

Description du projet PCSI MATHIS (MATHematic Information web Services)

Annotation et recherche des ressources scientifiques sur le web

Mots-clés définissant le projet (6 mots-clés maximum)

MathML - OpenMath - moteur de recherche - Annotation de formules - E-Learning - Web sémantique

I. Participants

- UDL : Université de Da Lat (responsable de gestion) : HUYNH Van Thông, Docteur en Linguistique, Professeur Associé, responsable des relations internationales de l'Université de Dalat
- UNSA : Université de Nice Sophia Antipolis (responsable scientifique) : Marc Gaetano, Maître de Conférences et Nhan LE THANH Professeur des universités
- UDN : Université de Da Nang : DO TRUNG HUNG, Docteur en informatique, Professeur associé, Ecole Polytechnique de Da Nang
- IFI : Institut Francophone en Informatique : HO TUONG VINH, Docteur en Informatique, Directeur de recherche de l'IFI

II. Contexte :

Le projet Mathis (MATHematic Information web Services) fait partie un grand projet ambitieux, intitulé W3S (Web Scientific Semantic Services), projet initialisé par l'équipe MAINLINE du laboratoire I3S, UMR 6070, CNRS, Université de Nice Sophia Antipolis en 2007. Le projet W3S est la continuité du projet européen OpenMath [1], dans lequel l'équipe MAINLINE était un membre actif (OpenMath est un standard pour la représentation de la sémantique des formules scientifique). L'exploitation efficace des ressources scientifiques sur le Web est un enjeu scientifique et économique important car elle contribue significativement à l'amélioration des processus d'apprentissage et de recherche. Dans ces deux activités, 90% du temps est consacré à la recherche et à l'analyse de travaux et plus généralement de données existantes.

Pour atteindre ces objectifs, le projet W3S ambitionne d'intégrer deux directions de recherche actuelles dans le domaine de la représentation et de la diffusion de documents mathématiques et scientifiques sur le web, à savoir :

- les projets de représentation et d'échange des connaissances mathématiques sur le Web. Ces projets ont mené à la définition d'une famille de langages du web comprenant :
 - o MathML [2], un langage XML de représentation des expressions scientifiques qui est un standard du W3C. Il permet à la fois de capturer la structure et le contenu de ces expressions scientifiques. L'objectif de MathML est double : la publication de documents mathématiques sur le web, et le traitement de ces expressions par des applications scientifiques comme les logiciels de calcul formel.
 - o OpenMath [1], un langage d'échange des contenus scientifiques, qui permet de définir un vocabulaire pour décrire et manipuler de façon sémantique les concepts mathématiques. OpenMath a été conçu pour l'échange de données mathématiques entre diverses applications scientifiques.
- le projet Annotea [3], qui vise à améliorer la collaboration sur web en annotant les documents à l'aide d'annotations dans le langage RDF et en stockant ces annotations soit localement, soit sur un serveur. L'environnement offert par Annotea est standard et extensible, et est spécialement conçu pour s'intégrer et/ou intégrer les autres standards du W3C. Annotea est principalement basé sur les langages RDF/RDFS dont il utilise les schémas pour représenter les annotations et XPointer pour associer une partie d'un document à une annotation.

Pour relier ces directions de recherche, plusieurs développements nouveaux seront nécessaires, et il faudra en particulier :

- construire une ontologie de référence pour le domaine de mathématiques, à l'image de UMLS (Unified Medical Language System)¹ pour le domaine médical et GO (Gene Ontology)² pour le

¹ umlsinfo.nlm.nih.gov/

domaine de génome. Cette ontologie permettra d'exploiter dans les applications informatiques des traditionnels recueils de formules (comme le *Handbook of Mathematical Functions* de Abramowitz et Stegun)

- intégrer des objets OpenMath dans un modèle sémantique générique afin de permettre de prendre en compte la sémantique des formules scientifiques dans l'annotation et dans la recherche des sources de données scientifiques
- concevoir et mettre en places des outils informatiques tels que des éditeurs d'annotation et de formules, des moteurs de recherche sémantiques pour les documents mathématiques (articles, tutoriaux, etc.) qui supportent à la fois les expressions sémantiques textuelles et les expressions sémantiques de formules.

