Analyse Automatique des Interactions pour le soutien à l'auto-régulation des participants dans des activités médiées

Angélique Dimitracopoulou

Université de la Mer d'Egée
1, Avenue de Démocratie,
85100, Rhodes
Grèce
adimitr@aegean.gr

ABSTRACT: *Computer based Interaction Analysis (IA) for the support of the participants' self-regulation in technology based learning activities (individual or social) is a new direction of research. Its main purpose is to offer a cognitive and metacognitive support to learning environment participants (e.g. students, moderators, teachers) as well as to observers of those activities (e.g. teachers, researchers), who need to analyze and understand the complex cognitive and social phenomena that may occur. In order to appreciate the actual state of the art, firstly we present the general features of IA tools, as well as the ones of IA Indicators, and then we present briefly a number of case studies related to the usages of IA tools. Finally, we discuss the perspectives of IA tools development and AI research..*

RÉSUMÉ: *L'Analyse Automatique des Interactions (AAI) pour le soutien à l'autorégulation des participants aux activités (individuelles ou collectives) basées sur la technologie à visée éducative, est une direction de recherche nouvelle. Son objet central est d'offrir une assistance cognitive et métacognitive aux participants (par exemple, les étudiants, enseignants, modérateurs) et aux observateurs (par exemple, les enseignants, chercheurs) de ces activités. L'objectif principal est de donner des indicateurs d'analyse appropriés aux participants des activités afin de les prendre en compte et d'autoréguler leur comportement, soit comme individus soit comme groupes cognitifs. Dans le but d'apprécier l'état actuel de ce champ,, nous présentons d'abord les caractéristiques génériques des Outils AAI, ainsi que les caractéristiques centrales des Indicateurs AAI. Nous présentons ensuite brièvement quelques études de cas sur l'usage de ces outils. Nous discutons enfin les perspectives de développement des outils AAI et de recherche auprès de leurs utilisateurs.*

KEY WORDS: *Interaction Analysis, learning environments, selfregulation, tools, cases studies*

MOTS-CLÉS: *Analyse d'Interactions, environnements d'apprentissage, auto-régulation, outils, études de cas d'usage*

1. Introduction

L'Analyse Automatique des Interactions (AAI) est une direction de recherche, qui a émergé ces dernières années, et qui concerne la conception des environnements technologiques d'apprentissage. Elle a comme but d'aider directement ou indirectement les participants (par exemple, les étudiants, les enseignants, les modérateurs) dans leurs activités technologiquement médiées, ainsi que les observateurs (par exemple, les enseignants, les chercheurs) de ces activités. Cette direction peut se définir comme le processus d'analyse automatique ou semi-automatique, basé sur les données obtenues par l'activité même des participants, ayant comme but de comprendre l'activité médiée par la technologie. Cette compréhension permet aux participants humains ou même artificiels de participer au contrôle de l'activité, en les aidant pour la prise de conscience, l'auto-évaluation, ou l'autorégulation.

Les résultats de l'analyse des interactions se présentent aux participants des activités médiées, en étant représentées ou même visualisées dans un format approprié (qui est souvent graphique, mais qui pourrait être aussi numérique ou littéral), pour être déchiffré et interprété par ceux-ci. Cela offre une vue de 'l'intérieur' de l'activité qui vient de se dérouler, en permettant aux participants d'y réfléchir.

Il est à noter que l'AAI concerne surtout les environnements technologiques d'apprentissage, qui sont hautement interactifs (par exemple, les systèmes de simulation ou de modélisation, les hypertextes) ; les environnements qui sont conçus pour un usage soit individuel, soit social (par exemple tous les outils de communication et de discussion synchrone ou asynchrone, les systèmes collaboratifs) et pour lesquels il y a un besoin de soutien aux usagers.

Le processus de AAI consiste à capter, filtrer et traiter des données d'utilisation de l'environnement technologique, afin de produire des indicateurs d'analyse de l'action, de l'interaction et de l'activité elle même. Ces indicateurs peuvent concerner le mode ou le processus de l'activité, la qualité de l'activité d'un système cognitif spécifique (qui se compose d'un individu, d'un groupe ou même d'une communauté) ou les caractéristiques et la qualité du produit de l'activité. Un tel processus peut conduire à la conception et au développement d'outils d'analyse automatique des interactions (outils AAI), incorporés ou connectés aux environnements d'apprentissage. Il s'agit, alors, de nouvelles fonctionnalités au niveau de la conception des systèmes d'apprentissage. Les concepteurs des environnements d'apprentissage devront alors travailler en prenant en compte ces nouvelles exigences à identifier et à satisfaire.

Une question peut être soulevée : Pourquoi et comment cette nouvelle direction de recherche a-t-elle émergé? Quelle est la motivation et quelles sont les raisons de cette émergence ?

Le besoin de créer des outils qui sont au service des participants et offrent un support au niveau des processus de meta-cognition et auto-régulation a émergé et a été accentué par l'intérêt permanent d'utiliser les environnements technologiques et spécialement les environnements sociaux et collaboratifs dans la pratique éducationnelle quotidienne. Le besoin d'évaluer et d'auto-évaluer d'une façon opérationnelle, tant les processus d'apprentissage et d'enseignement que la qualité de produits des activités technologiquement médiées, est alors nécessaire.

Lorsque les étudiants agissent dans un environnement d'apprentissage exploratoire ou de résolution de problèmes, une variété d'actions et d'interactions ont lieu. En outre, pendant des activités d'apprentissage collaboratif, des interactions très complexes ont lieu entre certains apprenants (deux ou plus) collaborant dans un groupe, ainsi qu'entre apprenants et modérateur. Dans de telles situations, les apprenants ne peuvent pas créer une image de ce qu'eux-mêmes ont fait, ni de ce que leurs collaborateurs font. Un manque de 'conscience' sur ce qui se passe, au moins au niveau des actions, a des conséquences tant au niveau de l'apprentissage, qu'au niveau de la gestion simple du processus de l'activité. D'autre part, les enseignants, spécialement dans des contextes de classes réelles, ont besoin d'une information structurée sur le déroulement de l'activité, qui pourrait leur permettre d'avoir des interventions plus appropriées (en ligne ou a posteriori), de connaître les raisonnements ou les difficultés de leurs élèves, ou bien d'appliquer une évaluation formative de leur pratique d'enseignement. En particulier, les enseignants qui ont en charge la modération de situations de communication ou de collaboration auxquelles un nombre important d'élèves participent, ne parviennent généralement pas à prendre en compte et à interpréter le nombre considérable d'interactions ayant lieu simultanément. Cela conduit à des situations dans lesquelles les enseignants se sentent incapables de détecter des chutes de collaborations, constat qui peut conduire à une frustration de l'enseignant, voire à une situation plus définitive : l'abandon de ces nouvelles approches d'apprentissage pour revenir à des méthodes plus traditionnelles.

Ces limitations des environnements technologiques d'apprentissage actuels ont généré une nouvelle direction de recherche pour résoudre ce problème.

Pourtant l'analyse des interactions n'est évidemment pas un nouveau domaine de recherche.

En effet, l'analyse des interactions a d'abord été utilisée dans des contextes de médiation technologique depuis au moins deux décennies maintenant. Elle a été mise en oeuvre (de façon manuelle, semi-automatique, ou même automatique) par des chercheurs dans le but d'analyser le processus d'apprentissage assisté par ordinateur, et d'inférer certaines réponses, liées par exemple à la compréhension et à l'identification de propriétés de communication, de collaboration et de coordination, des conditions de réussite ou d'échec de ces usages.

En même temps, l'analyse automatique des interactions par ordinateur a été appliquée afin de permettre aux environnements d'apprentissage de prendre en compte le produit de l'analyse. Ceci permet de produire des messages appropriés pour guider les élèves (voir les 'Systèmes Tutoriaux Intelligents') ou même d'adapter l'environnement d'apprentissage lui-même (voir les 'Systèmes Adaptifs'). Dans ces deux directions de recherche, c'est le système qui, en principe, prend les décisions, tandis que dans la troisième et plus récente, celle de l'analyse des interactions pour le soutien à l'auto-régulation (AAI), la prise de décision est cette fois, du coté des acteurs humains.

Dans la suite, nous allons examiner les caractéristiques centrales des outils AAI, nous allons étudier les aspects constitutifs du concept d' Indicateur AAI, et nous allons présenter trois études de cas d'usages des outils AAI, afin de préciser certains aspects pratiques et donner une idée des types de recherches liées. Enfin nous nous focaliserons sur certaines sous-directions de recherche, l'approfondissement de ces champs de recherche permettant de faire émerger des aspects prometteurs.

2. Les Outils d'Analyse Automatique des Interactions

2.1. *Les processus des outils AAI*

Les outils d'Analyse Automatique des Interactions (outils AAI), sont en général des outils qui peuvent accepter comme 'entrée' aussi bien l'interaction proprement dite (qui intervient ou agit, quand, où, sur quel objet etc.) que les produits des actions ou des interactions (le contenu ou les produits intermédiaires ou finaux). Un processus de traitement automatique (ou semi-automatique) de ces données produit et permet d'afficher ou visualiser les produits, les résultats de l'analyse.

Pour donner une idée du fonctionnement des outils AAI, d'un point de vue générique, on peut présenter brièvement les phases principales des processus de fonctionnement (figure 1). Les participants interagissent via l'environnement interactif. Un outil AAI, afin d'analyser les interactions, applique la majeure partie, voire la totalité, des processus suivants :

-*Choix ou filtrage des données* : les données sont choisies en filtrant l'ensemble des données disponibles à partir de deux grandes sources : (1) les fichiers de *log* enregistrant toutes les actions, (2) le produit des interactions (par exemple dans un système de modélisation, les modèles créés (se composant des entités avec leur propriétés et leur valeurs, ainsi que des relations indiquées entre ces propriétés ; dans un forum : les messages postés, leurs caractéristiques et leur contenu) dans des phases intermédiaires ou finales.

-*Application des méthodes de traitement des données* : différentes formes d'agrégation et de traitements des données sont choisies, pouvant nécessiter l'exécution de prétraitements pour obtenir les formats d'entrée souhaités. Il est à noter que l'application des méthodes spécifiques peut requérir l'incorporation de composants, voir même d'outils spécifiques de traitement. Par exemple, un outil pour produire des indicateurs et des visualisations relatives aux relations d'un réseau humain social (Martinez *et al*., 2003b, Hlapanis & Dimitracopoulou, 2007), et un autre outil pour produire une visualisation des relations entre indicateurs d'analyse reliés entre eux par une analyse multidimensionnelle (Michocuzi *et al*., 2005).

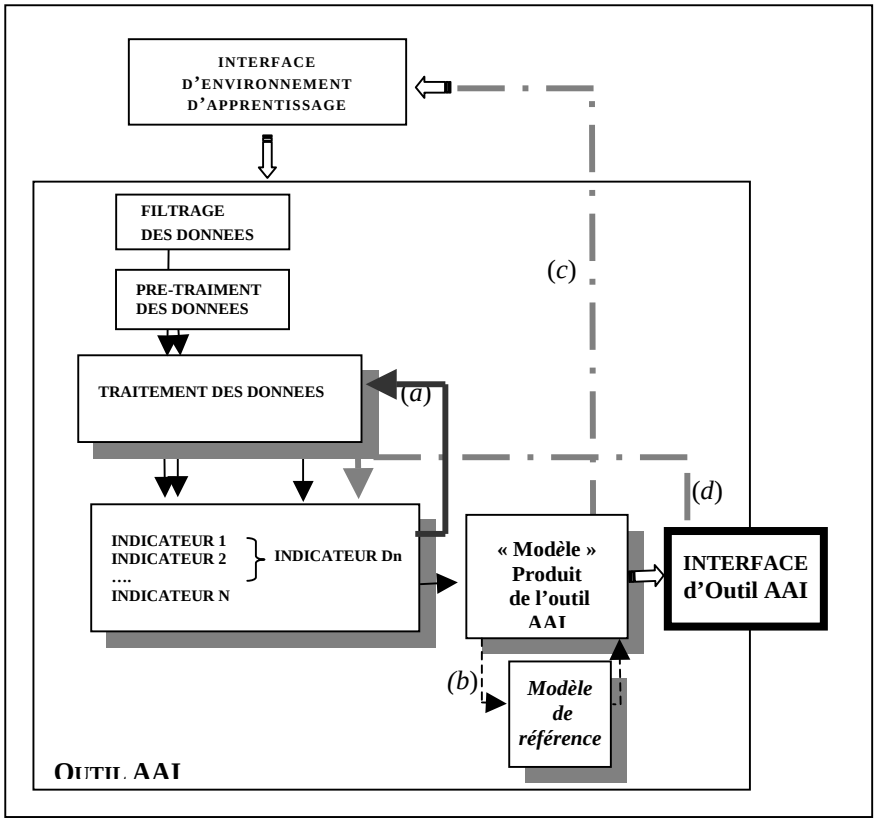


Figure 1. *Étapes des processus d'un Outil d'Analyse Automatique des Interactions (AAI) générique*

-*Production des indicateurs* : la phase précédente permet de produire une série d'indicateurs de base. Combinés ou retraités avec des données supplémentaires (figure 1, ligne 'a') ou avec d'autres indicateurs, ils permettent d'obtenir des

indicateurs dérivés, souvent plus complexes, donnant un certain reflet du mode ou de la qualité de la contribution individuelle (par exemple, le nombre relatif de nœuds, dans un système de cartes conceptuelles), du mode ou de la qualité de collaboration (répartition du travail, etc.), du processus ou de la qualité du produit final (profondeur d'un fil d'un forum, etc.).

-*Modèle produit* : le résultat des traitements opérés par les outils d'analyse peut se limiter à fournir une information sur quelques aspects de l'interaction, mais peut également correspondre à un ensemble cohérent d'informations relativement complet, auquel on peut attribuer le statut de modèle de l'interaction.

-*Présentation sur l'interface* : l'utilisateur peut lire les valeurs des indicateurs d'analyse des interactions à l'interface de l'outil AAI. Certains indicateurs peuvent se représenter sur l'interface standard de l'environnement d'apprentissage lui-même (figure1, ligne 'c'), s'ils sont utiles durant l'interaction, permettant une meilleure prise de conscience de l'espace commun (*workspace awareness*).

2.2. *Les caractéristiques des outils AAI*

Un outil AAI présente d'abord *trois caractéristiques principales* : (i) les utilisateurs cibles de cet outil (selon les concepteurs) ; (ii) le statut de l'outil par rapport à l'environnement d'interaction ainsi que son espace de visualisation ; (iii) le modèle d'interaction qu'il arrive à produire. D'autres caractéristiques d'un tel outil sont le type de données qu'il peut recevoir en entrée, les catégories d'indicateurs qu'il calcule (comme résultat), son champ de validité. Nous allons maintenant présenter de façon relativement détaillée les trois principales caractéristiques des outils AAI.

2.2.1. *Les utilisateurs des outils AAI*

A qui peuvent s'adresser les résultats produits par les outils AAI ? Tout d'abord, trois différentes catégories d'utilisateurs peuvent en bénéficier : les participants à l'activité, les observateurs et le système lui-même (environnement d'apprentissage).

(a) Les *participants* à une activité de communication ou d'apprentissage de support technologique. Il est utile de distinguer dans ce cas, deux sous-catégories :

(a1) les *élèves ou étudiants*. Par exemple l'outil AAI « *I-Bee* » (Michozuki et al., 2005) (figure 2), est un outil qui s'adresse aux élèves qui discutent de façon asynchrone via un forum. *I-Bee* produit comme résultat d'analyse, une visualisation (un diagramme de correspondances multiples), incorporant trois indicateurs d'analyse, « la popularité de chaque sujet de discussion », « le degré d'activité de chaque participant », « le sujet principal de discussion de

chaque participant », visualisées par des métaphores. De même, l'outil « *i-Tree* » (Nakahara et al., 2005) représente certains indicateurs, qui peuvent être visualisés et affichés sur le téléphone mobile des étudiants d'un campus universitaire (Figure 3).

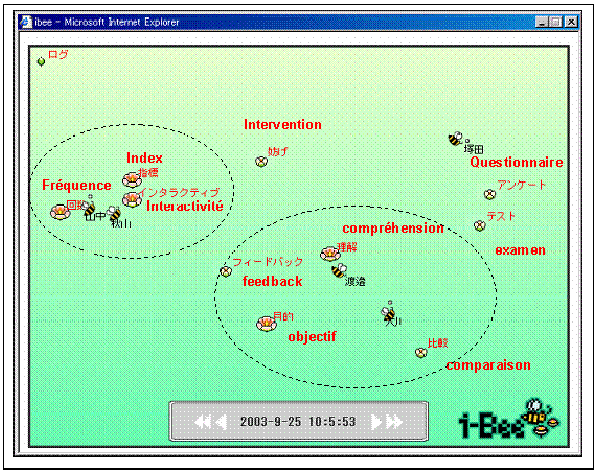


Figure 2. *« I-bee » : Exemple d'un outil AAI (relié à un Forum) adressé aux élèves: visualisation simultanée d'indicateurs utilisant des métaphores (Michocuzi et al., 2005)*

(a2) Les *enseignants*, modérateurs, tuteurs, formateurs, etc. Par exemple l'outil « *Analytic Tool* » (Figure 4) est un ensemble d'outils spécifiques AAI, reliés à l'environnement de collaboration asynchrone '*Knowledge Forum*' (Teplovs *et al.*, 2007), qui offrent aux enseignants des ensembles d'indicateurs (par exemple relatifs à « l'évolution du vocabulaire », ou une visualisation du « champ sémantique des thèmes élaborés » par les élèves). Un autre outil qui s'adresse aux enseignants est l'« *ARGUNAUT* » (de Groot *et al.*, 2007) qui offre aussi des fonctionnalités d'intervention au modérateur (Figure 5).

