

FoRSIC : De l'ingénierie des compétences à l'ingénierie des connaissances.

Jo Link-Pezet et Olivier Ertzscheid

* URFIST, Université des Sciences Sociales, 11 rue des Puits-Creusés, 31070 Toulouse, <http://www.urfist.cict.fr>,
pezet@cict.fr
o.ertzscheid@voila.fr

Résumé

FoRSIC [1] est un dispositif d'ingénierie des connaissances, qui s'ancre dans le champ de la formation à la recherche documentaire. Après avoir précisé le contexte théorique qui le sous-tend, nous décrivons ici les méthodologies qui nous ont permis de faire émerger des représentations structurantes et partageables de ce domaine, à l'aide d'une ontologie des compétences documentaires que nous relient au réseau sémantique du modèle de domaine.

Mots clés : ingénierie des connaissances ; ontologies ; organisation hypertextuelle de la connaissance ; formation documentaire ; système d'information ; modèle de domaine.

1 Introduction

La croissance de l'information pose de manière têtue la question de "quoi chercher", "où chercher", "quoi utiliser". Du même coup, la formation des usagers des campus à la méthodologie du travail universitaire et plus particulièrement à la recherche documentaire devient un enjeu de taille (arrêté du 9 Avril 1997 relatif aux diplômes d'études générales). Par conséquent, il devient nécessaire de démultiplier les formations, de préciser les contenus et les attentes de ces formations, de former des formateurs.

L'évolution technologique des modalités de mise en mémoire et d'accès à l'information nous invite à réfléchir à de nouveaux dispositifs, à de nouvelles formes d'organisation du travail (y compris travail intellectuel). Elle nous incite à créer un nouvel environnement de formation, à créer un référentiel pour faciliter la formation, à mutualiser et faire la gestion des connaissances et des compétences d'un collectif de formateurs.

Après avoir précisé le contexte du projet et les bases théoriques sur lesquelles il repose (1), nous présenterons les spécificités des outils utilisés pour le mener à terme (2). Nous expliciterons ensuite la démarche qui nous a conduits à faire émerger dynamiquement et de manière collaborative une ontologie pour le domaine de la recherche documentaire (3) et de quelle manière cette ontologie s'articule autour de la notion centrale de compétence, en insistant sur les aspects problématiques de cette notion (4). Nous présenterons enfin les résultats

pratiques et méthodologiques auxquels nous avons abouti (5) et discuterons leur pertinence pour l'ingénierie des connaissances (IC) (6).

2 Contexte

2.1 Contexte du projet

FoRSIC est un dispositif coopératif de gestion des connaissances pour l'aide à la formation à la recherche documentaire. En termes d'intentions comme d'objectifs, il s'agit, pour l'Urfist [2], maître d'oeuvre du projet, de construire la mémoire des savoirs constitutifs d'une discipline (la recherche documentaire) et de son enseignement (formation), au travers de l'engagement et de l'implication des personnes (collectif de formateurs) qui en sont les principaux acteurs. Au terme de ce projet, nous espérons disposer d'outils et de méthodologies permettant :

- d'identifier et de valoriser les savoirs des formateurs (référentiel professionnel) pour améliorer la formation aux étudiants (référentiel pédagogique),
- d'identifier leurs parcours individuels (formation initiale, domaines de prédilection, contextes d'application, réseau humain),
- de recueillir, de partager et de valoriser des ressources pédagogiques produites par les formateurs et de faire l'inventaire des sources qu'ils utilisent,
- d'enrichir les savoirs collectés par rapport aux contextes induits des parcours individuels,
- de co-élaborer les savoirs et d'accroître le capital pédagogique (partage, échange, construction collective).

Nous espérons également être en mesure de documenter les logiques à l'œuvre dans les processus d'acquisition des compétences et de mieux connaître les modes de reconnaissance liés.

