

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de Mentouri - Constantine
Faculté des sciences de l'ingénierie
Département d'Informatique

N° d'ordre : 396/Mag/2008
Série : 011/Inf/2008

MÉMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de
Magister en informatique
Option : Génie logiciel & Intelligence Artificielle Distribuée

CONSTRUCTION D'UNE ONTOLOGIE POUR L'ANNOTATION DES CVS/OFFRES D'EMPLOI

Présenté par : Me^{lle} Fouzia Amourache

Dirigé par : Pr. Z.Boufaïda

Soutenu publiquement le 01/12/2008 devant le jury composé de :

Président:	Mr.Mahmoud Boufaïda,	Professeur	Univ.Mentouri, Constantine
Rapporteur:	Mme. Zizette Boufaïda	Professeur	Univ.Mentouri, Constantine
Examineur :	Mr. Ramdane Maamri,	Maître de conférences	Univ.Mentouri, Constantine
Examineur :	Mr. Nacereddine Zarour	Maître de conférences	Univ.Mentouri, Constantine

Préparé au sein du SIBC, Laboratoire LIRE
Equipe Systèmes d'Information & Bases de Connaissances, Laboratoire d'Informatique Repartie

REMERCIEMENTS

C'est avec l'aide de DIEU tout puissant que ce modeste mémoire a pu être réalisé, DIEU qui nous a donné fois, raison et lucidité.

Je tiens à remercier mon encadreur, Mme. Zizette BOUFAÏDA, pour m'avoir donné l'opportunité de travailler sur ce projet, pour son grand soutien scientifique et moral, pour les conseils, les suggestions et les encouragements qu'elle m'a apportés pendant l'élaboration de ce mémoire.

Plus largement, je souhaite saluer toute l'équipe de SIBC et surtout le professeur M. Mahmoud BOUFAÏDA pour la grande convivialité des réunions et pour m'avoir donné à vivre ces débats passionnés. Je le remercie aussi d'avoir accepté la présidence de ce jury.

Je remercie vivement Monsieur Ramdane Maamri et Monsieur Nacereddine ZAROUR qui m'ont fait, vraiment, l'honneur de prendre part au membre de jury et d'avoir accepté la charge d'examineur.

Ce mémoire, doit beaucoup à mes parents, pour leur patience et leur soutien tant moral que spirituel pendant les moments difficiles. Merci d'avoir crû en moi, d'avoir toujours été là, pendant toutes ces années et parce que, sans eux, sans leurs conseils et sans leur amour, rien de tout ceci n'aurait pu arriver.

Je ne saurais oublier de remercier toute ma famille, pour leur soutien inconditionnel. Il m'a été simplement très précieux.

Je tiens également à remercier tous ceux et celles qui de près ou de loin ont contribué de quelque manière que ce soit à l'aboutissement de ce mémoire.

Je tiens énormément à remercier mes amis et mes collègues pour leur soutien pendant toute la période de ce mémoire. Je tiens à partager le plaisir de présenter ce mémoire avec eux.

Amourache fouzia

A mes parents

A tous ceux qui me sont chers...

Résumé:

Le Web a permis une évolution importante du marché du recrutement en ligne. Cependant, sur le web actuel, les outils de modélisation et de recherche des CVs/offres d'emploi sont souvent syntaxiques et limités. Dans ce travail, nous proposons une ontologie pour la modélisation du contenu sémantique des CVs/Offres d'emploi en termes de leurs acquis (CV) ou requis (Offre d'emploi) permettant ainsi leur rapprochement automatique ultérieur.

A cause de l'importance des compétences sous-jacentes à ces documents pour leur rapprochement, L'ontologie construite se concentre sur une modélisation explicite de la compétence. Le modèle adopté assure un certain compromis entre la simplicité et la pertinence, en distinguant l'identification des compétences acquises de celles requises et en explicitant la sémantique de la relation pouvant exister entre les différents thèmes des compétences. Par ailleurs, cette ontologie permet à l'utilisateur d'enrichir explicitement son document avec des annotations (méta-données).

Mots clés : Web sémantique, e-recrutement, ontologie, compétence, annotation sémantique, CVs/Offres d'emploi.

Abstract

The Web has allowed an important evolution of employment market on line. However, in the actual web, the modelisation and search tools of CV/job offer are often syntactic and limited. In this work, we propose an ontology for the modelisation of the semantic content in terms of their supply and demand, so it allows their automatic matching. Due to the importance of the underling competencies of these documents, for their matching. The building ontology is focused on the explicit modelisation of the competency. The adopted model assures a certain compromise between the simplicity and the pertinence, distinguishing the identification of acquired demanded competencies and explicating the semantic of the relation can be exists between the different topics of competencies.

Elsewhere, this ontology permits to the user for explicit enrichment for his document by the annotations.