Figure 3. *i-Tree: Exemple d'outil AAI adressé aux étudiants (Nakahara et al. 2005)*

(b) Les différents types d'*observateurs* d'un environnement d'apprentissage, qui souhaitent, par exemple : estimer la qualité de l'interaction entre les apprenants, comme les enseignants ou les modérateurs ne participant pas directement à l'activité elle-même ; vérifier le fonctionnement technique, comme l'administrateur d'un environnement technologique social ; ou même analyser les événements qui se produisent ainsi que leurs développements comme le chercheur essayant de déterminer de nouveaux usages.

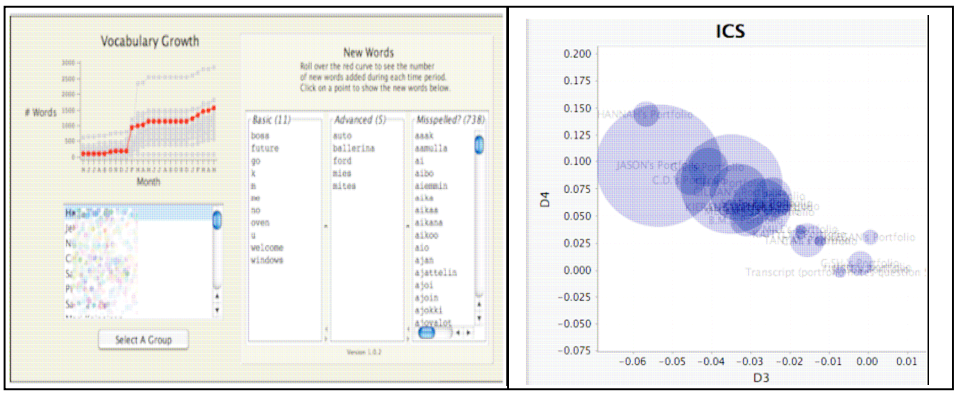


Figure 4. *« Analytic Tools» : outils AAI reliés à l'environnement « Knowledge Forum » adressés aux enseignants (Teplovs et al., 2007)*

(c) Le *système* lui-même, adopte également un rôle d'observateur lorsqu'il prend en compte les résultats des analyses afin de produire automatiquement des messages à destination des différents participants, ou même pour adapter l'environnement lui-même, en offrant une interface alternative, enrichie, ou des ressources adaptées. Ce dernier cas correspond bien au cas du système forum développé par (Reyes & Tchounikine 2005), qui offre une interface supplémentaire

et alternative à la disposition des élèves, en prenant en compte les interactions qui ont eu lieu (superposition d'une vision chronologique et d'une vision par fils).

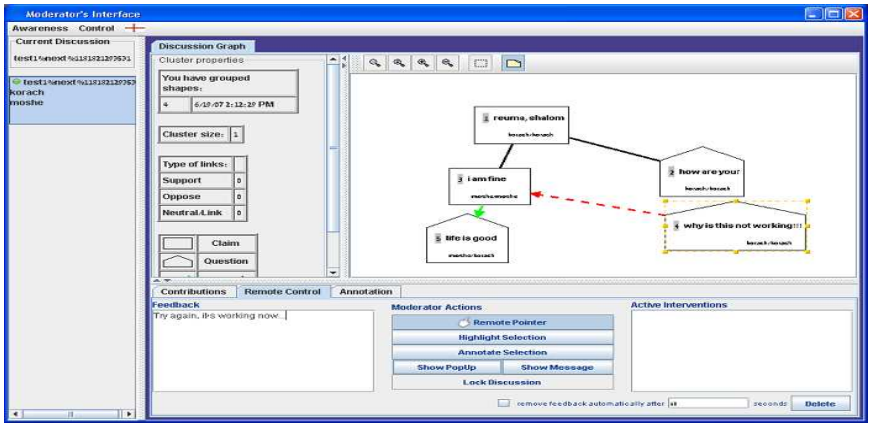


Figure 5. *L'outil AAI Argunaut, adressé aux enseignants*

En tenant compte des trois distinctions de base qui viennent d'être mentionnés, il est important de distinguer encore deux tendances récentes et prometteuses, concernant les outils AAI et les utilisateurs auxquels ils sont destinés.

(A) Outils AAI qui s'adressent à plusieurs types d'*utilisateurs humains* en prenant en compte leurs différents profils (étudiants, enseignants, chercheurs) ou même leur différents rôles. Par exemple l'outil AAI 'DIAS' (Bratitsis & Dimitracopoulou 2005, 2006) offre un grand nombre d'indicateurs, afin d'assister les étudiants participant à un forum, ainsi que les modérateurs, les administrateurs du forum ou même les chercheurs. Cela est possible, par la conception d'un outil « customisé » et optionnel, qui permet aux usagers expérimentés de : (a) choisir l'ensemble d'indicateurs le plus approprié dans un contexte donné, (b) ajuster celui-ci, en définissant des normes appropriées ou même des modes de visualisation. Une tendance similaire et prometteuse consiste à créer des ensembles d'indicateurs diversifiés en accord avec certains rôles des participants, qui peuvent être préétablis ou qui peuvent émerger pendant l'activité (Marcos *et al.*, 2004).

(B) Outils AAI qui s'adressent en même temps à *des utilisateurs humains et artificiels multiples*: En effet, il s'agit de systèmes futurs, qu'on peut concevoir, en se basant sur des considérations théoriques. Nous pourrions imaginer des environnements d'apprentissage plus complets où l'outil AAI peut être utilisé en même temps, par le système, par les étudiants et par les enseignants. Les utilisateurs des outils peuvent parfois assumer des rôles complémentaires dans le but de réguler le comportement du groupe, le contrôle de l'activité pouvant être distribué entre tous les acteurs impliqués, humains ou artificiels (apprenants, enseignants, le système) (figure 5) ; par exemple, les apprenants peuvent avoir des fonctions des conscience, metacognition, et autorégulation ; les enseignants, eux peuvent superviser et modérer grâce aux résultats des analyses ; enfin, le système assume des fonctions

d'aide intelligente ou d'adaptation. Ainsi, cette orientation est compatible avec une considération qui vise à distribuer le contrôle de l'activité à tous les agents humains et artificiels (Dimitracopoulou *et al*., 2004, Dimitracopoulou *et al.,* 2005).

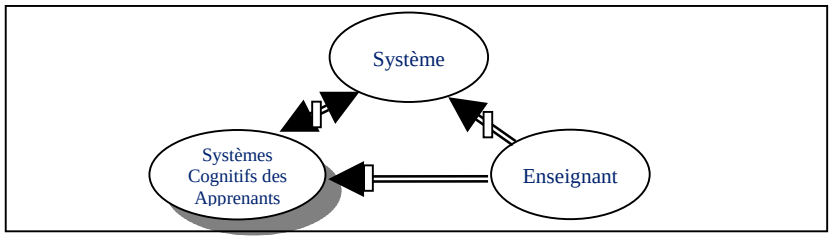


Figure 6. *Vision du contrôle d'activité distribué entre agents (humains et artificiels)*

2.2.2. *Le statut des outils AAI*

Les outils AAI actuels peuvent se séparer en trois catégories, selon leur statut par rapport à l'environnement d'apprentissage. Ils peuvent être considérés comme 'composante intégrée', 'composante reliée' ou bien comme 'outil indépendant':

(a) *Une Composante Intégrée*, c'est-à-dire une composante de l'environnement d'apprentissage, qui peut être soit assez limitée en offrant juste une fonctionnalité simple (par ex. en *PHPbb*, qui offre quelque indicateurs comme 'le nombre de participants par jour'), auquel cas les résultats des analyses (c'est-à-dire la valeur des indicateurs) sont affichés dans l'interface principale de l'environnement, soit plus élaborée.

(b) *Une Composante Reliée* à un environnement spécifique, il s'agit alors souvent d'une composante élaborée : C'est le cas de « *Analytic tools* » (Teplovs *et al.*, 2007) ((Figure 3) relié au système 'Knowledge Forum', ou de la composante distincte « *Activity Analysis* » (Petrou & Dimitracopoulou 2008) de l'environnement de modélisation « *MODELLINGSPACE* » (Dimitracopoulou & Komis 2005), (Figures 18, 19).

(c) *Un Outil Indépendant* se constituant des outils complets qui échangent des données avec différents types de logiciels. C'est le cas de l'outil DIAS (Bratitsis & Dimitracopoulou, 2005, 2006, 2007) (Figures, 20, 21, 22), qui peut en principe être connecté avec différents logiciels de même catégorie (forums de discussion asynchrone). Les résultats des analyses (c'est-à-dire la valeur des indicateurs) sont souvent affichés dans un espace différent de l'environnement d'apprentissage, selon le choix des concepteurs.

2.2.3. *Le modèle d'interaction produit par l'outil AAI*

L'objectif principal de l'analyse des interactions d'un environnement d'apprentissage, est de créer une image globale mais aussi détaillée de l'interaction,

de la qualité du processus et de ce qui a été produit, afin de permettre aux participants d'y réfléchir et de s'autoréguler. Cette image, plus ou moins complète, peut constituer une sorte de modèle de l'interaction.

Nous pouvons distinguer trois niveaux « *d'expressivité* » des 'modèles' produits par les outils AAI actuels.

(a) *Bas niveau* : ces outils produisent un nombre limité d'indicateurs non connectés entre eux. C'est souvent le cas des composants intégrés d'analyse des interactions incorporés dans des environnements spécifiques.

(b) *Niveau intermédiaire* : ces outils offrent un ensemble cohérent mais souvent partiel. Ils analysent un aspect de l'interaction ou s'adressent uniquement à un profil spécifique d'utilisateur (par exemple, les modérateurs). En outre, certains indicateurs peuvent être considérés comme indépendants du temps, car il s'agit d'estimer la qualité du processus ou la qualité de l'interaction ou du produit d'une discussion. Un exemple caractéristique de cette catégorie est l'analyse qui résulte de l'outil *Degree* (Barros et Verdejo, 2000), qui produit un ensemble cohérent relatif à la qualité de collaboration (Figure 7).

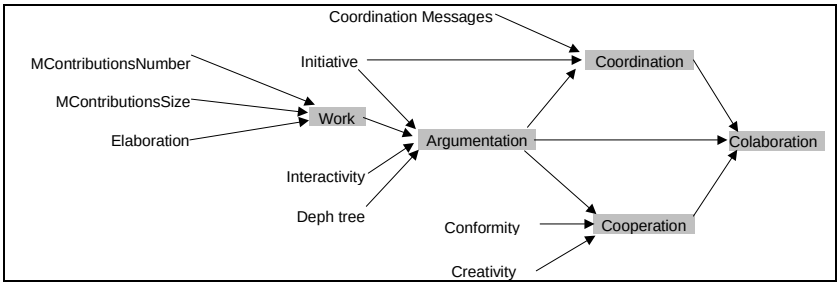


Figure 7. *Modèle de niveau intermédiaire d'expressivité produit par l'analyse d'interaction de système 'Degree' (Barros et Verdejo, 2000)*

(c) *Niveau élevé* : cela correspondrait aux modèles intégrant des ensembles d'indicateurs cohérents pour une série d'aspects différents des interactions et de ce qui a été produit (par exemple, les aspects cognitifs, sociaux et affectifs).

Cette catégorisation représente l'état actuel d'un champ en émergence, dans lequel il n'y a pas encore des outils AAI qui produisent une image complète de l'interaction, et qui par conséquent présenteraient un niveau d'expressivité de leurs modèles élevé.

Mise à part « *l'expressivité* » des modèles issus des outils AAI, une autre qualification que l'on peut définir est « *la puissance* » de ces modèles. La puissance des modèles est reliée à la valeur interprétative des indicateurs. La plupart des outils actuels produisent des indicateurs de faible valeur interprétative (taux de participation, pourcentage des réponses aux messages, etc.). Peu de systèmes

proposent des indicateurs de niveau d'interprétation élevé (tel que l'indicateur « qualité de la collaboration » qu'on vient de voir en figure 7) (Barros et Verdejo, 2002). Nous verrons un certain nombre d'exemples d'indicateurs AAI et de leurs modes de visualisation dans la section suivante.

3. Les Indicateurs d'Analyse Automatique des Interactions

Un outil AAI, par définition, se caractérise par les catégories d'indicateurs qu'il calcule. Pour comprendre ce qu'il peut offrir, un concept est central, celui d'Indicateur d'Analyse Automatique des Interactions (Indicateur AAI), résultat des analyses effectuées.

Les indicateurs AAI constituent des variables qui décrivent, représentent ou même évaluent, un facteur relatif au mode, au processus, ou à la qualité de l'activité du système cognitif considéré, ainsi qu'aux caractéristiques ou à la qualité du produit de l'activité. Ils fournissent des moyens d'abstraire, de synthétiser, d'inférer et souvent de visualiser des informations.

Un indicateur d'analyse des interactions est une variable. Elle prend des « valeurs » et ces valeurs ont « une forme » (par exemple numérique, alphanumérique). La valeur a « un statut », c'est-à-dire, qu'elle peut être brute (sans unité définie), calibrée ou interprétée. Ce statut détermine une caractéristique particulièrement significative que nous venons de voir, le « type d'assistance » offert aux utilisateurs. Le calibrage des valeurs d'indicateurs est fortement dépendant du contexte, des conditions de la mise en œuvre de l'activité, et des participants spécifiques ; par conséquent ce calibrage a un « champ de validité » spécifique qui doit être explicité.

Cette variable fluctue dans un « champ de validité » (directement lié aux dépendances de l'indicateur ainsi qu'aux calibrages de ses valeurs) ; l'indicateur correspondant peut prendre des séries spécifiques de valeurs dans des contextes bien précis. Ce champ doit être défini, exploré et ses limites bien établies. De manière générale, doivent être pris en compte le contenu et le contexte de l'activité, ainsi que le profil et les rôles non seulement des participants, mais aussi des utilisateurs de ces indicateurs.

Il y a de nombreux attributs et propriétés qui composent un indicateur AAI. Pour une description et discussion détaillée, le lecteur peut consulter d'autres références (Dimitracopoulou et al. 2005 ; Dimitracopoulou & Bruillard 2006). Si on considère la totalité des propriétés, on peut distinguer les quatre les plus centrales qui sont: (i) sa *Nature*, (ii) son *Point de Vue* sur les données, (iii) son *Statut*, (iv) et son *mode de*

Visualisation. Pour chacune de ces quatre propriétés, nous allons présenter brièvement une vue d'ensemble.

3.1. *Nature d'un Indicateur AAI*

Lors de la lecture d'un article sur l'analyse des interactions, ou lors de la conception d'un outil AAI, il faut essayer de comprendre et de faire émerger l'objet principal d'un indicateur spécifique (en effet, bien souvent, il n'est pas bien explicité ou pas évident) en considérant les aspects diversifiés du comportement des participants. En analysant les indicateurs AAI qui apparaissent dans la littérature qui s'y réfère, nous pouvons remarquer que la caractéristique essentielle d'un indicateur est certainement sa « nature », c'est-à-dire son objet. La nature d'un indicateur correspond aux aspects de l'interaction qu'il tend à faire émerger. Il est relié à une ou plusieurs des dimensions suivantes : (a) cognitive, (b) sociale ou (c) affective.

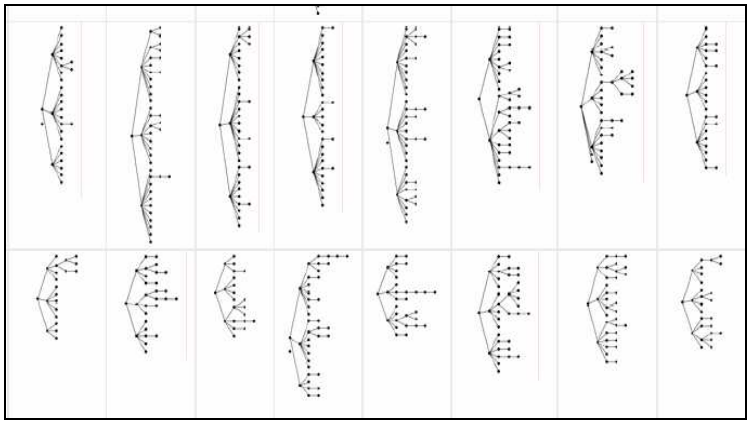


Figure 8. *L'indicateur cognitif « profondeur de discussion » représenté ici par des arbres de discussion selon différentes périodes de temps (Gerosa et al., 2005)*

(a) *Dimension cognitive* : Les indicateurs qui ont principalement une nature cognitive indiquent quelque chose sur les opérations cognitives de l'individu ou du groupe, relatives au processus et au contenu de l'activité. Ces indicateurs cognitifs concernent les interactions des participants liées à la tâche et au contenu de l'activité. Ces indicateurs se réfèrent au *processus d'activité* (par exemple, l'indicateur « profondeur de l'enchaînement » qui indique la profondeur moyenne de l'arbre de discussion en fonction du temps, Gerosa *et al*., 2005, Figure 8; l'indicateur 'état d'avancement' de Despres, 2002, Figure 9), ou au *produit/contenu* de l'activité (par exemple, la « cohérence du sujet de la discussion »). Ainsi, « le

sujet-clé des contributions de chaque membre » calcule le sujet central des messages postés par chaque membre, identifié par des mots-clés grâce à l'outil AAI *i-Bee* (Michocuzi *et al*., 2005) (Figure 2), ou même celui de « conformité du message » qui mesure le degré de cohérence d'une contribution par rapport au message posté auquel il est relié (outil *Degree* dans (Barros et Verdejo, 2002)). Notons que des utilisateurs de profil différent d'un outil AAI auront des besoins différents de certains indicateurs cognitifs (les étudiants préférant un indicateur spécifique, les enseignants ou le système un autre), ce qui implique qu' une variété d'indicateurs différents de même nature cognitive soient disponibles.

