



HAL
open science

Enrichissement de la modélisation d'entreprise par les ontologies

Nabila Zouggar, Bruno Vallespir, David Chen

► **To cite this version:**

Nabila Zouggar, Bruno Vallespir, David Chen. Enrichissement de la modélisation d'entreprise par les ontologies. MOSIM'06 - 6e Conférence Francophone de MODélisation et SIMulation, Apr 2006, Rabat, Maroc. pp.000. hal-00175572

HAL Id: hal-00175572

<https://hal.science/hal-00175572>

Submitted on 28 Sep 2007

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.

ENRICHISSEMENT DE LA MODELISATION D'ENTREPRISE PAR LES ONTOLOGIES

N. ZOUGGAR, B. VALLESPER, D. CHEN

LAPS/GRAI Université Bordeaux1, ENSEIRB, UMR CNRS 5131
351, cours de la libération
33405 Talence cedex, France

nabila.zouggar@laps.u-bordeaux1.fr, bruno.vallespir@laps.u-bordeaux1.fr, david.chen@laps.u-bordeaux1.fr

RESUME : *la modélisation d'entreprise et l'ontologie d'entreprise sont deux domaines de recherche aujourd'hui disjoints. D'un côté, nous avons des langages de modélisation d'entreprise qui existent depuis plus de vingt ans, mais qui sont conçus sur une base essentiellement syntaxique. D'un autre côté, nous avons les ontologies qui permettent de définir formellement des concepts, ce qui évite des ambiguïtés de compréhension. L'absence de sémantique dans les langages de modélisation d'entreprise pose des problèmes d'application et d'utilisabilité de ces langages Aussi, l'enrichissement sémantique de ces langages paraît nécessaire.*

MOTS-CLES : *Modélisation d'entreprise, ontologies, enrichissement sémantique.*

1. INTRODUCTION

Cette communication a pour objectif de présenter les travaux de recherche que nous développons dans le cadre des programmes de recherche européens qui sont : NoE Interop (Network of Excellence Interop, n° 508011) et projet intégré ATHENA (Advanced Technologies for interoperability of Heterogeneous Enterprise Networks and their Applications, n° 507849). Ces deux projets sont nés d'un autre projet, financé par la commission européenne : IDEAS (Interoperability Development for Enterprise Application and Software- Roadmaps, n° 373668).

Ces projets se concentrent sur l'étude de trois domaines qui contribuent au développement de l'interopérabilité: (1) la modélisation d'entreprise, pour définir les besoins en interopérabilité; (2) les ontologies pour définir la sémantique des concepts partagés, et (3) les architectures et plateformes, pour implanter des solutions d'interopérabilité.

Dans le projet IDEAS, l'interopérabilité entre systèmes est considérée comme réalisée si l'interaction entre ces systèmes peut, au moins, avoir lieu aux trois niveaux ; données, application informatique et processus (IDEAS, 2003).

Considérant le manque sémantique des langages de modélisation actuels, l'objectif de notre recherche est de permettre l'enrichissement sémantique des langages de modélisation d'entreprise par l'utilisation d'ontologies Ce thème de recherche est également en cours de développement au sein du NoE Interop, à travers le task group « Semantic Enrichment of Enterprise Modeling, Architectures and Platforms ».

Le deuxième chapitre de ce papier donne une définition et précise le rôle de la modélisation d'entreprise. Nous insisterons ici sur le déficit sémantique des langages de modélisation d'entreprise.

Le troisième chapitre est consacré aux ontologies. Des définitions et des langages de représentation d'ontologies seront présentés.

Enfin, le dernier chapitre présente les orientations que nous envisageons pour l'enrichissement sémantique de la modélisation d'entreprise.

2. LA SEMANTIQUE EN MODELISATION D'ENTREPRISE

La problématique de l'enrichissement de la modélisation d'entreprise trouve ses sources dans la nature des langages de modélisation actuels. En effet, les travaux de ces langages se focalisent essentiellement sur la cohérence syntaxique de ces derniers plutôt que sur leur contenu sémantique.

2.1. La modélisation d'entreprise

L'entreprise est une réalité complexe qu'il est nécessaire de modéliser pour, d'une part, la rendre intelligible et, d'autre part, autoriser le raisonnement d'un acteur ayant un projet bien défini en son sein. En d'autres termes, un modèle d'entreprise a pour objectif de formaliser tout ou partie de l'entreprise dans le but de comprendre ou d'expliquer une situation existante ou pour réaliser puis valider un projet conçu (Braesch *et al.*, 1995).