Key Words: semantic Web, e-recruitment, ontology, competency, semantic annotation, CV/Job Offer.

ملخص:

مكن الواب من تحقيق تطور هام في سوق التوظيف. لكن وعلى مستوى الواب الحالي أصبحت وسائل النمذجة و البحث عن عروض و طلبات العمل، محدودة وشكلية فقط. نقترح في هذا العمل أنتولوجيا من أجل إعطاء نموذج للمحتوى المعنوي لعروض وطلبات العمل، للتمكن من المقاربة الأوتوماكية بين هذه الوثائق. بسبب أهمية الإمكانيات (القدرات) المستنبطة إنطلاقا من هذه الوثائق من أجل مقاربتها، الأنتولوجيا المقترحة تركز أساسا على النمذجة الواضحة للقدرات.

إن النموذج المقترح يضمن توافق بين السهولة والأهمية في أن واحد، مع الأخذ بعين الإعتبار الفرق بين القدرات المكتسبة من جهة وتلك المطلوبة من جهة أخرى، وتوضيح معنى العلاقة القائمة بين مختلف مواضيع القدرات. من جهة أخرى، هذه الأنتولوجيا تسمح للمستعمل تغذية وثيقته بشكل واضح باستعمال البيانات.

كلمات مفتاح : الواب المعنوي، التوظيف الإلكتروني، أنتولوجيا، القدرات، البيانات المعنوية، عروض و طلبات العمل.

Table des matières

Introduction générale	1
1. Contexte de l'étude et problématique.....	1
2. Notre contribution.....	2
3. Plan du mémoire.....	3

CHAPITRE I : ANNOTATION SEMANTIQUE DE DOCUMENTS WEB

1. Introduction.....	6
2. Le Web Sémantique.....	7
3. Les ontologies.....	7
3.1 Notion d'ontologie.....	8
3.2 Définitions.....	8
3.4 Les éléments constituant une ontologie.....	10
4. Différentes sortes d'ontologies	12
5. Quelques méthodologies de construction d'ontologies	13
5.1 Tove.....	13
5.2 Enterprise.....	13
5.3 Methontology.....	13
6. Formalismes de représentation	15
6.1 Frames.....	15
6.2 Graphes conceptuels.....	16
6.3 Logiques de descriptions.....	16
6.3.1 Les constructeurs des LDs.....	16
6.3.2 Mécanisme de raisonnement.....	17
7. Les Langages de spécification d'ontologie.....	18
7.1 RDF.....	18
7.2 RDFS.....	19
7.3 DAML-OIL.....	19
7.4 OWL.....	21
8. Annotation et l'annotation sémantique.....	21
8.1 Annotation.....	21
8.1.1 Définition.....	21
8.1.2 Eléments constituant s une annotation.....	22
8.1.3 Caractéristiques des annotations.....	23
8.1.4 Rôle des annotations.....	24
8.2 L'annotation sémantique.....	24
8.2.1 Définition.....	25
8.2.2 Exploitation des annotations sémantiques.....	25
8.2.3 Différents types d'activités annotation.....	26
8.2.4 Les outils d'annotation sémantique.....	27
8.2.4.2 Synthèse des outils d'annotation sémantique.....	30

9. Conclusion.....	34
--------------------	----

CHAPITRE II : GESTION DES CVS ET OFFRES D'EMPLOI SUR LE WEB

1. Introduction.....	37
2. CVs /offres d'emploi et outils de génération.....	37
2.1 Rubrique d'un CV.....	37
2.2 Types de CVs.....	38
2.3 Caractéristiques d'une offre d'emploi.....	39
2.4 Outils de génération des CVs /offres d'emploi.	40
3. Le recrutement électronique sur le Web.....	42
3.1 Le processus de recrutement électronique.....	42
3.1.1 Analyse et spécification des requis du poste de travail offert.....	42
3.1.2 Publication de l'offre d'emploi.....	43
3.1.3 Réception et présélection des demandes des candidats.....	43
3.1.4 Interviews et décision de recrutement finale.....	43
3.2 Problèmes affrontés par le e-recrutement.....	43
4. La gestion des connaissances et des compétences.....	45
4.1 Le besoin de gérer les connaissances.....	45
4.2 La gestion des connaissances.....	45
4.3 De la connaissance à la compétence.....	46
4.4 La gestion des compétences.....	47
5. Gestion des CVs/offres d'emploi dans le cadre du Web sémantique.....	48
5.1 Une approche basée sur l'annotation pour modéliser le contenu sémantique...	48
5.2. Un processus de recrutement basé ontologie.....	49
5.3 Le projet COMMONCV.....	51
6. Evaluation des travaux existants.....	51
7. Conclusion.....	52