III. Objectifs

L'objectif du projet Mathis est, d'une part, de développer des outils formels et logiciels pour l'annotation et la recherche sémantique des documents mathématiques/scientifiques sur le web, et d'autre part d'expérimenter ces outils dans les domaines du E-learning et de la documentation scientifique.

Mathis bénéficiera ainsi des résultats de recherche issus du projet W3S, en particulier pour la prise en compte de la sémantique des formules dans l'annotation et dans la recherche.

Ces outils seront conçus de façon multilingue (Vietnamien, Français, Anglais) et multi-style (notations françaises, anglaises ou spécifiques) de manière à s'adapter aux différents types d'utilisateurs.

IV. Description du projet

Le projet Mathis vise à développer un ensemble d'outils permettant d'annoter et de rechercher des ressources scientifiques sur le web. Trois applications sont envisagées :

- *Mathis formula Publisher* : un éditeur de formules mathématiques permettant de créer et de publier en ligne des formules mathématiques, appelé « *e-formula* » qui sont représentées par les objets OpenMath/MathML correspondant, intégrant le style de présentation. Ces formules sont annotées par des expressions ontologiques décrivant de façon sémantique les domaines mathématiques concernés.
- *Mathis Annoter* : un éditeur d'annotations de documents scientifiques. Cet éditeur permet de créer des objets appelés « *e-annota* » qui seront stockés localement ou sur un serveur partagé. Un *e-annota* peut être fabriqué à partir d'un autre *e-annota*. Dans ce cas, on parle d'un *e-annota* répliqué. Le concept d'*e-formula* doit être pris en compte dans le mécanisme d'annotation.
- *Mathis Search Engine* : un moteur de recherche qui exploite la sémantique des *e-annotas* stockés localement ou sur un serveur, par un mécanisme d'inférence spécifique afin de proposer des réponses pertinentes à l'utilisateur. Un fonctionnement au dessus d'un moteur de recherche sur le marché tels que Google, Yahoo, etc. pourra être envisagé.

Ces développements doivent être précédés par une phase de modélisation dans laquelle plusieurs études théoriques doivent être effectuées dans le contexte du projet W3S, en particulier :

- la définition d'un modèle formel pour les *e-formulas* reposant principalement sur OpenMath et MathML
- l'étude d'un modèle de représentation permettant de décrire des relations établies entre d'un objet mathématique *e-formula* et des concepts mathématiques dans une ontologie du domaine dans le langage OWL (Web Ontology Language)³. Cette modélisation doit aboutir à un mécanisme de représentation et de raisonnement hybride permettant de composer les deux types de sémantiques, sémantique du domaine et sémantique des formules.

Enfin, une étude de performance et d'utilité des outils avec une proposition de déploiement dans quelques domaines spécifiques tels que eLearning ou eCollaboration sera effectuée.