Un modèle est toujours construit sur la base d'un langage que celui-ci soit informel (langage naturel, par exemple), semi-formel (langage au formalisme

essentiellement graphique par exemple) ou formel (langage mathématique). La plupart du temps, les modèles basés sur un langage informel sont utilisés pour décrire une situation existante tandis que les modèles basés sur un langage formel permettent la vérification des propriétés fixées dans un projet donné (Chapurlat *et al.*, 1999).

Dans le cadre de la productique, les premiers travaux en modélisation d'entreprise ont été menés aux Etats-Unis dans les années 70 et ont notamment conduit au développement de SADT, SSAD, IDEF0, Data Flow Diagram. Pour l'Europe, les programmes de la Commission Européenne ont largement permis de développer et diffuser ces outils, ceci depuis le premier Programme Cadre de Recherche et Développement (programme Esprit, années 80). Depuis, un grand nombre de langages de modélisation d'entreprise sont apparus en Amérique du nord et en Europe. Nous pouvons citer, par exemple, MERISE, NIAM, M*, CIM-OSA, OMT, IEM, IDEFx, METIS ou ARIS Toolset (Vallespir *et al.*, 2003), (Vallespir, 2003).

2.2. Spécialisation des langages et modèles conceptuels

Un modèle d'entreprise est toujours associé à une finalité et il doit, suivant les besoins, être capable de prendre en compte les aspects structurels, fonctionnels et comportementaux. Outre ces aspects, il doit également être capable d'appréhender le point de vue particulier d'un acteur. Enfin, une démarche spécifique est souvent associée à chaque langage de modélisation. Cette démarche explicite les différentes étapes nécessaires à la construction et à l'exploitation du modèle (cycle de vie) ; chaque étape étant souvent caractérisée par un niveau d'abstraction (niveau conceptuel, organisationnel ou technique).

Ceci explique pourquoi les travaux menés dans le cadre de la modélisation d'entreprise ont donné lieu à de nombreux langages et outils de modélisation ; chacun de ces derniers correspondant à une finalité de modélisation. Lorsqu'une approche méthodologique a vocation à posséder une large couverture de modélisation, elle utilise plusieurs langages. Ces derniers sont situés dans un cadre de modélisation qui explicite le positionnement relatif des modèles, les zones de recouvrement et les mécanismes de passage de l'un à l'autre. Une méthode basée sur ce principe est GIM (GRAI Integrated Methodology), son cadre de modélisation assure la cohérence des formalismes mis en œuvre en s'appuyant sur un axe « vues » et un axe « niveau d'abstraction » (Doumeingts, 1995). Ainsi, chaque langage proposé par GIM est positionné dans une vue et dans un niveau d'abstraction, positionnement qui indique *de facto* la finalité du langage.

D'un autre côté, les langages de modélisation d'entreprise découlent de modèles conceptuels (ou

modèles de référence). Ces modèles conceptuels correspondent à un ensemble cohérent de concepts valides pour l'ensemble de la classe de systèmes à laquelle s'applique le langage. Dans ce cadre, le langage de modélisation a pour objectif de mettre en pratique ces concepts dans le cadre d'une démarche opérationnelle.

Que ce soit dans un cas comme dans l'autre (appartenance à un domaine de modélisation précis ou déclinaison opérationnelle d'un modèle conceptuel), il s'avère qu'un formalisme de modélisation correspond à un « domaine sémantique » défini et donc qu'il est porteur de cette sémantique.

2.3. Dimension syntaxique des langages

Malgré cette *composante sémantique nécessaire* de tout langage de modélisation, il s'avère que ces derniers sont essentiellement présentés sous leur composante syntaxique.

Cette situation est particulièrement mise en évidence lorsque l'on cherche à fédérer des langages de modélisation distincts. Pour ce faire, deux approches sont possibles, la première s'appuie sur un format d'échange comme PSL, l'autre cherche à fusionner les langages, à l'instar d'UEML.

PSL (Process Specification Language) a pour finalité de développer une représentation neutre d'information de processus de fabrication, basée sur des théories et des principes formels. L'objectif est de permettre l'intégration des applications industrielles. C'est un format d'échange conçu pour aider à échanger automatiquement l'information de processus parmi une grande variété d'applications, telles que la définition de processus, la planification, l'ordonnancement ou des outils de simulation (Roque, 2005).

