sur l'activité de l'apprenant dépend du type d'activité suivie. Dans notre cas, le soutien à l'apprenant ne peut être apporté que par un tuteur humain (cela n'exclue pas la possibilité d'intégrer une assistance informatique qui aide le tuteur tel qu'un système conseiller). Pour que le tuteur puisse intervenir auprès des apprenants, des fonctionnalités de communications doivent être mises en place. Le tuteur intervient sur demande explicite de l'apprenant (lui demandant une explication, une aide,...) ou il décide lui-même d'intervenir à la suite de sa perception de l'état de l'apprenant en question.

Lors de ses interventions, le tuteur est amené à établir des conversations avec les apprenants. Ces échanges peuvent être textuels, audiovisuels, les deux en même temps, synchrones ou asynchrones, etc. Selon la théorie des médias riches, la communication audiovisuelle est adaptée pour réduire l'ambiguïté alors que les médias écrits sont plus adaptés pour réduire l'incertitude relative à un contenu d'informations [Harvey et al, 1998]. En ce sens, ces deux modes de communication paraissent complémentaires. D'un autre côté, et partant des constats faits autour du projet [TOPASE] [Gaussens & al, 1997], sur le fait que le tuteur préfère répéter une explication individuelle plutôt que d'interrompre l'ensemble des apprenants pour intervenir auprès d'eux, nous nous limitons à des situations de communication point-à-point, c'est-à-dire que le tuteur ne s'adresse qu'à un seul apprenant à la fois. L'intervention sur l'activité de l'apprenant n'est pas détaillée car elle dépend de l'activité mise en place.

6. Système de traçage des interactions

Dans la section précédente, on a essayé de détailler le modèle proposé. On a décrit, à partir d'une classification des activités de l'apprenant, un ensemble d'indicateurs aidant le tuteur à percevoir l'activité de l'apprenant distant. Pour l'obtention de ces indicateurs, on va décrire dans ce qui suit, l'architecture d'un système de traçage des interactions de l'apprenant avec son

environnement. Une chaîne de traitements qui va de la collecte de traces jusqu'au calcul de ces indicateurs sera détaillée.

6.1. Architecture générale du système de traçage des interactions

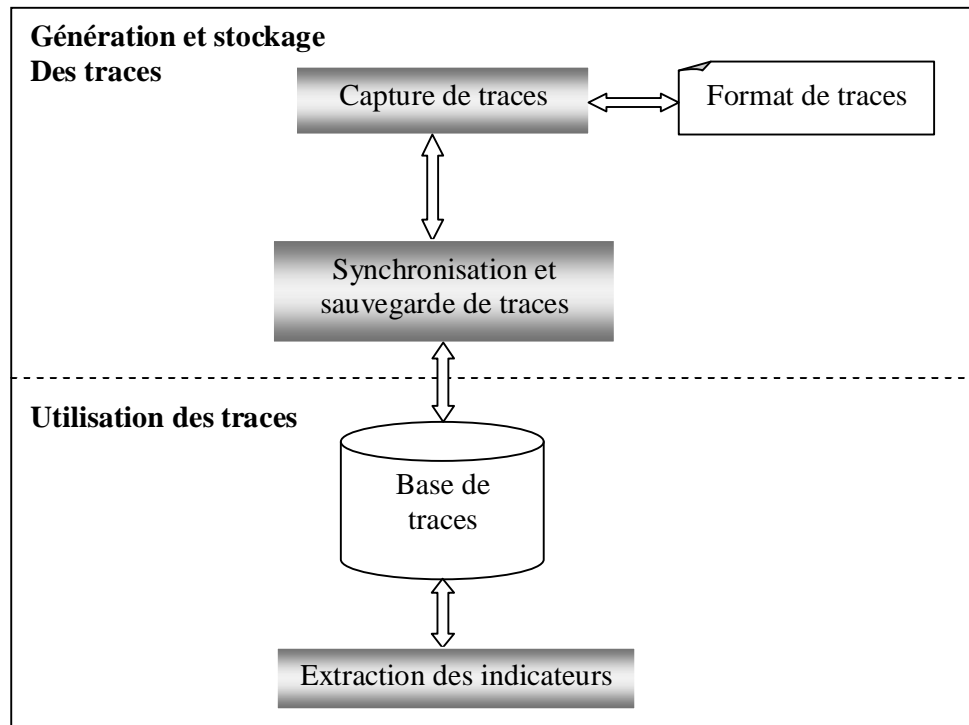


Figure 4.3 : Architecture du système à deux niveaux

Nous avons structuré l'architecture du système de traçage en deux niveaux :

- Niveau 1 « génération et stockage de traces » : l'observation des interactions de l'apprenant est assurée par ce niveau. En effet, la capture de traces d'activités s'effectue selon un format spécifique défini dans un fichier descripteur de ce dernier. En d'autres termes, la capture de traces doit respecter le format spécifié dans un fichier décrivant les données à prendre en considération lors de la capture. Avant d'être soumises à la base de traces pour être enregistrées d'une manière permanente, les traces doivent être synchronisées selon une base de temps commune.
- Niveau 2 « exploitation des traces » : nous avons une base de données qui contient toutes les traces générées par le premier niveau. Le calcul des indicateurs s'effectue en appliquant des règles sur le contenu de ces traces. Les indicateurs calculés vont être

destinés au tuteur pour l'aider à percevoir ce qui s'est passé avec les apprenants et éventuellement pour intervenir auprès d'eux.

6.2. Que faut-il observer et comment?

Notre objectif est d'observer les interactions de l'apprenant avec les activités pédagogiques fournies au niveau de la plateforme ainsi que les activités de communication qui s'établissent à l'aide des outils intégrés.

6.2.1. Observation instrumentée ou native ?

En effet, il existe deux approches générales permettant de récupérer des traces numériques :

- La première approche consiste à considérer que le fonctionnement logiciel de l'environnement informatique fournit « naturellement » (par construction) un enregistrement des interactions, qui peut être considéré comme trace d'utilisation d'un environnement dans le cadre d'une activité donnée. Dans ce cas, la démarche qui consiste à considérer les traces numériques d'utilisation de documents est une démarche d'utilisation des traces a posteriori, qui s'appuie sur une instrumentation native des systèmes, qui n'ont pas été conçus pour cela (fichier log).
- La seconde approche consiste à instrumenter spécifiquement l'observation des interactions pour récupérer une trace dont on aura défini a priori les constituants. La démarche est alors moins opportuniste et nécessite un travail logiciel non négligeable. Le fait d'instrumenter un environnement dans le dessein d'en tirer des traces d'utilisation implique que soit mise en place une observation de l'interaction, de l'activité, dont certains éléments, considérés comme pertinents seront tracés. Ces éléments (appelés observés) sont les constituants de la trace numérique générée par l'activité réalisée dans l'environnement par l'utilisateur.

L'étape de collecte de la trace première est cruciale, car la valeur de tout travail reposant sur des formes transformées ou dérivées de celle-ci dépend de sa qualité. Par "qualité", nous entendons surtout son exhaustivité dans les objets d'intérêt tracés et son grain.

