



**HAL**  
open science

## Les ontologies du prototype LUISA, une architecture fondée sur des Web Services Sémantiques pour les ressources de formation.

Monique Grandbastien, Benjamin Huynh-Kim-Bang, Anne Monceaux

### ► To cite this version:

Monique Grandbastien, Benjamin Huynh-Kim-Bang, Anne Monceaux. Les ontologies du prototype LUISA, une architecture fondée sur des Web Services Sémantiques pour les ressources de formation.. 19es Journées Francophones d'Ingénierie des Connaissances (IC 2008), Jun 2008, Nancy, France. pp.61-72. hal-00416688

**HAL Id: hal-00416688**

**<https://hal.science/hal-00416688v1>**

Submitted on 14 Sep 2009

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Les ontologies du prototype LUISA, une architecture fondée sur des Web Services Sémantiques pour les ressources de formation

Monique Grandbastien<sup>1</sup>, Benjamin Huynh-Kim-Bang<sup>1</sup>, Anne Monceaux<sup>2</sup>

<sup>1</sup> LORIA-UHP Nancy I, Campus Scientifique  
BP 239 - 54506 Vandoeuvre-lès-Nancy Cedex, France  
{Monique.Grandbastien, Benjamin.Huynh-Kim-Bang}@loria.fr

<sup>2</sup> EADS Innovation Works, 18 rue Marius Terce  
BP 13050 - 31025 Toulouse, France  
Anne.Monceaux@eads.net

**Résumé :** Cet article décrit les ontologies d'une application conçue pour expérimenter les technologies du Web Sémantique et en particulier l'usage intensif de Web Services reposant sur des ontologies. Le domaine retenu est celui des ressources de formation en ligne. Le texte présente les objectifs et l'architecture générale de l'application, les ontologies partagées sur deux cas développés l'un en milieu industriel, l'autre en milieu académique, et les ontologies spécifiques aux cas d'application. Il montre ainsi la faisabilité et l'intérêt de modèles partagés dans le domaine des ressources de formation. Il s'achève par une comparaison avec d'autres projets voisins, une analyse des difficultés rencontrées et des perspectives offertes.

**Mots-clés :** Ontologies, Web Sémantique, web services, ressources de formation

## 1 Introduction

La nécessité de décrire au niveau sémantique les ressources accessibles sur Internet, pour exploiter pleinement les bénéfices potentiels offerts par l'accroissement de leur nombre et la diversification de leur nature est unanimement reconnue. Dans le domaine des ressources de formation, de nombreux « entrepôts » [ARIADNE], [GLOBE], [LORNET], [Open Courseware cons.] sont mis à disposition de par le monde par des institutions de formation. Certains, comme par exemple [MERLOT], fonctionnent depuis une dizaine d'années. Pourtant les recherches se font encore par mots-clés et donc les ressources pédagogiques retournées par les systèmes restent très dépendantes du vocabulaire utilisé pour les requêtes. Il est illusoire de penser contraindre l'ensemble des acteurs de la planète à utiliser un système d'indexation unique, et ce serait d'ailleurs désastreux pour la diversité culturelle. Il y a donc dans ce domaine particulier, comme dans bien d'autres, un besoin d'interopérabilité

sémantique des descriptions des ressources pédagogiques et des requêtes visant à les retrouver.

Par ailleurs, dans le domaine particulier du e-learning, la recherche de ressources est sous-tendue par les besoins de l'utilisateur, en vue de sa formation ou d'activités d'enseignement par exemple, que les mécanismes classiques de requête ne permettent absolument pas de préciser. Ceci est encore un facteur limitant la diffusion et la réutilisation des ressources pédagogiques. Le consortium européen LUISA<sup>1</sup> développe une solution logicielle faisant un usage intensif de technologies du Web Sémantique pour la recherche et la sélection de ressources de formation, ainsi que pour leur annotation préalable.

Cet article décrit brièvement le cadre général du projet et de l'architecture retenue (§2), puis il se focalise sur la description des ontologies utilisées aux différents niveaux de cette architecture. Nous fournissons un exemple de modélisation ontologique en vraie grandeur dans un domaine où il n'en existait pas. Les ontologies partagées entre deux cas d'utilisation, académique et industriel, sont présentées en §3. Les besoins et les ontologies propres au partenaire industriel sont décrites en §4 et ceux propres au partenaire académique en §5. Nous comparons enfin ces propositions à d'autres travaux en cours de même nature et nous tentons de tirer des leçons de cette expérience, nous montrons également les perspectives qu'elle ouvre.