CHAPITRE III : CONSTRUCTION D'UNE ONTOLOGIE POUR L'ANNOTATION DES CVS/OFFRES D'EMPLOI

1. Introduction.....	55
2. Architecture du système d'annotation et d'appariement sémantiques.....	56
3. Modélisation de la compétence proposée.....	57
3.1 Définition des éléments utilisés dans le modèle de la compétence proposée.....	57
3.2 Identification des compétences.....	58
3.3 Importance de la compétence.....	58
3.4 Modèle de la compétence.....	59
4. Processus de construction d'une ontologie.....	60

4.1	Spécification	60
4.2	Conceptualisation	60
4.3	Formalisation	61
4.4	Implémentation	63
4.5	Évolution et test.....	63
5.	Construction d'une ontologie pour le e-recrutement.....	64
5.1	Spécification de l'ontologie E-R.....	64
5.2	Conceptualisation de l'ontologie E-R.....	66
5.2.1	Construction de glossaire de termes	66
5.2.2	Construction des hiérarchies des concepts	69
5.2.3	Construction du diagramme de relations binaires et de classification de Concepts.....	71
5.2.4	Construction de dictionnaires de concepts	71
5.2.5	Construction de la table des relations binaires	74
5.2.6	Construction de la table des attributs des concepts.....	75
5.2.7	Construction de la table des axiomes	76
5.2.8.	Construction du tableau d'instances et les assertions	77
5.3	Formalisation	79
5.3.1	Représentation de la partie terminologique (T-box)	79
5.3.2	Représentation de la partie assertionnelle (A_box).....	80
5.4.	Implémentation.....	82
5.4.1	Création d'un nouveau projet OWL	82
5.4.2	Création des classes et la hiérarchie des classes	83
5.4.3	Création des propriétés	85
5.4.4	Création des instances	88
5.4.5	Génération du code	88
5.4.6	Test & évolution de l'ontologie.....	89
6.	Etude de cas.....	90
7.	Conclusion.....	94
	Conclusion générale et perspectives.....	95
	Bibliographie.....	97
	Annexe.....	104

Liste des figures

Figure 1.1 : Processus de construction de l'ontologie selon METHONTOLOGY.....	15
Figure 1.2 : La pyramide des langages basés Web.....	18
Figure 1.3 : L'annotation sémantique à base d'ontologie.....	25
Figure 1.4 : Un exemple d'annotation sémantique par l'outil Ontomat.....	29
Figure 2.1 : Evolution du nombre de CVs en ligne en Europe.....	42
Figure 2.2 : Architecture globale de l'ontologie-ER.....	49
Figure 2.3 : Architecture globale de l'ontologie-HR	50
Figure 3.1 : Architecture du système d'annotation et d'appariement sémantiques.....	57
Figure 3.2 : Le modèle de la compétence.....	59
Figure 3.3 : Syntaxe de la logique de description SHOIN	62
Figure 3.4 : Un document RDF de spécification de l'ontologie.....	65
Figure 3.5 : Arbres de classification de concepts.....	70
Figure 3.6 : Construction du diagramme de relations binaires et de classification de concepts.....	72
Figure 3.7 : Création d'un nouveau projet.....	82
Figure 3.8 : Interface de l'outil Protégé-OWL (version3.1.1).....	83
Figure 3.9 : La hiérarchie des classes.....	84
Figure 4.10 : Editeur d'expressions en logique de descriptions.....	84
Figure 3.11 : Création des propriétés (datatypeProperty) des classes.....	85
Figure 3.12 : Création des propriétés (objectProperty) des classes.....	86
Figure 3.13 : Définition des restrictions sur les propriétés.....	87
Figure 3.14 : Création d'une restriction.....	87
Figure 3.15 : Définition des instances.....	88
Figure 3.16 : Une partie du menu «OWL » de l'interface de Protégé-OWL.....	89
Figure 3.17 : Fichier des annotations de l'offre1.....	90
Figure 3.18 : Fichier des annotations de CV1.....	90
Figure 3.19 : Fichier des annotations de CV2.....	91

Figure 3.20 : Hiérarchie des thèmes.....	91
Figure 3.21 : Fichier des annotations de l'offre2.....	92
Figure 3.22 :- Fichier des annotations de l'offre3.....	93
Figure 3.23 : Fichier des annotations de CV1.....	93
Figure 3.24 : Fichier des annotations de CV1.....	94