² www.geneontology.org/

³ www.w3.org/TR/owl-features/

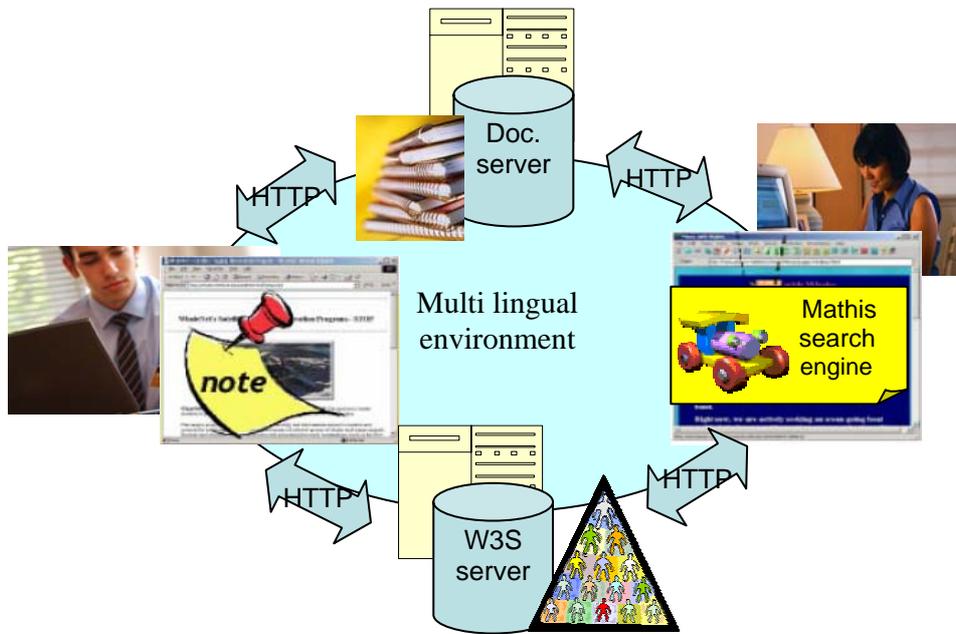


Figure 1 : Architecture générale de Mathis

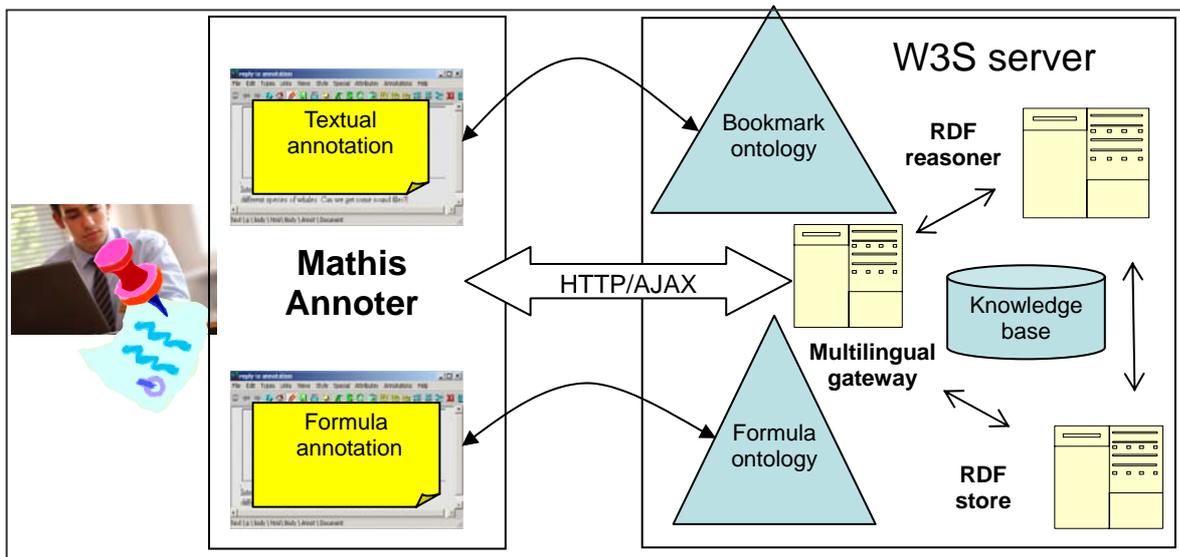


Figure 2 : Mathis Annoter

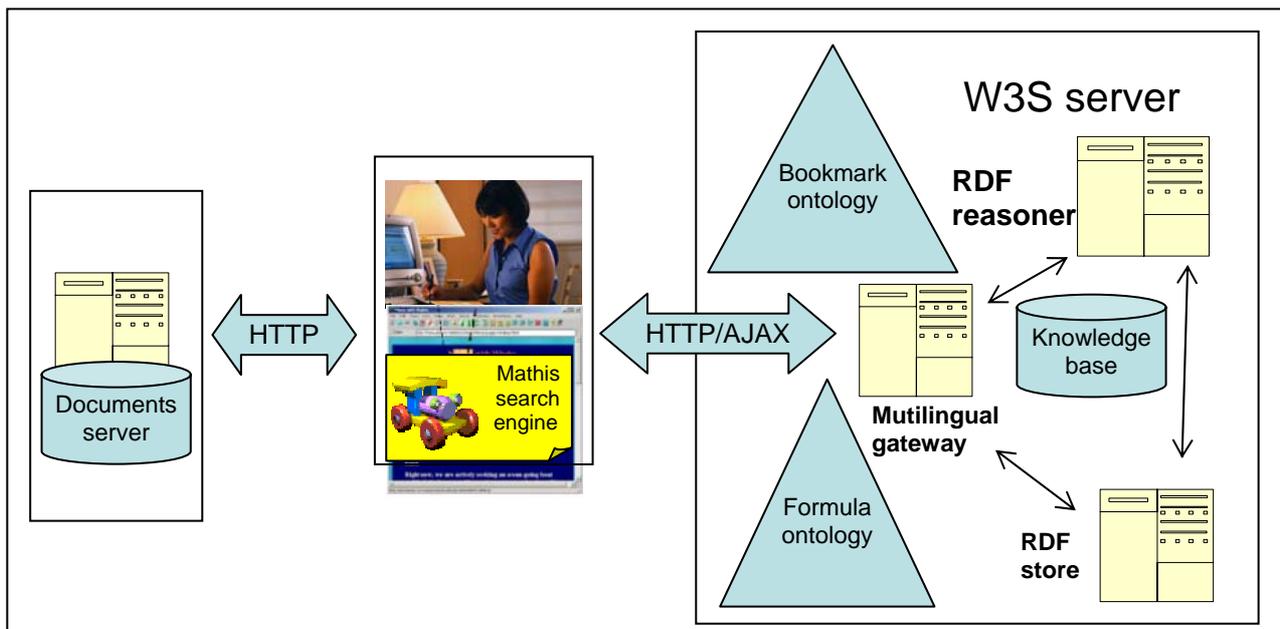


Figure 3 : Mathis Search Engine

V. Méthodologie utilisée

Ce projet s'inscrit dans le cadre d'une coopération scientifique entre l'Université de Nice Sophia Antipolis et les universités vietnamiennes.

La méthodologie envisagée doit permettre, d'une part, de poursuivre des travaux de recherche dans le cadre du projet W3S sur la définition et la construction de langages standards pour la représentation et la sémantique des objets mathématiques sur le web, et d'autre part, de développer une activité de recherche avec les partenaires universitaires vietnamiens au travers d'une collaboration scientifique commune.

Cette méthodologie consiste en deux volets complémentaires :

- une activité de recherche autonome représentant un aspect spécifique du projet, au sein de chaque équipe partenaire :
 - o l'équipe Mainline de Nice investit dans les directions de recherche fondamentales et appliquées afin de mener à terme le projet global W3S. Un ou plusieurs projets de Master 2 seront proposés dans cette direction,
 - o l'équipe de Da Nang continue ses activités de recherche dans le domaine de l'environnement multilingue et du traitement des langues naturelles. Un ou plusieurs projets Master 2 seront proposés dans cette direction,
 - o l'équipe de Da Lat développe ses activités sur l'axe des algorithmes d'inférence dans le web sémantique, en particulier sur les services d'inférence non standard reposant sur la logique de description. Un ou plusieurs projets de Master 2 seront proposés dans cette direction,
 - o l'équipe de l'IFI met ses efforts sur l'axe de e-learning un premier domaine d'application du projet. Un ou plusieurs projets master 2 seront proposés dans cette direction,
- une activité de recherche globale permettant de relier et valoriser les différentes activités de recherche autonome. Cette activité de recherche globale sera effectuée dans le cadre d'une thèse doctorale en cotutelle entre l'Université de Nice Sophia Antipolis et l'Université de Da Nang. Une partie du financement du projet PCSI permettra des séjours de recherche de ce doctorant à l'Université de Nice.