2.2 Contexte théorique

B. Stiegler [3] nous rappelle que la technicisation nous incite à détruire notre mémoire, signifiant par là que notre connaissance dépend de l'information qui réside en dehors de nos mémoires (i.e. mémoires documentaires). La recherche dans ces mémoires documen-

taires pêche par l'absence de modèle théorique adéquat et avéré. Chacun se positionne sur cette question selon sa propre vision du problème. Les principaux travaux ont été produits par Buckland [4], Belkin & Croft [5], David et Bueno [6]. Toutefois, à la suite de Varela [7], Takeuchi [8], Hutchins [9] et Lave[10], nous avons identifié des actes documentaires, des actes cognitifs qui se co-spécifient et évoluent en fonction du niveau de connaissance que l'étudiant a, tant des outils que des contextes d'utilisation. Pour nous, les niveaux de formation correspondent à des niveaux d'apprentissage et à la propagation d'un modèle général (invariant) dans divers environnements et dans divers contextes. Nous pensons que la formation doit fournir aux étudiants un itinéraire, un système de guidage par lequel ils vont s'approprier le "territoire" où vont se dérouler leurs études à partir duquel ils vont bâtir des représentations cognitives et mentales, ainsi que des stratégies de recherche de plus en plus finalisées. Pour cela, ils doivent bénéficier d'un enseignement qui allie la connaissance des outils, des lieux, à une méthodologie de recherche (modèles formels explicatifs) afin de maîtriser l'environnement informationnel direct, l'information correspondant à un champ disciplinaire à travers une pratique dans différents contextes d'utilisation.

Le projet que nous présentons est basé sur ces principes d'apprentissage. La conversion des connaissances nous permet de décrire le réseau de travail humain et technologique des formateurs, leurs différents niveaux de connaissance et de compétences, les niveaux de connaissance attendus chez les apprenants. L'expression du processus d'apprentissage passe par de nouveaux moyens de représentation de l'information afin de passer d'un univers linéaire et séquentiel à un univers multidimensionnel et relationnel (à savoir passer de la description de l'information à l'expression d'une forme d'intelligence). Notre but est de créer une organisation hypertextuelle où chaque élément "co-opère" avec ceux auxquels il est fonctionnellement lié.

3 Quels outils pour l'IC ?

C'est parce qu'il se veut un dispositif de travail coopératif que FoRSIC s'articule autour de trois composantes logicielles issues de champs scientifiques différents, que nous faisons travailler ensemble en utilisant leurs complémentarités dans un environnement d'IC.

3.1 L'outil de gestion des connaissances "SEE-K"

L'application SEE-K, développée par la société Tri-vium, se présente sous la forme d'une plate-forme web de gestion des connaissances qui assume les tâches d'acquisition, de centralisation, de diffusion des données recueillies qui peuvent être cartographiées pour favoriser la lecture et leur interprétation. Elle permet de valider par l'usage, les choix retenus pour constituer l'ontologie des compétences (cf 5.3).

3.2 L'outil auteur "SABRE"

L'application SABRE, développée par le LIHS [11] assume les aspects "production" de ressources pédagogiques. Cet outil-auteur permet d'automatiser la rédaction et/ou la production semi-automatique de ressources de formation (ré-ingénierie des connaissances). Elle a permis de construire et de valider par l'usage, un modèle de domaine de la recherche documentaire (cf 4.2) en fonction des intentions pédagogiques des auteurs et des résultats attendus.

3.3 L'outil multi-agent "ABRIC"

ABRIC enfin, développée par l'équipe Systèmes Multi-agents Coopératifs de l'IRIT [12], est une application multi-agent, qui fonctionne sur la base d'un réseau de croyances. Elle permet de faire émerger certains aspects non-explicites du champ (domaine, compétences, etc ...) et d'intégrer ainsi dans le processus d'ingénierie les aspects concernant la gestion de la nouveauté et à la dynamique des situations de formation. L'usage et la fréquence d'usage des croyances exprimées par le réseau provoquent un apprentissage et une remise à jour des croyances exprimées .

3.4 Convergence des outils

Le premier point commun de ces outils est que les modèles formels qu'ils utilisent (modèle de domaine pour SABRE, ontologie de compétences pour SEE-K) produisent des représentations (ou des ressources pour l'outil-auteur) qui "dépassent" les modèles initiaux en intégrant de nouveaux paramètres.

Leur second point de convergence réside dans l'utilisation qu'ils font du réseau : réseau de termes pour l'outil-auteur, "réseau de croyance" pour le multi-agent, réseau de savoirs pour SEE-K. Il y a donc adéquation entre la nature de la connaissance visée et les modèles qui servent à en rendre compte.

4 Vers une ontologie de la recherche documentaire.

4.1 - Du séquentiel au hiérarchique.