Liste des tableaux

Tableau 1.1 : Les constructeurs essentiels d'une logique de description.....	17
Tableau 1.2 : Synthèse des outils d'annotation sémantique.....	31
Tableau 3.1 : Les constructeurs essentiels d'une logique de description.....	61
Tableau 3.2 : La table du glossaire de termes.....	67
Tableau 3.3 : Dictionnaire des concepts.....	73
Tableau 3.4 : La table des relations binaires de l'ontologie-ER.....	74
Tableau 3.5 : Table des attributs des concepts.....	75
Tableau 3.6 : La table des axiomes de concepts.....	76
Tableau 3.7 : La table des instances de concepts de l'ontologie-ER.....	78
Tableau 3.8 : Tableau des assertions.....	78
Tableau 3.9 : Définitions des concepts de l'ontologie-ER (dans TBOX).....	79
Tableau 3.10 : Définitions des rôles de l'ontologie-ER (dans TBOX).....	80
Tableau 3.11 : Description assertionnel de concepts.....	81
Tableau 3.12 : Description assertionnel de relations.....	81

Introduction générale

« Les commencements ont des charmes inexprimables »

Molière

1. Contexte de l'étude et problématique

La technologie de l'Internet a introduit de nouvelles pratiques dans la gestion des ressources humaines. Il a révolutionné l'accès à l'information et la gestion des connaissances dans les grands organismes. Le recrutement électronique est l'une des applications typiques d'une telle approche de gestion de la connaissance à travers le web. Internet a prouvé que les méthodes de recrutement classiques qui utilisent les annonces d'emploi dans les journaux et les magasins, qui sollicitent les agences de recrutement et qui passent par l'inscription dans les sociétés de recherche, sont trop lentes, chères et insuffisantes dans leurs capacités de fournir des candidats de haute qualité dans les plus brefs délais. Le Web a permis une évolution importante du marché du recrutement en ligne, il s'est transformé rapidement en un outil de recrutement performant. 53% des recrutements en Allemagne sont le résultat d'une postulation en ligne [BEZI05], un chiffre qui est susceptible d'augmenter. Cependant cette révolution du marché du travail basée sur l'utilisation des technologies de l'information n'est pas accompagnée par une évolution des outils consacrés à la recherche et à la gestion des CVs et des offres du travail.

Une solution peut être trouvée dans le Web sémantique qui vise à enrichir les structures syntaxiques du Web actuel avec leur contenu sémantique. Par conséquent, l'exploitation de ces technologies dans le cadre du recrutement électronique semble être bénéfique, surtout pour assurer un rapprochement automatique entre les offres et les demandes d'emploi. Le principe consiste à expliciter le contenu de ces documents à l'aide d'éléments ontologiques formant un référentiel commun (ontologie), inspiré des parties communes entre ces documents. Ce référentiel peut être utilisé par un recruteur (ou un chercheur d'emploi) pour annoter son document avec des éléments pertinents. Les annotations résultantes peuvent être exploitées pour

automatiser le processus de rapprochement entre son document et les CVs (offres d'emploi) disponibles.

Plusieurs travaux concernant le e-recrutement se basent sur la technique d'annotation sémantique, du fait de sa simplicité et de sa capacité d'explicitier le contenu des documents. Néanmoins, ces travaux sont en cours de réalisation, de ce fait les solutions présentées ne sont pas complètes. Dans un premier travail [YAHIO6a], préparé au département informatique de l'université de Constantine, une solution simple et détaillée a été proposée, cependant ce dernier souffre de quelques lacunes, comme la négligence de la différence entre l'identification des compétences requises par un métier donné d'une part et de l'identification et l'évaluation des compétences acquises par un individu d'autre part. De plus la hiérarchie des thèmes de compétence a été proposée dans le but de rapprocher les compétences requises (Offre d'emploi) à celles acquises (CV), sans distinction entre la relation de subsumption ''is-a'' et celle de ''composition''. Notre contribution, qui fera l'objet du troisième chapitre de ce mémoire, consiste à pallier à ces insuffisances.

2. Notre contribution :

Notre contribution dans ce contexte consiste à proposer une ontologie pour la modélisation du contenu sémantique des documents CVs/Offres d'emploi en termes de leurs acquis (CV) ou requis (Offre d'emploi) permettant ainsi leur rapprochement automatique ultérieur. Due à l'importance des compétences sous-jacentes à ces documents pour leur rapprochement, l'ontologie construite se concentre sur une modélisation explicite de la compétence. Le modèle adopté assure un certain compromis entre la simplicité et la pertinence, en distinguant l'identification des compétences acquises de celles requises et en explicitant la sémantique de la relation pouvant exister entre les différents thèmes des compétences. Ces documents sont annotés à l'aide d'éléments ontologiques formant un référentiel commun (ontologie), inspiré des parties communes entre ces documents (diplôme, expérience professionnelle, compétence, qualification personnelle, exigence).