Comme on a mentionné précédemment, on a opté pour la seconde approche d'où la collecte de traces s'effectue en respectant les spécifications définies dans un fichier de description des constituants de la trace.

6.2.2. Observation des interactions avec un contenu

D'après [Gebbers & Arnaud, 2004], Le suivi des apprenants reste un aspect peu traité dans les standards (IMS-LD : Instructional Management systems Learning Design, LOM : learning Object Metadata, SCORM, etc.) pour les contenus de formation : la prise en compte des interactions et le traitement des données qu'elles produisent représente un défi important.

Lorsqu'on procède à l'observation des interactions de l'apprenant avec une ressource pédagogique, deux contraintes s'imposent :

- La description des ressources pédagogiques : Les ressources pédagogiques (contenus) sont les activités conçues par le concepteur pédagogique. Une situation d'apprentissage (projet, étude de cas, résolution de problème) est un ensemble d'activités réalisées par un apprenant/groupe d'apprenants visant à atteindre un objectif spécifique. Les activités peuvent correspondre à la rédaction d'un document, la réalisation d'un QCM ou encore la recherche de solutions d'un problème. Lors de la conception de ces ressources pédagogiques, les concepteurs adoptent des spécifications offertes par des normes/standards tels que Dublin Core [Hillman, 2001]. D'une autre manière, les ressources pédagogiques sont décrites selon un modèle explicite qui peut être utilisé lors de l'observation de l'interaction avec une ressource. Par exemple les éléments suivants : l'identifiant de l'objet pédagogique, son titre, son type (exercice, figure,...), son niveau d'interactivité, les relations avec les autres objets pédagogiques (...est-requis-par..., ...est-une-partie-de...), le niveau de difficulté, sont des éléments descriptifs des ressources pédagogiques.
- Le niveau d'implication du tuteur : le problème d'implication du tuteur dans le processus de conception des ressources pédagogiques se pose. En supposant que le tuteur n'intervient que pour le suivi, il doit disposer alors d'une description détaillée des ressources pédagogiques pour pouvoir accomplir sa tâche de suivi. L'interface destinée au tuteur doit pouvoir communiquer par conséquent avec les fichiers descripteurs de ces ressources en vue d'affecter à chacune des activités observées les caractéristiques correspondantes. En fait la trace ne contiendra que l'identifiant de l'activité et à partir de cet identifiant l'accès aux caractéristiques sera possible. Nous visons par cela à donner la possibilité au tuteur de visualiser les caractéristiques d'une telle activité d'un côté et pour ne pas encombrer la trace avec des données inutiles d'un autre côté.

6.2.3. Observation des activités de communication

Les activités de communication sont multiples et ont de nombreuses modalités : l'apprenant peut poser une question au tuteur de façon synchrone, écrite (messagerie instantanée), orale et visuelle (audio et visioconférence) ou asynchrone (formulée par courriel). On s'intéressera au forum de discussion fourni par la majorité des plateformes d'apprentissage à distance.

En effet, les forums sont des outils de communication asynchrone destinés à favoriser l'apprentissage en groupe. L'utilisation d'une plateforme open source facilite la tâche de traçage des interactions au niveau des forums intégrés (cela dépend du choix de la plateforme d'expérimentation).

6.3. Format de la trace

Vu qu'on n'a pas spécifié les activités d'apprentissage à observer, nous décrivons dans la suite le format de trace indifféremment des activités d'apprentissage. Les activités peuvent être des activités de visualisation d'un contenu, de lecture d'un cours, de résolution d'exercices, etc.

Les catégories d'activités pour lesquelles on souhaite garder des traces sont de deux types : les activités de communication et les activités d'apprentissage.

La trace est constituée des données suivantes :

- Une trace ne peut décrire qu'une seule activité. Ainsi pour chaque activité déclenchée à un moment donné, correspond un seul fichier de trace et un seul apprenant.
- Une trace sera créée au moment où une activité est déclenchée, donc la trace doit contenir *le marqueur de début (date et heure)* qui correspond au moment de déclenchement de l'activité et peut être complété par le marqueur de la fin (*date et heure de fin*).

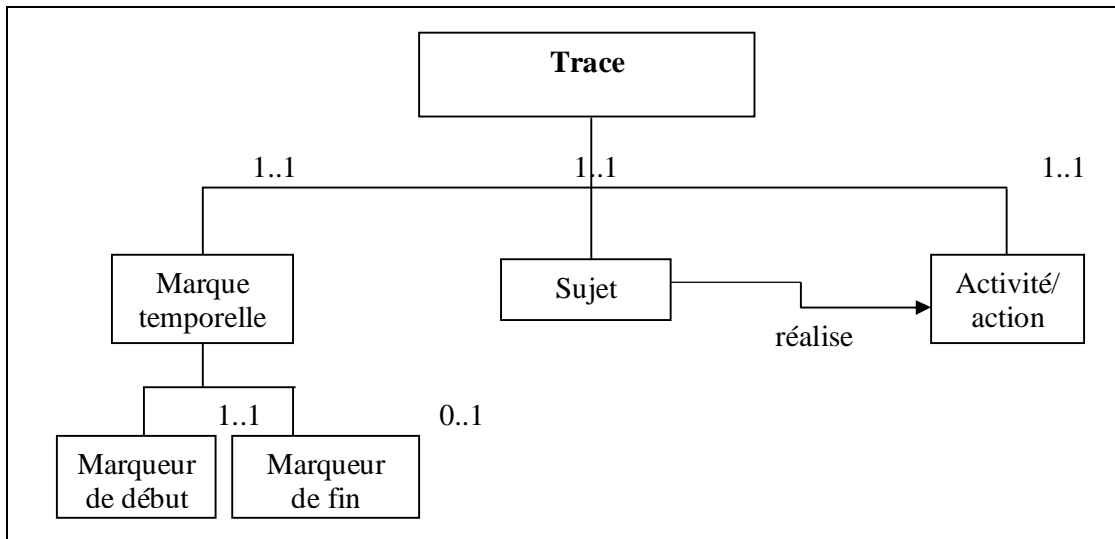


Figure 4.4. Format de la trace

Dans notre cas, les traces des activités des apprenants sont composées de deux parties : une partie qui représente les activités coté serveur qui sera capturée au moment de l'échange de requêtes entre le navigateur client et le serveur. L'autre partie représente les interactions dans le poste client qui est capturée lorsque l'apprenant utilise les ressources pédagogiques/fonctionnalités sans qu'il y ait appel au serveur (éditer un message, bouger scroll bar, etc.). On parle alors de traces d'activités et de traces d'actions.

Traces d'activités : Lorsque l'apprenant utilise une fonctionnalité de la plateforme qui nécessite l'interrogation du serveur, les capteurs de traces (côté serveur) gardent les traces de cette activité.

Trace d'action: Lorsque l'apprenant manipule des objets d'interactions pour réaliser des actions particulières, les capteurs (côté client) capturent les traces d'action et les «stockent» temporairement sur le poste client.