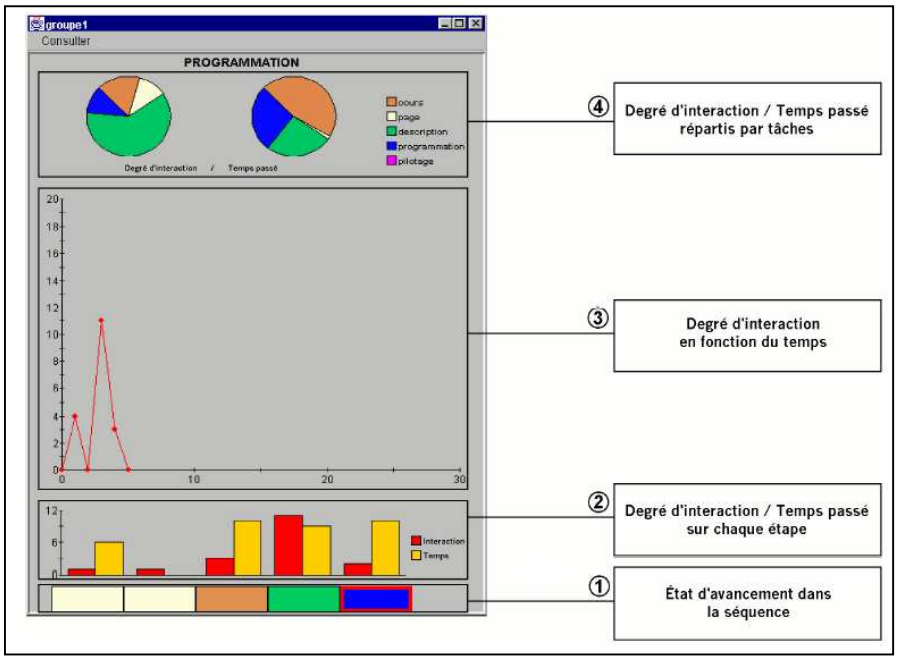


Figure 9. *Indicateur Cognitif (adressé à l'enseignant) qui support la 'prise de conscience' sur le processus de l'activité (partie base de l'image), Despres 2002*

(b) *Dimension sociale* : Ces indicateurs concernent les activités qui ont lieu dans un environnement technologique social, et se réfèrent aux modes ou à la qualité de la communication, ou même de la collaboration d'un petit groupe ou d'une communauté. Une activité sociale, par exemple, dans un environnement exploratoire, ou dans un système de discussion asynchrone est un processus actif de construction des connaissances par un groupe. Il s'agit d'un processus social de co-construction des connaissances, au cours duquel le développement du contenu des connaissances se déroule en même temps que le développement de capacités de type

social, comme les compétences de coopération, de coordination et de collaboration dans un groupe et une communauté (Stahl, 2005). Interviennent donc, de manière souvent imbriquée, des aspects typiquement cognitifs (discussion profonde sur le contenu) et des aspects sociaux se référant notamment à l'auto-organisation du groupe. Parmi les indicateurs ayant une valeur d'interprétation relativement élevée, on peut noter ceux qui favorisent la « *prise de conscience de l'espace du travail* » (*workspace awareness*), (Gutwin et Greenberg, 2002), ceux qui rendent compte de « *la qualité de la collaboration* » au cours de la discussion et ceux qui fournissent un «*état des relations établies entre les participants*». Par exemple, l'outil « Activity Analysis » dans sa partie « Séquences Annotées » (« Annotated Playback »), (Figure 18) (Petrou 2005 ; Petrou & Dimitracopoulou in press), offre une prise de conscience de l'espace du travail au niveau de la paternité des objets insérés.

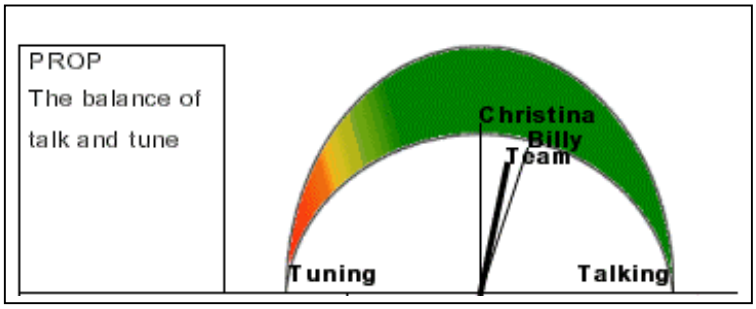


Figure 10. *Indicateur « Balance d'Action » (Jermann 2004)*

Les indicateurs 'Niveau d'Interaction' (Schummer *et al*, 2005), 'Fonction d'Activité Collaborative' (Figure 17) (Fesakis *et al.* 2004) et «Balance d'Action» (Figure 10) (Jermann 2004) se réfèrent à la *qualité de la collaboration*. Les indicateurs « Degré de centralité d'acteurs » (inclus dans un Diagramme de Réseau Social) (Martinez et al. 2002, Hlapanis & Dimitracopoulou 2007) (Figure 11 et Figure 16), ou même l'indicateur « Cohésion du Groupe » (exprimant l'habilité du groupe à garder ses membres) (Reyes 2005 ; Reyes & Tchounikine, 2005) expriment l'*état des relations établies entre les participants*.

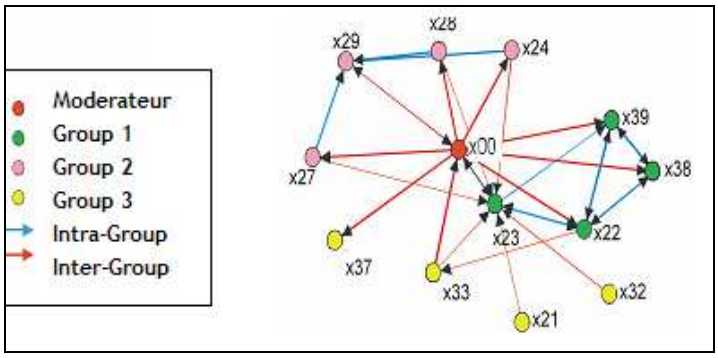


Figure 11. *Diagramme d'analyse des réseaux sociaux : Indicateur du degré de centralité des acteurs*

(c) *Dimension affective* : Dans des environnements sociaux interviennent également des fonctions de nature affective, dans la construction des relations dans un groupe. L'empathie, les émotions, les motivations, la gestion des relations, sont des aspects qui apparaissent, dans un contexte de communication ou de collaboration, et on peut essayer de les identifier, en considérant une dimension affective. Les indicateurs de nature affective cherchent à caractériser la manière plus ou moins personnelle d'interagir. En général, la participation effective dans un discours ou dans un processus d'apprentissage nécessite une maturité émotionnelle, de la prise de conscience, de l'empathie, du contrôle, une connaissance et une prise en compte des émotions des autres personnes, une capacité de gestion des relations (Mezirow, 2000). Les qualités et les compétences de nature affective interviennent de manière significative dans la construction des relations dans un groupe. Des recherches sur le plan sociocognitif ont ainsi mis en évidence l'importance des dimensions affectives dans le processus d'autorégulation (Winne, 1995), (Zimmerman, 1995).

Cette dimension affective est apparue très récemment dans le champ de l'analyse des interactions. Avec les systèmes existants, on peut identifier deux cas différents. (a) *État émotionnel et de motivation* : Par exemple, l'indicateur « motivation individuelle » représente la motivation en fonction du temps (Reimann, 2003). (b) D'autres indicateurs de nature affective représentent le *statut social* d'un membre dans le groupe de participants. Récompense attribuée implicitement par les actions des autres membres, tel l'indicateur « statut social » (Reyes et Tchounikine, 2005) ou récompense attribuée par le système, tel l'indicateur « statut dans la société » (Vassileva *et al*., 2004 ; Cheng et Vassileva, 2005) ; chaque membre est représenté par une étoile dont la taille dépend du nombre de fichiers déposés (dans un système

de co-contribution de matériel éducatif) et la couleur représente le statut (*gold member, silver member* etc.) (Figure 12).

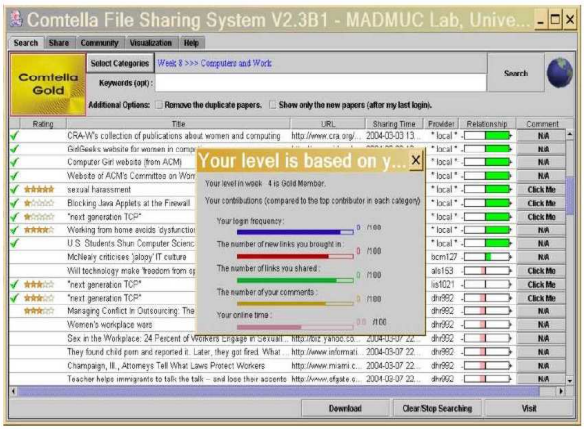


Figure 12. *Exemple de indicateur AAI affectif : Indicateur AAI « statut dans la société », affiché dans l'environnement 'Comtella' (Vassileva et al., 2004)*

Concernant la nature des Indicateurs AAI dont on dispose actuellement, la communauté de recherche est en progrès afin de définir des indicateurs vraiment significatifs qui peuvent être produits de façon automatique. Notons que disposer d'indicateurs de natures différentes et complémentaires, peut avoir un rôle déterminant sur le processus de régulation (qui est un des objectifs inhérents à un outil AAI). Il y a encore beaucoup à faire, afin de produire des indicateurs de nature cognitive qui analysent efficacement le processus d'activité (individuelle ou collaborative) ainsi que les produits d'activité intermédiaires ou finaux. Concernant les indicateurs sociaux, les chercheurs en ont indiqué un bon nombre ces dernières années. L'avancée de la recherche sur la *cognition du groupe* nous guidera probablement sur le choix des types d'indicateurs dont nous aurons besoin. Il est cependant certain que les indicateurs de nature affective, nécessiteront une recherche plus approfondie et systématique.

3.2. *Point de Vue d'un Indicateur sur les données*

Comme nous l'avons vu dans la section précédente, un indicateur est calculé à partir de données d'interaction, c'est-à-dire des actions des participants, du contenu de leur activité, et éventuellement des valeurs d'autres indicateurs calculés. Dans un environnement social quelles sont les actions à prendre en compte ? On pourrait ne considérer que les individus inscrits et impliqués directement dans cette activité

sociale. Cependant, en se fondant sur les hypothèses de la « cognition distribuée » (Salomon, 1993), (Hutchins, 1995) mais aussi sur les théories sous-tendant l'apprentissage collaboratif (Stahl, 2005), il apparaît clairement qu'il faut considérer les groupes qui se forment (à l'intérieur desquels les individus sont distingués ou non), la communauté dans son ensemble, afin de prendre en compte les systèmes cognitifs auxquels les individus participent, et de s'intéresser à leur évolution. Même si les choses sont souvent analysées d'un point de vue monodimensionnel, nous considérons que, pendant la discussion, l'agent principal n'est pas seulement le *membre individu* ou *le groupe vu dans son ensemble*, mais que ces deux aspects sont importants. Un processus d'apprentissage (au moins au niveau de l'enseignement primaire et secondaire) implique forcément, outre les apprenants, les enseignants ou plus généralement les *modérateurs*, indépendamment de la signification de leur rôle spécifique dans la situation.

En conséquence, tous les agents impliqués dans le processus de discussion sont importants et doivent être pris en compte par l'analyse des interactions. Ainsi, nous avons besoin de considérer plusieurs niveaux : (a) les individus étudiants, (b) les modérateurs (enseignants ou non) impliqués, (c) l'administrateur éventuel du système, (d) chaque groupe ou sous-groupe qui se forme, (e) les classes de groupes apparus, (f) la communauté des participants (apparents ou non). Cela a conduit à identifier une caractéristique interne de l'indicateur d'analyse d'interactions : le « *point de vue de l'indicateur* » sur les systèmes cognitifs formés par les participants.

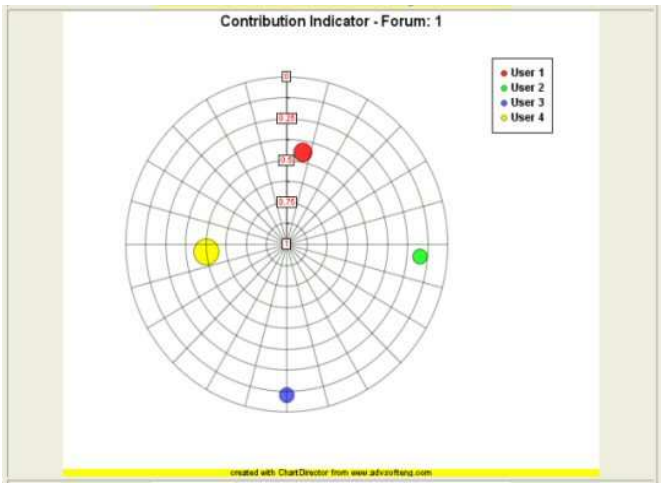


Figure 13. *Point de vue de groupe différencié: Indicateur 'Contribution dans un groupe' (Bratitsis et Dimitracopoulou, 2007)*

Dans un contexte social d'action, de communication ou de discours, on peut observer la formation d'une multitude de systèmes cognitifs. La question est alors de savoir comment les indicateurs disponibles peuvent représenter ces différents systèmes cognitifs. La littérature actuelle nous permet de distinguer quatre cas généraux :

(1)Le point de vue individuel, mesurant ou représentant les actions (processus) ou la contribution (produit) de chaque individu séparément. Il s'agit souvent d'indicateurs simples, « catégories des messages postés par participant », « nombre des réponses par message par participant et par semaine » (Chen, 2004), « nombre de messages non lus, par individu postés par d'autres participants » (Bratitsis et Dimitracopoulou, 2005),

(2) Le point de vue de groupe, qui peut être soit *indifférencié*, s'il s'agit du groupe entier sans s'intéresser aux contributions individuelles, soit *différencié* lorsque l'information concerne l'ensemble du groupe en permettant de distinguer la contribution spécifique de chacun des membres (Figure 13). S'agissant de *points de vue de groupe indifférencié*, un exemple typique est l'indicateur « acteurs actifs », qui représente le nombre d'acteurs ayant posté au moins un message pendant une période de temps, indicateur numérique souvent représenté par un graphe en fonction du temps, avec des intervalles prédéfinis (outil *CAF*), (Fessakis *et al*., 2004).

(3) Le point de vue de communauté, cette dernière étant considérée comme un groupe de groupes, avec également un aspect différencié (offrant en même temps des informations sur les individus qui jouent un rôle spécifique, comme les coordinateurs ou les modérateurs) ou indifférencié. L'« indicateur du niveau d'activité des groupes » a été appliqué pour refléter le niveau d'activité de groupes utilisant un système en ligne de gestion pédagogique, avec des contributions par envoi de messages et de fichiers (Dillenbourg *et al*., 2002). Il représente les contributions des membres assumant des rôles différents (groupes différents, médiateurs, etc.). Le médiateur peut naviguer de la vue globale de la communauté à des vues locales de certains groupes, en cliquant sur les petits cercles (représentant les groupes).

(4)Le point de vue de société, correspondant à un ensemble de communautés partielles (par ex., la communauté des étudiants utilisant les mêmes forums, un certain nombre d'entre eux étant actifs et différents pendant une période relativement longue).

Le *point de vue* d'un indicateur sur les systèmes cognitifs issu des participants est une caractéristique des outils et des indicateurs AAI lorsque les données d'interaction sont produites dans des contextes sociaux technologiques. Dans ce cas, ce point de vue est même une caractéristique très importante. Les outils AAI existants, liés ou incorporés dans des systèmes sociaux, produisent des indicateurs qui pour la plupart adoptent seulement un point de vue individuel, ou un point de vue de groupe différentié. De plus, lorsque le point de vue de groupe différentié est considéré, la qualité du groupe dans son ensemble n'est souvent pas visible, pas plus que les relations et les structures internes du groupe. Dans tous les cas, ce qui manque aux outils AAI actuels est l'adoption simultanée de points des vues multiples, qui pourraient être représentés par une série d'indicateurs appropriés.

3.3. Statut des valeurs des Indicateurs AAI déterminant le type d'assistance offerte par l'indicateur à ses utilisateurs

Les outils d'analyse des interactions offrent une assistance aux usagers en leur fournissant des indicateurs d'interaction. Le type de cette assistance est directement lié au *« statut »* des valeurs des indicateurs. On peut distinguer trois cas de figure :

(i) Valeurs brutes, de type numérique ou (alpha)numérique, textuel ou de type diagramme (patterns, structures) ;

(ii) Valeurs graduées via un mécanisme de calibrage, selon une norme prédéfinie et adaptée à un contexte donné de l'interaction ;

(iii) Valeurs jugées ou évaluées : des valeurs calibrées sont interprétées par le système lui-même en les comparant aux valeurs correspondantes des indicateurs d'un modèle de référence (correspondant souvent à un modèle souhaitable ou même idéal) (voir figure 1).

En tenant compte du statut des valeurs des indicateurs, nous pouvons distinguer trois types généraux d'assistance :

(a) Prise de conscience : seule une valeur brute est fournie. Par exemple, le nombre de participants en ligne est 15, le pourcentage de contributions est de 20%, les mots-clés les plus fréquents de la semaine courante sont «vitesse moyenne ». A charge pour les usagers d'estimer eux-mêmes si la valeur fournie correspond à une situation ou à un comportement adéquat (si cette estimation est nécessaire), en comparant éventuellement cette valeur à des normes implicites selon leur connaissance du contexte. Dans certains cas, les valeurs brutes sont suffisantes, par exemple si elles fournissent un support à la mémoire (concernant

notamment les actions passées du même individu) ou offrent une vision alternative des contributions d'un ensemble de participants.