Afin d'aboutir à un tel objectif, nous allons tout d'abord présenter l'architecture globale du système d'annotation et d'appariement sémantique proposé. Dans cette perspective, nous construisons une ontologie nommée « Ontologie-ER » dont le modèle de compétence représente l'élément crucial de cette ontologie. Les concepts et les relations entre eux sont inspirés des

parties communes les plus significatives des CVs et des offres d'emploi (qualification personnelle, diplôme, expérience professionnelle, compétence). Pour décrire les métiers, nous allons baser sur le référentiel des métiers CIGREF [CIGR05] et pour décrire les diplômes sur le référentiel algérien du LMD en informatique [LMD04], nous allons utiliser également les référentiels des compétences [CIGR05], [LMD04], [YAHIA06] et les avis des experts pour décrire les compétences. La méthodologie METHONTOLOGY [FERN97] est adoptée pour la construction de l'ontologie-ER et la logique de description SHIQ pour sa formalisation. Nous allons implémenter et tester l'ontologie via les outils PROTEGE OWL et le raisonneur RACER. Le processus d'annotation que nous allons proposer aux recruteurs et aux chercheurs d'emplois consiste à instancier l'ontologie-ER à travers l'outil d'annotation proposé par Allioua Sofiane [ALLI08] qui est dédié à l'annotation des images, nous l'avons adapté pour l'annotation des documents HTML.

3. Plan du mémoire

Pour présenter le travail, nous avons élaboré le plan de lecture suivant:

Chapitre 1 : Le Web Sémantique et l'annotation des documents

Ce chapitre introduit le Web sémantique et spécialement les ontologies, nous commençons par la définition de la notion d'ontologie en ingénierie des connaissances. Nous présentons ensuite les principaux formalismes de représentation de connaissances, à savoir, les frames, les graphes conceptuels et les logiques de descriptions. Nous découvrirons après les méthodologies les plus représentatives de leur construction et quelques domaines de leur utilisation. A la fin, nous présenterons les outils nécessaires de leur développement, à savoir, les langages de représentation, les outils d'édition et d'interrogation, etc.

L'annotation sémantique de documents sera introduite, en présentant son apport par rapport à l'annotation classique, à travers la représentation des définitions et des éléments liés à cette nouvelle approche.

Chapitre 2 : Gestion des documents dans le cadre du e-recrutement

La problématique du recrutement électronique sera bien exposée dans ce chapitre. Les caractéristiques des CVs et des offres d'emploi, le processus de recrutement électronique avec ses avantages et les problèmes qu'il a affrontés, ainsi que la nécessité de la gestion des connaissances

et des compétences, ont été abordés. Un état de l'art des approches proposées et des travaux existants, permettant de prendre en compte le contenu sémantique des documents dans le but d'automatiser le processus de recrutement sur le web, sera exposé avec une évaluation des résultats obtenus.

Chapitre 3 : Construction d'une ontologie pour l'annotation des cvs/offres d'emploi

Dans ce chapitre, nous allons présenter l'objectif de notre travail, tout au début nous allons décrire l'architecture globale du système d'annotation et d'appariements sémantiques proposé. Par la suite nous allons construire notre ontologie Ontologie-ER, en suivant les étapes de la méthodologie «Methodology ». La logique de description est adaptée pour la formalisation de cette dernière. Nous allons implémenter et tester l'ontologie en utilisant les outils PROTEGE OWL et le raisonneur RACER. A la fin nous avons essayé de concrétiser notre contribution à travers une étude de cas, en analysant quelques exemples de Documents CVs et des Offres d'emploi.

Enfin, notre mémoire s'achève par une conclusion générale récapitulant le contexte de recherche de notre étude, la démarche suivie, nos contributions et énonce un ensemble de perspectives.

CHAPITRE I

ANNOTATION SEMANTIQUE DE DOCUMENTS WEB



*«Le témoignage des sens est, lui aussi, une opération
de l'esprit où la conviction crée l'évidence»*

Marcel Proust

1. Introduction

L'arrivée du Web et des technologies associées, a confirmé la nécessité de proposer des outils interactifs pour partager l'information. De nombreux systèmes de partage d'information existent; Cela va du Web aux outils très évolués de travail collaboratif. Cependant, ce qui est possible avec ces derniers ne l'est plus avec le Web. Ces outils visent un groupe très réduit de personnes travaillant souvent ensemble, avec un vocabulaire commun, sur des thèmes proches et donc avec des habitudes spécifiques. Par contre, le Web concerne potentiellement des millions de personnes ayant des centres d'intérêt différents, des habitudes différentes et des cultures différentes. De plus, sur le Web, l'information est fortement distribuée, volumineuse, évolutive, hétérogène et peu structurée.

Dans ce contexte, des méthodes et des outils ont été proposés pour comprendre, manipuler et partager des documents et mettre en place des services pertinents [DESM02]. L'annotation de documents, et spécialement l'annotation sémantique à base d'ontologies, semble actuellement l'approche la plus prometteuse pour partager et exploiter l'information sur le Web. Le but majeur de cette technique est la désambiguïsation des documents, afin d'assurer leur manipulation automatique dans le cadre du partage et de l'échange d'informations sur le Web.