Dès qu'il y a une transition, les traces d'action sur le poste client sont soumises au serveur et synchronisées avec les traces d'activité sur le serveur avant d'être structurées et sauvegardées dans la base de traces.

6.4. Base de traces

Dans le chapitre précédent, on a présenté les différents formats qu'une trace peut prendre. La solution que nous avons retenue est celle d'une base de données relationnelle.

6.4.1. Le modèle entité-association

Nous avons modélisé notre base de traces en utilisant le modèle Entité-Association comme présenté dans la figure (4.5)

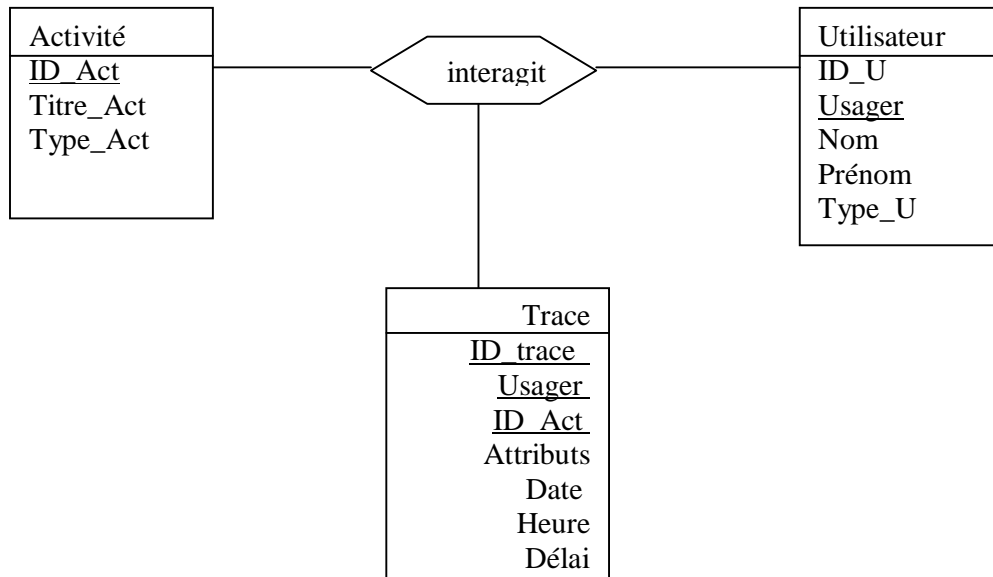


Figure 4.5 : Le modèle entité-association de la base de traces

Les traces obtenues sont bien structurées et peuvent être manipulées avec de simples requêtes.

6.4.2. Le dictionnaire de données de la base de traces

- **La table Utilisateur** : Contient des informations à propos des utilisateurs de la plateforme. Ces utilisateurs peuvent être des apprenants, tuteurs, administrateurs, etc.
 - ✓ **ID_U** : identifiant de l'utilisateur
 - ✓ **Usager** : S'il s'agit d'un membre qui s'est identifié sur la plateforme, Usager prend le login de l'utilisateur comme valeur. En fait, on ne s'intéresse qu'aux apprenants.
 - ✓ **Type_U** : les types d'utilisateurs de la plateforme (Administrateurs, tuteurs, apprenants...)

- **La table Activité** : contient les activités à tracer sur la plateforme (activités d'apprentissage et de communications)
 - ✓ **ID_Act** : Identifiant d'une activité
 - ✓ **Titre_Act** : Le nom de l'activité : exercice, QCM, poster un message, etc.

- ✓ **Type_Act** : Type d'une activité :
 - 0 : Interaction simple : ce type d'activité ne comporte pas d'actions sur le poste client,
 - 1 : Interaction composée : ce type d'activité a des sous étapes d'activités,
 - 2 : Sous étape d'une activité : ce type d'activité est une interaction coté Client.
- **La table Trace** : contient les informations essentielles de la trace (constituants de la trace). Les données de cette table sont construites au fur et à mesure.
 - ✓ **ID_trace** : Identifiant d'une trace
 - ✓ **Usager** : Clé étrangère de la table utilisateur
 - ✓ **ID_Act** : Clé étrangère de la table activité
 - ✓ **Date** : Date de la trace
 - ✓ **Heure** : Heure de la trace.
 - ✓ **Attributs** : les informations attachées à une activité (ces informations peuvent être des métadonnées de description de l'activité par exemple)
 - ✓ **Délai** : Temps d'une activité. Le temps est calculé en unité de temps (seconde). Tant que l'apprenant n'a pas quitté une activité vers une autre, le délai de l'activité en cours continue à évoluer jusqu'à mettre fin à cette activité.

On a évoqué dans la section précédente la notion de session d'apprentissage. Dans notre cas une session n'est pas identifiée à l'aide d'un identificateur, mais par contre on considère que la date de création de la trace correspond à cet identificateur, autrement dit, une session d'apprentissage correspond à la date de création de trace. Lorsqu'on dit par exemple « intensité d'apprentissage pendant une session », on vise à quantifier cette intensité pendant une journée.

6.5. Calcul des indicateurs

Nous avons modélisé notre base de traces à l'aide du modèle entité-relation. Nous pouvons manipuler facilement les traces avec de simples requêtes. Le calcul des indicateurs s'effectue en interrogeant cette base à l'aide d'un ensemble de requêtes. Nous donnons quelques exemples pour le calcul des indicateurs.

- *Durée d'une activité* :
 - le tuteur choisit l'apprenant ainsi que l'activité et la date;
 - Une requête est envoyée à la base de traces ;

- Refaire (Calcul des durées à partir des délais enregistrés dans la trace) tant qu'il existe des enregistrements (lignes) correspondant aux données entrées par le tuteur.
- *Nombre de retour sur une activité :*
 - Incrémenter (compteur \leftarrow compteur + 1) tant que l'activité choisie par le tuteur correspond à celle enregistrée pour un apprenant donné pendant une date donnée.

Remarque : Si le tuteur ne spécifie pas la date, tous les retours sur cette activité sont calculés pendant toutes les sessions.

- *Intensité d'apprentissage pendant une session :*
 - Le tuteur choisit l'apprenant ainsi qu'une date ;
 - Incrémenter (compteur \leftarrow compteur + 1) à chaque fois que le type d'activité correspond à une activité d'apprentissage.
- *Le chemin suivi par l'apprenant*

En fait, cet indicateur synthétise le parcours effectué par un apprenant pendant une session d'apprentissage. Le chemin est constitué d'un ensemble d'activités ordonnées selon leur apparition dans les traces enregistrées.

7. Scénario illustratif

Pour mieux simuler le fonctionnement de notre système, prenons un scénario illustratif :

- Un utilisateur X vient se connecter à la plateforme
- S'il s'agit d'un apprenant qui s'est identifié déjà, on procède au traçage de ses actions,
- L'apprenant clique sur le lien de « exercice1 »,
- Après avoir passé un certain temps, il passe au « support de cours1 », il met du temps pour le lire,
- Il utilise la barre de défilement jusqu'en bas pour le lire,
- Il revient encore sur l'exercice1 ...