(b) Appréciation ou estimation : est fournie une valeur calibrée selon une norme soit prédéfinie par les concepteurs soit par les utilisateurs eux-mêmes si l'outil est adaptable. Ainsi, les indicateurs « messages lus par rapport aux messages postés par un individu » = 97-3, alors que la norme est de 70-30 dans un contexte spécifique. La norme peut être signalée de façon directe ou indirecte via une métaphore, offrant ainsi de manière correspondante une estimation directe ou indirecte. Citons l'indicateur « degré d'activité d'un sujet de discussion » qui prend trois valeurs via une métaphore florale (*flowering period, flower full bloom, bud of flower*), incorporé dans l'outil *i-Bee* (Michocuzi *et al*., 2005) (figure 2).

(c) Évaluation : la valeur d'indicateur est calibrée et, en plus, il y a une évaluation stricte du caractère approprié de cette valeur. Elle est présentée à l'utilisateur sous la forme d'une note, d'un jugement selon une échelle, d'une suggestion ou d'un jugement.

Concernant le statut des valeurs des indicateurs, actuellement, la plupart des indicateurs calculés automatiquement offrent une assistance au niveau de "prise de conscience". Ainsi, ils offrent plutôt un soutien à la mémoire des individus ou du groupe, ou ils offrent un palliatif à une communication manquante ainsi que des aspects organisationnels. Pour progresser jusqu'au niveau «estimation», il serait nécessaire de progresser sur la recherche des indicateurs appropriés d'une part, et à au calibrage de ceux-ci selon différents contextes, d'autre part.

3.4. Mode de Visualisation

Un aspect essentiel, qui n'est pas nécessairement une propriété inhérente de l'indicateur, puisqu'il dépend souvent des choix des concepteurs de l'outil AAI, concerne la représentation et la *visualisation des variations de l'indicateur* en fonction des autres variables dépendantes ou indépendantes (par exemple, le temps) ; il correspond, en effet, à ce que l'utilisateur va souvent percevoir comme résultat de l'analyse. Il est à noter que, dans la plupart des cas, on ne présente pas aux usagers les valeurs statiques des indicateurs, mais leurs variations ou leurs co-variations, ce qui donne des visualisations intéressantes.

Concernant les visualisations produites qui offrent une base d'observation sur les interactions et un support à la métacognition, on peut distinguer trois cas de figures, selon le nombre d'indicateurs impliqués :

(a) *Variation d'un indicateur en fonction du temps* : Il y a des graphes typiques montrant la variation de variables en fonction du temps (*CAF*, Figure 17), notamment pour les indicateurs fortement dépendants de la variable temps, comme le taux de participation, le niveau d'interaction, le degré d'activité des acteurs, la popularité d'un sujet de discussion, etc.

(b) Co-*Variation de deux indicateurs :* D'autres représentations montrent la co-variation des deux variables à un moment donné ou dans une période spécifiée (par exemple, le nombre des contributions – messages écrites-, par rapport au nombre d'interactions -messages lus- , d'un étudiant participant dans un forum) (Figure 14).

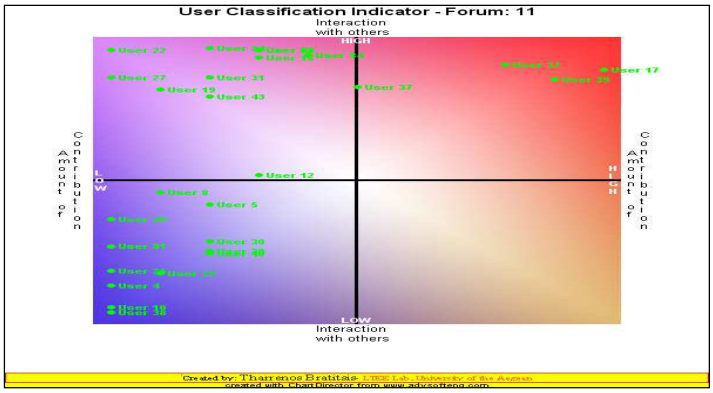


Figure 14. Visualisation de covariation des indicateurs, au 'Diagramme de Classification des Membres' Outil DIAS (Bratitsis et Dimitracopoulou, 2007)

(c) *Visualisation simultanée de certains indicateurs* : Certains systèmes offrent une visualisation simultanée d'un certain nombre de variables (qui ne co-varient pas nécessairement) ou l'état d'un certain nombre d'indicateurs dans un même intervalle de temps. Dans la plupart des cas, il s'agit d'indicateurs complémentaires, visualisés dans la même représentation, correspondant à l'analyse des interactions d'un individu, d'un groupe, ou de toute une communauté. Ainsi, dans *i-Bee* (Figure 2), la visualisation est produite par un diagramme de correspondances multiples, incorporant trois variables, la popularité de chaque sujet de discussion, le degré d'activité de chaque participant, le sujet principal de discussion de chaque participant, visualisées par des métaphores : l'abeille (valeurs : *active, flying and sleeping*), la floraison (*flowering period, full bloom, bud flower*), la direction de la tête des abeilles et la distance entre les abeilles et les fleurs.

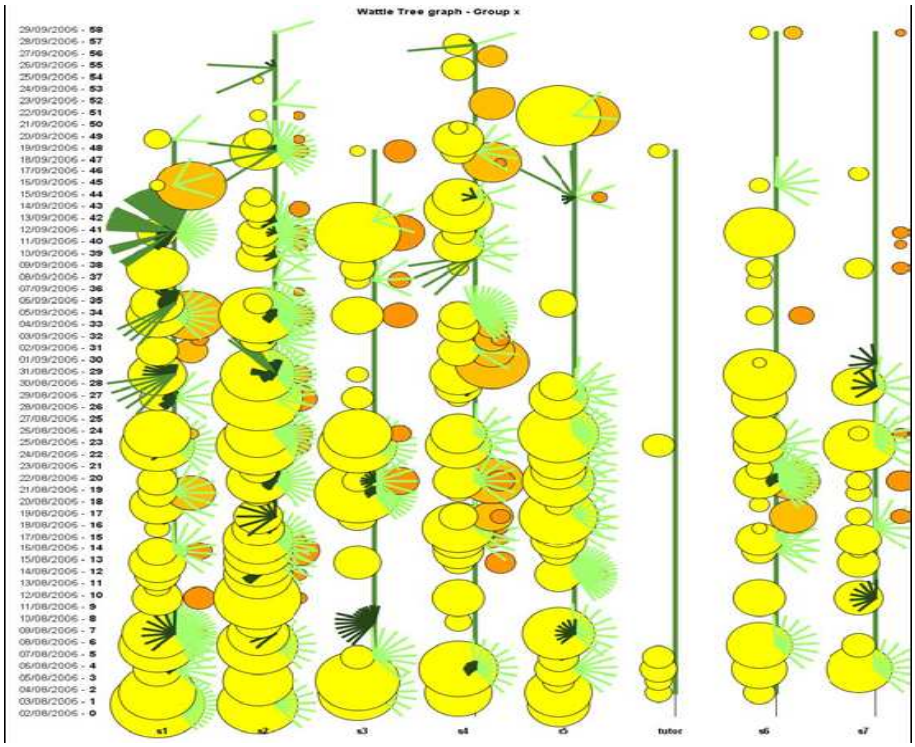


Figure 15. *Visualisation simultanée des Indicateurs en « Wattle Tree Diagram » (Kay et al. 2007)*

De même, dans l'outil *i-Tree* (Nakahara *et al*., 2005), quatre variables sont représentées : le nombre de messages postés par participant, les messages lus par participant, le nombre des réponses et le ratio des réponses. Les métaphores utilisées sont celles de l'arbre : grosseur du tronc et nombre de branches en fonction du nombre de messages ; nombre de feuilles et degré de verdeur des feuilles selon le nombre de messages lus, les feuilles tombant lorsque les messages ne sont plus lus ; fruits rouges pour chaque message de réponse d'un autre participant ; teinte du ciel plus bleutée pour un ratio de réponse élevé (Figure 3).

Dans la visualisation « Wattle Tree Diagram » (Kay et *al*. 2007), chaque membre du groupe apparaît comme un arbre séparé, qui grandit avec le temps. L'action sur chaque media ou canal de communication disponible est représenté par un code différent : fleurs, cercles, feuilles, etc. La grandeur de chaque entité particulière, codifie une variable indépendante, comme le degré de contribution ou la durée d'une action. Le «Wattle tree diagram » de la Figure 15, visualise des indicateurs (de bas

niveau) concernant les actions et la contribution de chacun des huit membres d'un groupe.

Bien que la plupart des visualisations concernent les indicateurs qui dépendent du temps, représentés par les graphes typiques correspondants, on a vu apparaître deux tendances nouvelles et prometteuses : (a) Des visualisations incorporant simultanément plusieurs indicateurs permettant de percevoir d'un seul coup d'œil une image complète de l'interaction, (b) L'utilisation de métaphores pour représenter les valeurs des variables qui peuvent offrir un cadre signifiant pour la visualisation simultanée des valeurs calibrées de plusieurs indicateurs. Ce type de visualisations apparaît critique, spécialement pour les jeunes étudiants.

4. Exemples d' Etudes de Cas sur l'Usage des Outils AAI

Quels sont les usages des ces outils AAI ? Comment les usagers les utilisent-ils et quel est l'effet de cette utilisation ?

Dans cette section, nous allons présenter trois catégories d'études de cas, ayant des caractéristiques différentes, offrant ainsi un éventail d'exemples d'utilisation dans des contextes éducatifs diversifiés, impliquant des environnements technologiques d'apprentissage multiples. En parallèle, la présentation de ces études des cas permettra de créer une photographie des questions de recherche relatives aux usages des outils AAI, qui préoccupe actuellement les chercheurs qui travaillent dans ce champ. Il s'agit d'études de cas suivants :

(A) Utilisation (par des étudiants et par des modérateurs) d'un outil AAI relié à une plateforme de formation à distance, dans un contexte de communauté virtuelle d'enseignants.

(B) Utilisation par des enseignants d'un outil AAI qui constitue une composante reliée à un environnement de modélisation, dans un contexte de modération des activités de collaboration synchrone entre élèves du secondaire.

(C) Utilisation (par des étudiants et par des modérateurs) d'un outil AAI indépendant, qui peut se connecter à des systèmes de discussion asynchrone (forums), pour des participants à des cours universitaires.

Les trois études des cas ont toutes été menées par le laboratoire « Learning Technology and Educational Engineering » (LTEE), de l'Université de la Mer d'Egèe, en Grèce (www.ltee.gr) .

4.1. Utilisation d'un outil AAI relié à une plateforme de formation à distance, dans un contexte de communauté virtuelle des enseignants : Résultats de recherche par l'usage des 'étudiants'

Cette étude de cas concerne la « Communauté d'Apprentissage des Enseignants de la Mer d'Egèe" (CAEME), qui a été créée autour d'un programme de formation à distance. Le programme a été conçu de façon que les membres de la communauté, en étant dans un contexte informel, puissent apprendre d'une façon tant informelle que formelle (Hlapanis et Dimitracopoulou, 2006, 2007). Les enseignants (en service dans l'éducation primaire et secondaire), membres de la communauté peuvent participer comme étudiants à un nombre des cours différents, supportés par une plateforme d'enseignement à distance. Le but de la communauté ainsi que celui du programme des cours de formation continue était d'améliorer l'intégration des Technologies de l'Information et de Communication à la pratique Educationnelle (TICE) des écoles primaires et secondaires. La communauté a été constituée par soixante (60) enseignants qui travaillaient dans des îles dispersées de la mer d'Egèe ainsi que vingt (20) professeurs et assistants de professeurs des Universités Grecques, spécialistes des TICE.

Afin de créer et de soutenir cette communauté d'apprentissage, indépendamment des cours spécifiques, une série de principes ont été appliqués : (a) Une implémentation d'un mode hybride virtuel à distance et en face à face ; (b) Les étudiants ont été constamment encouragés à s'impliquer dans différents groupes, et de varier leur participation des petit groupes (d'une activité spécifique) à des groupes plus élargis (les membres d'un cours), à des sous communautés (par exemple, les mathématiciens) ou même à toute la communauté (le CAEME) ; (c) Les 'anciens' membres ont été encouragés à aider les nouveaux membres (par exemple sur des sujets techniques, théoriques ou mêmes déontologiques) ; (d) Des discussions qui concernaient toute la communauté (ainsi que les sous-communautés) ont été initiés de façon constante par les modérateurs généraux de la communauté ou par des membres expérimentés, dans le but de soutenir la raison d'être de la communauté.

Une caractéristique importante de la CAEME, qui mérite d'être citée dans le chapitre présent, concerne les '*rapports d'activité*'. A intervalles réguliers (en général, chaque semaine), les deux modérateurs généraux de la communauté utilisaient un outil AAI simple, qui produisait le graphe de communication de la communauté (en se basant sur les messages 'e-mail' échangés) sous forme de Diagrammes de Réseaux Sociaux (DRS). Dans ce cas, les DRS présentent la morphologie de la communication, sur la base de l'utilisation de leur 'e-mail dédié à la CAEME, et incorporent dans leur visualisation deux indicateurs d'analyse : 'la densité du réseau' et 'la centralité', concernant la communauté et les sous-groupes de la communauté.[1] Ces rapports étaient accessibles à tous les membres de la

[1] La *densité d'un réseau* est définie comme le nombre de liaisons d'interaction parmi les participants (l'interaction qui peut être observée) divisé par le nombre de liaisons possibles

communauté. Afin de préserver l'anonymat, les diagrammes étaient codés : chaque membre représenté dans le diagramme était codé par un nombre (par ex. usager 38) (Figure 16). Le membre qui souhaitait identifier 'sa position' dans la graphe pouvait demander le code correspondant à un des deux modérateurs généraux.

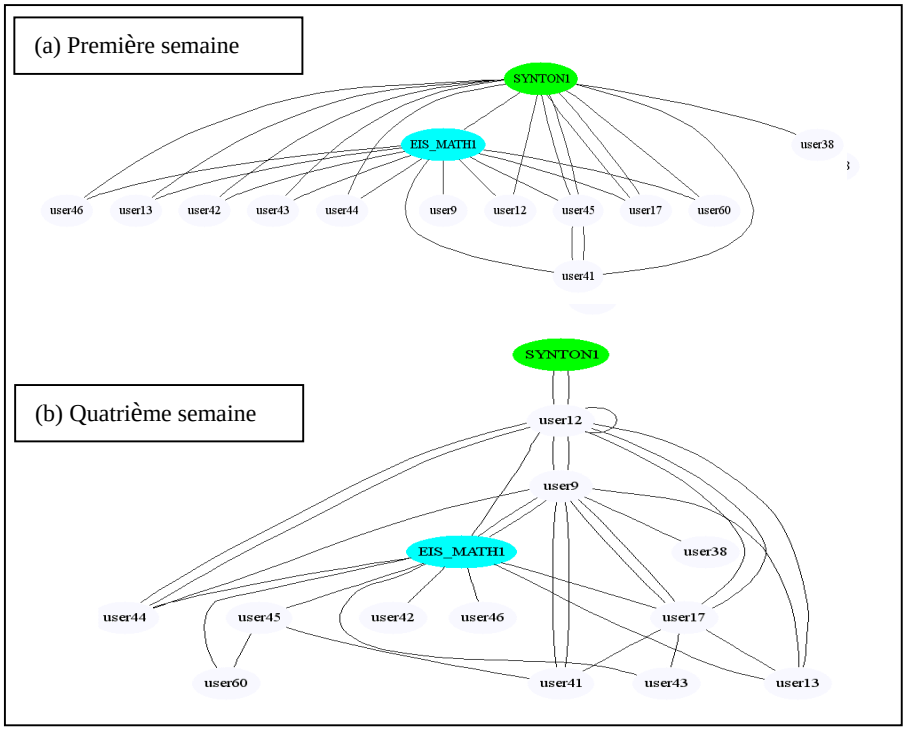


Figure 16. *Diagrammes de Réseaux Sociaux, comme visualisations de l'outil AAI, dans une communauté*

Les graphes DSA de la Figure 16 présentent les membres de la sous-communauté d'un cours, sur la base des messages e-mail de la première semaine de course (*a*) et de la quatrième semaine du cours (*b*). Les noeuds représentent les membres de ce groupe, tandis que les liaisons indiquent les interactions/communications entre les membres correspondants. De plus, la distance entre les noeuds indique le degré de l'interaction parmi ceux-ci; ainsi, plus deux nœuds sont proches dans le graphe, plus le degré de communication est important entre ces membres, dans la période de temps représenté.

---

entre les participants (l'interaction potentielle). Le réseau est d'autant plus dense que les membres communiquent entre eux. *La centralité* examine si le réseau a une structure centralisée ou non. Si il y a un membre qui est extrêmement central, avec lequel chacun a communiqué, la centralité peut être de 100%, alors que si tous les membres communiquent de façon équivalente avec tous les autres membres, la centralité peut être de 0%.

L'objectif principal de cette fonctionnalité de la plateforme de CAEME, qui présente les *rapports d'activité* de la semaine, par des graphes DRS, a été de provoquer des comportements auto-régulateurs de la part des membres de la communauté. Par exemple, le degré de communication et d'interaction pourrait augmenter ou le mode d'interaction (par exemple avec qui ils communiquent) pourrait être modifié de la part des 'étudiants' et/ou des formateurs. Ces derniers pourraient prendre en compte ces rapports afin d'évaluer soit le comportement de leur étudiants soit d'auto-évaluer leur propre qualité d'interaction et d'assistance qu'ils offrent à leur étudiants. Un tel changement, en plus de la valeur qu'il peut avoir pour les membres-mêmes d'une communauté, a aussi une valeur significative pour les modérateurs généraux de cette communauté, si il pouvait aider les modérateurs à réduire leurs interventions dans le niveau bas de modération.

Concernant les reports DRS visant l'autorégulation, la question de recherche suivante a été examinée: *"A quel point le comportement des membres de la communauté a-t-il été modifié par la présentation des rapports analysant et visualisant la communication e-mail de la communauté?"*.

Les sources principales des données utilisées étaient des questionnaires ainsi que des entretiens semi structurés. Les résultats ont été triangularisés avec des mesures de la participation et de la communication de chaque membre (source fichiers *log*). Pendant l'analyse des données pour cette question de recherche, la variable indépendante de base était « la lecture avérée des rapports affichés par les modérateurs par les membres de la communauté». Un certain nombre de variables dépendantes reliées au comportement des membres ont été examinées, et des corrélations relatives ont été identifiées, concernant les « étudiants » de la communauté :

- L'observation de rapports (diagrammes DRS) par les étudiants de CAEME (comme variable indépendante), est fortement liée (Pearson's r = +0.467, df = 33, p=0.005 <0.01) au degré auquel les étudiants considèrent avoir modifié leur comportement pour une plus grande implication dans la communauté (variable dépendante).
- Le nombre de messages email qu'un étudiant de CAEME a envoyé (comme variable indépendante), est fortement lié (Pearson's r = +0.449, df = 35, p=0.007 <0.01) au degré auquel les étudiants ont considéré que leurs camarades avaient modifié leur propre comportement pour une plus grande implication (variable dépendante).
- L'observation des rapports par les membres de CAEME est fortement liée (Pearson's r = +0.424, df = 33, p=0.010 <0.05) à l'évaluation finale des étudiants de CAEME.
- Le genre des étudiants (comme variable indépendante) est lié (Pearson's r = 0.386, df = 35, p=0.019 <0.05) au degré auquel les étudiants considèrent que leur camarades ont modifié leur comportement pour une plus grande

implication dans la communauté (comme une variable dépendante). Les étudiants masculins croient de manière beaucoup plus forte que les étudiantes féminines que leurs camarades ont été influencés par les diagrammes DRS.

Les corrélations détectées indiquent que l'outil AAI de type DRS désigné pour l'autorégulation du comportement des membres était effectif, au moins pour les étudiants.

De plus, il apparaît que dans la communauté les hommes étaient plus influencés par ces diagrammes que les femmes, ou au moins qu'ils étaient plus intéresses par ceux-ci. On pourrait dire que cela confirme la "conviction" des chercheurs (Merryfield 2001 ; Barret 2003) que les hommes sont plus efficaces et répondent mieux dans un environnement compétitif que les femmes, qui se comportent mieux dans des environnements et situations plus coopératifs.

Finalement, l'analyse de la communauté CAEME, indique d'abord que l'autorégulation du comportement des membres d'une communauté est possible. Beaucoup d'étudiants deviennent plus actifs et communiquent plus et avec plus de personnes lorsqu' ils/elles prennent conscience qu'ils étaient isolés dans le DRS.

4.2. Utilisation par des enseignants d'un outil AAI qui constitue une composante reliée à un environnement de modélisation, dans un contexte de modération de collaboration synchrone entre élèves du secondaire

Cette étude de cas présente le développement des outils AAI pour des conditions de collaboration synchrone. Ces outils sont destinés aux enseignants.

L'intérêt sous-jacent des concepteurs est qu'avec un support des outils AAI, les enseignants pourraient avoir accès à une nouvelle fonctionnalité, à l'explicitation du raisonnement de leurs élèves qui a lieu pendant le processus collaboratif (par exemple via leurs actions ou par le chat). En outre, les enseignants pendant les sessions de collaborations, exercent parfois du monitorat. Tracer le 'processus d'activité' d'un groupe explicite, peut vraiment aider les enseignants à connaître les points faibles et les points forts de leurs élèves, et ainsi leur permettre d'appliquer le monitorat d'un groupe de façon plus efficace, en utilisant des stratégies diversifiées en fonction de la situation. Le diagnostic est une activité difficile et délicatepour les enseignants et si les outils AAI leur permettaient de l'appliquer au moins à un certain degré, cela mettrait en évidence l'utilité de tels outils.

Pour mettre en œuvre cette étude de cas, nous avons conçu et développé deux outils AAI complémentaires: (a) l'outil « Activity Analysis » associé à l'environnement d'apprentissage MODELLINGSPACE[2] (Dimitracopoulou & Komis

[2] L'environnement d'apprentissage MODELLINGSPACE a été conçu tant pour une utilisation individuelle, que pour une utilisation collaborative (surtout synchrone), et il a été développé comme un environnement ouvert, qui permet des activités de modélisation à des jeunes élèves

2005), (Petrou 2005, Petrou et Dimitracopoulou, 2008) qui permet une analyse a posteriori de l'interaction collaborative, et s'adresse surtout aux enseignants et (b) l'outil CAF (Fesakis et al. 2005), qui permet d'analyser certains aspects de l'interaction *en ligne* (pendant l'interaction) et s'adresse uniquement aux enseignants.

Ces deux outils AAI, « Activity Analysis/ MODELLINGSPACE » et « CAF », ont été conçus principalement pour l'analyse d'activités collaboratives synchrones, qui ont lieu dans des environnements d'apprentissage orientés action, comme c'est le cas pour un environnement de modélisation.

L'étude de cas porte sur les enseignants. Nous allons décrire brièvement les outils AAI et les fonctionnalités correspondantes, la façon dont un enseignant pourrait les percevoir, (i) pendant l'interaction, i.e. la session de collaboration synchrone et (ii) après la fin de l'interaction, i.e. après exécution de la session de collaboration.

(A) *Pendant la session (en ligne) :* les enseignants disposent de l'outil CAF ainsi que deux fonctions intrinsèques à l'environnement d'apprentissage:

(a1) *L'historique des dialogues* (chat) : tous les messages échangés via le chat sont disponibles, et les enseignants peuvent revenir en arrière à tout moment pendant la session de collaboration synchrone.

(a2) *Affichage de la 'paternité' de chaque 'entité' inséré* dans l'espace partagé de modélisation (il s'affiche le nom du participant qui l'a insérée). De cette façon, l'enseignant (en étant connecté à un groupe spécifique) peut avoir une idée de la contribution de chaque membre du group (Avouris, Dimitracopoulou, Komis, 2002).

(a3) *L'outil AAI "CAF"*: [*Collaborative Activity Function*] (Fesakis, Petrou & Dimitracopoulou, 2004) est un outil spécialement conçu pour les enseignants, afin de superviser un nombre de groupes différents (qui sont en train de collaborer de manière synchrone via des environnements d'apprentissage basés sur l'action), ainsi que d'avoir une estimation rapide de l'évolution et de la qualité de collaboration elle-même (Dimitracopoulou 2004).

(public cible: 11-18 ans) en offrant les moyens pour l'expression des idées, le développement et l'exploitation des modèles des situations variées (impliquant des connaissance en physique, chimie, mathématique, biologie, etc) [www.modellingspace.org & www.ltee.gr].

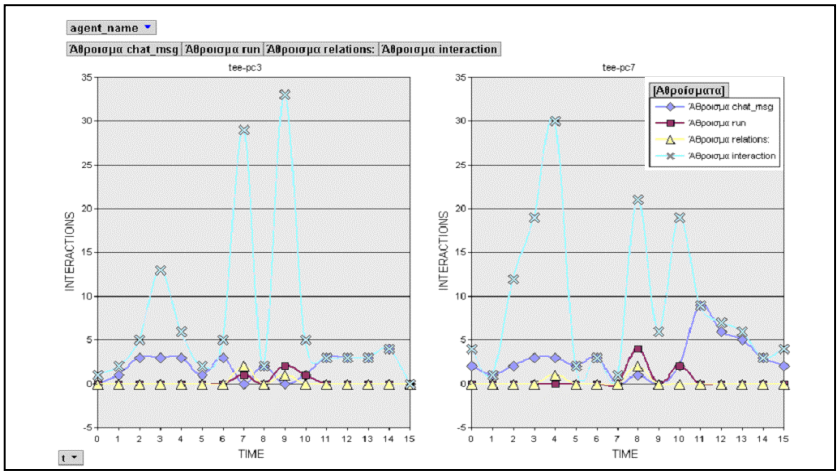


Figure 17. *L'outil AAI 'CAF' analysant une collaboration synchrone, en ligne*

L'outil CAF (Figure 17) a été conçu afin d'offrir un outil de diagnostic 'superficiel', qui permet de : (a) Apprécier l'activité collaborative d'un groupe, (b) Choisir des moments d'intervention par l'enseignant, (c) Evaluer la contribution de chaque agent ou même d'auto-évaluer le style d'intervention de l'enseignant lui-même. Les exigences initiales de conception de l'outil étaient les suivantes: (a) Détection facile des situations intéressantes de groupe (qui nécessitent ou non une intervention du modérateur), (b) Disponibilité en temps réel pendant la collaboration, (c) Niveau d'abstraction adaptable sur demande (d) Présentation du volume d'information adaptable sur demande.

La mission centrale de l'outil est de calculer l'indicateur CAF (et ses variations) et de le présenter graphiquement en temps réel en fonction du temps ainsi qu'en comparaison à d'autres variables de base (par exemple, le nombre de messages chat, les agents humains actifs, l'interaction etc.), qui influencent les valeurs de CAF.

Un enseignant, en observant les courbes des diagrammes de l'outil CAF, peut inférer des règles d'interprétation de graphes CAF qui sont produits. Par exemple : (a) Plus il y a d'actions de collaboration, plus les valeurs du graphe CAF sont élevées (si la valeur de CAF est zéro, aucune action n'a eu lieu dans la période de temps concernée). (b) Les valeurs du graphe CAF sont toujours supérieures ou égales à celles de la *courbe d'Interaction*. Si les valeurs du CAF et de la courbe d'interaction sont égales, alors un seul agent humain est actif pendant la tranche du temps correspondant. (c) La courbe d'Interaction est toujours supérieure ou égale à *la courbe de messages chat*. Si ces courbes sont égales, alors les agents humains ne discutent qu'en chat, etc.

Il est à noter que par l'outil CAF, l'utilisateur peut (a) choisir des combinaisons multiples d'agents humains afin de comparer leur contribution à la collaboration, (b)

activer des courbes d'interaction plus spécifiques (par exemple, des interactions autour de l'exécution des modèles, qui est un événement déterminant du processus de modélisation), (c) zoomer en se concentrant sur des périodes de temps choisis.

(II) *Après la session collaborative (a posteriori),* les enseignants disposent de l'outil « Activity Analysis », une composante distincte et reliée à l'environnement «MODELLINGSPACE" (Dimitracopoulou & Komis, 2005 ; Petrou 2005 ; Petrou et Dimitracopoulou, 2008). Il comprend trois sous-outils : (i) Statistiques (ii) « Séquences annotées », (iii) 'COPRET', qui travaille sur la base du précédent.

(i) Statistiques : L'hypothèse de base est que "L'action de collaboration d'un agent est proportionnel au nombre de messages envoyés par cet agent et aux actions effectuées dans l'espace commun". Il donne des informations sur: (a) les pourcentages de la possession des droits de coordination sur 'l'espace commun de travail' par les agents humains. (b) les actions par agent, en précisant le nombre de messages écrits, les insertions, destructions, modifications des entités dans l'espace commun de collaboration.

(ii) « Séquences Annotées» (Annotated Playback): L'hypothèse de base est que "Un agent peut étudier la qualité de l'activité et de la collaboration, lorsqu'il observe tout le processus en détail". L'utilisateur peut: (a) observer tout le processus qui a eu lieu dans l'espace commun de travail, dans un format vidéo ; (b) étudier l'historique des 'entités' créées et effacées au cours du processus (ordre chronologique des effacements, qui a inséré les entités dans l'espace, qui les a effacées) ; (c) Activer des fonctionnalités de zoom (avant et arrière), d'adaptation de la vitesse de vidéo, de copie, d'impression, etc. (Figure 18).

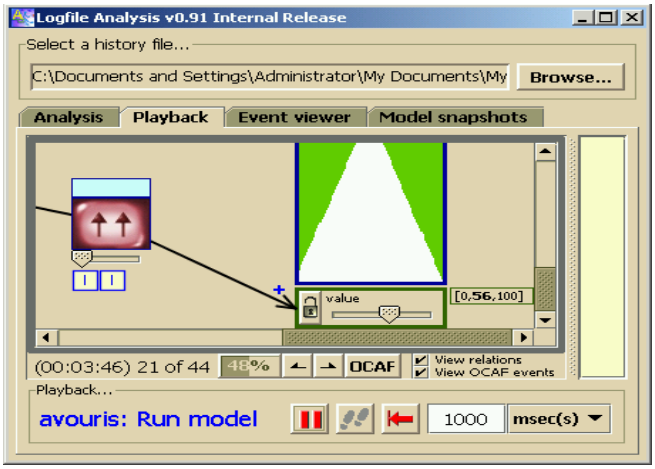


Figure 18. *Outil AAI «Activity Analysis/ MODELLINGSPACE »: Page extraite du sous-outil « Séquences Annotées »*

(iv) *COPRET:* L'utilisateur (enseignant) peut avoir sous forme imprimée et plus structurée, les dialogues et les copies d'écran de l'espace partagé, qui ont eu lieu entre deux moment significatifs du processus de collaboration (par exemple, lorsqu'un partenaire a demandé les clés de l'espace, qu'il a inséré une entité, etc.) COPRET est une extension de « Séquences Annotées », et produit un fichier avec des pages multiples, qui respectent l'ordre chronologique des événements et offre dans une forme unifiée toutes les données primitives et nécessaires (l'état de l'espace commun dans une période de temps spécifique, l'historique des dialogues correspondants, les informations sur l'agent qui a le contrôle de l'espace du travail) (Figure 19).

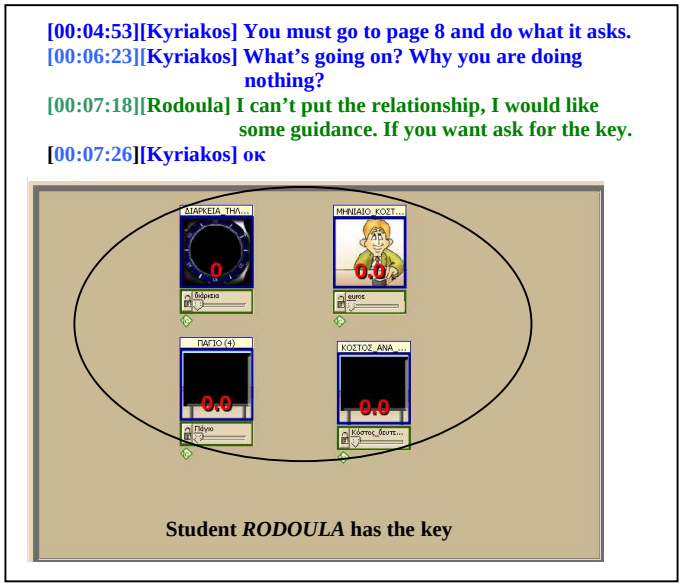


Figure 19. *Outil AAI «Activity Analysis/ MODELLINGSPACE »: Page extraite du sous-outil* 'COPRET'

Quatre enseignants et quatre classes différentes ont été impliqué, deux classesde seconde (15 ans) et deux classes de première (16 ans). Les enseignants ont formé des groupes d'élèves de compétences mixtes. Pendant les sessions de collaboration, en classe, l'enseignant choisissait souvent de surveiller un groupe d'élèves, en faisant aussi attention en parallèle aux autres groupes. Les membres de chaque groupe observé (deux élèves et l'enseignant) travaillent sur leurs propres ordinateurs, localisés dans la même salle, mais pas à côté. Chaque groupe a travaillé sur une série d'activités de modélisation pendant huit (8) sessions des 45 minutes. La recherche a duré à peu près trois mois. Les activités de collaboration concernaient quatre problèmes ouverts, relatifs aux programmes de coût de ligne des compagnies de téléphones mobiles. Dans tous les cas, les élèves avaient à créer des modèles (correspondant à des relations algébriques y=ax+b), des situations sous-jacentes

(phase de création de modèles) et ensuite à exploiter ces modèles afin des répondre à des questions numériques (phase d'exploitation des modèles).

Les questions principales de recherche concernant l'évaluation empirique des outils AAI correspondants, étaient les suivantes :

(a) Quelles informations les enseignants décodent-ils et comment interprètent-ils ces informations ?

(b) Comment les enseignants régulent-ils leurs stratégies d'enseignement à partir de ces informations ?

(c) Quelle est l'opinion des enseignants sur l'utilité des ces outils, les modes d'utilisation, leur restrictions et les améliorations souhaitables?

Afin de capter les points de vue des enseignants sur les outils AAI disponibles, nous avons adopté la démarche suivante : (a) Pendant chaque session et à la fin de celle-ci, le chercheur observait les enseignants en train d'utiliser les outils. Les enseignants exprimaient leurs constatations en haute voie. (b) A la fin de toutes sessions, les enseignants ont rempli un questionnaire, relatif à leur opinion sur ces outils AAI.

Outils	Données	Comment les enseignants mettent en valeur les produits des outils AAI	Régulations des stratégies des enseignants
CAF	• Participation	• Estimation de la qualité de collaboration • Evaluation de la contribution • Choix du moment d'intervention • Evaluation des interventions des enseignants • Choix des périodes qui nécessitent une analyse détaillée	• Auto-régulation • Planification d'une nouvelle constitution du groupe
ACTIVITYANALYSIS/ MODELLINGSPACE ***- STATISTIQUES***	• Nombre de messages par participant • Pourcentages de possession des clés	• Estimation de la qualité de collaboration • Evaluation des interventions des enseignants	• Auto-régulation
ACTIVITYANALYSIS/ MODELLINGSPACE ***- SEQUENCES ANNOTEES***	• Processus d'activité	• Diagnostic des difficultés cognitives • Diagnostic des difficultés techniques	• Démonstration
ACTIVITYANALYSIS/ MODELLINGSPACE ***- COPRET***	• Dialogues entre participants & Actions en espace partagé	• Estimation de la qualité de collaboration • Evaluation des interventions des enseignants • Diagnostic des difficultés cognitives • Diagnostic des difficultés techniques	• Auto-régulation • Planification d'une nouvelle constitution du groupe

Table 1. *Usage des outils AAI (ACTIVITYANALYSIS/MODELLINGSPACE & CAF) par les enseignants*

Concernant la question " Quelles informations les enseignants décodent par les outils disponibles, et comment interprètent-ils ces informations? », la Table 1 présente une vue d'ensemble, dans les deux colonnes intermédiaires.

L'analyse a montré que les enseignants, en utilisant CAF pendant des sessions de collaboration synchrone, sur la base de l'information quantitative, arrivent de fait à dériver une information qualitative sur la qualité de collaboration (par exemple, une collaboration équivalente, un écroulement de collaboration, etc.), et ainsi à estimer la nécessité d'intervenir et de choisir les moments les plus appropriés[3] pour le faire.

Après le déroulement de la session collaborative, les enseignants jettent un coup d'oeil tout d'abord aux *Statistiques* afin d'avoir une première estimation sur la qualité ou le style de collaboration (par exemple qui a eu l'initiative), et pour évaluer leur propre intervention (si il y en a eu une) (par exemple combien des fois et pour combien de temps ils sont intervenus). Ensuite, ils mettent en œuvre l'outil de *Sequences Annotées*, et en général, ils jettent un premier coup d'œil. Finalement, ils l'utilisent vraiment, après avoir étudié *COPRET* et plutôt dans le but d'identifier des extraits de la session qui pourraient être appropriés pour une démonstration annotée aux élèves, lors du prochain cours. Finalement, les enseignants passent le plus de temps à étudier le *COPRET* correspondant. En leur demandant leur point de vue sur ce sous-outil (Petrou 2005), les enseignants reconnaissent qu'ils deviennent capables de diagnostiquer des difficultés conceptuelles de leurs élèves, quelquefois des conceptions erronés, des problèmes des procédures de résolution non appropriées ainsi que problèmes de qualité de collaboration. De plus, dans certains cas, les enseignants ont reconnu, après l'étude avec *COPRET* d'une session de groupe à laquelle ils avaient participé, que leur intervention n'avait pas été appropriée (« *C'est maintenant que je vois que je les ai trop orientés, ….je devrais être moins directif. Je dois être plus prudent la prochaine fois* »).

Les outils AAI qui ont été développés, bien qu'ils ne produisent pas une analyse qu'on caractérisait comme sophistiquée (ainsi, ils ne calculent pas des indicateurs AAI de haut niveau d'interprétation), arrivent cependant à offrir aux enseignants de nouvelles possibilités, ces derniers devenant capables de tirer des informations tant quantitatives que qualitatives sur le processus de l'activité collaborative. Les enseignants assistés par les outils AAI, ont ainsi pu diagnostiquer des difficultés de

[3] L'analyse a révélé que les enseignants, lorsqu'ils intervenaient dans un groupe agissaient: (a) comme *fournisseurs d'information* relative au contenu de l'activité (b) comme *Gestionnaires (Managers) des interactions* entre les membres du groupe (c) comme *Gestionnaires du processus* de l'activité. Ces résultats sont en accord avec les conclusions d'une recherche préliminaire (Petrou & Dimitracopoulou, 2003), ainsi qu'avec des résultats d'autres recherches (Baker *et al.,* 2001). Le lecteur peut trouver des résultats détaillés sur les interventions des enseignants et les effets de ces interventions sur les élèves, dans les références Petrou 2005 ; Petrou et Dimitracopoulou, 2008.

collaboration et des problèmes cognitifs chez leurs étudiants, et intervenir de façon plus ou moins appropriée pendant ou après la session de collaboration.

,Une vue d'ensemble de l'analyse des usages de ces outils AAI par les enseignants de secondaire, dans de conditions des collaboration synchrone en environnement orienté à l'action, nous a montré que :

A) Pendant la session collaborative synchrone (en ligne), en utilisant les outils AAI correspondants, les enseignants :

   i) appliquent une première évaluation de l'activité collaborative des groupes,

   ii) surveillent l'activité et choisissent les moments appropriés pour une intervention.

B) A l'issue de la session de collaboration, en utilisant les outils AAI, les enseignants :

   i) évaluent l'activité collaborative des groupes,

   ii) diagnostiquent des difficultés cognitives et des erreurs de conceptions,

   iii) réfléchissent sur leurs propres stratégies d'enseignement

      (iii.a) dans une phase pré-collaborative, telle que la constitution correcte des groupes ;

      (iii.b) pendant la session de collaboration, en se posant par exemple des questions sur les effets de leur propre interventions sur le processus de leurs élèves ;

      (iii.c) à l'issue de l'interaction, en développant de nouvelles stratégies qui portent plus sur l'auto-reflexion et sur la régulation au niveau du groupe, au niveau de la classe, au niveau de l'enseignement lui-même.

Les résultats qui viennent d'être mentionnés deviennent plus significatifs, lorsqu'on prend en compte la complexité des interactions pendant des activités collaboratives synchrones ainsi que les difficultés et la subtilité du rôle des enseignants dans un tel contexte.

4.3. Utilisation par des étudiants et des modérateurs d'un outil AAI indépendant, qui peut se connecter à des forums

4.3.1. Description de l'outil DIAS et Contexte de l'étude de cas

L'usage de forum de discussion asynchrone dans l'éducation universitaire est devenu de plus en plus répendue. Ces dernières années, beaucoup d' outils AAI captant et analysant les interactions qui ont lieu dans un forum (Gerosa *et al.* 2005 ; Nakahara *et al.* 2005 ; Simmoff 1999) ont été développés. Pourtant, la plupart

d'entre eux présentent un certain nombre d'inconvénients par rapport au soutien offert aux participants d'un forum : analyse de données restreinte, indicateurs d'analyse s'adressant seulement à un profil spécifique de participants (par exemple, seulement aux enseignants), des systèmes d'analyse fermés ou non transparents, ou même un manque de recherche empirique sur l'utilisation de ces outils (Bratitsis & Dimitracopoulou, 2006). Cela a conduit le laboratoire LTEE à concevoir et développer l'outil AAI « *DIAS* », un outil indépendant, pour l'analyse des discussions asynchrones, qui est adaptable, flexible, et interopérable (Figure 20).

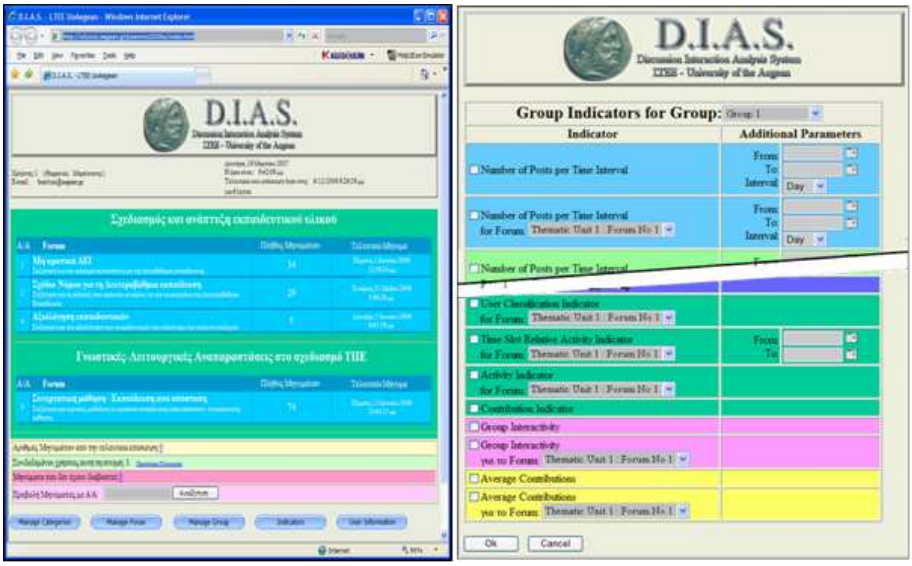
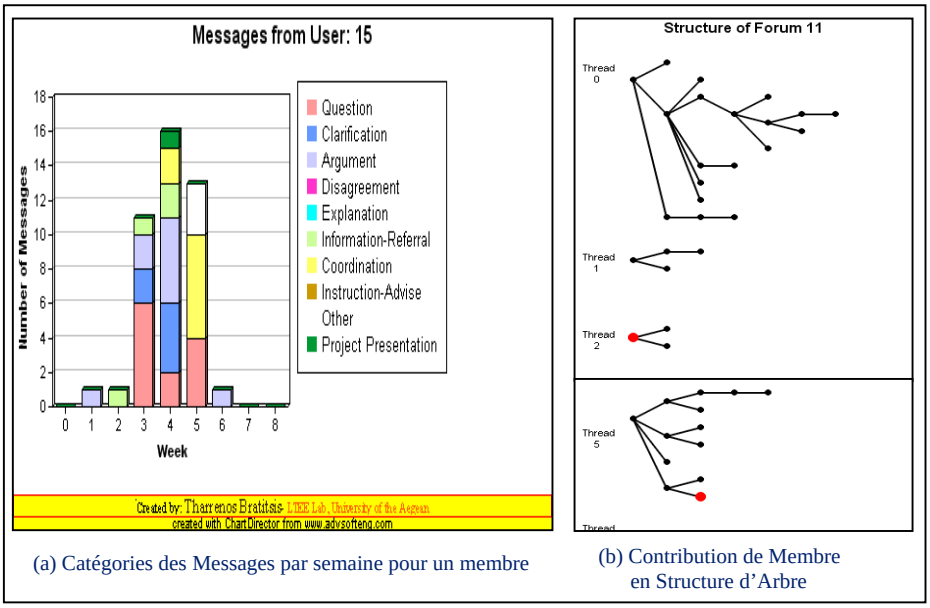


Figure 20. *Outil AAI 'DIAS' (a) Interface principale, (b) Menu d'activation d'Indicateurs AAI*

Pour la conception de l'outil DIAS, le principe central a été de considérer que les participants impliqués dans une activité d'apprentissage ont des besoins différents de soutien, comme individus, membres de groupes ou de communautés. De cette façon, différents ensembles des indicateurs ont été conçus, adressés aux élèves, aux enseignants, aux modérateurs ou même aux observateurs-chercheurs. En parallèle, nous avons défini certains « *Schémas d'Interprétation* » appropriés pour des stratégies de discussion différentes ou des scénario d'usage ; les Schémas d'Interprétation expliquent comment combiner différents indicateurs afin d'extraire des informations qualitatives et complémentaires. Le lecteur peut trouver plus d'informations sur les principes de conception de l'outil DIAS dans d'autres références bibliographiques (Bratitsis et Dimitracopoulou, 2005, 2006, 2007, 2008). Tous les indicateurs produits et visualisés par DIAS (~60 indicateurs) (Figures 21,

22) se calculent sur la base d'une analyse de nature quantitative. Les enseignants ou les étudiants expérimentés peuvent choisir les ensembles d'indicateurs qu'ils veulent avoir dans leur disposition, en cours de session de discussion asynchrone.



(a) Catégories des Messages par semaine pour un membre

(b) Contribution de Membre en Structure d'Arbre

Figure 21. *Exemples d'Indicateurs de l'outil DIAS, analysant la contribution des individus participant* à *un forum*

Quatre études de cas ont été implémentées *in situ*, dans le contexte de cours universitaires (licence, master), où les forums de discussion asynchrone ont été utilisés comme les moyens centraux de la méthode d'enseignement appliquée aux cours des semestres correspondants. Ces quatre études comprenaient l'usage de l'outil AAI 'DIAS', par les étudiants ainsi que par les modérateurs - enseignants de l'université, dans des types de scénario de discussion asynchrone différents (Table 2).

Dans l'étude pilote initiale, les élèves avaient à leur disposition, chaque semaine, un nombre croissant graduellement d'indicateurs AAI, allant des plus simples aux plus complexes. Ils n'avaient pas des consignes d'interprétation, car il fallait tester la 'transparence' de ces indicateurs. Dans les études de cas '2', '3' et '4' seul un groupe (le groupe expérimental) a été autorisé à avoir accès aux indicateurs de l'outil DIAS, afin d'identifier des différences générales de comportement parmi les deux groupes. Pendant la 4ème semaine, ainsi qu'à la fin des cours (au bout de trois mois) les participants ont répondu à un questionnaire afin d'enregistrer leur réaction initiale sur la présence des indicateurs.

Des sources de données similaires ont été utilisées pour les quatre études de cas, comme des données de fichier *log*, des questionnaires, et des entretiens semi-structurés de chaque participant, en mode individuel. Tous les résultats issus d'une source de données ont été triangulés par des données de sources différentes.

Etude	Population	Durée	Stratégies d'enseignement
1 (Pilot)	40 étudiants en master recherche – 1 groupe	6 semaines	Discussions libres, relatives au contenu du cours. 8 thèmes de discussion dans le but d'échanger des idées, arguments et informations.
2	14+14 étudiants en master recherche – 2 groups	7 semaines	3 thèmes de discussions libres, relatifs au contenu de cours. Un étudiant par groupe résume chaque conversation et coordonne une présentation à la fin du semestre.
3	14+14 étudiants en master recherche - 2 groups	7 semaines	Les étudiants choissent des mots clés dans un texte de référence, afin de les présenter et d'expliquer sur un Forum. Apres 2-3 jours de discussions explicatives, le modérateur résume et passe à la phase suivante (totale: 6 phases). Les étudiants présentent des cadres théoriques et leurs propres idées centrales. Finalement, les groupes concluent les discussions par une synthèse.
4	15+15 étudiants en Licence– 2 groups	7 semaines	Les étudiants choisissent 1 de 2 réponses possibles à une question centrale. Ainsi, ils forment 2 groupes. Chaque groupe argumente sur son choix en indiquant aussi les désavantages de l'autre choix. Leurs rapports sont échangés et discutés.

Table 2. *Etude des cas implémentés pour l'étude d'usage de l'outil AAI "DIAS"*

Les questions de recherche sont reliées à des objectifs principaux de la conception d'un outil AAI comme *DIAS*. Il y a d'abord trois ensembles de questions relatives au:

(a) *Décodage des visualisations* : Comment les participants apprécient-ils les informations visualisés ? Sont-ils capables de décoder toute l'information sous-jacente (*transparence des indicateurs*)?

(b) *Comportement des utilisateurs face à la disponibilité des indicateurs* : Qu'est-ce qui pousse les utilisateurs à étudier les indicateurs (par exemple, quel est la motivation des étudiants ?). Quelle est la fréquence de leur consultation ? Quand et pourquoi les utilisent-ils ? (*usage des indicateurs*). Quels sont les indicateurs qu'ils préfèrent ? (*leurs besoins, leurs préférences*).

(c) *L'influence des indicateurs sur les comportements et sur les actions des utilisateurs* : Comment et à quel degré les indicateurs influencent-ils les utilisateurs (par exemple, les étudiants) ? Comment les indicateurs affectent-ils l'auto-régulation des participants dans un forum?

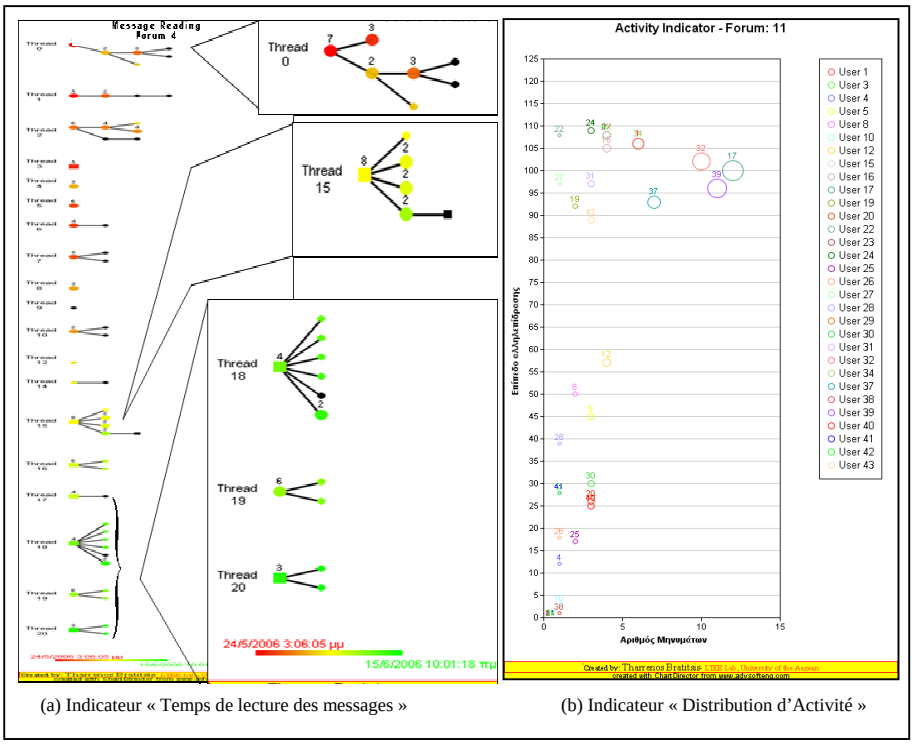
De plus, il y a des questions plus spécifiques, comme par exemple :

- *L'effet de l'usage des indicateurs aux aspects spécifiques* : Comment les indicateurs soutiennent-ils la supervision et l'évaluation de l'évolution de la

discussion? Quelle est la contribution de l'usage des indicateurs à des phases différentes de l'évolution d'une discussion ?

- *Le Champ de validité de l'outil AAI* : Quels indicateurs ou combinaison des indicateurs sont les plus appropriés pour différents profils et rôles des utilisateurs ; à quelles conditions et dans quelles stratégies de discussion ?

L'ensemble des questions indiquées ci-dessus a été exploré surtout pour les étudiants et les modérateurs-enseignants. Les chercheurs n'étaient pas le public cible des quatre études de cas mentionnés, pourtant quelques questions relatives ont été explorées (par exemple, quelles combinaisons d'indicateurs conduisent aux conclusions-interprétations les plus valides? Est-il possible d'estimer la qualité d'une discussion sans lire le contenu des messages ?, etc.).



(a) Indicateur « Temps de lecture des messages »

(b) Indicateur « Distribution d'Activité »

Figure 22. *Exemples d'Indicateurs de l'outil DIAS, de point de vue de groupe différencié*

4.3.2.a. Résultats de Recherche concernant l'usage de l'outil AAI par des étudiants

Nous allons à présent présenter un recueil des résultats relatifs à l'usage de l'outil DIAS par des étudiants participant à des forums des discussions asynchrones (Bratitsis et Dimitracopoulou, 2005, 2006, 2007).

Concernant la question « *est-ce que les utilisateurs décodent les visualisations et comment ?* », apparemment la plupart des indicateurs étaient suffisamment transparents : l'utilisation des diagrammes simples comme les courbes, les diagrammes en barres ou les camemberts facilite le décodage et la compréhension, étant donné que chacun est familier de ces représentations. Cependant, dans quelques cas (plutôt les cas des diagrammes complexes) les étudiants étaient capables de comprendre le concept principal du diagramme, mais ils étaient incapables de 'lire entre les lignes', afin d'extraire des informations plus fines. De plus, il a été constaté que des combinaisons entre différents indicateurs doivent être signalées aux étudiants, dans une forme des « Schémas d'interprétation », étant donné qu'il est difficile pour un utilisateur non expérimenté de penser à toutes les possibilités éventuelles.

En examinant « *l'influence des indicateurs AAI sur les utilisateurs* », nous sommes arrivés à la conclusion concrète qu'ils qu'ils favorisent de manière significative la participation. Les utilisateurs ont été agréablement surpris par l'aspect 'dynamique' de l'information présentée et ont été assez enthousiastes pour prendre en compte les indicateurs pendant l'évolution de la discussion sur le forum (94 sur le 98 étudiants). En regardant « *Quelle est la fréquence, de la consultation des indicateurs ?* » presque 60% les consultait à chaque connexion et 80% au moins 2 ou 3 fois par semaine.

En recherchant « *la sorte d'information qui intéressait le plus les utilisateurs*», 70% préférait des informations comparatives, afin d'évaluer leurs actions en regard de celles de leur collaborateurs. Les indicateurs individuels ont été moins utilisés (50%) par les étudiants, et ils ont été pris en compte plutôt pour confirmer leur impression sur leur activité personnelle.

Un autre résultat significatif est relié à « *comment les indicateurs affectent les utilisateurs* ?». Est-ce qu'ils aident les étudiants à développer des processus auto-régulatifs ? Est-ce qu'ils aident à évaluer et modérer des activités dialogiques ?A part la motivation des indicateurs AAI (que certains pourraient attribuer à d'autres facteurs, comme par exemple à la motivation produite par un moderateur-enseignant enthousiaste), les résultats d'une analyse plus profonde du comportement des étudiants étaient encourageants. Par exemple, les étudiants en DEA, qui avaient bien décodés le *DSA*, ont plus interagi avec leurs collaborateurs, et ne se sont pas contentés de lire ou écrire des messages (dans quelques cas, sans faire attention à la qualité du contenu). Ils ont essayé d'interagir avec plus de collaborateurs, fait qui a abouti à des conversations plus essentielles. Un autre exemple est l'effet de l'indicateur « *Contribution des Membres en Structure d'Arbre*» (Figure 21b)

(Bratitsis et Dimitracopoulou, 2006), qui visualise le nombre de 'fils' dans une discussion de forum auxquels un individu a participé. Les étudiants qui ont étudié cet indicateur ont participé à plus des 'fils' que ceux qui n'ont pas lu. Ces exemples simples conduisent à la conclusion que les indicateurs AAI affectent les utilisateurs. En plus, leur effort d'améliorer leur statut d'interaction dans une activité de discussion augmente les présupposés pour des discussions effectives : Une Interaction plus intense facilite la pensée critique et soutient des discussions effectives (Palloff & Pratt, 1999; Garisson et al, 2001; Schellens & Valcke, 2005).

De plus, en examinant « *si les indicateurs facilitent la compréhension des objectives des activités de discussions*», il est apparu que les indicateurs aident les élèves à évaluer leur participation et à apprécier s'ils respectent la discussion et le processus de collaboration. Par exemple, dans une des études de cas, où il y avait des processus de discussion asynchrone en plusieurs phases, quelques étudiants ont rapporté certains « indicateurs de groupe » les ont aidé à identifier les périodes d'activité intense, et ainsi à distinguer les phases de discussion (par exemple l'indicateur «*Temps de lecture des messages*» (Figure 22a). De cette façon, ils ont été incités par les indicateurs à comprendre une planification de l'activité effective, et donc quand et comment agir. D'autres idées des étudiants ont montré clairement que des indicateurs spécifiques améliorent l'estimation de la situation courante et l'auto-monitorat du processus.

Notre conclusion principale était que l'usage des indicateurs AAI, dans des cas des discussions asynchrones via des forums, est une approche qui peut être engageante et efficace. L'impression générale a été assez positive, et il a été possible d'observer des modifications du comportement des usagers, vers plus de coopération et plus de productivité.

4.3.2.b. Résultats de Recherche concernant l'usage de l'outil AAI par des étudiants

En se focalisant sur la perspective des modérateurs-enseignants, à la fin de chacune des quatre études, des entretiens semi-structurés ont eu lieu avec les enseignants. Spécialement dans la première étude, une approche de « conception participative » a été implémentée afin d'avoir les 'exigences' des usagers, non seulement sur les types d'indicateurs souhaitables mais aussi, sur comment ils pourraient avoir une estimation globale du processus de discussion.

Globalement, les modérateurs-professeurs en université, ont évalué leur expérience positivement. En examinant la '*transparence*' des indicateurs proposés, la première conclusion concrète a été que bien que les indicateurs aient été considérés comme transparents (tous les diagrammes ont été compréhensibles par les modérateurs), les consignes d'interprétation doivent être données de l'avance. Ces consignes ne doivent pas comprendre des informations sur comment lire les visualisations, mais sur comment combiner les informations diverses au profit d'un modérateur, via une forme de 'Schémas d'interprétation'. Cela assure que

l'information dérivée des ensembles d'indicateurs ne sera pas considérée de façon erronée ou partielle.

En examinant "*si les indicateurs aident et facilitent la tâche des modérateurs* », globalement, et via les entretiens avec les modérateurs, il a été constaté que certains des indicateurs aident plus que d'autres, mais l'impression globale est plutôt positive. Quelques indicateurs sont préférables à d'autres et cela indépendamment de la situation d'enseignement. Cependant, certains autres sont mieux utilisés et facilitent le processus dans certaines conditions spécifiques. Par exemple, les diagrammes *DSA* apparaissent plus appropriés lorsque de nombreuses interactions entre des groupes de grandeur moyenne sont à modérer, tandis que l'indicateur de « *Distribution d'Activité*» (Figure 22b) (Bratitsis et Dimitracopoulou, 2006) apparaissent plus appropriés dans le cas de discussions ouvertes avec un plus grand nombre des participants.

A travers des études avec l'outil DIAS en contexte réel, nous sommes arrivés à la conclusion que cet outil AAI facilite de façon significative la tâche des modérateurs, des enseignants ou même des observateurs, non participants à l'activité. L'importance de l'information quantitative a été déjà signalée dans la littérature (Gerosa *et al*, 2005; Reffay et Chanier, 2003). L'élément qui différentie l'approche implémentée en *DIAS*, en regard des outils AAI existants, a été l'effort rajouter à la présentation simple d'informations statistiques, en ajoutant les valeurs explicatives et en appliquant des "Schémas d'Interprétation», ainsi que le fait de la production d'un grande nombre et d'une grande variété d'indicateurs visualisés.

5. Discussion : Carte Routière de Recherche pour la conception des outils AAI

Pendant les trois dernières décennies, alors que le champ des applications des Technologies d'Information et de Communication à l'éducation se développe, la communauté scientifique correspondante s'est focalisée sur la conception, l'évaluation et l'implémentation des environnements technologiques d'apprentissage, ainsi que sur la compréhension des processus actifs d'apprentissage. La nouvelle direction de recherche de AAI au soutien de l'auto-régulation, propose que la conception des environnements technologiques d'apprentissage ne doit pas se limiter aux moyens de base d'action ou de communication, mais qu'elle s'élargisse en fournissant les moyens d'analyse des interactions très complexes qui ont lieu, lorsque les participants des activités sous-jacentes agissent de façon individuelle ou collaborative. Ces moyens et ces nouvelles fonctionnalités sont indispensables afin de permettre d'une part aux participants de prendre une partie importante du contrôle réel de l'activité, en ayant un soutien aux opérations mentales métacognitives qu'il faut mettre en œuvre en évaluant et auto-régulant leur propre activité, et d'autre part aux observateurs de ces activités d'avoir les moyens de comprendre, d'analyser et d'interpréter les processus qui se développent.

Les conséquences de cette nouvelle direction de recherche et la nouveauté aportée demandent des concepteurs de environnements technologiques d'apprentissage (formel ou informel) de concevoir dès le début de la conception d'un système, des fonctionnalités appropriées, des composantes ou même des outils indépendants, capables d' offrir le soutien nécessaire.

Il est à noter que ces nouvelles exigences sont à satisfaire au niveau de la conception des environnements technologiques de façon indépendante ou complémentaire à deux autres approches existantes : celle de l'adaptation de l'environnement lui-même (*environnements d'apprentissage adaptatifs*) (par exemple, en enrichissant l'interface ou en adaptant le contenu), et celle de guidage par l'application des techniques de l'intelligence artificielle (*systèmes tutoriel intelligents*).

Dans tous les cas, la direction de recherche d'AAI est actuellement en état d'émergence, en présentant une croissance significative, étonnante. Afin d'atteindre ses promesses, les chercheurs y travaillant, ainsi que les nouveaux chercheurs qui sont attirés par l'intérêt présenté, ont à travailler dans plusieurs dimensions de recherche sous-jacentes: (a) La conception des Indicateurs AAI et des outils AAI, (b) le développement des outils, (c) L'exploration et la recherche autour de l'usage des ces outils par les usagers (participants ou observateurs des activités médiées par les technologies). Nous allons indiquer les aspects principaux de recherche sous-jacente, pour chacune de ces trois dimensions centrales.

(A) *Conception des outils AAI*

Au cœur de la conception des outils AAI se trouvent les Indicateurs AAI, caractérisant leur *puissance*. Il y a un besoin de produire des Indicateurs d'Analyse d'Interactions appropriés et significatifs, et pour cela il faut approfondir les aspects sous-jacents.

Tout d'abord, il reste encore beaucoup à faire pour produire des indicateurs cognitifs analysant plus en profondeur le processus d'activité (individuelle ou collaborative) ainsi que ceux des produits de ces activités ; ces derniers nécessitant souvent une progression dans l'analyse automatique du contenu. En ce qui concerne les indicateurs de nature sociale, il faut continuer les recherches afin de faire émerger des aspects des processus cognitifs de groupe ou des structures qui ne pouvaient être identifiés ou représentés autrement. Enfin, les indicateurs de nature affective constituent une nouvelle dimension qui devrait être explorée de façon plus systématique dans les années à venir. De toute façon, on peut remarquer qu'en prenant en compte l'état actuel des indicateurs calculés automatiquement, il faudra que les chercheurs répondent à des questions comme : *Comment interelier les caractéristiques de collaboration avec l'activité collaborative et son processus* ? *Comment aller au delà d'indicateurs simples (souvent quantitatifs simples) vers des indicateurs plus sophistiqués* ? *Comment produire une analyse riche qui est capable de capter tous les aspects significatifs d'un processus d'apprentissage* ? Il est

important de savoir qu'il peut y avoir une différence significative entre les indicateurs qu'on calcule actuellement, ceux qui ont une signification psychologique ou pédagogique (chez les chercheurs), avec ceux qui peuvent vraiment activer les processus métacognitifs chez les participants des activités médiées. Ces trois perspectives ne sont pas forcements identiques.

De plus, au cours des prochaines années, la recherche devrait permettre de calibrer des indicateurs dans des contextes spécifiques, ce qui fournira plus d'indicateurs offrant un soutien significatif. En parallèle de ce travail qui peut être très spécifique (des conditions et contextes particuliers), les possibilités accrues d'outils adaptables directement par les utilisateurs (tenant compte des multiples paramètres influençant les normes pour le calibrage de ces indicateurs : le contexte, la situation d'apprentissage spécifique, les conditions, etc.), pourrait conduire à une utilisation plus étendue de tels outils. Enfin, les représentations indirectes des « normes » des valeurs des indicateurs calibrés via des métaphores, particulièrement adaptées pour des jeunes utilisateurs, pourrait aider dans cette direction.

Il ne faut cependant pas négliger que l'analyse automatique des interactions fournit des indicateurs qui, dans la plupart des cas, adoptent seulement un point de vue individuel ou un point de vue de groupe avec une distinction individuelle. Il faut prendre en compte que la communauté de recherche autour de l'apprentissage ou du travail collaboratif, n'a pas encore vraiment approfondi les phénomènes qui apparaissent en cognition de groupe (Stahl, 2005). L'avancement de la recherche correspondante pourrait nous fournir, dans le futur proche, des informations plus détaillées, utiles pour la conception des indicateurs plus significatifs.

Enfin, un aspect déterminant est celui de la visualisation. La visualisation des relations sociales, actuellement représentées surtout par des variations des diagrammes de réseaux d'analyse sociale ou par des diagrammes de correspondances multiples, peut rendre des services. Néanmoins, la représentation des relations sociales doit encore être explorée afin d'identifier une variété suffisante et pertinente. Mise à part cette particularité, il y a deux directions qui paraissent prometteuses. Des visualisations incorporant simultanément plusieurs indicateurs permettent de percevoir d'un seul coup d'œil une image complète de l'interaction ; représentation dont l'utilité est attestée par des résultats de recherche. En parallèle, l'utilisation de métaphores pour représenter les valeurs des variables peut offrir un cadre signifiant pour la visualisation simultanée des valeurs calibrées de plusieurs indicateurs.

Pour conclure, il est nécessaire d'arriver à concevoir des outils qui offrent un modèle d'interaction d'un niveau d''*expressivité*' élevé, c'est à dire des modèles qui incorporent des indicateurs de nature cognitive, sociale et affective, vraiment appropriés pour réussir à activer des processus métacognitifs qui aboutissent à de l'autorégulation. Les indicateurs impliqués devraient, en même temps, correspondre à des points des vues multiples, être calibrés et être visualisés de façon puissante.

(B) Développement des outils

Actuellement, comme nous l'avons vu concernant le '*statut*' des outils AAI actuels, il existe plutôt des fonctions d'AAI dans des environnements d'apprentissage, ainsi que quelques composants reliés à des environnements spécifiques. Une idée qui pourrait aider à diffuser rapidement l'utilisation des outils AAI pour l'autorégulation serait de créer des *outils indépendants* des environnements d'apprentissage spécifiques. Pourtant, ces outils indépendants, en même temps, devraient satisfaire deux exigences, en étant : (a) *interopérables*, pouvant ainsi être connectés à une éventail plus large d'environnements technologiques d'apprentissage ; (b) *adaptables*, permettant à leurs utilisateurs de choisir des ensembles d'indicateurs les plus appropriés dans une situation d'apprentissage spécifique.

Vers l'effort de créer des outils interopérables, des groupes des chercheurs ont défini des formats des données standardisés, dans le but de capter l'information pertinente par des environnements d'apprentissage collaboratif différents (Harrer et al. 2007 ; Harrer, Martinez-Mones, Dimitracopoulou, in press). Cela permet l'analyse de différents types des données, par une palette d'outils d'analyse (par exemple, pour coder de façon qualitative des données captées par vidéo, par des fichiers *log*, etc). Le format commun des données, ainsi que l'interface crée (afin d'avoir accès à des outils AAI qui pourraient accepter le format commun) est basé sur une représentation structurée et explicite des actions en XML.

(C) Recherche auprès des utilisateurs des outils AAI

Actuellement, les utilisations des outils AAI peuvent être énoncées et sont déjà attestées. Mais il est évident qu'il reste encore beaucoup à faire, notamment en terme de recherches sur l'étude approfondie des effets des nouvelles fonctionnalités offertes par l'analyse automatique des interactions. En dépassant, la première période des recherches un peu superficielles, nous pouvons distinguer deux axes centraux d'investigation auprès des utilisateurs de ces outils : (a) *Identifier les 'exigences' sur la conception des outils AAI ;* (b) *Etudier les effets d'utilisation des outils AAI*. Nous allons discuter sur ces deux axes.

(a) *Identifier les 'exigences' sur la conception des outils AAI* : Il s'agit d'une part de connaître et prendre en compte les usagers des outils AAI, et d'autre part d'étudier la visibilité et la lisibilité des visualisations offertes.

⇨ D'abord, il faudrait *mieux connaître et prendre en compte les usagers*. Identifier leur besoins, identifier les indicateurs nécessaires pour eux, identifier le type d'usage visé et connaître les domaines d'application dans des situations d'apprentissage variées, dans des contextes variés. Différents ensembles d'indicateurs ou encore différentes visualisations (modalités de visualisation) des

mêmes indicateurs pourraient être plus ou moins appropriés en fonction du profil et du rôle (prédéfini ou émergeant) de chaque utilisateur, du type d'activité ainsi que du contexte d'application. Ces informations sont nécessaires afin de produire des outils AAI, qui sont adaptables.

⇨ Ensuite, il faudrait connaître '*comment les utilisateurs décodent les visualisations produites par les outils AAI* ? ». Il y a très peu de recherches qui font l'effort d'identifier si les utilisateurs décodent les informations cachées sous les diagrammes de variation des indicateurs, et comment. *Sont-ils capables de décoder les informations que le concepteur avait en tête, décodent-ils toute l'information ou juste une partie ? Quelle est la signification du concept d'indicateur, chez les usagers ? Enfin, comment les utilisateurs sont à même de percevoir les indicateurs visualisés (problème de visibilité), ou de les lire (problème de lisibilité) et de les interpréter* ? En particulier, vérifier les écarts éventuels entre les intentions des concepteurs et l'interprétation des utilisateurs.

b) *Etudier les effets d'utilisation des outils AAI* : Il y a une série des questions d'investigation sous-jacentes :

⇨ *Comment les usagers utilisent-ils les outils AAI ? Quand les utilisent-ils ?* Il faudrait davantage de collectes de données dans des contextes naturels d'utilisation, prenant notamment en compte le contexte d'utilisation ainsi que la culture dominante. Existe-t-il une culture propice à l'autoévaluation ? Y a-t-il des critères et des normes implicites ou explicites pour juger la qualité de la participation et surtout de la contribution ?

⇨ *Quels sont les effets des usages des outils AAI ? Est-ce qu'ils affectent le processus d'apprentissage ? Est-ce qu'ils affectent le processus de monitorat ou d'enseignement ? Est-ce qu'ils soutiennent vraiment un processus de réflexion et d'auto-évaluation ? Est-ce qu'ils aident vraiment les utilisateurs à développer leurs compétences auto-régulatives ?* Il serait nécessaire d'étudier en profondeur la manière dont les indicateurs influencent le raisonnement et le comportement des usagers (par exemple, avec des observations et des entretiens pendant le fonctionnement). Ces effets seraient aussi à étudier à long ou moyen terme, et pas seulement sur une ou deux sessions. Enfin, il n'est pas à négliger que des questions de nature déontologique et éthique devront être posées et devraient se préciser au fur et à mesure de l'intégration de ces outils dans des contextes d'apprentissage formels ou informels.

6. Références Bibliographiques

Avouris N., Dimitracopoulou A., & Komis V. On evaluation of collaborative problem solving: Methodological issues of interaction analysis. *Journal of Computers in Human Behaviour (JCHB).*, Volume 19, Issue 2, (March- May 2003), Pergamon. [EN]

Baker, M., de Vries, E., Lund, K., Quignard, M. Interactions épistémiques médiatisées par ordinateur pour l'apprentissage des sciences : bilan de recherches. *Sciences et Techniques Educatives - 8,* 2001, pp.21-32.

Barrett E. Spirit, trust, interaction and learning: a case study of an online community of doctoral students, British Educational Research Association Annual Conference, 2003, Heriot-Watt University, Edinburgh.

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

Bratitsis T., Dimitracopoulou A. Data Recording and Usage Interaction Analysis in Asynchronous Discussions: The D.I.A.S. System. Workshop on Usage Analysis in Learning Systems, *The 12th International Conference on Artificial Intelligence in Education AIED,* Amsterdam, July 2005.

Bratitsis T. & Dimitracopoulou A. Collecting and Analyzing Interaction Data in Computer-Based Group Learning Discussions: An overview. *The 11th International Conference on User Modeling, Workshop on Personalisation in e-learning environments at individual and group level* , Corfu, Greece, 25-29 June, 2007

Bratitsis T. & Dimitracopoulou A. Indicators for measuring quality in asynchronous discussion forums. International Conference on *Cognition and Exploratory Learning in Digital Era* (CELDA2006), IADIS (International Association for Development of the Information Society) 8-10 December, 2006, Barcelona, Spain.

Bratitsis T. & Dimitracopoulou A. Monitoring and Analysing Group Interactions in Asynchronous Discussions with DIAS system, Special Issue, International Journal of e-Collaboration (IJeC). Vol. 4, No 1. January-March 2008. IGI Publishing. pp.20-40.

Chen W. Supporting teachers' interventions in collaborative knowledge building, *Journal of Network Computer Applications*, 2004, Elsevier, Science Direct.

Cheng R., Vassileva J. Adaptive rewarding mechanism for sustainable online learning community. *Artificial Intelligence in Education.* 2005, C.-K. Looi et al. (Eds). IOS Press.

De Groot, R., Drachman, R., Hever, R., Schwarz, B., Hoppe, U., Harrer A., De Laat, A. Wegerif, R., McLaren, B., and Baurens, B. Computer Supported Moderation of E-Discussions: the ARGUNAUT Approach. In C. Chinn, G. Erkens, S. Puntambekar, (Eds). Proceedings of the International Congress CSCL 2007: Computer Supported Collaborative Learning, Mice, Minds and Society, July 21-26, 2007, Rutgers, The State University of New Jersey, USA. ISLS Inc. pp. 165-167

Dillenbourg P., Ott D., Wehrle T., Bourquin Y., Jermann P., Corti D., Salo P. The socio-cognitive functions of community mirrors. In F. Fluckiger, C. Jutz, P. Schulz and L. Cantoni (eds). *Proceedings of the 4th International Conference on New Educational Environments*. Lugano, May 8-11, 2002.

Dimitracopoulou, A. Bruillard, É. Enrichir les interfaces de forums par la visualisation d'analyses automatiques des interactions et du contenu, *Revue STICEF*, Volume 13, 2006, ISSN : 1764-7223, mis en ligne le 21/02/2007, http://sticef.org

Dimitracopoulou A., Dillenbourg., Hoppe, U. Interaction analysis supporting participants during technology based collaborative activities: Workshop summary, *In CSCL SIG Symposium, Lausanne, 7-9 October, 2004*. http://cscl-sig.intermedia.uib.no/lausannesymposium/, last visited 4/2005.

Dimitracopoulou A. *State of the Art on Interaction Analysis for Metacognitive Support and Diagnosis.* Report JEIRP. D.31.1.1, Kaleidoscope Network of Excellence, www.noe-kaleidoscope.org, 2005, {last retrieved April 2008}. p. 6-62.

Dimitracopoulou, A. & Komis, V. 'Design principles for an open environment supporting education actors during modelling, collaboration and learning' In C. Constantinou, Z. Zacharias & P. Kommers (Guest Editors), Special Issue on the "Role of Information and Communication Technologies in Science Teaching and Learning. *Int. J. Continuing Engineering Education and Lifelong Learning, Vol, 15, Nos 1-2, 2005, pp.35-55*

Dringus L., Ellis T. Using data mining as a strategy for assessing asynchronous discussion forums. *Computers & Education.* Vol. 45, Issue 1, (Aug. 2005), p. 141-160.

Fesakis G., Petrou A., Dimitracopoulou A., 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.

Garrison D.R., Anderson T., Archer W. Critical thinking, cognitive presence and computer conferencing in distance education. *American Journal of Distance Education, 15*(1), 2001, pp.7-23.

Gerosa M. A., Pimentel M. G., Fuks H., Lucena C. Analyzing Discourse Structure to Coordinate Educational Forums. Intelligent Tutoring Systems. *7th International Conference, ITS 2004*. 2004, Berlin Heilderberg: Springer, p. 262-272.

Gerosa M. A., Pimentel M. G., Fuks H., Lucena C. No need to read messages right now: helping mediators to steer educational forums using statistical and visual information. In T. Koschmann, D. Suthers, T.-W.Chan (eds), Proceedings of *Computer Supported Collaborative Learning 2005: The Next Ten Years!* Taipei, May 30-June 4, 2005, Taiwan, ISLS.

Gutwin C. & Greenberg S. A descriptive framework of workspace awareness for real-time groupware. *Computer Supported Cooperative Work* 11, Special Issue on "Awareness in CSCW', p. 411-446, 2002, Kluwer Academic Publishers.

Harrer, A., Zeini S., Kahrimanis G., Avouris N., Marcos J.A. Martinez-Mones A., Maier A., Rummel N., Spada H. Towards a flexible model for computer based analysis and visualisation of collaborative learning activities. In C. Chinn, G. Erkens, S. Puntambekar, (Eds). Proceedings of the International Congress CSCL 2007: Computer Supported Collaborative Learning, Mice, Minds and Society, July 21-26, 2007, Rutgers, The State University of New Jersey, USA. ISLS Inc. pp. 280-282

Harrer, A., Martinez-Mones A., Dimitracopoulou A. Users' Data : Collaborative and Social Analysis. T. De Jong, N. Balacheff, S., Ludvigsen, S.Barnes, Lazonder A. (Eds). *Technology Enhanced Learning*, Kaleidoscope NoE., in press, Springer

Hlapanis G., *Creating Learning Communities by using Communication Technologies: The Case Study of a Distance Learning Educational program, concerning Teachers Continuing Education in the use of Information and Communication Technology in Education*, PhD Thesis, 2006), Department of Education, University of the Aegean, Rhodes, Greece.

Hlapanis, G., Dimitracopoulou A. A School-Teachers' Learning Community: Matters of Communication Analysis, (Guest Editors) P. Kirschner & K.-W. Lai, Special Issue on Online Communities of Practice in Education, *Journal of Technology, Pedagogy, and Education*, 2007, Volume 16, Issue 1.

Hutchins, E. *Cognition in the Wild*., 1995, MIT Press.

Jermann P. *Computer Support for Interaction Regulation in Collaborative Problem Solving*, PhD Thesis, 2004, University of Geneva.

Kay J., Yacef K., et Reimann P. Visualisations for Team Learning: Small Teams Working on Long-term Projects, In C. Chinn, G. Erkens, S. Puntambekar, (Eds). Proceedings of the International Congress CSCL 2007: Computer Supported Collaborative Learning, Mice, Minds and Society, July 21-26, 2007, Rutgers, The State University of New Jersey, USA. ISLS Inc. pp. 351-353

Marcos J.A., Martinez-Mones A., Dimitriadis Y. The role of roles in the analysis of interactions on collaborative environments, *European Conference on Artificial Intelligence (ECAI 2004)*, Workshop on Artificial Intelligence in Computer Supported Collaborative Learning, Valencia, Agosto, 2004.

Martinez-Mones A., Dimitriadis Y., de la Fuente P. Towards an XML-Based representation of collaborative action. In B.Wasson, S.Ludvigsen, & U. Hoppe (eds), Proceedings of *Computer Supported Collaborative Learning 2003: Designing for Change in Networked Learning Environments*, 2003ª, Kluwer Academic Publishers.

Martinez-Mones A., Dimitriadis Y., Rubia B., Gomez E., & de la Fuente P.. Combining qualitative and social network analysis for the study of social aspects of collaborative learning, *Computers and Education*, 41(4), 2003b, pp.353-368.

Merizow J.. Learning to think like an adult. Core concepts of transformation Theory. In J. Mezirow (Ed). *Learning as transformation.* pp.3-33, 2000, San Fransisco. CA. Jossey-Bass.

Merryfield M. The Paradoxes of Teaching a Multicultural Education Course Online, Journal of Teacher Education, 52(4), 2001, 283-299.

Michozuki T., Kato H., Hisamatsu S., Yaehashi K., Fuzitani S., Nagata T., Nakahara J., Nishomori T., Suzuki M. (2005). Promotion of Self-Assessment for Learners in Online Discussion Using the Visualization Software. In T. Koschmann, D. Suthers, T.-W.Chan (eds), Proceedings of *Computer Supported Collaborative Learning 2005: The Next Ten Years!* Taipei, May 30-June 4, 2005, Taiwan, ISLS.

Nakahara J., Kazaru Y., Shinichi H., Yamauchi Y. (2005). iTree: Does the mobile phone encourage learners to be more involved in collaborative learning? In (Eds) T. Koschmann, D. Suthers, T.-W.Chan, Proceedings of *Computer Supported Collaborative Learning 2005: The Next Ten Years!* Taipei, May 30-June 4, 2005, Taiwan, ISLS.

Pallof R.M., Pratt K. *Building Learning Communities in Cyberspace: Effective strategies for the online classroom*, 1999. Jossey-Bass Publishers, San Fransisco.

Petrou A. & Dimitracopoulou A. Is synchronous computer mediated collaborative problem solving 'justified' only when by distance? Teachers' point of views and interventions with co-located groups during every day class activities. In B.Wasson, S.Ludvigsen, & U. Hoppe (eds), Proceedings of *Computer Supported Collaborative Learning 2003: Designing for Change in Networked Learning Environments*, 2003. Kluwer Academic Publishers.

Petrou A. & Dimitracopoulou A.. Teachers' participation during Synchronous Collaborative Activities in every-day educational practice supported by Interactions' Analysis Tools. *Computers & Education*. in press 2008.

Petrou, A. *Teachers' roles and strategies during educational exploitation of collaborative learning, being supported by appropriate computational environments*. Phd Thesis, 2005. School of Humanities, University of the Aegean, Greece.

Reffay C., Chanier T. (2003). Mesurer la cohésion d'un groupe d'apprentissage en formation à distance, *Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain. (EIAH'03)*, Strasbourg, Avril 2003.

Reimann P. (2003). How to support groups in learning: More than problem solving. (keynote talk) in Aleven et al. (ed.), *Artificial Intelligence in Education (AIED 2003).* Supplementary Proceedings Sydney: University of Sydney, p. 3-16.

Reyes P. (2005). *Structural Awareness in Mediated Conversations for Collaborative Learning Environments*, PhD Thesis, University of Maine, France.

Reyes P., Tchounikine P. Mining learning groups' activities in Forum-type tools. In T. Koschmann, D. Suthers, T.-W.Chan (eds), Proceedings of *Computer Supported*

Collaborative Learning 2005: The Next Ten Years! Taipei, May 30-June 4, 2005, Taiwan, ISLS.

Salmon G. (2001). *E-moderating: The key to teaching and learning online*. London: Kogan Page.

Salomon G. (1993). *Distributed cognitions: Psychological and educational considerations.* Cambridge University Press.

Schellens T., Valcke M. (2005). Collaborative learning in asynchronous discussion groups: What about the impact on cognitive processing? *Computers in Human Behavior*, 21, 957-975.

Schummer T., Strijbos J-W., Berkel T. (2005). A new direction for log-files analysis in CSCL: Examples with a spatio-temporal metric. In T. Koschmann, D. Suthers, T.-W.Chan (eds), Proceedings of *Computer Supported Collaborative Learning 2005: The Next Ten Years!* Taipei, May 30-June 4, 2005, Taiwan, ISLS.

Simmoff S. (1999). Monitoring and evaluation in Collaborative Learning Environments, *CSCL Proceedings Conference,* Palo Alto, CA: Stanford University. Retrieved August 16, 2004, http://www.ciltkn.org/cscl99 /A83 / A83.html.

Stahl G. (2006). *Group Cognition: Computer Support for Building Collaborative Knowledge*. Acting with Technology Series, MIT Press.

Teplovs, C., Donoahue, Z., Scardamalia, M., and Philip D. Tools for Concurrent, Embedded, and Transformative Assessment of Knowledge Building Processes and Progress In C. Chinn, G. Erkens, S. Puntambekar, (Eds). *Proceedings of the International Congress CSCL 2007: Computer Supported Collaborative Learning, Mice, Minds and Society*, July 21-26, 2007, Rutgers, The State University of New Jersey, USA. ISLS Inc. pp.720-722

Vassileva J., Cheng R., Sun L., Han W. (2005). Designing Mechanisms to Stimulate Contributions in Collaborative Systems for Sharing Course-Related Materials, *ITS 2004*, Workshop on Computational Models of Collaborative learning. Maceio, Alagoas, Brazil, August 30 - September 3, 2004.

Winne P.H. (1995). Inherent of conceptions of ability on selfregularity mechanisms and complex decision making. *Educational Psychologist,* 30(4), 173-187.

Zimmermann B. (1995). Self-regulation involves more than Metacocognition : A social cognitive perspective. *Educational Psychologist,* 30(4), 217-221.

Zumbach J., Schonemann J., Reimann P. (2005). Analyzing and Supporting Collaboration in Cooperative Computer-Mediated Communication. In T. Koschmann, D. Suthers, & T. W. Chan (Eds.), *Computer Supported Collaborative Learning 2005: The Next 10 Years!* (pp. 758-767). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Angélique DIMITRACOPOULOU *est Professeur de l'Université de la Mer Égée, en Grèce, au département de sciences humaines, dans le domaine de la conception des EIAH. Elle a une*

maîtrise en sciences physiques et a soutenu, en 1995, un doctorat à l'université Denis Diderot (Paris 7, LIREST). Elle est l'auteur de plus de 140 articles concernant les TICE, en particulier la conception d'EIAH (systèmes de collaboration, de modélisation, de tutorat intelligent, outils supportant des communautés d'apprentissage, outils d'analyse des interactions, etc.), les activités d'apprentissage en sciences et la politique d'intégration des TICE dans différents contextes et systèmes éducatifs [www.ltee.gr/adimitr]