Dans la section 2 de ce chapitre, nous allons introduire des généralités sur le Web sémantique et les ontologies. Les notions sur les méta-données, les annotations sémantiques seront bien détaillées dans ce qui suit. Pour finir, une conclusion synthétisera notre compréhension des travaux liés au web sémantique, aux ontologies et à l'annotation.

2. Le Web Sémantique

L'expression Web sémantique, attribuée à Tim Berners-Lee [BERN01] 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. Les utilisateurs seront déchargés d'une bonne partie de leurs tâches de recherche, de construction et de combinaison des résultats, grâce aux capacités accrues des machines à accéder aux contenus sémantique des ressources et à effectuer des raisonnements sur ceux-ci. Le Web sémantique est d'abord une infrastructure pour permettre l'utilisation de connaissances formalisées en plus du contenu informel actuel du Web, elle doit s'appuyer sur un certain niveau de consensus portant sur les langages de représentation ou sur les ontologies utilisés.

Différents langages de niveau de complexité croissante sont proposés afin de mieux exploiter, combiner et raisonner sur les contenus des ressources Web. Les connaissances utilisées doivent s'appuyer sur des ontologies afin de pouvoir être partagées et munies d'interprétations opérationnelles [LAUB02]. La notion d'annotation sémantique est au cœur de la démarche, avec une grande diversité dans l'interprétation et l'utilisation de cette notion.

3. Les ontologies

L'ontologie est un terme emprunté à la philosophie. Dans cette discipline, l'ontologie est un ensemble d'objets existants. L'ontologie est identiquement une étude de l'être en tant qu'être, c'est-à-dire, une étude des propriétés générales de ce qui existe. Cependant, en informatique et d'après l'encyclopédie Wikipédia [BERN01] une ontologie est un ensemble structuré de concepts. Les concepts sont organisés dans un graphe dont les relations peuvent être des relations sémantiques où des relations de composition et d'héritage (au sens objet). La structuration des concepts, dans une ontologie, permet de définir des termes les uns par rapport aux autres, chaque terme étant la représentation textuelle d'un concept [HAND05].

Le terme d'ontologie est utilisé depuis le début des années 1990 dans les domaines de l'intelligence artificielle, en particulier de l'ingénierie des connaissances et de la représentation des connaissances. Son champ d'application s'élargit considérablement et il fait désormais partie

des objets de recherche courants. Une ontologie est un système formel dont l'objectif est de représenter les connaissances d'un domaine spécifique au moyen d'éléments de base, les concepts, définis et organisés les uns par rapport aux autres [RECT98].

3.1 Notion d'ontologie :

Afin de faciliter le partage et la réutilisation de connaissances formellement représentées dans des systèmes d'intelligence artificielle, il est très utile de définir un vocabulaire commun dans lequel la connaissance partagée est représentée. La spécification de ce vocabulaire est communément appelée une ontologie. De ce fait, les ontologies définissent actuellement des vocabulaires structurés, regroupant des concepts utiles d'un domaine et de leurs relations et qui servent à organiser et échanger des informations de façon non ambiguë. Leur développement progressif en (IA) Intelligence Artificielle parvient de leur intérêt, pour associer la sémantique à des ressources ou bien à des entités textuelles, pour faciliter la localisation et la gestion des connaissances dans diverses applications [AUSS02].

3.2 Définitions :

De nos jours, il n'existe aucun consensus sur le sens exact du terme ontologie. Il est difficile de le définir d'une façon définitive. Le mot est en effet employé dans des contextes très différents touchant la philosophie, la linguistique ou l'intelligence artificielle. De nombreuses définitions ont été offertes pour donner un éclaircissement sur ce terme, mais aucune de ces définitions ne s'est explicitement imposée. Cependant, le terme d'ontologie est employé parfois de façon confuse et abusive [HAND01]. Les définitions de ce terme ne sont pas toujours consistantes et cela dépend des domaines spécifiques [CORA03], [NATA01]. Pour ne pas dévier de notre propos, nous avons recensé les définitions suivantes:

Définition1 : « une ontologie définit les termes et les relations de base du vocabulaire d'un domaine ainsi que les règles qui indiquent comment combiner les termes et les relations de façon à pouvoir étendre le vocabulaire »
-Neches, 91-

Dans le cadre de l'intelligence artificielle, Neches proposa cette définition afin de montrer comment l'élaboration des ontologies s'effectuent, et cela en présentant les directives relativement floues : repérer les termes de base et les relations entre les termes, identifier les règles servant à les combiner, fournir des définitions de ces termes et de ces relations.

Notons que d'après cette définition, une ontologie inclut non seulement les termes qui y sont explicitement définis, mais aussi les termes qui peuvent être créés par déduction en utilisant les règles.