ID_trace	Usager	Titre	Date	Heure	Délai	Attributs
115	App1	Connexion	18-12-2008	16:05:10	<i>Null</i>	Login=app1
116	App1	Afficher l'exercice1	18-12-2008	16:05:22	00:05:10	Id_act, auteur,...
117	App1	Afficher le cours1	18-12-2008	16:11:00	00:10:20	Id, auteur,...
118	App1	Bouger la barre de défilement en bas	18-12-2008	16:10:20	<i>Null</i>	Id_act
119	App1	Afficher l'exercice1	18-12-2008	16:22:00	00:12:03	Id_act, auteur

Figure 4.6. Structure du fichier de traces

L'indicateur « enchaînement des activités » sera visualisé comme suit :

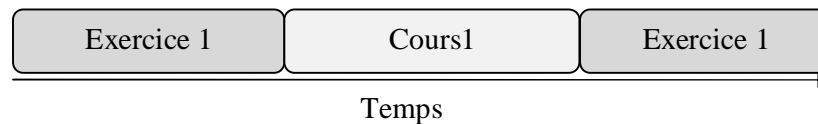


Figure 4.7. Indicateur « enchaînement des activités »

Cette visualisation indique bien le support de cours1 a aidé l'apprenant à réussir l'exercice1.

8. Eléments de spécification

Les plateformes de téléformations relèvent d'architectures informatiques différentes selon les évolutions et les avancées technologiques liées au web. Les architectures les plus répandues sont de type : client/serveur (aussi appelée 2-tiers), multi-niveaux, à base de composants, orientées service. On s'intéresse plus particulièrement à l'architecture client/ serveur pour démontrer la faisabilité de la mise en place des différents composants de notre architecture de traçage.

En effet, le client, généralement le navigateur web de l'utilisateur assure la partie présentation et fournit l'interface de commande. Le serveur est une machine très puissante en terme de capacité d'entrée-sortie, de calcul,...qui fournit des services à la machine cliente.

Selon la figure 4.8, l'utilisateur (l'apprenant) utilise le navigateur Web installé sur le poste client pour accéder à la plateforme. Toutes ses activités/interactions sont observées par les capteurs de traces côté client. Toutes ses traces sont temporairement sauvegardées sur le poste client avant d'être soumises au serveur.

Une fois les traces d'activités, côté client, soumises au serveur, elles sont synchronisées avec les traces sur le serveur, avant d'être finalement enregistrées dans la base de traces.

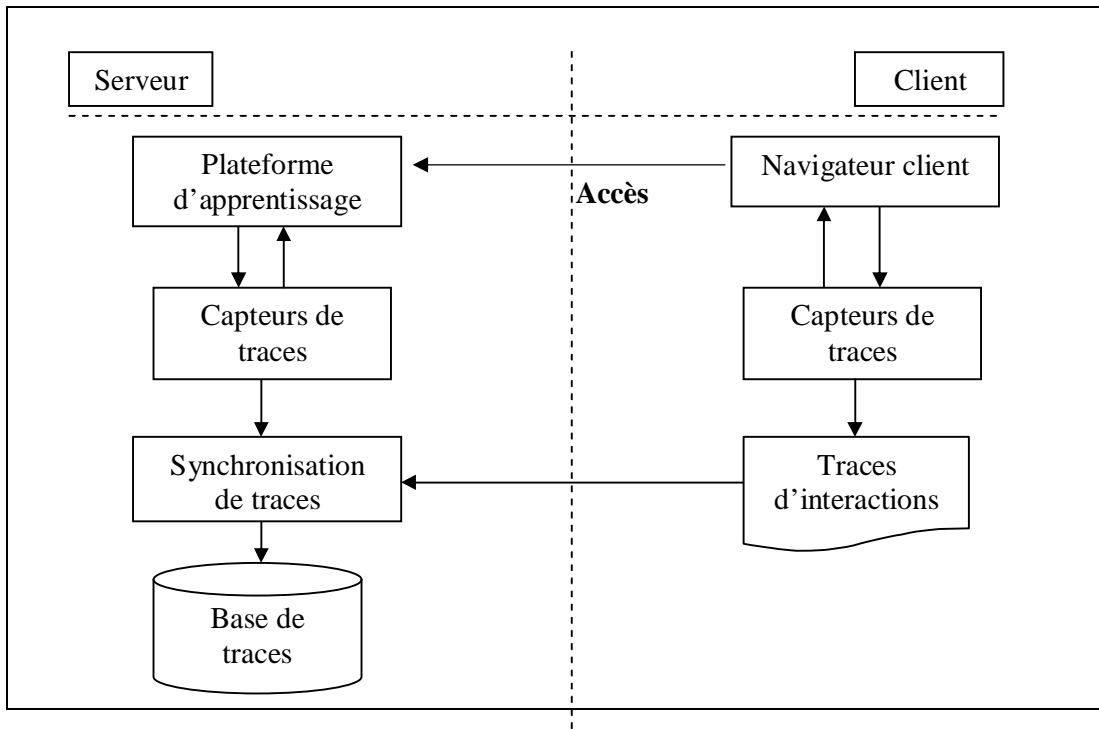


Figure 4.8. Illustration du processus de traçage côté serveur et côté client

Nous avons conclu au premier chapitre que les plateformes actuelles présentent des fonctionnalités très intéressantes. Il serait alors possible d'en choisir une et de l'adapter selon nos besoins (en terme d'interfaces, de ressources pédagogiques, de gestion des utilisateurs,...). Dans ce qui suit, nous présentons les possibilités offertes pour la validation de notre modèle. Nous explorons un cas concret pour la mise en place de notre architecture de traçage. Pour ce faire, nous étudions le cas de la plate-forme moodle, une plate-forme de formation Open Source.

Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) est une plate-forme ouverte de formation à distance mise à disposition librement en tant que logiciel Open Source, suivant la licence GPL (GNU Public License). C'est une plate-forme développée en langage PHP et qui est en constante évolution. Autour de son développement et de son utilisation, une communauté active nationale et internationale échange dans des forums et au cours de colloques (MoodleMoot).

Moodle étant une plate-forme ouverte, il est possible de développer de nouveaux outils pour les apprenants ou pour les tuteurs, de nouveaux blocs selon le terme utilisé par Moodle. Développer un bloc dans Moodle revient à développer une librairie PHP. Dans notre cas ce bloc doit être

capable de récupérer les informations sur l'activité des apprenants, de les enregistrer dans la base de données pour pouvoir l'interroger par la suite.

9. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons proposé un modèle d'aide au tuteur. Ce modèle est basé sur un ensemble d'indicateurs d'activités de l'apprenant dans son environnement. Nous avons ainsi détaillé chacun de ces indicateurs tout en précisant l'apport de chacun pour le tuteur. Après cela, on a pensé à introduire la notion de trace du fait qu'elle présente des données certaines sur l'activité de l'apprenant. On a pu concevoir une chaîne de traitement qui va de la capture de traces jusqu'à l'utilisation de celles-ci en extrayant les indicateurs pour lesquels on a opté.