UEML (Unified Enterprise Modelling Language) est la conséquence de l'existence de beaucoup de langages de modélisation. Aussi, il est difficile pour les utilisateurs de les comprendre vraiment et de choisir le plus adéquat. Pourtant, une étude plus détaillée de ces langages montre une grande proximité dans les concepts mis en œuvre. La démarche qui s'ensuit est d'identifier les composants (constructs) des langages pris en compte et rapprocher ces derniers dans une syntaxe unique (Vallespir *et al.*, 2003), (Vallespir, 2003), (Roque *et al.*, 2005), (Roque, 2005).

Dans ce cadre, l'identification des composants ainsi que leur fédération sont réalisées par méta-modélisation. Beaucoup de ces méta-modèles ont été réalisés dans le cadre du réseau thématique UEML (n° 34229) (Berio, 2003). Il s'avère que l'analyse et les rapprochements proposés dans ce cadre s'appuient essentiellement sur une analyse syntaxique des composants, la sémantique de ces derniers apparaissant en filigrane sans jamais être explicite.

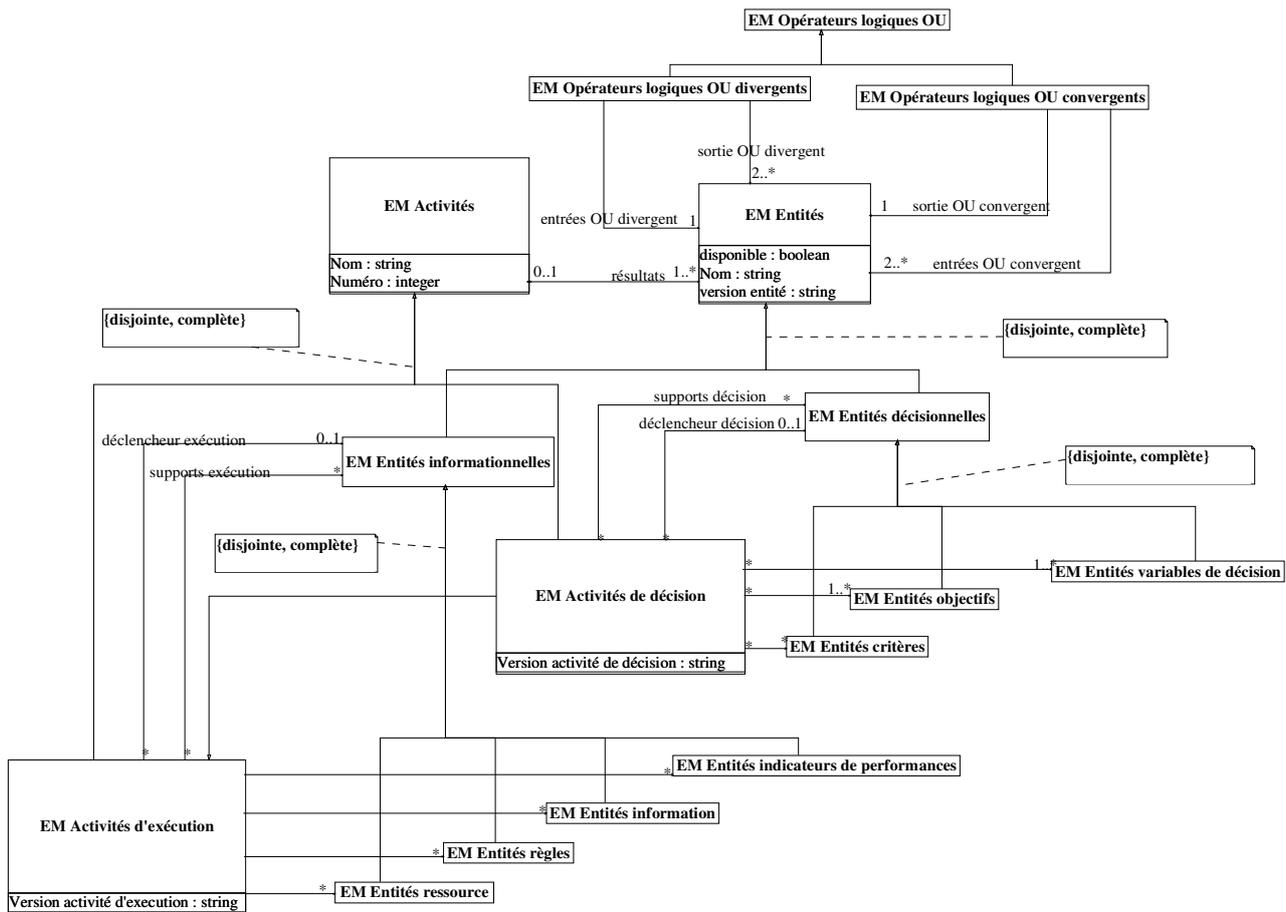


Figure 1. Exemple de méta-modèle

La figure 1 présente un méta-modèle réalisé dans le cadre du réseau thématique UEML. Ce méta-modèle représente le réseau GRAI et est exprimé en diagramme de classes UML.