Définition2: « une ontologie est une spécification explicite et formelle d'une conceptualisation partagée »
-Gruber, 93-

En 1993, Gruber propose cette définition afin de montrer qu'une ontologie est un ensemble de définitions, de primitives, de représentations de connaissances spécifiques au contenu : classes, relations, fonctions et constantes d'objet. Cette définition est la plus référencée et la plus synthétique. Nous allons la conserver dans la suite de notre travail.

Le terme conceptualisation réfère dans cette définition à une abstraction d'un phénomène du monde, obtenue en identifiant les concepts appropriés à ce phénomène. « Formelle » indique que les ontologies sont interprétables par la machine. Cependant, « Spécification explicite » signifie que les concepts de l'ontologie et les contraintes liées à leur usage sont définies de façon déclarative. Et enfin le terme « Partagé » signifie que l'ontologie capture la connaissance consensuelle. Mais cette définition laisse, déjà, la porte ouverte à de nombreuses définitions.

Définition3: « une ontologie est une description formelle d'entités et leurs propriétés, relations, contraintes, comportement »
-Grüninger, 95-

Cette définition de Grüninger est simplifiée dans [IKED97] où une ontologie est définie comme un ensemble de définitions de concepts et leurs relations. A ne pas confondre avec un modèle qui est un ensemble d'instances de ces concepts.

Définition4: « Les ontologies sont des spécifications partielles et formelles d'une conceptualisation commune »
-Guarino, 97-

En 1997, Guarino accentue l'ambiguïté du terme conceptualisation qui doit être pris dans son sens intuitif. La spécification des ontologies est partielle, car une conceptualisation ne peut pas toujours être entièrement formalisée dans un cadre logique, du fait d'ambiguïtés ou du fait qu'aucune représentation de leur sémantique n'existe dans le langage de représentation d'ontologies choisi. « Commune » renvoie à l'idée qu'une ontologie rend compte d'un savoir consensuel, c'est-à-dire qu'elle n'est pas l'objet d'un individu, mais qu'elle est reconnue par un groupe [FURS02].

Pour conclure cette section, nous pouvons donc affirmer que les définitions du terme ontologie débordent dans la littérature scientifique. Les définitions, dans leur diversité, offrent des points de vue à la fois différents et complémentaires sur un même concept.

3.4 Les éléments constituant une ontologie :

Les connaissances traduites par une ontologie sont véhiculées à l'aide des Concepts, des Relations, des Fonctions, des Axiomes, des Instances [GOME99].

• Concepts :

Ils sont appelés aussi termes ou classes de l'ontologie. Un concept est un constituant de la pensée (un principe, une idée, une notion abstraite) sémantiquement évaluable et communicable. L'ensemble des propriétés d'un concept constitue sa compréhension ou son intension et l'ensemble des êtres qu'il englobe, son extension. Selon [BACH04] un concept se définit à trois niveaux Un concept est une signification. Sa place dans un système de significations permet de le comprendre, de le distinguer et de le différencier par rapport à d'autres concepts. Un concept est une construction. Comprendre un concept revient à construire l'objet dont il est le concept. Un concept est une prescription. On le comprend en exécutant l'action qu'il entreprend. Selon [GOME99], ces concepts peuvent être classifiés selon plusieurs dimensions :

- . Niveau d'abstraction (concret ou abstrait) ;
- . Atomicité (élémentaire ou composée) ;
- . Niveau de réalité (réel ou fictif).

En résumé, un concept peut être tout ce qui peut être évoqué et, partant, peut consister en la description d'une tâche, d'une fonction, d'une action, d'une stratégie ou d'un processus de raisonnement, etc.

• Relations :

Représentent un type d'interaction, ou bien des associations existant entre les concepts d'un domaine. Elles se définissent formellement à partir d'un produit de n concepts :

$$R : C_1 \times C_2 \times \dots \times C_{n-1} \rightarrow C_n$$

sous-classe-de (Spécialisation, généralisation), partie-de (agrégation ou composition) associée-à, instance-de sont des exemples de relations binaires.

Voici quelques relations les plus courantes dans la littérature :

1) *L'équivalence* : une relation R est une relation d'équivalence si et seulement si : R est symétrique, réflexive et transitive. On écrit :

$(R \text{ est une relation d'équivalence}) \Leftrightarrow ((R \text{ symétrique}) \wedge (R \text{ réflexive}) \wedge (R \text{ transitive}))$

2) *la cardinalité* : c'est le nombre possible de relations de ce type entre les mêmes concepts (ou instances de concept). Les relations portant une cardinalité représentent souvent des attributs. Exemple : une pièce a au moins une porte, un humain a entre zéro et deux jambes.