Conclusion générale

Nous nous sommes intéressés dans ce travail de recherche au problème de la perception des apprenants dans un contexte d'apprentissage à distance. On a survolé, dans le premier chapitre, les spécificités liées à l'apprentissage à distance à travers une étude bibliographique portant sur les différentes terminologies ainsi que les choix existants quand aux dispositifs d'apprentissage. Nous avons pu conclure que les plateformes actuelles présentent des fonctionnalités très intéressantes (en terme d'outils : de gestion de la formation, de communication, de mise en place de ressources pédagogiques,...). Ceci nous a conduits à penser d'apporter plus de richesse à ces plateformes en leur intégrant de nouvelles fonctionnalités répondant aux différents besoins des acteurs d'apprentissage. De là, nous avons étudié dans le deuxième chapitre, le rôle que joue le tuteur dans une formation à distance. Les constats actuels affirment que les fonctions du tuteur sont très variées. Peu de travaux se sont orientés vers la conception et la mise en place de systèmes informatiques qui supportent les activités de tutorat à distance. On a cité à la fin du deuxième chapitre quelques environnements qui instrumentent les activités du tuteur. Néanmoins, les outils, dont le tuteur dispose actuellement, sont spécifiques à une situation d'apprentissage et dépendent aussi de la plateforme d'apprentissage choisie. D'autres part, et à travers une recherche bibliographique, nous avons constaté que la tendance actuelle est d'utiliser les traces issues de situation d'apprentissage. En effet, les traces numériques présentent des données concises et pertinentes quand à l'activité des apprenants. Les travaux sur les analyses de traces sont récents, nombreux et leur ensemble est pour le moment désordonné. La théorie de la trace (modèles de traces, méthodes d'analyse,...) est en évolution : plusieurs projets sont lancés à cet effet témoignant de l'importance qu'apporte l'utilisation des traces dans un contexte d'apprentissage instrumenté. Ceci, nous a incité à emprunter cette voie dans le but de fournir au tuteur, une aide à la perception de l'activité des apprenants distants. Pour cela, nous avons tout d'abord proposé un ensemble d'indicateurs d'apprentissage. Ces indicateurs sont des données de haut niveau visant à synthétiser l'activité de l'apprenant durant son interaction. L'obtention de ces indicateurs se base sur une architecture de traçage. Nous avons, ainsi, conçu une chaîne de traitement qui va de la collecte des traces jusqu'au calcul des indicateurs. Les différents composants de cette architecture ont été détaillés. On a explicité aussi notre choix quand au format de la trace ainsi que la base de traces.

Nous envisageons comme perspectives:

- D'élargir notre modèle de manière à couvrir plus de données sur son état cognitif et psychopédagogique.

- De s'orienter vers le tutorat artificiel
- De valider le modèle, en développant les différents composants de l'architecture proposée et de l'évaluer dans un contexte spécifique (simulation pédagogique...).

Bibliographie

- Abrioux, 1985** Dominique Abrioux, « les formules d'encadrement », *le savoir à domicile : pédagogie et problématique de l'enseignement à distance*, F. Henri and A. Kaye (EDs.), presses de l'université du Québec, Sainte-Foy, Québec, 1985, pp 179-203.
- Arana & al, 2003** Arana J., Hassas S., Prié Y. (2004) MAZETTE: Multi Agent MUSETTE for Sharing and Reusing Ontologies. In WOSE Workshop on Ontologies, Semantics, and E-learning, LNCS 3292, oct 2004.
- Ardissono & al, 1999** Ardissono L., Barbero C., Goy A, and Petrone G.. An agent architecture for personalized web stores. In Proc. 3rd Int. Conf. On Autonomous Agents, pp. 182–189, Seattle, WA, 1999.
- Arnaud, 2004** Arnaud, M. Problématique de la normalisation pour la formation en ligne. Colloques normes et standards éducatifs, 26 mars 2004, Lyon France.
- Auvergne & Carrey, 2004** Auvergne, J.-F., Carrey, J.-C. (2004). Tutorat et autonomie de l'apprenant en FOAD/internet. Colloque TICE Méditerranée, Nice, France, p. (en ligne).
- Bachimont, 2004** B. Bachimont. "Pourquoi n'y a-t-il pas d'expérience en ingénierie des connaissances ? ". Actes de la conférence (IC2004) , pp. 55-64, Lyon, 2004.
http://www.utc.fr/~bachimon/Publications_attachments/CrozatBachimontRI32004.pdf
- Beacco & al, 1999** Beacco, J.-C., M., G., Gueye, O., Teutsch, P., Tauzer-Sabatelli, F. (1999). Enseigner à distance le français comme langue étrangère : Principes pour l'élaboration d'un environnement d'apprentissage numérique et interactif intégré : CROISIERES ". Deuxièmes Entretiens Internationaux sur l'Enseignement à Distance, CNED Poitiers Futuroscope, p. 209-217.
- Benadi, 2003** Benadi, M. D. construction d'environnements de télé-expérimentation. DEA Informatique et systèmes coopératifs pour l'entreprise. Lyon :INSA de Lyon, 2003, 30p.
- Benailly & al, 2000** Benailly, M., Blandin, B., Burriel, C., Carre, P., Choplin, H., Coulon, A., Jezegou, A., Landry, P., Langouet, T., Lebatteux, B., Lepineux, C., Morin, P., Paquelin, D., Tetart, M., Weidenfeld, G. (2000). Formations Ouvertes et à Distance, L'accompagnement pédagogique et organisationnel. Conférence de Consensus, Chasseneuil, p. 1-17
- Broisin & al, 2006** Broisin J., Vidal P., Sibilla M., A management framework for tracking user activities in a web-based learning environment based on a model driven approach. Dans: educational multimedia, hypermedia & telecommunications (EDMEDIA

2006), Orlando, AACE, juin 2006.