Le champ de la "recherche documentaire" ne dispose, à notre connaissance, d'aucun outil de représentation global, prenant en compte l'ensemble de ses formalismes et de ses propriétés spécifiques, alors qu'il a, paradoxalement, pour vocation de servir à en élaborer pour divers domaines scientifiques. Nous nous sommes donc lancés dans un "balayage" de ce champ afin d'isoler une liste de termes pertinents pouvant être utilisés dans le cadre d'une classification de type "index". Nous avons pour cela fait appel à différents outils linguistiques (Dictionnaires en-ligne, thésaurus WordNet, ASIS thesaurus of Information Science, INFODATA thesaurus), ainsi qu'à l'expertise des membres du collectif de projet.

La deuxième étape a consisté à organiser ces termes sur un modèle de type "thésaurus", passant ainsi d'une

représentation séquentielle à une représentation hiérarchique.

4.2 Du hiérarchique au contextuel

Le troisième temps de notre travail fut consacré, avec l'aide du développeur de l'outil-auteur SABRE, à construire un réseau sémantique sur la base des informations constituant le thésaurus, pour permettre un accès contextuel aux divers éléments du champ, et pour relier ceux-ci au moyen de liens sémantiques. Ce réseau sémantique est constitué de deux éléments : des concepts d'une part et des ressources pédagogiques d'autre part. Le travail de liaison entre entités a consisté à identifier trois types de relations :

- relations de concept à concept
- relations de concept à document
- relations de document à document.

Ce travail effectué, nous disposons d'un réseau sémantique finalisé, en cours de validation, et dont l'une des spécificités est d'intégrer des relations mettant en jeu les intentions "cognitives" et "pédagogiques/didactiques" des concepteurs de documents.

Ce modèle de domaine se compose actuellement d'une liste de près de 500 termes, chacun d'eux étant accompagné par une définition, une ressource pédagogique dédiée, un exercice ou un exemple dédié et une ressource pédagogique plus générique permettant de contextualiser le terme en question.

4.3 Du contextuel au multi-relationnel.

La raison pour laquelle nous avons orienté ce modèle de domaine vers une "ontologie" (au sens où Grüber [13] définit ce terme) est que ces dernières offrent un éventail méthodologique permettant de valider et de rendre "portable" le modèle de domaine initial. De plus, en couplant cette ontologie de la recherche documentaire à l'ontologie des compétences développée selon les méthodologies Trivium, l'interopérabilité du dispositif d'IC devient ainsi effective et permet d'entretenir son fonctionnement "hypertextuel", chaque modification de tout ou partie de l'une de ses composantes, entraînant la réorganisation de l'ensemble.

C'est pour décrire l'état des connaissances à un moment donné, mais aussi pour capter la dynamique due à l'usage, à l'interaction et aux apprentissages, que nous sommes passés de l'indexation à l'indexicalité[] et parlons d'ontologies.

Le potentiel structurant des formalismes qui sous-tendent ces ontologies est utilisé dans FoRSIC pour produire des cartographies dynamiques des savoirs présents. En structurant la représentation que les acteurs ont du champ de la formation à la recherche documentaire, elles permettent d'agréger tout un ensemble de connaissances essentielles présentes dans l'environnement personnel et/ou institutionnel de chacun d'entre eux (personnes-ressources, sources documentaires, ...)

5 De l'ingénierie des connaissances à l'ingénierie des compétences.

5.1 Le choix de la notion de compétence.

L'un des objectifs de notre démarche d'IC est de produire un référentiel professionnel ET pédagogique de la formation à la recherche documentaire. Il nous a ainsi fallu déterminer une notion capable de rendre compte de ces deux aspects, c'est à dire d'être utilisable en entrée par des utilisateurs experts ("je sais faire ...") comme en sortie par des utilisateurs novices ("je veux apprendre à faire"). La notion de compétence autorise cette double entrée et permet également d'intégrer les besoins des intuitifs ("je cherche quelqu'un qui sait ..."). Elle permet, au sein d'un même intitulé ("interroger les moteurs de recherche") de co-spécifier des propriétés spécifiques au champ et des comportements liés. Elle est consensuelle dans la mesure où tout le monde est conscient de posséder un certain nombre de compétences et elle est également dynamique puisque tout le monde cherche à en acquérir de nouvelles. Enfin, et c'est là le point principal, en permettant de décrire au moyen d'une seule et même chaîne de caractère des individus, des documents, des contenus, des pratiques, des problèmes et des besoins, elle offre une transition "naturelle" pour passer d'un niveau d'indexation (une seule dimension) à un niveau d'indexicalité (plusieurs dimensions).