2.4. Le déficit sémantique de la modélisation d'entreprise

Pourtant, la sémantique issue du modèle conceptuel sous-jacent au langage de modélisation est bien présente dans le modèle réalisé. Aussi, on peut considérer en première approche que le langage de modélisation permet d'assurer une certaine rigueur syntaxique alors que la sémantique est véhiculée par l'analyste lui-même (figure 2). Ainsi, la garantie sémantique des modèles obtenus ne repose que sur les compétences de l'analyste.

Aussi, pour éviter que l'acte de modélisation ne soit aussi dépendant de la compétence de l'analyste, il est nécessaire de transmettre tout ou partie de la sémantique par le langage de modélisation. Cela ne peut être possible que par l'enrichissement sémantique de ce dernier.

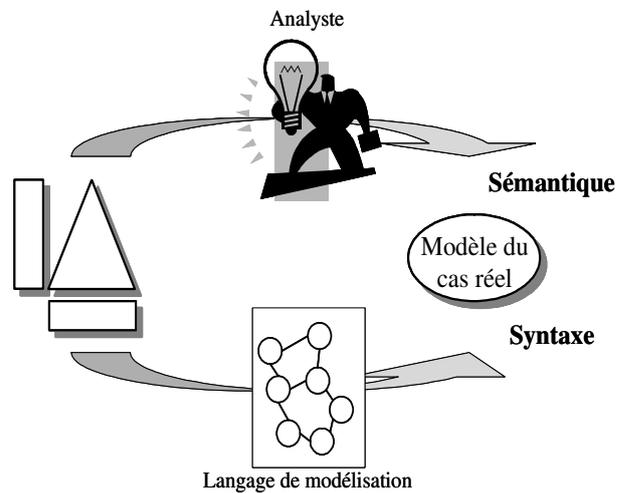


Figure 2. La sémantique en modélisation d'entreprise

3. ONTOLOGIES

L'élaboration d'une ontologie d'entreprise a été explorée par plusieurs chercheurs dans les années 90, notamment aux Etats-Unis et au Canada. Les travaux les plus connus sont (IDEAS, 2003) :

- « Enterprise Ontology », développé par AIAI Edinburgh University ;
- « Enterprise Process Handbook » développé par le MIT ;
- « TOVE » (Toronto Virtual Enterprise) développé par l'université de Toronto ;
- Les travaux sur la modélisation de la connaissance et processus (KIF, PIF/PSL) avec la contribution majeure de Stanford University ;
- « SymEnterprise » recherches effectuées par le LEKS du IASI-CNR.

Ces recherches ont pour objet la définition et l'organisation de la connaissance au sujet de l'ensemble des activités d'une entreprise (processus, organismes, stratégies, vente, etc.).

3.1. Définition

L'ontologie désigne l'étude de ce qui existe, c'est à dire l'ensemble des connaissances que l'on a sur le monde, cette définition est celle utilisée en philosophie. Le concept a été introduit en Intelligence Artificielle (IA) il y a 15 ans pour répondre à des problèmes de représentation des connaissances au sein des systèmes informatiques (Fürst, 2002).

Parmi toutes les définitions proposées sur les ontologies, nous retenons celle proposé par Gruber: « une ontologie est une spécification explicite et formelle d'une conceptualisation partagée » (Gruber, 2001).

Selon le groupe de travail W3C (Web Ontology Working Group), les ontologies sont employées par des personnes, des bases de données et des applications qui doivent partager des informations sur un domaine qui peut être spécifique ou étendu comme la médecine, la fabrication d'outils, l'immobilier, la gestion financière, etc. Les ontologies incluent des définitions exploitables par la machine des concepts de base ainsi que des rapports entre eux (W3C, 2004a).

En pratique, l'ontologie conduit à se mettre d'accord sur le sens des termes employés dans une organisation, une communauté, un métier, dans un but de compréhension des personnes et des logiciels. Donc, nous pouvons dire qu'une ontologie est un modèle d'organisation des connaissances dans un domaine donné.