VI. Calendrier de réalisation

N° Work Package	Description	date début	date fin
WP1	Modèle et Architecture de Mathis	1/jan/2008	31/mai/2009

WP2	Mathis annoter	1/avr/2008	31/août/2009
WP3	Mathis publisher	1/sep/2008	31/déc/2009
WP4	Etudes de l'Intégration Elearning	1/mai/2009	31/dec/2009
WP5	Mathis server	1/mai/2009	31/avr/2010(*)
WP6	Mathis search engine	1/jan/2009	28 /avr/2010(*)
WP7	Environnement multilingue	1/mai/2008	31/avr/2010(*)
WP8	Gestion et documentation	1/jan/2008	31/dec/2010(*)

(*) Prolongation dans le cadre de la thèse doctorale

VII. Répartition des tâches entre les partenaires

L'équipe MAINLINE, à travers différents projets européens, a participé activement à plusieurs travaux dans le domaine. Plusieurs membres de l'équipe sont ou ont été impliqués dans la création des standards pour la représentation et l'échange de données mathématiques sur internet en particulier OpenMath et MathML. Etant leader de plusieurs projets de recherche sur la modélisation, représentation des connaissances et les mécanismes raisonnement, nous avons également des expériences solides sur les divers domaines d'application tels que les systèmes collaboratifs sur le web, le eLearning, le eBusiness ou dans les processus industriels. Cette équipe sera donc responsable scientifique du projet.

L'équipe de l'Université de Da Nang est spécialisée dans le domaine de traitement du langage naturel. Elle a participé à plusieurs projets à grandeur réelle dans le domaine de multilingue. Elle s'occupe la gestion du projet et du développement de la partie de capacité multilingue du projet.

L'équipe de l'Université de Da Lat est spécialisée dans le domaine de modélisation formelle et des algorithmes d'inférences. Elle a participé dans le développement d'un moteur d'inférence reposant sur la théorie des logiques de description et de développement des applications dans le domaine du eLearning et du eBusiness. Dans le projet W3S, cette équipe sera responsable du développement de la passerelle standard permettant l'ouverture du projet vers différents moteurs d'inférence existant.

L'équipe de l'IFI a de grandes expériences de recherche dans différents domaines dont le eLearning. Etant responsable de plusieurs projets de recherche en cours, elle s'occupe surtout dans le projet W3S de la partie test et du déploiement des outils au sein des applications eLearning.

N° WP	Description	Responsable	Participants
WP1	Modèle et Architecture de Mathis	UNSA	UDN, UDL, IFI
WP2	Mathis annoter	UNSA	UDN
WP3	Mathis publisher	UNSA	UDN
WP4	Etudes de l'Intégration Elearning	IFI	UNSA, UDN
WP5	Mathis server	UDL	UNSA, UDN
WP6	Mathis search engine	UNSA	UDN, UDL
WP7	Environnement multilingue	UDN	UNSA, IFI
WP8	Gestion et documentation	UDL	UNSA, UDN, IFI

VIII. Indicateurs d'évaluation

4 indicateurs d'évaluation pourront être utilisés pour ce projet :

- le rapport de recherche intermédiaire ou final et/ou rapport de mission
- la mise en place de la thèse cotutelle et des projets de recherche Masters 2
- la présentation des prototypes logiciels
- le nombre d'articles publiés sur le sujet

IX. Diffusions des résultats

Les travaux réalisés au sein du projet peuvent être diffusés sur de nombreux forum :

- nous prévoyons la soumission de plusieurs articles scientifiques à des conférences internationales reconnues dans les domaines du web sémantique et des mathématiques et informatique, comme ISCWC (International Semantic Web Conference), MKM (Mathematical Knowledge Management) ou encore ISSAC (International Symposium on Symbolic and Algebraic Computation).
- les prototypes logiciels développés durant le projet pourront s'intégrer rapidement dans des outils existants et les enrichir de nouvelles fonctionnalités sémantiques (marquage sémantique de formules mathématiques dans les Wiki sémantique, édition sémantique d'expressions mathématiques dans un navigateur).
- certains outils développés durant le projet comme par exemple l'édition sémantique des expressions mathématiques seront intégrés à la plateforme e-learning Jalon.