5.2 Aspects problématiques

Sur l'ensemble des référentiels produits, rares sont ceux qui permettent de traiter de front les aspects "formation" ET ceux ayant trait à la "recherche documentaire". Tous par contre utilisent comme élément central la notion de compétence en la déclinant sous des acceptations différentes et parfois opposées ("habiletés", "savoirs", "savoir-faire"). Il nous a semblé intéressant d'approfondir les formalismes permettant d'aboutir à un référentiel qui soit à la fois professionnel ET pédagogique pour combler un certain nombre de manques :

- les référentiels existants fonctionnent exclusivement sur un mode linéaire du point de vue temporel (les compétences de niveau n+1 ne peuvent être acquises qu'après les compétences de niveau n) et exclusif qui force la distinction (une compétence listée dans le niveau n ne peut apparaître dans le niveau n+1).

- ils varient selon que le public cible est considéré comme novice ou expert, instituant des dichotomies profondes entre les "compétences des experts" et les "compétences des novices", et excluant de fait la possibilité que certains novices possèdent des connaissances expertes. Aucun processus de conversion de connaissance n'est alors possible.

Le premier résultat de ces manques "méthodologiques" est qu'il faut choisir entre :

- des référentiels outrancièrement génériques (qui n'ont plus que très peu à voir avec les particularités d'un

champ) offrant au plus une vingtaine d'entrées et de fait inaptes à rendre compte des pratiques effectives et du positionnement des individus dans le domaine

- des référentiels abusivement complexes, multipliant les entrées et les niveaux de granularité à l'extrême, et donc utilisables de manière optimale par un très petit nombre d'experts ou de professionnels.

5.3 L'élaboration d'une matrice de compétence

Telle que définie par Michel Authier [14], la compétence est en premier lieu une "monnaie" qui n'a d'importance que dans la mesure où elle est "l'expression d'une valeur". Cette valeur, pour être optimale doit permettre d'appréhender et d'exprimer les différentes catégories de problèmes qui se posent dans le champ. Pour rattacher cela à la problématique de l'indexation, la compétence tient lieu de "fichier inverse" dans le sens où c'est par elle que peuvent être localisées l'ensemble des informations collectées dans notre dispositif d'IC.

La méthodologie retenue pour le projet est la suivante: quatre éléments servent à décrire une compétence : le bénéficiaire (étudiant, université, formateur ...), le type d'action qu'elle met en oeuvre (concevoir, enseigner, etc ...), le contexte (environnement) dans lequel elle s'inscrit (connaissance d'un champ disciplinaire, connaissance de techniques infométriques ...) et enfin ce qu'elle permet de produire et/ou d'acquérir (méthodologie, technique ...). Pour chacune de ces "dimensions" (Action, Environnement, Bénéficiaire, Délivrable), notre travail a consisté à déterminer une liste de cinq termes exprimant différents niveaux de mise en oeuvre afin de générer automatiquement un référentiel de 625 compétences génériques (5 x 5 x 5 x 5), qu'il a ensuite fallu valider et retraduire en compétences "explicites". Sur la base des 224 combinaisons retenues, reformulées et validées par le collectif, différents types d'attribution des compétences sont alors possibles :

- auto-proclamation (l'individu donne des informations sur la compétence qu'il possède),
- affirmation par la preuve (différents types de preuves sont disponibles : ressources, documents, parcours professionnel, ...),
- évaluation par l'usage : c'est le réseau (de pairs et d'utilisateurs) qui permettra de donner une valeur au lien entre individu et compétences (taux de partage de la compétence, fréquence et ordre d'attribution, ...).

6 Résultats pratiques & méthodologiques

Nous disposons à l'heure actuelle, dans le cadre du dispositif FoRSIC des éléments suivants :

- **un réseau sémantique du champ de la recherche documentaire** comprenant quelques 500 termes définis et reliés à des ressources pédagogiques de formation. Ce réseau s'articule autour de deux relations fondamentales : "nécessite la connaissance de ..." et "est utile à la con-

naissance de ...". Ce réseau, codé en XML, est ouvert et évolutif, et dispose pour l'instant de 7 niveaux de profondeur, des termes les plus génériques ("procédures d'interrogation") aux termes les plus concrets ("ou exclusif"). Ce modèle de domaine, que nous faisons évoluer vers une ontologie isolée et détermine des représentations liées aux propriétés sémantiques du champ.

- **une typologie des actes documentaires** (au sens d'invariants), ainsi que des niveaux de formation, faisant intervenir et permettant de croiser les activités cognitives et pédagogiques mises en oeuvre. Cette typologie permet d'isoler et de déterminer les représentations liées aux comportements ayant cours dans le champ, qui peuvent être associés à des intentions pédagogiques.

- **un référentiel (ouvert et évolutif) de 224 compétences explicites**, assorties de commentaires contextuels, validées par l'usage, sur la base des 625 compétences génériques produites par la combinaison des termes retenus dans la matrice d'indexation des compétences.

A l'aide de ces trois "outils méthodologiques", nous pensons être parvenus, dans le cadre du projet FORSIC, à isoler certains principes allant dans le sens d'une pragmatique de la connaissance.

La "compétence" telle que définie plus haut, nous semble être la notion la plus adaptée pour co-spécifier les propriétés spécifiques d'un champ de savoir et les comportements ayant cours dans ce champ. A ce titre elle est l'élément central autour duquel s'aggrave et se met en mouvement la dynamique de collaboration qui sous-tend la mise en place d'un dispositif d'IC ; dynamique qui nécessite, pour devenir effective, que l'ensemble des éléments qui contribuent à l'alimenter soient organisés sur un mode hypertextuel servant à l'amorçer.

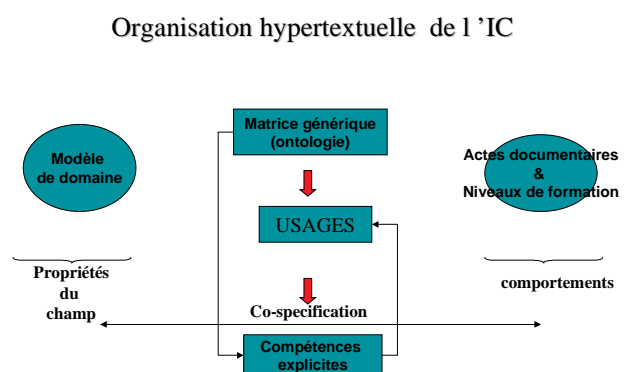


Fig. 1 - Organisation hypertextuelle de l'IC

Dans FoRSIC, les termes composant les énoncés de compétences explicites sont directement issus de la modélisation du domaine, et on observe une correspondance entre la répartition par niveau des compétences (compétences expertes, compétences élémentaires,

etc ...) et les niveaux de granularité présents dans le modèle de domaine. Il y a également une correspondance forte entre les "dimensions ontologiques" présentes dans la matrice d'indexation des compétences (Action, Environnement, Bénéficiaire, Délivrable) et la typologie des actes documentaires et des niveaux de formation. Enfin, la détermination des usages effectifs produits ou proposés par le collectif au cours des procédures de recueil et de feedback qui sous tendent le projet, valident l'hypothèse selon laquelle la transmission de connaissances (documentaires ou non) s'effectue sur un mode spiralaire. C'est à l'aide des points précédemment évoqués que ces usages se font jour et passent du tacite à l'explicite. Ce n'est qu'à partir de ce moment que les connaissances qu'ils véhiculent se "métabolisent" à nouveau pour redéfinir ou compléter l'ensemble des points précédents. Ce positionnement en fin de cycle (matrice → référentiel explicite → usages) leur permet en outre d'hériter des spécifications communes à l'ensemble des autres éléments (adéquation avec les termes de l'ontologie, appartenance à un niveau de formation, etc ...).

7 Conclusion(s) : quelques enseignements pour l'IC

La mise en place d'une plateforme d'IC nous paraît s'organiser autour de 4 phases d'abord échelonnées dans le temps pour ensuite se développer de manière parallèle et dynamique : il faut d'abord mettre en place des procédures de collecte (1) qui permettront de mutualiser (2) les données ainsi recueillies. Il faut ensuite permettre que des échanges se mettent en place (3) entre les membres du projet pour amorcer des procédures de capitalisation (4) sur la base de l'existant et afin d'intégrer la nouveauté produite au cours de l'échange. Nous précisons ici les notions de "reconnaissance" et "d'amorçage" qui nous sont apparues comme essentielles et structurantes pour que ces 4 temps initialement distincts puissent se développer de manière non plus linéaire mais dynamique et conjointe.

7.1 La reconnaissance au service de la mutualisation

A l'issue des réflexions théoriques menées au cours de ce projet et du feedback du collectif impliqué, nous constatons qu'il ne peut y avoir de collecte ou de mutualisation sans reconnaissance. En effet, l'implication du collectif de formateurs n'est effective qu'à partir du moment où une reconnaissance (institutionnelle et/ou venant des pairs) intervient. Cette notion de reconnaissance est présente dans la plupart des

dispositifs d'IC au titre de "résultat attendu". Pourtant, l'optimisation des procédures de collecte et de mutualisation passe par le développement et la valorisation de cette reconnaissance **en amont du processus**.

7.2 L'amorçage au service de la capitalisation

L'autre problème majeur lié à la conduite de projet d'IC concerne les processus "d'amorçage" qui permettent de lancer, de dynamiser et d'automatiser les échanges entre acteurs à partir desquels il sera possible de "capitaliser" sur la base des informations circulantes et retenues. Pour éclaircir ce point nous citerons Hofstadter *"le système atteint un point critique minimal à partir duquel il peut se développer ou s'auto-engendrer en puisant dans ses propres ressources."*

Si l'on veut pouvoir proposer des ontologies dynamiques (c'est à dire restant pertinentes dans un contexte en constante évolution) afin de faciliter et d'augmenter le potentiel de capitalisation d'un dispositif d'IC, il nous semble qu'il faut préciser le seuil de validité et les critères à partir desquels cette "automatisation" produira des résultats pertinents (c'est à dire qui n'alourdiront pas, en termes de rapport bruit/silence, la quantité d'information déjà disponible).

Ces aspects liés à l'amorçage sont apparus comme particulièrement pertinents et problématiques dans l'environnement de la formation à la recherche documentaire. Dans ce contexte particulier, du fait de la nature propre du domaine, les points d'amorçage se déclinent sur un mode spiralaire (cf supra) et chaque activation ou renforcement de l'un de ces points a des répercussions sur les autres.

7.3 Perspectives

Le modèle de domaine de la recherche documentaire étant stabilisé, nous attendons maintenant beaucoup de l'exploitation du système multi-agent, combinée avec l'ouverture du dispositif aux étudiants de campus. Nous pensons notamment qu'elle permettra de valider les modèles proposés, par l'usage et l'évaluation de la performance du système.

Par ailleurs, nous continuons de soumettre nos bases théoriques et méthodologiques à l'appréciation de communautés de plus en plus larges pour les valider, tout en suivant l'évolution du champ de la recherche d'information. Un groupe de discussion concernant la thématique de la recherche d'information dans le cadre du web sémantique (Information Retrieval & Semantic web - IRSW2002@yahoo.com) est ainsi créé depuis Novembre 2001 et rassemble une communauté internationale de trente-cinq chercheurs.

Références

- [1] FoRSIC : Formation et Recherche en Sciences de l'Information et de la Communication. Projet soutenu par le Ministère de l' Education Nationale, de la Recherche et de la Technologie sous le numéro de contrat 99 - K - 6403. Site web du projet : <http://www.urfist.cict.fr/forsic>.
- [2] Urfist : Unité Régionale de Formation à l'Information Scientifique et Technique (<http://www.urfist.cict.fr>)
- [3] B. Stiegler. La technique et le temps. T1. La faute d'Epiméthée, Paris : Galilée, *Coll. La philosophie en effet*, 1994.
- [4] M. Buckland. Information and Information Systems. New York : Praeger, 1991.
- [5] C. Belkin. , N. J., Croft. "Information Filtering and Information Retrieval: Two Sides of the Same Coin?", *Communications of the ACM* Vol. 35 n°12, 1992
- [6] A. David, D. Bueno. " Experimenting user model in cooperative IRS". *Colloque SAS/SIC*, Orlando, 2000.
- [7] F. Varela. Connaître : les sciences cognitives tendances et perspectives. Paris : Seuil. *Coll. La couleur des Idées*, 1989.
- [8] H. Takeuchi, I. Nonaka. The Knowledge-Creating Company. New York : Oxford University Press, 1995.
- [9] E. Hutchins. Cognition in the Wild. Cambridge : MIT Press, 1995.
- [10] J. Lave, E. Wenger. Situated Learning: Legitimate peripheral participation. Cambridge: Cambridge Press, 1991.
- [11] LIHS : Laboratoire d'Interaction Homme-Système
- [12] IRIT : Institut de Recherche en Informatique de Toulouse
- [13] T. Grüber. "What is an ontology ?". En ligne <http://ontoserver.aifb.uni-karlsruhe.de/objectives.htm>
- [14] Michel Authier est le PDG et le co-fondateur (avec P. Lévy et M. Serres) de la société Trivium. Il est également l'auteur de nombreux ouvrages sur les "arbres de la connaissance".