Les ontologies doivent proposer des descriptions pour les concepts suivants :

- les classes d'objet à organiser (projet, personnes, produits, documents commerciaux, contrats, etc.),
- les relations pouvant exister entre les objets (un objet « personne » peut être relié par une relation « employé-par » à un objet de type « organisation »),
- les propriétés, ou les attributs attachés à ces objets (référence, description, adresse, taille).

3.2. Rôle des ontologies

Les ontologies peuvent jouer divers rôles qui sont :

- acquisition et représentation des connaissances ;
- recherche et extraction des connaissances : inférer la connaissance qui est pertinente face à la requête de l'utilisateur ;
- partage et intégration des connaissances : intégration des différentes sources d'information ;
- gestion des connaissances ;
- simplification du dialogue homme-machine.

Sur le web, l'interaction de plusieurs ontologies définit des spécifications relatives à plusieurs domaines, cela permet à la machine de comparer une information reçue à des connaissances afin d'en tirer un sens et de pouvoir les exploiter. Cette représentation des connaissances est faite à l'aide d'ontologies. C'est de là qu'est né le web sémantique.

L'expression web sémantique, attribuée à Tim Berners-Lee au sein du W3C, fait d'abord référence à la vision du web de demain comme un vaste espace d'échange de ressources entre êtres humains et machines permettant une exploitation, qualitativement supérieure, de grands volumes d'informations et de services variés (W3C, 2005).

Il existe des langages de représentation des documents sur le web, et de représentation des connaissances qui utilisent des vocabulaires comme RDF, RDF Shema, DAML+OIL, des ontologies existantes comme Dublin Core, V-Card et d'autres standards pour le multimédia. Toutes les diverses couches du Web sémantique sont bâties sur XML qui est un langage de balisage (Extensible Markup Language, ou Langage Extensible de Balisage), c'est-à-dire un langage qui présente de l'information encadrée par des balises. L'avantage de XML est qu'il est un métalangage, ce qui va permettre d'inventer à volonté de nouvelles balises pour isoler toutes les informations élémentaires.

3.3. Langage pour représenter les ontologies sur le web

Comme pour les langages de modélisation d'entreprise, les langages de représentation d'ontologies peuvent être de différents degrés de formalisation (Uschold et Gruninger, 1996) :

- informel (texte de langage naturel, dessins),
- semi-informel (langage naturel structuré, par exemple, la version texte de Enterprise Ontology),
- semi-formel (langage défini formellement : version Ontolingua de Enterprise Ontology, diagram),
- formel (langage défini formellement avec une sémantique formelle : FOL, TOVE, F-logic).

Concernant la normalisation dans le domaine de l'ontologie, il existe deux initiatives majeures : l'IEEE et

le consortium W3C (IDEAS, 2003).

Les langages développés par W3C sont présentés succinctement ici.

3.3.1. *RDF et RDFs*

RDF (Ressource Description Framework) est un vocabulaire XML pour décrire des ressources ou des relations entre ressources, en leur affectant des méta-données.

Le modèle RDF définit trois types d'objets :

- des ressources : les ressources sont tous les objets décrits par RDF ;
- des propriétés : une propriété est un attribut, un aspect, une caractéristique qui s'applique à une ressource ;
- des valeurs : les valeurs en question sont celles particulières que prennent les propriétés.

Ces trois types d'objets peuvent être mis en relation par des assertions, c'est à dire des triplets (ressource, propriété, valeur), ou encore (sujet, prédicat, objet). Une description RDF est une suite d'assertions.

RDFs (RDF Schema) offre les moyens de définir un modèle (ou bien encore un schéma) de méta données qui permet de :

- donner du sens aux propriétés associées à une ressource ;
- formuler des contraintes sur les valeurs associées à une propriété afin de lui assurer une signification (INTEROP, 2004), (W3C, 2004b).

3.3.2. *DAML+OIL*

Le langage DAML (DARPA Agent Markup Language) intervient pour permettre aux agents de partager de la sémantique. DAML est associé à OIL (Ontology Inference Layer), qui est un autre langage de description d'ontologies. Le couple DAML+OIL repose sur RDF. Mais avant d'étudier plus en détail DAML+OIL, nous donnons d'abord les caractéristiques d'OIL, puis de DAML.