X. Financement

Dans le cadre de l'AUF

n°	description	Bénéficiaires	Montant
1	6 mois de bourse pour le séjour de recherche du doctorant de la thèse cotutelle (700 euros/mois) + Billet A/R Da Nang-Nice : $900 + (700 \times 6) = 900 + 4200$	Da Nang	5100
2	2 missions de recherche de 7 jours au Vietnam avec Billet A/R : $(1100 + 7 \times 110) \times 2 = 2 \times (1100 + 770)$	Nice	3740
3	2 mission de recherche de 7 jours en France avec Billet A/R : $(900 + 7 \times 140) \times 2 = 2 \times 1880$	Danang(1), Dalat(1)	3760
2	Equipement de travail pour Nice : (2 portables) $1200 \times 2 = 2400$	Nice	2400
3	3 missions de recherche de 7 jours au Vietnam avec le frais de transport: $(100 + 7 \times 110) \times 3 = 3 \times 870$	Danang(1), Dalat(1), IFI(1)	2610
4	Equipement de travail pour Danang et pour Dalat (2 postes de travail) 900×2	Danang(1) et Da Lat(1)	1800
7	Frais de fonctionnement	Da Lat	590
Total des dépenses			20 000

Financement hors du cadre de l'AUF

(Sans compter la contribution des enseignants/chercheurs et les charges de structure)

n°	description	Bénéficiaires	Montant
1	12 mois de bourse pour le séjour de recherche du doctorant de la thèse cotutelle (700 euros/mois) + 2 Billets A/R Da Nang-Nice : $2 \times (900 + (700 \times 6)) = 2 \times (900 + 4200)$	Da Nang	10100
2	frais de publication : inscription, transport, séjour: 2000×5	Nice (2500), Danang (2500), Dalat(2500), IFI(2500)	10000
Total des dépenses			20 100

XI. Bibliographie

[1] *Ulric Genièvre, Yannick Litaiz, Wojciech Machocki, Ludovic Maurillon, Benoît Roger, Sébastien Vallée, Pierre Attar.* « Specification : MathML, Mathematical Markup Language », 2003

[2] *US. Buswell, O. Caprotti, D.P. Carlisle, M.C. Dewar, M. Gaëtano and M. Kohlhase.* «The OpenMath Standard v 2.0», The OpenMath Society, June, 2004

[3] *Marja-Riitta Koivunen, Ph.D.* «Annotea and Semantic Web Supported Collaboration», W3C, June, 2003

XII. Références de l'équipe Mainline dans les domaines concernés

Thèses soutenues

C. Le Duc. Transformation d'Ontologies basées sur la Logique de Description : Application dans le Commerce Electronique. Thèse de doctorat, Université de Nice-Sophia Antipolis, Juillet 2004.

Articles de revues internationales avec comité de lecture

C. Le Duc, N. Le Thanh, et M.-C. Rousset. Compact Representation for Least Common Subsumer in Description Logic ALE. The European Journal on Artificial Intelligence - AICOM, Volume 19, Number 3, 2006, pp. 239 - 273.

O. Corby, R. Dieng-Kuntz, C. Faron-Zucker, et F. Gandon. Searching the Semantic Web : Approximate Query Processing based on Ontologies. IEEE Intelligent Systems Journal, 21(1), 2006.

N. Le Thanh. Technologie de haut débit alternatives et le développement en Afrique subsaharienne. Veille Télécom, Union Africaine, Dakar, Sénégal, 2006. A paraître.

E. Galletio et M. Serrano. Scribe : a Functional Language for Programming Documents. Journal of Functional Programming, 15(5) :751_770, 2005.

M. Buffa, P. Sander, et J.-C. Grattarola. Une nouvelle forme de coopération, nationale et internationale, entre laboratoires de recherche et entre lières d'enseignement. Information Science for Decision Making, 2003.

A. Delteil, C. Faron, et R. Dieng. Le modèle des Graphes Conceptuels pour le Web Sémantique. L'Objet, numéro spécial XML et les objets, 9(3), 2003.

E. Galletio et M. Serrano. Programming Graphical User Interfaces with Scheme. Journal of Functional Programming, 13(5), 2003.

Présentations dans des colloques internationaux avec actes

A. Yurchyshyna, C. Faron, N. Le Thanh, C. Lima. "Towards an Ontology-based approach for the compliance checking modeling in construction " - 24th W78 Int. Conference on Bringing ITC knowledge to work, Maribor, Slovenia, June 26 - 29, 2007

T.D.T. Nguyen, N. Le Thanh, T.A.L. Pham. "Modeling ORM Schemas in Description Logic" - 14th ISPE International Conference on Concurrent Engineering, CE2007, São José dos Campos, SP, Brazil, July 16-20, 2007

T.A.L. Pham, N. Le Thanh, P. Sander. "Some approaches of ontology Decomposition in Description Logics" - 14th ISPE International Conference on Concurrent Engineering, CE2007, São José dos Campos, SP, Brazil, July 16-20, 2007

T.D.T. Nguyen, N. Le Thanh. "Intergrating Identification Constraints in Web Ontology" - 9th ACM-SIMIS-AAAI Int. Conf. ICEEIS (Conference on Enterprise Information Systems), June 12 - 16, 2007, Funchal, Madeira, Portugal

Nguyen, N. Le Thanh. "Identification constraints in SHOIN(D)" -IEEE Conf. RCIS'07 (Research Challenges in Information Science - 2007), April 23 - 26, 2007, Ouarzazate, Morocco

T.A.L. Pham, N. Le Thanh. "Decomposition-Based Reasoning for Large Knowledge Bases in Description Logics" - 13th Int. Conference ISPE CE2006, IOS Press, VOL 143 "Leading the Web in Concurrent Engineering", September 2006, pp 288-195

M. Buffa et F. Gandon. SweetWiki. Semantic Web Enabled Technologies in Wiki. Dans Conference ACM Wikisym 2006, Odense, Danemark, Août 2006.

S. Dehors et C. Faron-Zucker. QBLS : A Semantic Web Based LearningSystem. Dans Proceedings of the World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications _ ED-MEDIA 2006, Orlando, USA, Juin 2006.

S. Dehors, C. Faron-Zucker, et R. Dieng-Kuntz. Reusing Learning Resources based on Semantic Web Technologies. Dans Proceedings of the 6th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies _ ICALT 2006, Kerkrade, The Netherlands, Juillet 2006.

S. L. Alamarguy, R. Dieng-Kuntz, et C. Faron-Zucker. Extraction of Lexico-Syntactic Information and Acquisition of Causality Schemas for Text Annotation. Dans Proceedings of the 9th International Conference on Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems _ KES 2005, Melbourne, Australia, Septembre 2005.

Dehors, C. Faron-Zucker, A. Giboin, et J.-P. Stromboni. Semi-automated Semantic Annotation of Learning Resources by Identifying Layout Features. Dans International Workshop on Applications of Semantic Web Technologies for Elearning AIED2005, Amsterdam, The Netherlands, Juillet 2005.

L. Alamarguy, R. Dieng-Kuntz, et C. Faron-Zucker. Annotation de textes par extraction d'informations lexico-syntaxiques et acquisition de schémas conceptuels de causalité. Dans Pinson, N. Vincent (editors), éditeur, Actes de Extraction et gestion des connaissances (EGC'2005), pages 221_226, Paris, France, Janvier 2005. CEPADUES.

M. Buffa, P. Sander, et J.-C. Grattarola. Distant Cooperative Software Development for Research and Education ; Three Years of Experience. Dans Proceedings of the international conference CALIE'04, pages 39_50, Grenoble, France, 2004.

O. Corby, R. Dieng-Kuntz, et C. Faron-Zucker. Querying the Semantic Web with the CORESE search engine. Dans Proceedings of the 16th European Conference on Artificial Intelligence _ ECAI'2004, subconference PAIS'2004, pages 705_709, Valencia, Spain, Août 2004. IOS Press.