- Bruillard & al, 2000** Bruillard, E. Delozanne, E. Leroux, P. Delannoy, P. Dibourg, X. Jacoboni, P. Lehuen, J. Luzzati, D. , Teutch, P. Quinze de recherche informatiques sur les sciences et techniques éducatives au LIUM. Revue Sciences et Techniques Educatives, 2000, Vol. 7, pp. 87-145.
- Champin & al, 2004** Champin P.A., Prié Y., Mille A., « MUNETTE: a Framework for Knowledge Capture from Experience», EGC'04, Clermont Ferrand, France, 2004.
- Champin & al, 2003** Champin P.-A., Prié Y., Mille A. (2003) Musette: Modeling USEs and Tasks for Tracing Experience. In WS5: From Structured Cases to Unstructured Problem Solving Episodes For Experience-Based Assistance at ICCBR'03, NTNU, Trondheim, Norway, June 2003, pp. 279-294
- Charlier & al, 1999** Charlier, Daele, Docq, Lebrun, Lusalusa, Peeters, Deschryver (1999). Tuteurs en ligne : quels rôles, quelle formation? Deuxièmes Entretiens internationaux sur l'enseignement à distance, CNED, Poitiers, France, p. 337-345.
- Cram, 2007** D. Cram."Visualisation de Traces : Application aux Traces Réflexives d'eLycée". Rapport de stage, laboratoire IIRIS, février 2007.
- Chasseneuil, 2000** Chasseneuil, C. D. Formation Ouverte et A Distance. L'accompagnement pédagogique et organisationnel. Conférence de consensus, 27,28 et 29 Mars 2000.
- Daele & Docq, 2002** Daele, A., Docq, F. (2002). Le tuteur en ligne, quelles conditions d'efficacité dans un dispositif d'apprentissage collaboratif à distance ? Communication au colloque de l'AIPU (Association Internationale de Pédagogie Universitaire), Louvain-la-Neuve, Belgique.
- De Lièvre, 2005** De Lièvre, B. (2005). La qualité du tutorat : la complémentarité de la rigueur et la diversité. *Colloque Euro Méditerranéen et Africain pour l'Approfondissement de la Formation à Distance « l'usage des TIC pour l'enseignement, la formation et l'apprentissage- retour d'expériences »*, Université de Bejaia, Algérie.
- Denis & al., 2004** Denis B., Watland P., Pirotte S., Verday N., "Roles and Competencies of the e-Tutor (Learn Nett project)", Networked Learning Conference, England, UK, 5-7 avril 2004.
- Denis, 2003** Denis, B. (2003). "Quels rôles et quelle formation pour les tuteurs intervenant dans des dispositifs de formation à distance ?" Distances et savoirs vol. 1(1), p. 19-46.
- Desmarais, 2000** Lise Desmarais, « La persévérance dans l'enseignement à distance : une étude de cas », Apprentissage des Langues et Systèmes d'Informations et de Communication, Vol 3, n°1, 2000.

- Després & Coffinet 2004** Després, C., Coffinet, T. (2004). Reflet, un miroir sur la formation. TICE, Compiègnes, France, p. 19-24.
- Després, 2001** Després C. (2001). Modélisation et Conception d'un Environnement de Suivi Pédagogique Sychrone d'Activités d'Apprentissage à Distance, Thèse de Doctorat. Université du Maine, Le Mans.
- D'Halluin & al, 2003** D'Halluin, C., Biolluz, A., Bourguin, G., Hoogstoël, F., Loonis, M., Réthoré, S., Vanhille, B., Viéville, C. (2003). Usage d'un environnement médiatisé pour l'apprentissage coopératif. Lille, 189 p.
- Dimitrakopoulou & Bruillard, 2006** Dimitrakopoulou A. Bruillard E. (2006). Enrichir les interfaces de forums par la visualisation d'analyses automatiques des interactions et du contenu. STICEF.
- Dimitrakopoulou, 2004** 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.
- Dimitrova & al, 1999** Vania Dimitrova, John Self, Paul Brna, " The interactive Maintenance of Open Learner Models", The 9th International Conference on Artificial Intelligence in Education, S. P. Lajoie and M. Vivet (Eds), IOS Press, July, 1999, Le mans, France.
- Dufresne & al, 2003** Dufresne A., Basque J., Paquette G., Léonard M., Lundgren-Cayrol K., Prom Tep S., « Vers un modèle générique d'assistance aux acteurs du téléapprentissage », STICEF, vol. 10, 2003, p. 57-88.
- Faerber, 2004** Faerber R. (2004) Caractérisation des situations d'apprentissage en groupe. Article de recherche volume 11, 2004. Laboratoire des sciences de l'éducation, Université Louis Pasteur Strasbourg 1(2004).
- Fessakis & al, 2004** Fessakis G., Petrou A., Dimitracopoulou A. (2004) Collaboration Activity Function: An interaction analysis' tool for Computer Supported Collaborative Learning activities, In 4th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2004), August 30 - Sept 1, 2004, Joensuu, Finland
- Gabner & al, 2003** Gabner K., Jansen M., Harrer A., Herrmankk K., Hoppe U. (2003), Analysis methods for collaborative models and activities, In (Ed) U. Hoppe, Computer Support for Collaborative Learning: Designing for Change in Networked Learning Environments, CSCL 2003 congress: 14-18 June 2003, Bergen, Norway.
- Gagné & al, 2001** Gagné, P. Béjin, J. Laflaquière, L. Léveillé, P. Provencher, L. (2001).

- « L'encadrement des études à distance par des personnes tutrices : qu'en pensent les étudiants ? ». *Conseil Québécois de la formation à distance, la revue des distanceS* vol. 5(1), P. 51-83.
- Gaussens & al, 1997** David Gaussens, Robert Parise, Nadine Vigouroux, Jean-Paul Denier, « Expérimentation pour la conception d'un médiaspace de téléformation », Interaction Homme-Machine (IHM), Cépaduès, 10-12 Septembre 1997, Poitier, France, pp 197-173.
- Gebers & Arnaud, 2004** Gebers, E., Arnaud, M. (2004). "Standards et suivi des apprenants. Possibilités offertes pour le suivi des activités des apprenants par les standards du e-learning." *Distances et savoirs* vol. 2(4), p. 451-485.
- Glikman, 1999** Glikman, V. (1999). Fonction tuteur ? Du vocabulaire aux modèles de mise en œuvre. Deuxièmes entretiens internationaux sur l'enseignement à distance, CNED, Poitiers, France, p. 337-345.
- Gonzales & wuillemin, 1998** Christophe Gonzales, Pierre-Henri Wuillemin, "Réseaux bayésiens en modélisation d'utilisateurs », *Sciences et techniques Educatives*, Vol 5, n°2, 1998, pp 173- 198.
- Gounon, 2005** Gounon, P. (2005). Encadrement d'apprenants à distance - Étude du soutien informatique à la conception d'une Formation En Ligne fondé sur un modèle d'organisation du tutorat. Thèse de doctorat, Université du Maine, Le Mans, France, 300 p.
- Gounon & al. 2004** Gounon, P., Leroux, P., Dubourg, X. (2004). "Proposition d'un modèle de tutorat pour la conception de dispositifs d'accompagnement en formation en ligne." *Revue Internationale des Technologies en Pédagogie Universitaire* (numéro spécial : L'ingénierie pédagogique à l'heure des TIC) vol. 1(3), p. 14-33.
- Greenberg & Witten, 1988** Greenberg, S., Witten, I.H. (1988). How Users Repeat Their Actions on Computers: Principles for Design of History Mechanisms. In: Soloway, E., Frye, D., Sheppard, S. B. (Eds) *Proceedings of the ACM CHI 88 Human Factors in Computing Systems Conference*. June 15-19, 1988, Washington, DC, USA. pp.171-178.
- Guéraud, 2005** Guéraud, V. (2005). Approche Auteur pour les Situations Actives d'Apprentissage : Scénarios, Suivi et Ingénierie. Habilitation à Diriger des Recherches en informatique de l'Université Joseph Fourier - Grenoble I, France, 22 octobre 2005, 130 p.
- Guéraud & al, 2004** 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 : Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Education et la Formation*. 11: p. 109-164.
- Gueye, 2005** Gueye, O. (2005). Instrumentation des activités du tuteur en ligne