OIL est un langage de description et d'inférence sur les ontologies, basé sur RDF. Il prend appui sur les logiques de description. Il est composé de plusieurs couches :

- le coeur : il correspond presque exactement avec le langage RDF Schema, qui permet de décrire les vocabulaires RDF ;
- Standard OIL : il permet de définir la sémantique de façon plus précise, et donne ainsi la possibilité d'utiliser les mécanismes d'inférence ;
- Instance OIL : il introduit les fonctionnalités des bases de données.

Tout comme OIL ou RDF Schema, DAML est un langage de description d'ontologies. En ce sens, on peut

définir des classes et des propriétés, et les mettre en relation.

Ainsi, DAML+OIL cherche à combiner toutes les caractéristiques de DAML, d'OIL, de RDF Schema, et de RDF.

DAML+OIL permet de modéliser les aspects suivants :

- définition de classes de propriétés ;
- définition de classes de ressources ;
- relations logiques entre classes (disjonction, union, équivalence, etc.) ;
- relations d'héritage entre classes ;
- restriction de propriétés (cardinalité, etc.) et typage ;
- prise en charge des collections (listes) ;
- instanciation de classes de propriétés et de ressources (INTEROP, 2004).

3.3.3. *OWL*

OWL, Ontology Web Language est un vocabulaire XML basé sur RDF, il permet de spécifier ce qui peut être compris.

Dans le cadre du web, une ontologie est considérée comme une représentation des termes (information) d'un vocabulaire et ses relations aux autres termes, OWL est utile pour aider les machines à gérer ces informations plutôt que pour les rendre lisibles à l'œil humain.

Un document OWL est composé de triplets RDF qui peuvent être écrits dans plusieurs syntaxes RDF.

Il existe trois sortes d'OWL :

- OWL Lite : c'est une version d'OWL aux fonctionnalités réduites, mais suffisant pour bien des usages, comme la constitution de taxonomies ou de thesaurus ;
- OWL DL : il correspond exactement aux logiques de description ;
- OWL Full : il donne à l'utilisateur une expressivité maximale, mais on n'a aucune garantie quant à la complétude et à la terminaison des procédures d'inférence (W3C, 2004a), (INTEROP, 2004).

3.3.4. *Conclusion*

Les langages de construction d'ontologies ont pour objectif la spécification d'une ontologie et ne sont pas adaptés pour la modélisation de la structure et du fonctionnement d'une entreprise particulière. Notons que les langages d'ontologie existants ne sont pas adéquats pour représenter les concepts de l'entreprise manufacturière (IDEAS, 2003). De nouvelles solutions sont à développer sur la base des langages qui ont une puissance expressive adéquate.

4. ENRICHISSEMENT SEMANTIQUE DE LA MODELISATION D'ENTREPRISE

Nous proposons d'enrichir les langages de modélisation d'entreprise par des ontologies. Plusieurs solutions permettent d'aller dans ce sens. Une d'elles consiste à annoter par une ontologie les termes utilisés dans un langage.

Cela suppose de définir une ontologie créée à partir du modèle conceptuel sous-tendant le langage (figure 3) qui servira dans un deuxième temps à annoter le langage.

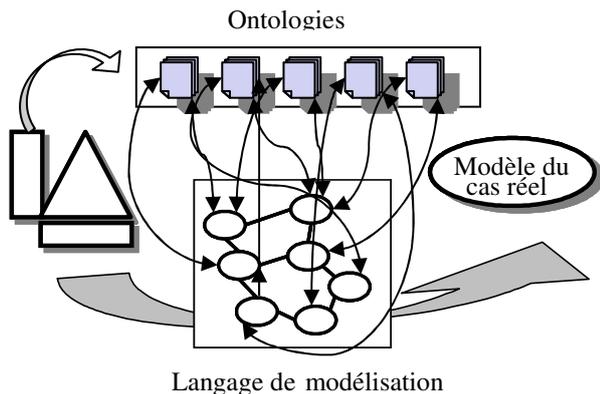


Figure 3. Modélisation et ontologies

Pour enrichir les langages de modélisation d'entreprise, nous proposons de suivre deux étapes :

- création de l'ontologie,
- annotation sémantique.

4.1. Création de l'ontologie

Le développement d'une ontologie se base sur le modèle conceptuel, qui identifie et structure les concepts de base mis en œuvre par le langage.

En premier lieu, il est nécessaire, pour la création de cette ontologie, de définir son domaine et sa portée.