## **2 Contexte, objectifs et architecture générale**

### *L'interopérabilité des ressources de formation*

La plupart des efforts de ces dix dernières années dans ce domaine a porté sur la définition de standards facilitant l'interopérabilité des ressources. Ces standards portent sur les formats de description et sur l'exécution des ressources. Pour ce qui est du contenu, seul l'usage de vocabulaires contrôlés facilite les échanges. Il n'y a pas d'interopérabilité sémantique, c'est-à-dire pas de description formelle du sens sur lesquelles pourraient reposer des raisonnements. Par exemple une interrogation sur le mot clé « traitement de texte » ne permet pas de retrouver un cours sur Word, décrit avec le mot clé « Word ». Ce domaine des ressources pédagogiques constituait donc un bon terrain d'expérimentation pour une architecture à base de web services sémantiques reposant sur des représentations formelles du sens sous formes d'ontologies partagées ou spécifiques.

### *Les technologies du Web Sémantique*

LUISA associe et met en œuvre plusieurs technologies au sein d'une application distribuée. Des web services permettent d'accéder à divers entrepôts de métadonnées distribués (LOMR), décrivant chacun des collections de ressources de diverses institutions. L'approche par web services sémantiques permet la découverte, la

---

<sup>1</sup> Learning Content Management System Using Innovative Semantic Web Service Architecture, projet européen cofinancé sous le contrat FP6-027149 LUISA.

composition et l'invocation des web services disponibles, lesquels sont ainsi partagés et réutilisés par plusieurs applications. Cette approche repose sur l'utilisation d'un « broker » capable de sélectionner les web services qui conviennent pour un but proposé, à partir de descriptions sémantiques des fonctionnalités de ces services. Concrètement, le prototype LUISA utilise IRS-III (Internet Reasoning Service) comme broker qui fournit les buts et les applique à l'invocation de services. IRS-III utilise WSMO (Web Service Modeling Ontology) et le langage OCML (Operational Conceptual Modeling Language) pour les descriptions de Web Services et de domaines de connaissances. Différentes ontologies d'application sont nécessaires et utilisées par plusieurs composants de l'architecture. D'un point de vue technique, toutes les ontologies du projet sont codées en WSML à l'aide de WSMO studio pour permettre leur utilisation directe dans IRS-III.

Une description détaillée de l'architecture LUISA est disponible dans [Dietze et al, 2007] et [LUISA], nous en donnons seulement le schéma pour montrer où et comment sont utilisées les différentes ontologies sur lesquelles reposent les applications créées.

L'architecture générale du prototype LUISA

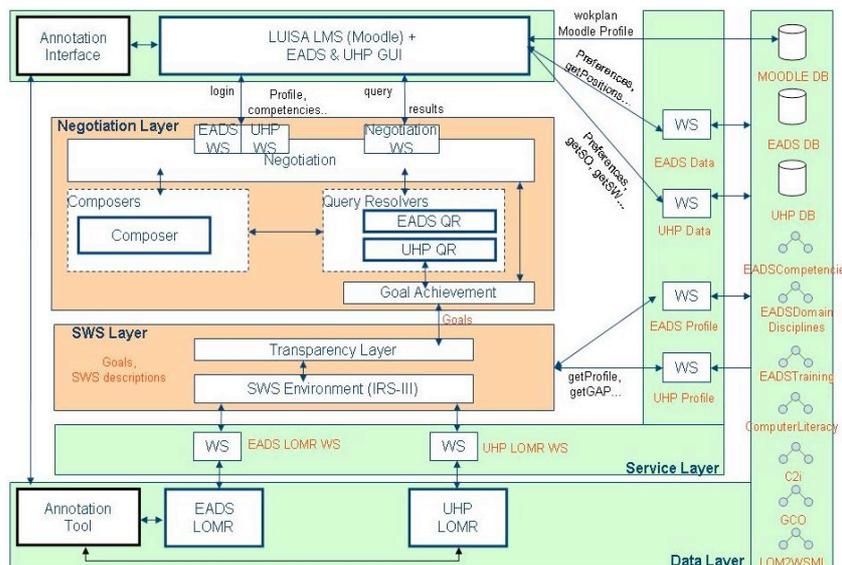


Fig. 1 - Architecture générale LUISA

Le schéma de la figure.1 montre les différents composants de l'architecture LUISA appliquée à l'un et l'autre cas d'utilisation académique et industriel. On voit notamment sur la partie droite les ontologies développées spécifiquement pour ces cas. Elles sont utilisées dans le cadre intitulé *negotiation layer* qui prend en charge les interactions avec l'utilisateur ainsi que les raisonnements nécessaires au prétraitement des requêtes et post-traitement des réponses, pour filtrer, ordonner ou composer les