- le cas de CROISIERES, dispositif de Formation Ouverte et à Distance en langues. Thèse de doctorat, Université du Maine, Le Mans, France, 365 p.
- Guibal & al, 2004** J. Guibal F. Castex, L. Salhi. Du présentiel à la formation ouverte et à distance : transformation réussie pour une formation diplômante en biotechnologie. Colloque international TICE Méditerranée 2004, Novembre 2004.
- Harrer & al, 2003** Harrer A., Vetter M., Thür S., Brauckmann J (2003). <http://www.rhodes.aegean.gr/itee/kaleidoscope-ia/publications.htm>
- Harvey & al, 1998** Léon Harvey, marie Beaulieu, Bernard Demers, Julie Proulx, « L'enseignement synchrone multimédiatisé à distance : Vidéoconférence, Internet ou de retour à la classe régulière ? », DistanceS, Vol 2, n°2, 1998, pp 27-48.
- Hillman, 2001** Hillman D., Guide d'utilisation du DublinCore 2001, <http://www.bibl.ulaval.ca/DublinCore/usageguide-20000716fr.htm> (document consulté en septembre 2008)
- Hotte & al, 2003** Hotte R., Leroux P., « Technologies et formation à distance », STICEF, vol. 10, 2003, p. 9-28.
- Hulshof, 2004** Hulshof C.D. (2004). Log file analysis. Encyclopedia of Social Measurement. <http://www.rhodes.aegean.gr/itee/kaleidoscope-ia/publications.htm>
- Jacquinet, 1998** Jacquinet, G. (1998). Le tutorat dans la FAD. Nouvelles Technologies pour la formation (Cours sur Internet donné dans le cadre de RESAFAD)
- Jermen & al , 2001** Jermann P., Soller A., Muehlenbrock M., From Mirroring to Guiding: A Review State of the Art Technology for supporting Collaborative Learning. Proceedings of the First European Conference on Computer-Supported Collaborative Learning, 2001.
- Kaye & Henri, 1985** France Henri, Anthony Kaye, « le savoir à domicile », presses de l'université du Québec, 1985, 369 page.
- Keegan, 1996** Keegan, D. Foundations of Distance Education. Routledge studies in Distance Education, 1996.
- Laflaquière & al, 2005** J. Laflaquière, P.A. Champin, Y. Prié et A. Mille. "Approche de modélisation de l'expérience d'utilisation de systèmes complexes pour l'assistance aux tâches de veille informatiquement médiées". In Conférence ISKO-France 2005, INIST/CNRS Nancy. avril 2005
- Laflaquière, 2003** J. Laflaquière et Y. Prié. "Modélisation d'utilisation de système

- pour une assistance à base de trace : une application de MUNETTE à la tâche de veille documentaire". In Workshop Traces, interactions, co-constructions collectives et relations à la cognition, AS CoMETE, Paris. décembre 2003.
- Laperrousaz & Teutsch, 2003** Laperrousaz, C., Teutsch, P. (2003). Un compagnon logiciel capable de dialoguer. Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, Strasbourg, France, p. 283-294.
- Lave & Wenger, 1999** Jean Lave, Etienne Wenger, "Situated Learning: Legitimate peripheral participation", Cambridge University Press, 1999.
- Leman & al, 1996]** Stéphane Leman, Pierre Marcenac, Silvain Giroux, « Un modèle multi-agents de l'apprenant » Sciences et techniques éducatives, Vol 3, n°4, 1996, pp 464-483.
- Linard, 2000** Monique Linard, "L'autonomie de l'apprenant et les TIC", 2ème journée réseaux humains/ réseaux technologiques: Présence à distance, 24 Juin 2000, Poitiers, France.
- Marcos et al, 2005** Marcos J. A., Martinez A., Dimitriadis Y. (2005), Towards adaptable interaction analysis tools in CSCL. AIED'05 workshop on "Representing and Analyzing Collaborative Interactions". AIED2005, Amsterdam.
- Martinez & al, 2003** Martinez A., Dimitriadis Y., De La Fuente P., (2003), Contributions to analysis of interactions for formative evaluation in CSCL, Chapter in book "Computers and education. Towards a lifelong learning society (editors: M. Llamas, M.J. Fernandez, L.E. Anido), Kluwer Academic, 227-238
- Mbala-Hikolo, 2003** Mbala-Hikolo, A. Analyse, conception, spécification et développement d'un système multi-agents pour le soutien des activités en formation distance, Thèse de doctorat en informatique et automatique. Université de France-comté, 2003, 302 pages.
- Metzger, 2004** Metzger, J.-L. (2004). "Devenir enseignant en ligne : entre surcharge et isolement." Distances et savoirs vol. 2(2-3), p. 335-356.
- Michel, 2005** C. Michel, Y. Prié et L. Graët. "Construction d'une base de connaissance pour l'évaluation de l'usage d'un environnement STIC". In 17ème conférence sur l'Interaction Homme-Machine (IHM'05), International Conference Proceedings Series, ACM Press, ISBN 1-59593-192-9, Toulouse, France. septembre 2005.
- Mille, 2006** A.Mille et Y. Prié. "Une théorie de la trace informatique pour faciliter l'adaptation dans la confrontation logique d'utilisation/logique de conception". in 13eme Journées de Rochebrune - Traces, Enigmes, Problèmes : Emergence et construction du sens - Rencontres interdisciplinaires sur les systèmes complexes naturels et artificiels, 12 pp, 2006.

- Morales & al, 2000** Rafael Morales, Helen Pain, Tom Conlon, "Understandable Learner Models for a Sensorimotor Control Task", 5th International Conference on Intelligent Tutoring Systems, G. Gauthier, C. Frasson and K. Vanlehn (Eds.), Springer-Verlag, June 19-23, 2000, Montréal, Canada, pp 222-231.
- Moriyón & Mora, 2001** Moriyón, R., Mora, M. A. (2001). Collaborative Analysis and Tutoring: The FACT Framework. ICALT'01, Madison, WI, USA, p. 82-85.
- Nardi, 1996** Bonnie A. Nardi, "Context and Consciousness, Activity Theory and Human-Computer Interaction", The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1996.
- Ollagnier-Beldame M, 2006** Ollagnier-Beldame M., Traces d'interactions et processus cognitifs en activité conjointe : Le cas d'une co-rédaction médiée par un artefact numérique. Rapport de thèse en sciences-cognitives de l'Université Louis Lumière Lyon 2, 2006.
- Paiva, 1996** A. Paiva, « Learner Modeling Agents », European Conference on Artificial Intelligence in Education, A. P. Paul Brna, John Self (Ed.), 30/09-02/10 1996, Lisbon, Portugal, pp 262-268.
- Paiva & al, 1995** A. Paiva, J. Self, R. Hartley, " Externalising Learner Models", World Conference on Artificial Intelligence in Education, J. Greer (Ed.), Association for the Advancement of Computing in Education, August 16-19, 1995, Washington, DC, pp 509-516
- Paquette, 2002** Paquette, G. (2002). L'ingénierie pédagogique. Pour construire l'apprentissage en réseau. 2002, Québec, Presses de l'Université du Québec.
- Paquette & al, 1996** Gilbert Paquette, C. Ricciardi-Rigault, C. Paquin, S. Liégeois, E. Bleicher, « Developping the Virtual Campus Environment », ED-Media International Conference, June 1996, Boston, USA.
- Plaisant & al, 1999** Plaisant, C., Rose, A., Rubloff, G., Salter, R. & Shneiderman, B. (1999). The Design of History Mechanism and Their Use in Collaborative Educational Simulations, in Proceedings of the Computer Support for Collaborative Learning, pp. 348-359, Palo Alto, CA.
- Pernin, 2005** Pernin J-P., CSE, UN modèle de traitement de traces. Rapport interne de recherche CLIPS-IMAG 2005.
- Pionnier, 2004** A. Pionnier, P. Champollion. Première approche de la construction du processus qualité dans les sites web interculturels. Colloque international TICE Méditerranée 2004, Novembre 2004.
- Py, 1998** Dominique Py, « Quelques méthodes d'intelligence artificielle pour la modélisation de l'élève », Sciences et techniques éducatives, Vol 5, n°2, 1998, pp 123-140.