Ensuite, il est nécessaire d'étudier la possibilité d'utiliser des ontologies existantes, pour les élargir et les affiner. Réutiliser des ontologies existantes peut même constituer une exigence si notre système a besoin d'interagir avec d'autres applications qui utilisent déjà des ontologies spécifiques ou des vocabulaires contrôlés.

La troisième étape, consiste à énumérer les termes importants dans l'ontologie. En effet, il est utile de noter sous forme de liste tous les termes à traiter ou à expliquer à un utilisateur, et les propriétés liées à ces termes.

En quatrième étape, il faut définir les classes et la hiérarchie des classes.

La cinquième étape consiste à définir les propriétés des classes (attributs) et leurs facettes.

Les facettes décrivent les types de valeurs, les valeurs autorisées, le nombre de valeurs (cardinalité) et d'autres

caractéristiques de valeurs que les attributs peuvent avoir.

La dernière étape consiste à créer les instances des classes dans la hiérarchie. Définir une instance individuelle d'une classe exige le choix d'une classe, la création d'une instance individuelle de cette classe, et la renseigner avec les valeurs des attributs (Fridman Nay, McGuinness, 2001), (Grüniger, Fox, 1995).

Toutes ces étapes sont basées sur le modèle conceptuel du langage de modélisation d'entreprise. L'ontologie créée doit pouvoir être utilisée par d'autres langages qui partagent les mêmes concepts.

4.2. Annotation sémantique

L'annotation est une des formes les plus communes de méta-données dans le contexte du web, c'est aussi une information graphique ou textuelle attachée à un document et le plus souvent placée dans ce document.

L'annotation sémantique est un cas particulier d'annotation parce qu'elle fait référence à une ontologie. Elle peut être faite sous forme de commentaires, de note d'explications, de questions ou d'autre type de remarque externe qui peut être attaché à un document web ou à une partie choisie de ce document.

Pour procéder à une annotation il faut passer par trois phases qui sont (Hung, 2003), (Desmontils, Jacquin, 2002) :

- le repérage qui consiste à placer dans le document des références aux concepts de l'ontologie qu'il contient. Ces éléments sont considérés comme des méta-données ;
- l'instanciation qui permet de valuer les attributs des concepts à l'aide des informations présentes dans le document ;
- l'enrichissement qui vise à ajouter des informations par l'intermédiaire des attributs de concepts qui n'ont pas pu être valués à la phase précédente.

On remarque que, lors des deux premières étapes, il n'y a pas ajout d'information mais plutôt localisation et caractérisation de l'information déjà présente. Ce sont donc des étapes d'insertion. Lors de la dernière étape, le document est enrichi d'informations qui n'existaient pas, c'est une étape d'annotation formalisée par des méta-données.

5. CONCLUSION

Dans cette communication, nous avons présenté les concepts et principes de base pour l'enrichissement sémantique de la modélisation d'entreprise par des ontologies.

La recherche que nous menons utilise l'approche ascendante, qui consiste à enrichir les langages qui

existent, par l'élaboration d'une ontologie à partir de leur modèle conceptuel.

On s'intéresse également à une autre approche dite descendante. Elle consiste à créer d'abord une ontologie. En se basant sur cette ontologie, un nouveau langage de modélisation d'entreprise peut être développé.

Notons qu'il existe un autre axe de recherche dans ce domaine. Il concerne l'enrichissement des modèles d'entreprise. Plus précisément il s'agit de définir la signification précise des informations (processus, décisions, ressources, etc.) représentées dans un modèle. La recherche actuelle focalise également sur la technique d'annotation sémantique en utilisant une ontologie. Le terme 'enrichissement' est utilisé dans le sens où les informations ainsi annotées peuvent être mise en correspondance avec des entités d'autres modèles, et par conséquent permettent l'interopérabilité entre les modèles d'entreprise.

Il est bien évident que ce thème de recherche n'en est qu'à ses débuts. Un premier exemple devra être prochainement construit. Ensuite, un travail en vraie grandeur pourra commencer. Tout ceci sera mené en collaboration avec les workpackages d'ATHENA et INTEROP relatifs à ce domaine.

REFERENCES

Amardeilh F, Laublet P, Minel J-L, 2005. *Annotation documentaire et peuplement d'ontologie à partir d'extractions linguistiques*. <http://www.mondeca.com/>

ATHENA, 2005. *The Athos specification*. Deliverable D.A3.1. <http://www.athena-ip.org/>.

Berio G, 2003. *Requirements analysis: initial core constructs and architecture*, UEML Thematic Network - Contract n°: IST – 2001 – 34229, Work Package 3 Deliverable 3.1.