M. Buffa. J2EE and Mobility. Dans Conférence JA00'2004, Cannes, France, 2004.

M. Buffa. Outils et méthodes pour e-miage. Dans Premier colloque international "Miage et e-miage", Marrakech, Maroc, 2004.

C. Le Duc, V. Vu, et N. Le Thanh. Révision et Règles de Révision _ Application aux services d'inférence non-standard dans le système ONDIL. Dans CNRIUT'04, pages 171_179, Nice, France, mai 2004.

M. Gaetano, Y. Chicha. Mathematical Services Composition, proc. of SC'2004, Barcelone (Espagne), Mars 2004.

C. Le Duc et N. Le Thanh. Combining Revision Production Rules and Description Logics. Dans Proceedings Seventh International Conference on Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems KES'2003, pages 89_98, University of Oxford, United Kingdom, Septembre 2003. Springer.

Présentations dans des workshop avec actes

M. Buffa. Intranet Wikis. Dans IntraWeb workshop, WWW Conference 2006, Edinburgh, UK, 2006.

M. Buffa et F. Gandon. SweetWiki : Semantic Web Enabled Technologies in Wiki. Dans Workshop SemWiki 2006, conférence ESCW 2006, Budva, Montenegro, 2006.

M. Buffa, S. Dehors, C. Faron-Zucker, et P. Sander. Towards a Corporate Semantic Web Approach in Designing Learning Systems : Review of the TRIAL SOLUTION Project. Dans International Workshop on Applications of Semantic Web Technologies for E-Learning _ AIED'2005, Amsterdam, The Netherlands, Juillet 2005.

E. Gallesio et M. Serrano. Ubiquitous Mail. Dans Proceedings of the Sixth Workshop on Scheme and Functional Programming, pages 69_76, Tallinn, Estonia, Septembre 2005.

F. Aouzaou, T. Cao, S. Dehors, C. Desmoulins, R. Dieng-Kuntz, et C. Faron-Zucker. Les outils du Web Sémantique et du E-Learning. Dans Actes de la Journée thématique WebLearn sur le Web sémantique pour le e-Learning, plate-forme AFIA'2005, Nice, France, Mai 2005.

M. Buffa, S. Dehors, C. Faron-Zucker, et P. Sander. Vers une approche Web Sémantique dans la conception d'un système d'apprentissage : Revue du projet TRIAL SOLUTION. Dans Actes de la Journée thématique WebLearn sur le Web sémantique pour le e-Learning, plate-forme AFIA'2005, Nice, France, Mai 2005.

S. Dehors, C. Faron-Zucker, A. Giboin, et J.-P. Stromboni. Des Annotations Sémantiques pour Apprendre : l'Expérimentation QBLs. Dans Actes de la Journée thématique WebLearn sur le Web sémantique pour le e-Learning, plateforme AFIA'2005, Nice, France, Mai 2005.

S. Dehors, C. Faron-Zucker, A. Giboin, et J.-P. Stromboni. QBLS : web sémantique de formation pour un apprentissage par questionnement. Dans Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, EIAH 2005, Montpellier, France, 2005.

S. Dehors, C. Faron-Zucker, A. Giboin, et J.-P. Stromboni. Un web sémantique de formation par questionnement. Dans Actes de l'Atelier d'EGC'2005 sur Extraction et Gestion des Connaissances dans les EIAH, Paris, France, Janvier 2005.

C. Le Duc et N. Le Thanh. On the problems of computing approximation and representing least common subsumer in Description Logics. Dans International Workshop on Description Logics _ DL'03, volume 81, Rome, Italy, Septembre 2003. Published on CEUR-WS ISSN 1613-0073.

M. Buffa et J.-C. Grattarola. Collaboration à distance entre laboratoires et entrelières d'enseignement. Dans Colloque TICE méditerranée, Toulon, France, Octobre 2003.

M. Buffa. Ex@m, Un serveur de QCMs gratuit, Inter-opérable. Dans First workshop of the AS Weblearn, Septembre 2003.

M. Gaetano, Y. Chicha. Mathematical Web services: a case study, proc. of TES'2003, Berlin (Germany), LNCS 2819, pp. 155-167, September 2003.