- Py, 1995** Dominique Py, « Modélisation du diagnostic en EIAO », Journée EIAO de Cachan, Eyrolles (Ed.), Cachan, pp 185-195.
- Riccardo & Dimitrova, 2004** Riccardo M., Dimitrova V. (2004). Visualising Student Tracking Data to Support Instructors in Web-Based Distance Education. In: 13th International World Wide Web Conference (WWW 2004) - Alternate Educational Track. 2004 May 17-22. pp.154-161.
- Rose & al, 2000** Rose, A., Salter, R., Keswani, S., Kositsyna, N., Plaisant, C., Rubloff, G. & Shneiderman, B. (2000). Simulation based learning environments and the use of learning histories. Paper presented at the CHI 2000 Conference, The Hague, The Netherlands.
- Rouissi, 2003** S. Rouissi C. Michel. E-learning : normes et spécifications. étude des spécifications lom et ims-qtj caractérisant des documents numériques inter-échangeables et réutilisables pour l'acquisition et l'évaluation des connaissances. la Revue Document Numérique, numéro spécial sur les nouvelles facettes du document électronique dans l'éducation, mai 2003.
- Roussel & al, 2006** ROUSSEL N., TABARD A., LETONDAL C. (2006). All you need is log. WWW 2006 Workshop on Logging Traces of Web Activity: The Mechanics of Data Collection, 4 pages.
- Settouti, 2007** L. S. Settouti, Y. Prié, J. C. Marty et A. MILLE. "Vers des Systèmes à Base de Traces modélisées pour les EIAH". Article soumis à STICEF- Analyse des traces d'utilisation dans les EIAH. 2007.
- Settouti, 2006a** L. S. Settouti, Yannick Prié, Alain Mille et Jean-Charles Marty. "Systèmes à base de traces pour l'apprentissage humain", In TICE 2006, Toulouse, 8 pp
- Settouti, 2006b** L. S. Settouti. "Un cadre théorique pour l'exploitation des traces : Systèmes à Base de Traces, état de l'art et proposition". Rapport de recherche, laboratoire LIRIS, équipe SILEX. 2005-2006.
- Szilas & Kavakli, 2006** Szilas, N., Kavakli, M. (2006). PastMaster@Storytelling: A Controlled Interface for Interactive Drama, In Proceedings of IUI 2006: International Conference on Intelligent user Interfaces, CSIRO ICT Centre, Macquarie University, Sydney, Australia, 29 January to 1 February, pp288-290.
- Simard, 2002** Simard, C. Normalisation de la formation en ligne, Enjeux, tendances et perspectives, Universitaire de la francophonie, Bureau Amérique du Nord, (NordSud.org), février 2002, 52p.
- Sison & Shimura, 1998** Raymund Sison, Masamichi Shimura, « Student Modeling and Machine Learning », International Journal of Artificial Intelligence in Education, Vol 9, n°1-2, 1998, pp 128- 158.
- Tauscher &** Tauscher, L. & Greenberg, S. (1997). How People Revisit Web

- Greenberg, 1997** Pages: Empirical Findings and Implications for the Design of History Systems. International Journal of Human Computer Studies, Special issue on World Wide Web Usability, 47(1). p97-138, Academic Press.
- Tchounikine & al , 2004** Tchounikine, P. Baker, M. Belacheff, N. Baron, M. Derycke, A. Guin, D. Nicaud, J-F. Rabardel, P. Platon, I : Quelques dimensions pour l'analyse des travaux de recherche en conception d'EIAH, Département STIC du CNRS. Rapport d'action spécifique du CNRS, 2004, 19p.
- Tricot, 2000** Tricot A., « L'analyse des activités cognitives des apprenants dans les environnements hypermédias : méthodes, résultats ». Journée Recherches sur l'Enseignement Scientifique Supérieur et T.I.C.E. Université Paris-Sud.]
- Vanlehn & Martin, 1997** Kurt Vanlehn, Joel Martin, "Evaluation of an assessment system based on Bayesian student modeling", International Journal of Artificial Intelligence in Education, Vol8, n°1, 1997, pp 179-221.
- Varlamis & Apostolakis, 2006** Varlamis, I. Apostolakis, I., The present and future of standards for E-learning Technologies. Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects, 2006, Vol. 2, pp. 59-76.
- Visser, 2000** Visser, L. Visser. Y. L. (2000). « Perceived and Actual Student Support Needs in Distance Education". The Quaterly Review in Distance Education Vol. 1(2), p. 109-117

Webographie

[Educnet] Cité dans Educnet : le site du ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche dédiée à la généralisation des TICE. Disponible sur <http://www.educnet.education.fr/superieur/glossaire.htm> , (consulté le 30 octobre 2008).

[TOPASE] TOPASE, Téléformation Avancée pour l'Aéronautique et l'Espace. <http://www.laas.fr/topase>

- [1] <http://www.efcformation.com> .
- [2] <http://www.toutapprendre.com> .
- [3] <http://www.legendreontheweb.com>
- [4] <http://www.elearningeuropa.info>
- [5] <http://thot.cursus.edu/rubrique.asp?no=24735>
- [6] <http://wims.unice.fr> .
- [7] <http://www.atutor.ca/index.php>
- [8] <http://www.claroline.net> .
- [9] <http://www.blackboard.com>
- [10] <http://www.dokeos.com>
- [11] <http://www.anemalab.org/ganesha>

[12] <http://www.moodle.org>

[13] <http://www.aicc.org>

[14] Learning Technology Standards Committee (LTSC) P1484.12.1-2002
Learning Object Metadata Working Group, « Draft Standard for Learning
Object Metadata », http://ltsc.ieee.org/doc/wg12/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf