DES AGENTS POUR ÊTRE À L'ÉCOUTE

Cesar A. Tacla
Jean-Paul A. Barthès

Université de Technologie De Compiègne
B.P. 20529
60205 Compiègne France
(+33) 3 44 23 44 23
{cesar.tacla, barthes}@utc.fr

Résumé

Cet article concerne un aspect particulier de la capitalisation des connaissances dans des projets de Recherche et Développement (R&D) : l'écoute ou la prise de conscience de la présence des autres (*awareness*). Cela consiste à mettre les membres d'un projet au courant des activités en cours de réalisation par leurs collègues. Nous présentons un mécanisme pour déterminer le centre d'intérêt d'un utilisateur à partir des traces de ses opérations informatiques—la base du processus de prise de conscience. Chaque utilisateur est notifié des centres d'intérêt similaires d'autres utilisateurs grâce à une société d'agents. Nous discutons dans cet article le processus de prise de conscience ainsi que sa réalisation informatique.

1. INTRODUCTION

Cet article concerne la gestion des connaissances dans des équipes de Recherche et Développement (R&D). Dans ce genre de groupe, le temps est une ressource rare. Les membres d'une équipe ont peu de temps pour organiser la documentation ou pour expliciter le raisonnement derrière l'ensemble des décisions prises au cours du projet. L'idée est donc de doter l'équipe d'un système renforçant le travail coopératif tout en permettant une acquisition des connaissances sans travail supplémentaire. D'un point de vue général, le problème principal à résoudre est d'organiser la connaissance de façon que l'expérience acquise puisse être continuellement réutilisée dans le projet en cours aussi bien que dans des projets ultérieurs. Plus particulièrement, dans cet article, nous abordons un sous-ensemble de ce problème : l'écoute ou la prise de conscience. Celle-ci a pour but de mettre les membres d'un projet au courant des activités en cours de réalisation par leurs collègues, ce qui peut les inciter à travailler de façon coopérative et/ou favoriser le partage des connaissances.

Notre objectif consiste donc à trouver un moyen de mettre les membres d'un projet au courant des activités de leurs collègues. Nous présentons un mécanisme qui permet de déterminer le centre d'intérêt d'un utilisateur à partir des traces informatiques des opérations qu'il réalise. Ce centre d'intérêt représente en effet son activité courante et il est donc la base du processus de prise de conscience.

L'article est organisé de la façon suivante : la section 2 décrit le cadre général dans lequel s'inscrit le processus de prise de conscience et la section 3 présente sa réalisation par un système multi-agents.

2. MÉMOIRE DE PROJET

Le processus de prise de conscience s'inscrit dans le cadre de la construction de mémoires de projet. Notre approche préconise une mémoire de projet distribuée en plusieurs mémoires personnelles contenant des connaissances privées et collectives. Une mémoire personnelle peut être enrichie à partir des activités quotidiennes de son utilisateur.

Pour aider les individus à alimenter le système en nouvelles connaissances, nous les dotons chacun d'une mémoire personnelle. De nouvelles connaissances y sont ajoutées au fur et à mesure du développement de leurs activités. L'utilisateur, aidé par des instruments que nous appelons processus (Figure 1), garde les traces d'exécution de ses activités afin d'en construire une représentation sous forme de tâche—les tâches générales.

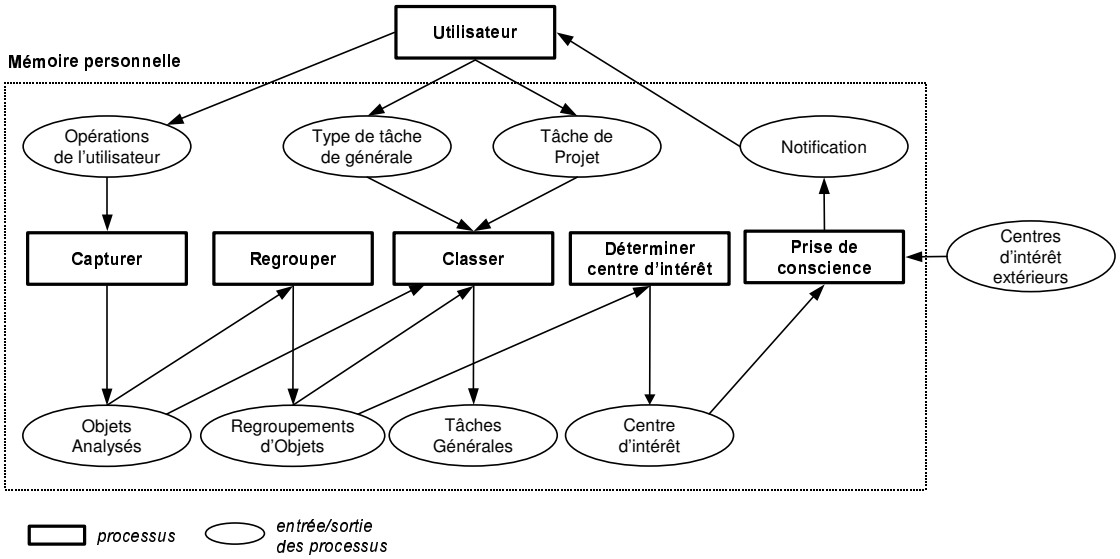

Figure 1 : les processus pour enrichir une mémoire personnelle.

Capturer

Un individu réalise des opérations (par exemple, envoi de courriels, navigation sur la toile, écriture de documents, dialogue par chat) qui sont enregistrées en continu. A chaque opération est associé un objet (à l'opération envoi d'e-mail, correspond un objet e-mail). Les objets capturés sont analysés par le système qui en extrait des mots clés définis au préalable dans une ontologie du domaine.

Regrouper

Les objets sont ensuite automatiquement regroupés selon leurs contenus—représentés par des mots clés. Nous pensons que le fait de regrouper les objets peut aider l'individu à réfléchir sur l'importance de chaque objet dans la réalisation de la tâche, ainsi que sur la façon dont la tâche a été effectuée. C'est une aide personnelle qui l'aidera à extérioriser ses connaissances tacites.

Cette notion de regroupement a été exploitée par Schank (1982) et par d'autres auteurs tels que Shavlik et Diettrich, (1990), Champin et al. (2002), Prié et al. (1999). Selon Schank les individus tendent à grouper des faits en épisodes, ce qui guide et rend la remémoration ultérieure plus facile. Nous exploitons cette idée dans le sens qu'un groupe d'objets peut révéler une cause ou un but commun, plus précisément, la réalisation d'une tâche générale.

Une grande partie de la complexité de ce processus réside dans l'identification du début et de la fin d'un épisode (dans notre cas, une tâche) à partir des traces des activités. Les activités de R&D sont faiblement structurées et de durée très variable. Par exemple, si une personne écrit un rapport prospectif, il est très difficile de déterminer a priori les sous-tâches à réaliser, les ressources documentaires et humaines utilisées, ainsi qu'un ordre d'exécution des sous-tâches. De plus, cette personne peut réaliser plusieurs tâches simultanément. Puisque le système n'est pas capable de segmenter l'activité de l'utilisateur en épisodes, nous nous contentons donc de lui fournir une aide. Le résultat du processus est alors un regroupement d'objets qui **suggère** une composition de tâche ; suggestion que l'utilisateur peut modifier ou simplement refuser.

Classer

L'utilisateur classe ensuite ces regroupements, créant ainsi des instances de tâches générales afin d'identifier l'activité réalisée. Ces tâches générales sont indépendantes du projet en cours. Elles peuvent concerner par exemple la recherche documentaire ou l'écriture de rapports. Une

tâche générale peut être aussi placée dans le contexte du projet, autrement dit, associée à une tâche de projet préalablement instanciée.

Nous considérons que cette classification constitue une formalisation progressive, car le motif du regroupement finira par devenir apparent. Par exemple, un regroupement classé comme une tâche d'écriture de rapport porte plus de sens qu'une simple collection d'objets dont on ne connaît pas le motif de l'agrégation. Cette notion de formalisation incrémentale a été inspirée des systèmes qui permettent aux individus de garder les traces de la conception d'un artefact à travers une identification progressive des objets et de leurs relations représentées par des liens hypertexte Shipman & McCall (1997), Selvin et al. (2001).

Déterminer le centre d'intérêt et la prise de conscience

En surveillant les regroupements d'objets, il est possible d'identifier celui qui reçoit la plupart des objets pendant un intervalle de temps donné. Ce regroupement est le regroupement le plus actif. Il peut être alors considéré comme le centre courant d'intérêt d'un individu. Sa description est constituée des concepts les plus importants du regroupement, autrement dit, des concepts des objets qui composent le regroupement.

Ce processus sert de base au comportement proactif du système. En effet, connaissant le centre d'intérêt d'un individu, le système peut prendre l'initiative d'interroger les autres mémoires personnelles pour suggérer à l'utilisateur, en fonction de son activité courante, la consultation de certains objets, d'instances de tâches ou encore suggérer des noms de collègues qui exécutent des activités similaires (la prise de conscience).

Prise de conscience

Pour notifier l'utilisateur des activités des autres membres du projet, le processus « prise de conscience » calcule la similitude entre le centre d'intérêt du propriétaire de la mémoire personnelle et les centres d'intérêts diffusés par les autres mémoires personnelles. Si la similitude dépasse un certain seuil les utilisateurs concernés sont alertés.

3. RÉALISATION D'UN PROTOTYPE À BASE D'AGENTS

Dans cette section, nous présentons l'architecture du prototype multi-agents afin de préciser les types d'agents et leurs rôles. Cela nous permet de montrer l'interaction entre les agents dans le processus de prise de conscience.

3.1 ARCHITECTURE

Nous utilisons deux types d'agents : les agents services et les agents assistants personnels.

- Les agents service (AS) fournissent un type particulier de service correspondant à des compétences spécifiques ;
- Les agents assistants personnels (AP) réalisent l'interface entre l'utilisateur et le système. Leur rôle est de comprendre leurs maîtres et d'afficher les informations d'une façon intelligente, sans perturber leurs maîtres.

Les agents de type assistants personnels (AP) ont un rôle important dans l'architecture du système. Ils sont chargés de tous les échanges d'information entre l'utilisateur et le système et par conséquent, entre les membres d'une équipe. Par exemple, si un membre de l'équipe souhaite savoir qui dans le projet possède une certaine compétence, il demande à son AP qui connaît un AS capable de répondre. De plus, les APs sont responsables de capturer les opérations effectuées par l'utilisateur et leurs objets.

Un AP travaille de façon coopérative avec un AGENT ORGANISATEUR qui matérialise la mémoire personnelle puisqu'il garde les représentations des objets manipulés et des tâches générales créées par l'utilisateur. Nous appelons de façon générique les objets et les instances de tâches éléments de connaissance (ECs). Cet agent est responsable de plusieurs processus.

Dans le processus de capture, il construit la représentation d'un objet capturé par l'agent assistant en extrayant les concepts du domaine, Il crée ainsi ce que nous appelons *objet analysé*. Ensuite, dans le processus de regroupement, il rassemble les objets analysés, qui lui sont envoyés un par un par l'agent assistant, selon leurs mots-clés. Pour les regrouper, l'agent organisateur utilise l'algorithme COBWEB (Fisher, 1990). En observant le regroupement le plus actif, celui qui reçoit la plupart des objets analysés, l'agent organisateur détermine le centre d'intérêt de l'utilisateur qui servira au processus de prise de conscience présenté dans la section 3.3.

Configuration de l'architecture

Chaque utilisateur dispose d'un agent assistant et de son staff (Figure 2). Actuellement, seulement l'agent organisateur participe au staff. Cependant d'autres agents peuvent être rajoutés pour fournir de nouveaux services ou pour que la charge de travail soit mieux distribuée parmi eux. Les agents d'un staff ne peuvent pas servir d'autres agents assistants. Par exemple, l'agent organisateur du staff de l'agent assistant A ne peut pas organiser les

éléments de connaissances pour l'agent assistant B, bien qu'il puisse répondre aux requêtes des agents de B. Un staff d'agents s'exécute en général sur le même ordinateur.

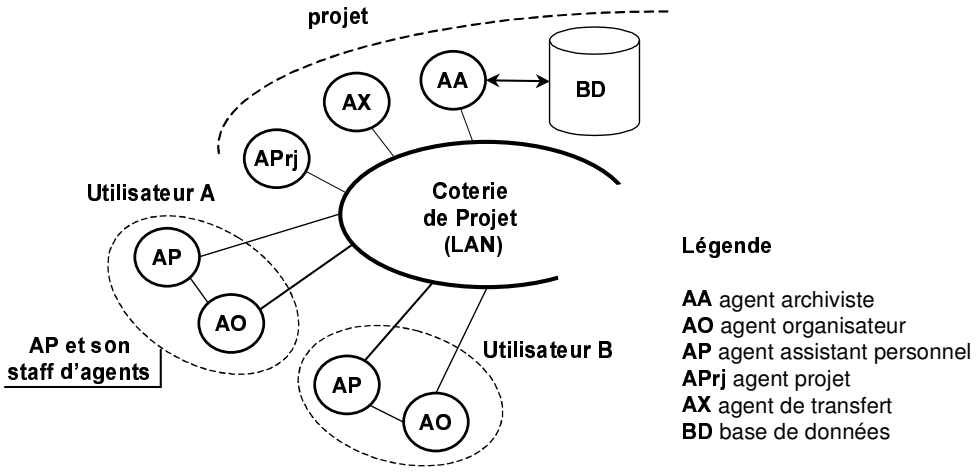

Figure 2 : Architecture du système multi-agents.

Pour l'ensemble du projet, nous trouvons un agent de transfert, un agent projet, et un agent archiviste comme le montre la Figure 2. L'agent de transfert sert à relier un ensemble d'agents d'un projet à un autre ensemble. L'agent projet garde les valeurs communes à tous les agents d'un projet telles que les ontologies qui assurent l'interopérabilité entre agents. L'agent archiviste encapsule un outil *groupware* et réalise des opérations de recherche, sauvegarde et lecture de documents. D'autres agents de service peuvent être ajoutés ou enlevés à tout moment selon les besoins de l'équipe.

3.2 DÉTERMINER LE CENTRE D'INTÉRÊT

L'agent organisateur détermine le centre d'intérêt actuel de l'utilisateur à partir de son activité courante, c'est à dire, en observant le regroupement d'objets le plus actif. Un regroupement est une tentative du système de reconstituer une activité de l'utilisateur, ou plus précisément, de rassembler les objets utilisés dans la réalisation d'une activité. Cette activité deviendra tâche et aura donc un but explicite lorsque l'utilisateur décide de créer une instance de tâche générale à partir de la représentation construite de cette activité, c'est à dire, un regroupement d'objets.

L'agent organisateur représente le centre d'intérêt de l'utilisateur comme un vecteur de concepts En raison de la difficulté de segmenter automatiquement l'activité de l'utilisateur en

tâches, l'agent organisateur détermine le centre d'intérêt actuel de l'utilisateur en observant le regroupement qui reçoit la plupart des *n* derniers objets analysés. Ainsi, l'algorithme utilise une majorité simple pour déterminer le regroupement le plus actif (50% + 1). S'il n'existe pas de regroupement majoritaire, l'agent organisateur prend **ceux** qui ont reçu le plus grand nombre des *n* derniers objets. Le centre d'intérêt est donné par l'union des concepts du domaine qui sont associés aux regroupements choisis. Comme les regroupements sont sous forme d'arbre, on choisit le nœud (le regroupement) le plus proche des feuilles. La Figure 3 illustre les résultats de l'algorithme dans quatre situations distinctes pour *n=4*.

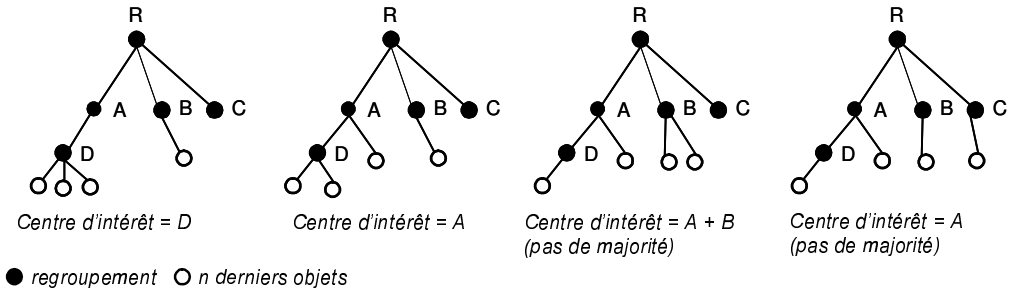

Figure 3 : Le regrupement le plus actif = centre d'intérêt.

3.3 PRISE DE CONSCIENCE

Ce processus déclenche à partir du calcul du centre d'intérêt des individus comme le montre la Figure 4 (boîte « Déterminer CDI »). Chaque fois que le centre d'intérêt d'un individu change - possiblement quand l'utilisateur exécute une opération - l'agent organisateur correspondant (l'AO_1) le diffuse aux autres agents organisateurs. Ceux-ci comparent le centre d'intérêt diffusé avec ceux de leurs utilisateurs. Si les centres d'intérêt présentent un certain degré de similitude les utilisateurs respectifs sont notifiés. Cette notification est représentée dans la Figure 4 par le message « utilisateur » de l'agent organisateur AOj vers l'agent assistant APj et vers l'AP d'origine où **j** désigne un agent quelconque.

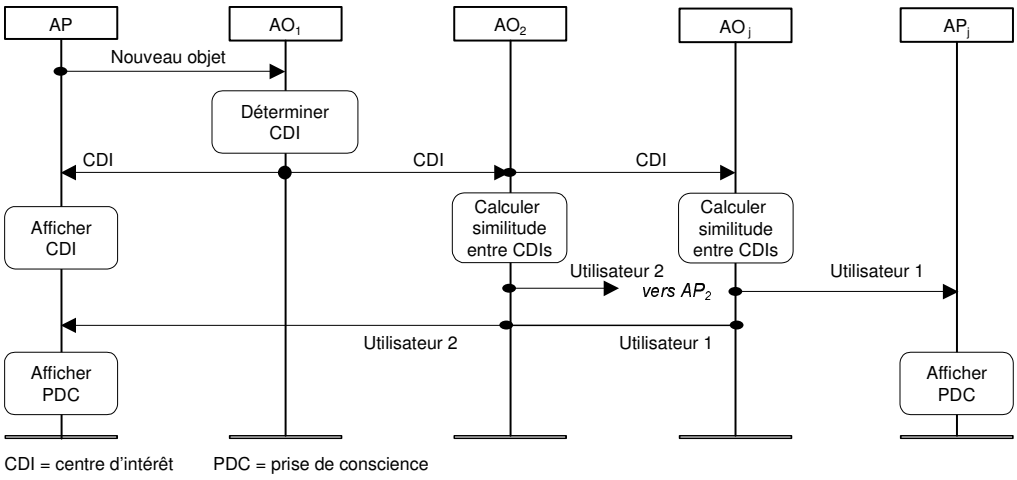

Figure 4 : Diagramme temporel pour le processus de prise de conscience

Pour calculer la similitude entre centres d'intérêt, nous utilisons une mesure, inspirée de (Burke et al., 1997), basée sur la **similitude sémantique** des concepts et de la **couverture** des concepts du centre d'intérêt d'origine.

Carnet de contacts

Au cours du temps, l'agent organisateur peut constituer un carnet de contacts organisé par thème d'intérêt en enregistrant les centres d'intérêt diffusés par les autres agents. Toutes les fois que l'agent organisateur reçoit un centre d'intérêt, il le compare avec les thèmes d'intérêt définis par son utilisateur dans sa mémoire personnelle. Cela implique une représentation des thèmes d'intérêt à travers un vecteur de concepts du domaine. La mesure de similitude entre un centre d'intérêt et un thème d'intérêt est calculée de manière similaire à la comparaison entre deux centres d'intérêts.

3.4 EXEMPLE

Un utilisateur (Flore) écrit un rapport prospectif sur la technologie d'agents. Elle réalise plusieurs opérations telles que créer des signets de pages WEB, enregistrement de fichiers, etc. (Figure 5 n.1). Les objets produits par ces opérations sont capturés par l'agent assistant et envoyés à l'agent organisateur que les regroupe selon les concepts décrivant leurs contenus. Par exemple, le regroupement « C-1220 » (Figure 5 n. 3) comporte quatre objets faisant référence aux concepts *agent, reactive-agent* et *cognitive-agent*. L'agent organisateur observe les regroupements afin de déterminer le centre d'intérêt courant, autrement dit, le

regroupement le plus actif (« C-1220 »). L'agent assistant notifie l'utilisateur à tout changement de son centre d'intérêt (Figure 5 - n. 2) et, en plus, il le diffuse aux autres agents du projet.

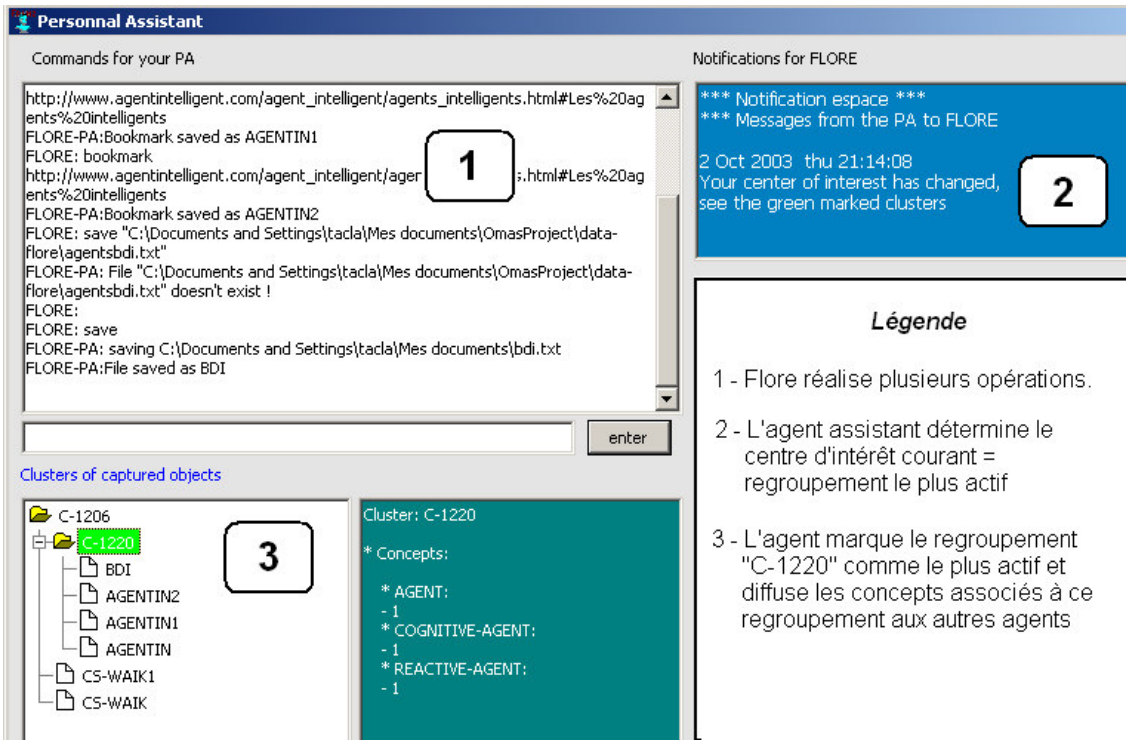

Figure 5 : Déterminer centre d'intérêt.

Être à l'écoute

L'agent assistant d'un deuxième utilisateur, Marc, reçoit le message signalant la modification du centre d'intérêt de Flore. Cet agent compare alors ce centre d'intérêt avec les thèmes d'intérêt définis localement par Marc. Comme le centre d'intérêt de Flore est similaire au thème « comparaison de plates-formes multi-agents », l'agent notifie Marc sur ce fait (Figure 6). De plus, comme Flore ne figurait pas dans le carnet d'adresses de Marc, l'agent assistant l'y rajoute.

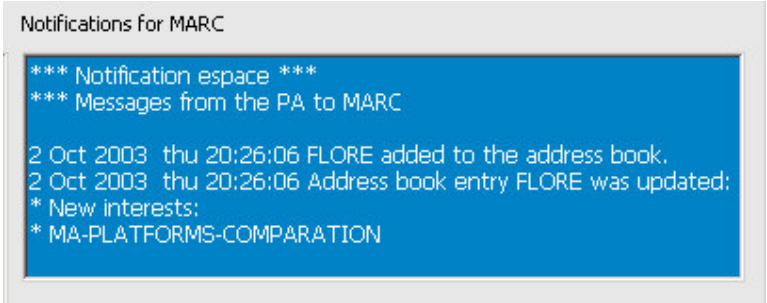

Figure 6 : L'agent assistant notifie Marc sur le changement du centre d'intérêt de Flore.

Quand les **centres d'intérêt** de deux utilisateurs se rapprochent, les agents assistants respectifs les notifient. Dans la partie supérieure de la Figure 7, Marc reçoit une notification et dans la partie inférieure de la même figure, Flore est notifiée sur le même fait. On voit bien que les mesures de similitude sont différentes peut-être à cause d'une différence de couverture[1] des concepts représentant les centres d'intérêt. La plupart des concepts de Marc sont couverts par les concepts de Flore. Dans l'autre direction, on trouve un nombre plus petit de concepts couverts.

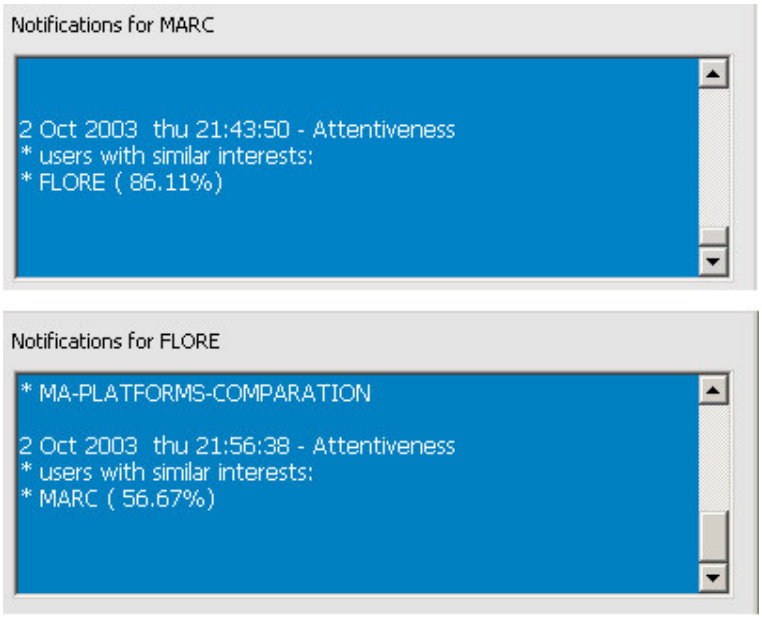

Figure 7 : Prise de conscience par similitude entre des centres d'intérêt.

[1] Un concept est couvert par un autre si la distance sémantique (dans l'arbre taxonomique) est plus petite que la distance maximale admise.

4. DISCUSSION ET CONCLUSION

Le processus de prise de conscience permet aux participants à un projet de savoir d'immédiat qui travaille dans un sujet semblable dans le même moment favorisant le travail coopératif. Si l'on garde les centres d'intérêts des utilisateurs au long d'un projet, cela leur permet de savoir qui a déjà travaillé dans un certain sujet évitant peut-être le re-travail. Si l'on combine les centres d'intérêts des utilisateurs avec les traces de participation aux tâches générales et de projet, on peut construire un « brouillon » d'un carnet de compétences.

Nous avons procédé à quelques expérimentations préliminaires au sein de notre équipe de recherche. Les données ont été collectées et introduites dans le système, donc, les utilisateurs n'ont pas utilisé directement le système. Toutefois, cette expérimentation nous incite déjà à réfléchir sur une question d'ordre social : est-ce que les utilisateurs sont prêts à travailler de façon plus coopérative ? Cela peut impliquer plus des interruptions indésirables dans leur routine de travail. Ainsi ils doivent avoir des moyens pour interdire la diffusion de leurs centres d'intérêts.

Une autre question, d'ordre technique, se réfère au critère de regroupement des objets. Est-ce que les concepts du domaine sont suffisants comme critère de regroupement pour aider l'utilisateur dans l'explicitation des tâches générales ? Si nous faisons l'hypothèse que nous avons les bons critères, quels sont les algorithmes de regroupement qui produisent les meilleurs résultats ?

Références

BONIFACIO M., BOUQUET P., MAMELI, G. & NORI M (2003). Peer-mediated Distributed Knowledge Management, *Agent-mediated Knowledge Management* (AMKM-2003), Technical Report SS-03-01, AAAI Press, pg. 1-8.

CHAMPIN P. A., PRIÉ Y., MILLE A. (2002). *Conteneurs de connaissances : une approche fondée sur les usages pour le Web sémantique*. In Reconnaissances de Formes et Intelligence Artificielle, 2002, Angers, 10 p, 2002.

PRIÉ Y., MILLE A. & PINON J-M. (1999). *Modèle d'utilisation et modèles de tâches pour l'assistance à l'utilisateur basée sur l'expérience : le cas d'un système d'information audiovisuelle*, Ingénierie des Connaissances 1999, Palaiseau, jun. 1999, p. 21-30.

ELST L. & ABECKER. A. (2001). Domain ontology agents in distributed organizational memories. *IJCAI'2001 Workshop on Knowledge Management and Organizational Memories*, Seattle, Washington, USA.

FISHER D. H. (1990). Knowledge acquisition via incremental conceptual clustering, in: Judde Shavlik and Tomnas G. Dietterich, eds., (Morgan Kauffman Publishers) 267-283.

GANDON F., DIENG R. , CORBY O. & GIBOIN (2000). Multi-Agent system to support exploiting an XML-based corporate memory, in Proceedings *PAKM'00 Basel, Switzerland*, October 30-31, p. 10.1-10.12.

GENESERTH M. & FIKES, R. (1992). Knowledge interchange format, version 3.0, Reference Manual, *Tech Report Logic-92-1*, Computer Science Department, Stanford University.

HUHNS M. N. & SINGH M. P. (1998). Readings in agents. Morgan Kaufman Publishers Inc., 1998.

JENNINGS, N.R., SYCARA K. & WOOLDRIDGE, M. (1998). A roadmap of agent research and development, *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, p. 7-18.

LEWKOWICZ M. & ZACKLAD M. (2001) Une nouvelle forme de gestion des connaissances basée sur la structuration des interactions collectives, in M. Zacklad et M. Grundstein (eds), *Ingénierie et capitalisation des connaissances*, Hermes Science Publications, chapitre 2, p. 49-64.

LIEBERMAN H (1998) Integrating user interface agents with conversational applications, Proceedings of the *ACM Conference on Intelligent User Interfaces*, San Francisco, January.

MATTA N., EYNARD B., ROUCOULES L & LEMERCIER M. (2002). Continuous Capitalisation of design knowledge, *ECAI'02 OM Workshop*, Workshop on Knowledge Management and Organizational Memories, Lyon (France), July 22.

NONAKA I., TOYAMA R. & KONNO N. (2000). SECI, Ba and Leadership: a Unified Model of Dynamic Knowledge Creation. In *Long Range Planning*, Elselvier Science, n. 33, p. 5-34, 2000.

O'LEARY D. E (1998). Entreprise Knowledge Management. *IEEE Computer*, p. 54-61, mars 1998

SCHANK, R. C. (1982). Reminding and Memory. *Proceedings of the DARPA Case-Based Reasoning Workshop*, 1988. Reprinted from DYNAMIC MEMORY: A Theory of Reminding and Learning in Computers and People, Chapter 2, Cambridge University Press, 1982.

SELVIN A., BUCKINGHAM SHUM S., SIERHUIS M., CONKLIN J., ZIMMERMANN B., PALUS C., DRATH W., HORTH D., DOMINGUE J., MOTTA E. & LI G. (2001) Compendium: Making Meetings into Knowledge Events. *Knowledge Technologies*, March 4-7, Austin, TX.

SHIPMAN F. & MCCALL R. (1997). Integrating Different Perspectives on Design Rationale: Supporting the Emergence of Design Rationale from Design Communication, *Artificial Intelligence in Engineering Design, Analysis, and Manufacturing* (AIEDAM), 11, 2, April, 1997, p. 141-154.

SIMONE C. (2000). Unifying or reconciling when constructing organizational memory? Some open issues. In Proceedings of 15th *European Conference on Artificial Intelligence* (ECAI), (IOPress) p. 57-61.

TACLA C.A. & BARTHÈS J-P. (2003a). *Un modèle pour la capitalisation des connaissances au fil de l'eau.* Actes de la Quatorzième Journée francophones en Ingénierie des Connaissances (IC2003), plate-forme AFIA, juillet, 2003, p. 177-192.