Braesch Ch, A. Haurat et J.-M. Beving, 1995. *L'entreprise-système. La modélisation systémique en entreprise*, Paris : Hermès.

Chapurlat V, Larnac M, Lamine E et Magnier J, 1999. *Definition of a formal analysis framework for existing enterprise modelling approaches*. In Acts of conference of ICIMS-NOE, Life cycle approaches to production systems: management, control, supervision (ASI), Louvain, Belgique, 22-24 septembre.

Desmontils E, Jacquin C, 2002. *Annotation sur le web : notes de lecture*. Journées de l'AS Web sémantique, <http://www.lalic.paris4.sorbonne.fr/stic/>.

Doumeingts G., Vallespir B., Marcotte F, 1995. *A proposal for an integrated model of manufacturing system : application to the re-engineering of an assembly*

shop. In Control Engineering Practice, Special section on models for management and control, vol. 3, n° 1, Oxford: Pergamon Press Ltd.

Fox M-S, Barbuceanu M, Grüninger M, Lin J, 1995. *An organization ontology for Enterprise Modeling*. Appeared in: Simulating Organizations: Computational Models of Institutions and Groups, M. Prietula, K. Carley & L. Gasser (Eds), Menlo Park CA: AAAI/MIT Press, pp. 131-152.

Fridman Noy N, McGuinness D-L, 2001. *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*. Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05 and Stanford Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880, mars 2001.

Fürst F, 2002. *L'ingénierie ontologique*. Rapport de recherche n° 02-07. Institut de recherche en informatique de Nantes.

Gruber T, 2001. *What is an Ontology?* Summary statement of Gruber's definition of ontology. <http://www-ksl.stanford.edu/kst/what-is-an-ontology.html>.

Grüninger M, Fox M-S, 1994. *An activity ontology for enterprise modelling*. Twelfth National Conference on Artificial Intelligence (AAAI-94).

Grüninger M, Fox M-S, 1995. *Methodology for the design and evaluation of ontologies*. Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing, IJCAI-95, Montreal.

Hung H-H, 2003. *Développement d'un outil efficace pour annoter les documents*. Mémoire de fin d'études. Institut de la francophonie pour l'informatique. Vietnam.

IDEAS, 2003. *Ontology state of the art*. Deliverable D1.1. Public reports. www.ideas-roadmap.net.

INTEROP, 2004. *State of the art and state of the practice including initial possible research orientations*. Deliverable D8.1. <http://www.interop-noe.org/>

Pokraev S, Quartel D, Steen M-W-A, Strating P, 2005. *Semantic enrichment: conceptual framework and requirement for service interoperability in the context semantic techniques*. <http://www.interop-noe.org/>

Roque M, 2005. *Contribution à la définition d'un langage générique de modélisation d'entreprise*. Thèse de doctorat de l'Université Bordeaux 1, mention productique, 15 novembre 2005.

Roque M, Vallespir B, Doumeingts G, 2004. *Modélisation d'entreprise : traduction et meta-modélisation*. 5^e Conférence Francophone de modélisation et simulation. MOSIM'04, 1-3 septembre

2004. Nantes, France.

Roque M, Vallespir B, Doumeingts G, 2005. *From a model translation case towards identification of some issues about UEML*. In actes de IFAC TC5.3 workshop on Enterprise Integration, Interoperability and Networking (EI2N), Genève, Suisse, 22 février 2005.

Uschold M, Gruninger M, 1996. *Ontologies: Principles, Methods and Applications*. The Knowledge Engineering Review. V.11, N.2.

Vallespir B, 2003. *Modélisation d'entreprise et architecture de conduite des systèmes de production*. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches, Université Bordeaux 1, 19 décembre 2003.

Vallespir B, Braesch Ch, Chapurlat V, Crestani D, 2003. *L'intégration en modélisation d'entreprise : les chemins d'UEML*. In actes de la 4^{ème} conférence francophone de Modélisation et Simulation, Organisation et conduite d'activités dans l'industrie et les services, MOSIM'03, 23-25 avril 2003. Toulouse, France.

W3C, 2004a. *Les cas et conditions d'utilisation du langage d'ontologie web OWL*. Recommandation OWL du W3C. <http://www.w3.org/>

W3C, 2004b. *RDF Primer*. Recommandation RDF du W3C. <http://www.w3.org/>

W3C, 2005. *The semantic web*. An interview with Tim Berners-LEE. <http://www.w3.org/>