ressources obtenues selon des stratégies spécifiques aux cas d'application. De tels raisonnements font appel aux ontologies de domaines. Ces ontologies sont également exploitées par l'interface utilisateur pour l'expression des requêtes.

Dans une première phase de travail, elles servent également à paramétrer les interfaces d'annotation du module intitulé *annotation tool*, un éditeur d'annotations flexible paramétré [SHAME editor]. Les valeurs prédéfinies pour les champs sont automatiquement extraites des ontologies fournies et affichées dans des menus déroulants. Ce travail préparatoire de configuration est effectué par un administrateur de l'application, avant la mise à disposition de l'environnement d'annotation pour les utilisateurs.

Les ontologies développées par les utilisateurs sont dérivées d'ontologies générales partagées. En effet, à la fois pour des raisons d'économie d'échelle au niveau de la conception des ontologies et du développement des raisonnements et pour permettre un maximum d'interopérabilité, il est important de s'imposer de partager des modèles tant que les contraintes des applications visées le permettent.

### **3 Les ontologies applicatives partagées**

D'un point de vue sémantique, les connaissances nécessaires à l'annotation et à l'interrogation de ressources de formation ont été divisées en deux catégories. La première concerne le format de description des ressources, chaque champ est doté d'une signification, par exemple dans le champ auteur on s'attend à trouver le nom du ou des auteurs du document. La seconde concerne les requêtes qui sont exprimées en termes de compétences à atteindre, par exemple « être capable d'utiliser un traitement de texte » et les profils des utilisateurs en termes de compétences acquises.

*s-lom, l'ontologie du modèle LOM de ressources*

Pour ce format, nous avons adopté le standard [IEEE-LOM] publié sous forme de spécification en langue anglaise. Cette spécification est parfois imprécise et l'utilisation des champs se fait selon les pratiques de communautés d'utilisateurs, ce qui nuit évidemment à une vraie standardisation et empêche une complète interopérabilité sémantique. Le consortium LUISA a donc précisé cette spécification et en a proposé une description [LUISA consortium, D4.9] sous forme d'ontologie. Cette ontologie de base est utilisée par tout utilisateur de LUISA qui peut la spécialiser pour certains champs, notamment le champ 9 qui permet de pointer sur des classifications ou ontologies complémentaires. Dans LUISA, ce champ est notamment utilisé pour décrire les compétences requises pour utiliser la ressource ainsi que les compétences qu'elle permet d'acquérir (lien vers une ontologie locale des compétences). En effet, aucun champ n'est prévu pour les compétences dans le standard LOM. Elle sert également à noter le cas échéant la discipline dont traite la ressource (lien vers une ontologie locale des disciplines) et son contenu en termes de spécialité (lien avec une ontologie locale des concepts de spécialité).

*GCS (General Competency Schema), un cadre pour les ontologies de compétences*

Comme nous l'avons indiqué précédemment, il y a une demande croissante pour acquérir de nouvelles compétences, notamment de la part de professionnels, alors que beaucoup de ressources, notamment dans le milieu académique sont encore décrites en termes de contenus scientifiques ou techniques et non en termes des compétences qu'elles permettent d'acquérir. Il y a donc nécessité de partager une ontologie de compétence qui aura le double rôle de faire le lien entre compétences et contenus et de permettre des raisonnements sur les compétences pour combler les manques constatés. Nous avons adopté le schéma général décrit dans [Sicilia, 2005].

Ce modèle général repose sur les concepts de compétence, éventuellement assortie d'un niveau, de personne mettant en œuvre cette compétence et de métier nécessitant la compétence décrite. Les compétences sont définissables en termes d'éléments composants comme les éléments de connaissance ou les habiletés, ou de compétences pré-requises ou similaires, Ces concepts sont ensuite détaillés pour chacune des applications visées.

#### **4 Les modèles de connaissances pour le contexte industriel**

Le cas d'application industriel retenu pour appliquer LUISA est celui de l'évaluation des besoins de formation dans un secteur du groupe EADS pour satisfaire aux besoins de compétences créés par la mobilité des personnes sur les postes de travail à pourvoir. Dans ce contexte, un travail systématique d'identification des compétences nécessaires pour exercer des métiers et pour occuper des postes de travail est effectué. Il sert de base aux services de ressources humaines en charge d'adapter la formation des personnels aux besoins de l'entreprise. Une des activités de ces services consiste à identifier les compétences de chaque personne et à faire apparaître les compétences qui lui manquent par rapport au poste de travail qu'elle occupe ou par rapport à un nouveau métier sur lequel elle postule. Les compétences requises sont en général spécifiées en termes de niveaux d'expertise en fonction d'échelles prédéfinies et de critères qualitatifs comme l'expérience, l'autonomie, la capacité à transférer les connaissances.

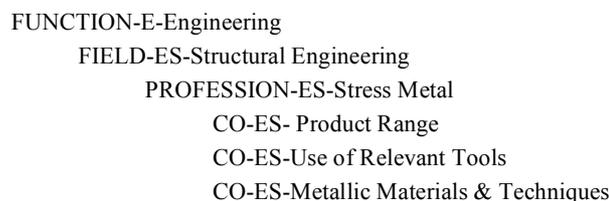
Par exemple, dans le champ de l'Ingénierie des Structures, une compétence en « matériaux et technologies métalliques » est nécessaire pour les personnes travaillant sur les structures métalliques dans la perspective d'étude des forces statiques. Par ailleurs, certaines activités caractérisent des professions, par exemple l'activité « stress metal » caractérise un métier de l'ingénierie des structures.

Dans ce contexte, la signification de chaque compétence doit être clairement posée, parfois décomposée en habiletés et éléments de connaissances. Dans l'exemple précédent, la compétence en matériaux et technologies métalliques est définie comme suit : « *Knowledge of specific properties for all types of metallic materials and material conditions and the capability of advising on the correct material and condition to be used in a particular application. Production of material specifications and data sheets. Knowledge and experience of the various technologies associated*

*with Metallic materials. Statistical analysis. Material testing*". Quand un poste de travail ou le profil d'une personne doit être décrit, on peut utiliser cette compétence avec un niveau qui exprime le degré d'expertise souhaité ou possédé. L'ensemble de ces descriptions permettent d'organiser les activités de gestion des ressources humaines telles que l'embauche, la mobilité et la formation.

#### *L'ontologie des compétences*

Pour expérimenter LUISA dans ce contexte, une ontologie locale de compétences a été construite à partir du schéma GCS. Ce schéma est étendu pour rendre compte de la façon dont les activités et compétences sont décrites localement. Les principaux concepts sont ceux de "fonction", de "champ" et de "professions" qui permettent de structurer les compétences dans un arbre de professions comme illustré dans la figure 2, ainsi que les échelles de mesure utilisées pour les niveaux d'expertise. Le cadre fourni par GCS a été tout à fait adapté aux besoins.



**Fig. 2** - Extrait d'arbre des professions

Le cas d'utilisation prévu est le suivant : un responsable de formation utilise un sous-ensemble de cette ontologie en plus des annotations LOM existantes pour indexer les ressources de formation. Par exemple, une ressource peut avoir un pré-requis qui est une compétence avec un certain niveau; une ressource peut permettre d'acquérir des connaissances spécifiées dans l'ontologie ou encore le public-cible d'une ressource peut correspondre à un « champ » ou à un ensemble de professions.

Ce processus d'annotations des ressources devrait en fait impliquer plusieurs catégories d'acteurs. La flexibilité de l'outil d'annotation SHAME décrit précédemment permet de configurer des interfaces d'annotation adaptées aux besoins de chacun.

Cette ontologie de compétences instrumente également le processus de requête. Quand un profil de personnel est disponible, le système calcule l'écart de compétences entre ce profil et le poste occupé ou souhaité et sélectionne la ou les formations qui combrent au mieux cet écart. Lors de ces interrogations des bases de ressources de formation, les relations modélisées dans les ontologies permettent d'implanter différentes stratégies pour interpréter les requêtes et fournir les ressources. Par exemple le système peut décomposer une "définition de compétence" en "éléments de connaissances" ou "habiletés" afin de reformuler une requête initialement infructueuse. Ou encore les compétences relatives à une profession ont pu être utilisées pour définir un poste de travail correspondant à une personne particulière pour identifier les écarts par rapport à une profession.

*Le processus de résolution*

Ce processus de résolution de requête comprend donc plusieurs étapes:

- La recherche de ressources candidates et leur classement à l'aide des niveaux
- La vérification des pré-requis dans le profil utilisateur
- L'utilisation éventuelle de la relation de pré-requis ou de similarité entre les compétences
- La décomposition d'une compétence en éléments de connaissance ou habiletés pour raffiner la recherche
- La prise en compte des domaines dans les métadonnées
- L'éventuelle relaxation de certaines contraintes.

Pour compléter la description de notre environnement, nous avons ajouté un thesaurus des disciplines et spécialités que les responsables de formation ont l'habitude d'utiliser pour caractériser les ressources. Nous avons intégré cette classification dans le champ 9 dédié à la classification dans LOM. Les liens établis entre ce thesaurus et l'arbre des professions peuvent ainsi être exploités dans la résolution des requêtes. Un exemple est présenté en figure 3. Le diagramme du haut montre des compétences requises pour le métier « stress metal » du champ Ingénierie des structures ; le diagramme du bas montre un extrait du thesaurus des domaines pour la culture d'entreprise ou la mécanique des matériaux.

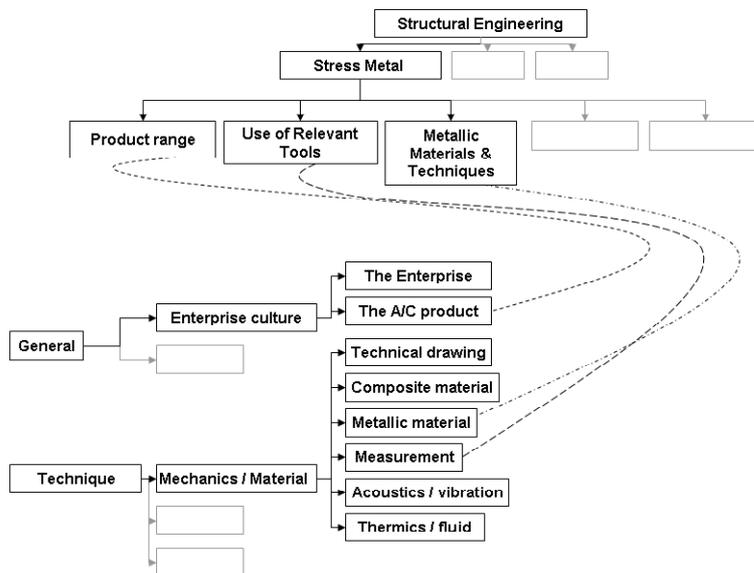


Fig. 3 - Relations entre le thesaurus des domaines et l'arbre des professions

En résumé, les modèles spécifiques à EADS comprennent l'ontologie des compétences et ses instances, un arbre des professions et un thésaurus des disciplines et spécialités. Enfin, d'un point de vue technique, signalons que la base de données "métiers" comprend plusieurs centaines d'entrées et qu'en conséquence, la création de l'ontologie à partir de cette base de données a été partiellement automatisée.

## 5 Les modèles du domaine académique

L'implémentation de LUISA dans un contexte universitaire porte sur des ressources permettant d'acquérir des compétences de base en bureautique et usage d'Internet. Il existe en effet un certificat de « compétences Informatique et Internet » (C2I) que doit passer tout étudiant pour se voir délivrer un diplôme de licence, quelle que soit la discipline. Ce certificat est défini en termes de neuf compétences, divisées en sous-compétences, une quarantaine en tout. Par exemple la compétence « recherche d'information » est divisée en « distinguer entre plusieurs types de moteurs de recherche », « formulation de la requête », « exploitation des résultats ».

### *Les ontologies développées*

Nous avons développé trois ontologies pour cette application, une pour les compétences, une pour les concepts de spécialité (concepts de bureautique pour le C2i) et une pour l'organisation des disciplines enseignées à l'université. Nous les présentons en soulignant quelques points qui nous paraissent importants.

L'ontologie des compétences est obtenue, comme chez le partenaire industriel, par spécialisation de GCS. En plus de la relation classique de composition, nous utilisons une relation *requires* qui permet de modéliser les relations de « prérequis » entre compétences. La figure 4 montre une modélisation partielle de ces compétences, la composition y est notée *details*.

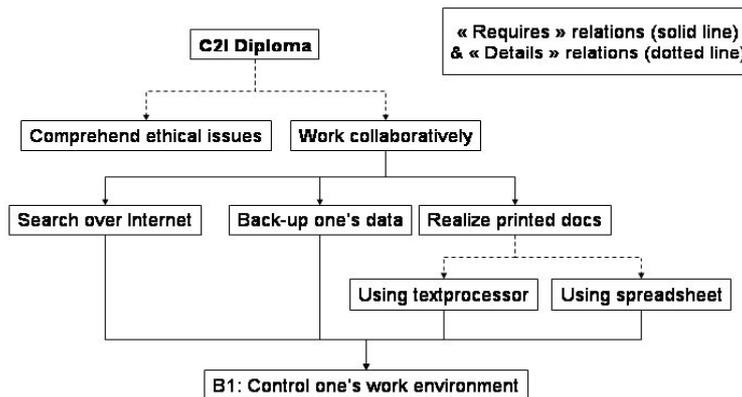


Fig. 4 - Extension de GCS au domaine académique: exemple de compétences principales

Dans ce modèle, chaque compétence est ensuite raffinée en éléments constitutifs (connaissances, savoir faire, savoir être). Nous utilisons les connaissances et nous

avons introduit la relation *about* entre un élément de connaissance et un concept de spécialité pour modéliser le lien entre compétences et connaissances du domaine. La figure 5 donne un exemple d'une telle description pour la compétence « utiliser un traitement de texte », raffinée en deux éléments de connaissance, basic et advanced, le premier étant pré-requis pour le second. Par ailleurs chaque élément de connaissance KE peut être relié à un concept de spécialité. Chacune des compétences du C2i est ensuite représentée comme une instance du concept de compétence ainsi enrichi.

Cela nous permet ensuite de manipuler les compétences de plusieurs façons. Au niveau de la formation (président de jury ou directeur d'études), le responsable travaille sur le concept de compétences possédées ou à acquérir, les relations *requires* et *details* sont utilisées. Au niveau de ressources à fournir pour un cours ou au niveau de l'indexation des ressources, chaque compétence est raffinée en ses « éléments constitutifs » et « contenus » associés. .

L'ontologie des disciplines : elle représente l'organisation des disciplines dans notre université. Elle a été construite à partir du concept *Field\_of\_Study* de OpenCyc. Pour des raisons historiques, cette organisation est propre à chaque université, au delà de la simple classification hiérarchique, nous avons ajouté une relation de proximité ou voisinage pour des disciplines qui partagent des caractères communs. Par exemple, dans notre université, la biologie figure dans le secteur des Sciences de la vie tandis que la médecine figure dans le secteur de la santé et pourtant nous considérons que les études de médecine sont « proches » des études en biologie car elles partagent bon nombre de sujets d'étude.

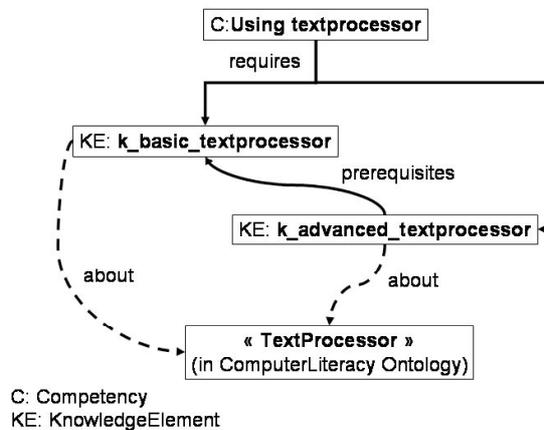


Fig. 5 - Extension de GCS au domaine académique: Instances de compétences (extrait)

L'ontologie des concepts de spécialité, nommée *computer literacy* sur le schéma général (fig.1) : La spécialité y est décrite par sous-catégories, logiciels d'application (par exemple tableurs), systèmes d'exploitation, etc. Les différentes versions des produits sont représentées comme instances de concepts (*word 2000*, *word 2007*) afin de faciliter les ajouts et retraits sans modification du schéma ontologique. En plus de la relation de composition en catégories et de la relation générique/spécifique (*Word*

est une sorte de traitement de texte), nous avons introduit une relation propre à la spécialité qui modélise la dépendance entre un logiciel, par exemple Open Writer et un système d'exploitation, par exemple Linux. Cela permet des adaptations fines au contexte de travail de l'utilisateur.

#### *Processus de recherche utilisant les ontologies*

Le cas retenu est celui de la recherche de ressources pour un apprenant de profil donné avec une requête exprimée en termes de compétences C2I à acquérir. Comme dans le cas industriel, le résolveur de requête doit effectuer certains « raisonnements »

- Calcul des dépendances entre compétences et entre ressources
- Décomposition d'une compétence en ses sous-compétences
- Recherche sur les contenus à partir de la requête sur les compétences.

Sur l'exemple de la compétence « utiliser un traitement de textes », si aucun document n'est trouvé portant sur la compétence globale, le système va tenter de proposer plusieurs documents portant chacun sur une ou plusieurs des compétences plus fines afin de couvrir globalement la requête. Plusieurs stratégies peuvent être implantées pour faire ces décompositions.

En plus de cette décomposition par compétences, le système va utiliser les descriptions de ressources et particulièrement: les compétences pré-requises pour utiliser la ressource, les compétences que la ressource permet d'acquérir et la discipline de la population cible. Au cours d'une recherche particulière, les règles implantées pour sélectionner les ressources vont tenter de proposer une ressource dans la discipline étudiée par l'étudiant. En effet, même si les fonctionnalités générales sont communes, un étudiant en Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives travaillera de façon plus efficace en créant des feuilles de calcul à propos de résultats de courses à pied plutôt qu'en manipulant des données relatives à l'observation des étoiles ! Cependant si aucune ressource n'est trouvée dans la discipline, un parcours de l'arbre des disciplines (vers le père ou un frère) et l'utilisation de la relation de voisinage permettent une sélection proche des besoins.

Enfin, lorsque aucune ressource n'est trouvée à partir des compétences et décomposition de compétences, la recherche est reformulée en termes de concepts du domaine grâce à la relation « about » de l'ontologie compétences. La recherche porte alors sur les concepts associés avec parcours éventuel de l'ontologie des concepts. Poursuivons avec l'exemple de la compétence « utiliser un traitement de textes », le concept associé est « traitement de textes ». Une ressource indexée par le concept « Microsoft Word » ou par le concept « Open Writer » pourra être proposée parce que dans l'ontologie des concepts, Microsoft Word est un « traitement de texte ». toutefois ce concept est associé à un concept de l'ontologie des environnements de travail (Windows OS) et une autre règle vérifiera que c'est compatible avec le contexte de travail tel que défini dans le profil utilisateur.

## **6 Travaux voisins et perspectives**

D'autres frameworks utilisant des web services et des ontologies pivot ont été proposés, par exemple [Chatel, 2007]. Dans le domaine des ressources de formation.

[LORNET] est l'un des plus ambitieux. TELOS, le composant intégrateur de LORNET, est décrit par ses auteurs comme « un système d'exploitation d'environnement d'apprentissage en ligne fondé sur des ontologies ». Dans ce projet, une ontologie de LOM a également été proposée pour les services d'annotation de ressources. Certaines métadonnées pointent sur des éléments de connaissances qui sont associés à des compétences. Un autre projet [Cardinaels et al., 2005] s'appuie également sur un fort niveau sémantique pour automatiser partiellement le fastidieux processus d'annotation.

En termes de leçons tirées, nous avons pu spécialiser les ontologies générales proposées, et nous utilisons ce cadre commun par exemple pour étendre la recherche de ressources de la base académique locale à la base du partenaire industriel et vice versa. Il suffit pour cela d'ajouter un service dédié aux calculs de « concepts équivalents » d'une ontologie locale à une autre. Dans notre cas, ce travail portait sur peu de concepts et a été fait manuellement par les concepteurs des ontologies locales de compétences et de concepts de spécialités. Nous avons montré la faisabilité de la conception des ontologies nécessaires pour chaque environnement. Sur ce point, il faut noter la nécessaire prise en compte de l'existant, par exemple le thésaurus des spécialités chez EADS ou l'organisation des disciplines académiques et le type d'indexation pré-existant pour la plupart des documents. Les prototypes en cours d'expérimentation devraient faire émerger d'autres suggestions, malgré des lenteurs encore constatées à l'exécution.

Du point de vue de la conception des ontologies, nous avons essayé de pointer chaque fois que possible vers des ontologies existantes, [OpenCyc] par exemple, bien que l'exercice reste difficile tant les ontologies existantes ne sont pas d'appropriation facile. Des relations autres que hiérarchiques entre concepts ou instances ont été utilisées, par exemple des relations entre professions, compétences et poste de travail dans le cas industriel, des relations de voisinage entre disciplines, de liens entre logiciel et système d'exploitation en bureautique. Nous recensons dans une perspective de « base d'exemples » pour les concepteurs les types de ces relations. La méthode MISA [Paquette, 2007] de modélisation de design pédagogique fait le choix d'imposer une liste de relations entre entités dans les modèles afin d'éviter de définir de nouvelles relations dans chaque application.

Du point de vue de l'utilisation, nous cherchons à observer si le fait de présenter l'arbre des compétences ou des professions aide l'utilisateur dans sa recherche. Nous observons également les difficultés rencontrées lors de l'annotation de ressources.

En termes de perspectives, la popularité de sites Web2.0 (par exemple YouTube pour partager des vidéos) montre l'intérêt de considérer des approches collaboratives et d'en ajouter les résultats aux technologies Web sémantique déjà disponibles. Par exemple, dans une seconde version de LUISA académique, nous allons ajouter les évaluations des utilisateurs aux descriptions de ressources et nous allons ainsi ajouter un autre critère de choix de ressources, celles qui ont été évaluées positivement par des étudiants de même profil que le demandeur. Par exemple, dans le contexte académique décrit précédemment, une ressource peut avoir été bien évaluée par des étudiants en informatique et mal évaluée par des étudiants en médecine. Elle ne sera pas proposée à des étudiants du secteur dentaire car dentaire et médecine

appartiennent au secteur plus large « santé ». Une telle approche a été proposée et expérimentée indépendamment d'une architecture Web Services par [Mc Calla, 2004].

**Remerciements.** Le travail décrit ici a bénéficié de contributions de tous les partenaires du projet LUISA.

## Références

- CARDINAELS, K., MEIRE, M., DUVAL, E.(2005) Automating Metadata Generation: the Simple Indexing Interface, International WWW conference, Chiba, Japan, ACM
- CHATEL P. (2007) Une architecture pour la découverte et l'orchestration de services Web sémantiques – Une utilisation ds ontologies en milieu industriel, 1<sup>o</sup> Journées francophones d'ontologies 07, 18 p.
- DIETZE S., GUGLIOTTA A., DOMINGUE J., (2007) A Semantic Web Service oriented Framework for adaptive Learning Environments, ESWC 07, 15 p.
- McCALLA, G. (2004): The Ecological Approach to the Design of E-Learning Environments: Purpose-based Capture and Use of Information About Learners. Journal of Interactive Media in Education, 2004 (7). Special Issue on the Educational Semantic Web  
<http://www-jime.open.ac.uk/2004/7/mccalla-2004-7-disc-t.html>
- PAQUETTE, G. (2007): An Ontology and a Software Framework for Competency Modelling and Management. Educational Technology & Society, 10 (3), 1-21  
[http://www.ifets.info/journals/10\\_3/1.pdf](http://www.ifets.info/journals/10_3/1.pdf)
- SICILIA M.A. (2005) Ontology based competency management: Infrastructures for knowledge intensive learning organization. In M.D. LYTRAS & A. NAEVE (eds) Intelligent learning infrastructure for knowledge intensive organizations: A semantic Web Perspective, 302-324, Hershey, PA, Idea Group pub.

### Sites Web

- ARIADNE Foundation, <http://www.ariadne-eu.org>
- GLOBE, <http://globe.edna.edu.au/globe/go>
- IEEE LOM specification: <http://ltsc.ieee.org/wg12>
- LORNET, <http://www.lornet.org/>
- LUISA, <http://www.luisa-project.eu>
- LUISA Consortium: D4.9 A LOM based ontology of learning objects in WSML (2006)
- LUISA Consortium: D7.2 Design and modelling of the specific metadata and models (2007)
- MERLOT, <http://www.merlot.org>
- Open Courseware Consortium, <http://www.ocwconsortium.org>
- OpenCyc, <http://www.opencyc.org>
- SHAME editor, <http://kmr.nada.kth.se/shame/wiki/Overview/Main>