3) *L'incompatibilité* : Deux relations sont incompatibles si elles ne peuvent lier les mêmes instances de concepts. Exemple : les relations «être rouge » et «être vert» sont incompatibles ;

4) *L'inverse* : Deux relations binaires sont inverses l'une de l'autre si, quand l'une lie deux instances I1 et I2, l'autre lie I2 et I1. Exemple : les relations « a pour père » et « a pour enfant » sont inverses l'une de l'autre ;

5) *L'exclusivité* : Deux relations sont exclusives si, quand l'une lie des instances de concepts, l'autre ne lie pas ces instances, et vice-versa. L'exclusivité entraîne l'incompatibilité. Exemple : l'appartenance et la non appartenance sont exclusives.

Et bien d'autres relations...

• Fonctions :

Ce sont des cas particuliers de relations dans lesquelles le Nème élément de la relation est défini de manière unique à partir des n-1 premiers. Formellement, les fonctions sont définies ainsi :

$F: C1 \times C2 \times \dots \times Cn-1 \rightarrow Cn.$

Comme exemple de fonctions binaires, nous avons la fonction mère de et le carré, et comme exemple de fonction ternaire, le prix d'une voiture usagée sur lequel on peut se baser pour calculer le prix d'une voiture d'occasion en fonction de son modèle, de sa date de construction et de son kilométrage.

• Axiomes :

Constituent des assertions, acceptées comme vraies, à propos des abstractions du domaine, traduites par l'ontologie. Ils ont pour objectif de représenter des concepts et des relations dans un langage logique permettant de représenter leur sémantique. Ils représentent les

intentions des concepts et des relations du domaine et, de manière générale, les connaissances n'ayant pas un caractère strictement terminologique [STAA00]. L'utilisation des axiomes sert à définir le sens des entités, mettre des restrictions sur la valeur des attributs, examiner la conformité des informations spécifiées ou en déduire de nouvelles.

- **Instances:**

Elles constituent la définition extensionnelle de l'ontologie; ces objets véhiculent les connaissances (statiques, factuelles) à propos du domaine du problème.

4. Différentes sortes d'ontologies

Les ontologies peuvent servir à la communication entre êtres humains ou entre humains et machines, à la spécification de systèmes, à l'interopérabilité qui est une spécialisation de la communication entre ordinateurs ; ainsi qu'à l'indexation et la recherche de documents. Elles sont de différents types :

- **Ontologie de domaine :** les ontologies de domaine sont plus spécifiques. Elles synthétisent les connaissances spécifiques à un domaine particulier. Elles décrivent le vocabulaire ayant trait à un domaine générique (ex. : l'enseignement, la médecine...), notamment en spécialisant les concepts d'une ontologie de haut niveau [GUAR98].
- **Ontologie de tâches :** ce type d'ontologies est utilisé pour conceptualiser des tâches spécifiques dans les systèmes, telles que les tâches de diagnostic, de planification, de conception, de configuration, de tutorat. Soit tout ce qui concerne la résolution de problèmes. Ce type d'ontologies décrit le vocabulaire concernant une tâche générique (ex. : enseigner, diagnostiquer...), notamment en spécialisant les concepts d'une ontologie de haut niveau [GUAR98]. Certains auteurs emploient le nom « ontologie du domaine de la tâche » pour faire référence à ce type d'ontologie.
- **Ontologie d'application:** cette ontologie est la plus spécifique, elle contient des concepts dépendants d'un domaine et d'une tâche particuliers, qui sont généralement subsumés par des concepts de ces deux ontologies. Ces concepts correspondent souvent aux rôles joués par les entités du domaine lors de l'exécution d'une certaine activité [GUAR98]. Il s'agit donc ici de mettre en relation les concepts d'un domaine et les concepts liés à une tâche

particulière, de manière à en décrire l'exécution (ex. : apprendre les statistiques, effectuer des recherches dans le domaine de l'astronomie, etc).

5. Quelques méthodologies de construction d'ontologies

Les méthodologies peuvent porter sur l'ensemble du processus et guider l'ontologiste dans toutes les étapes de la construction. Bien qu'aucune méthodologie générale n'ait pour l'instant réussi à s'imposer, de nombreux critères de construction d'ontologies ont été proposés pour des méthodologies. ENTERPRISE, TOVE et METHONTOLOGY sont les méthodologies les plus représentatives pour construire des ontologies.

5.1 Tove [GRUN95]

L'ontologie est construite à partir des scénarios d'entreprises pour lesquels elle sera utilisée. Cette méthodologie reste sommaire et aucune étape n'est décrite par rapport aux techniques qui peuvent y être employées. De plus, elle est spécialisée dans la spécification d'ontologies pour les entreprises.

5.2 Enterprise :

Uschold et King's [USCH96] proposent le squelette d'une méthode basé sur l'expérience de construction d'ontologies dans le domaine de la gestion des entreprises. La méthode ENTERPRISE repose sur les quatre étapes suivantes :

- Identifier le rôle et la portée de l'ontologie, dans cette étape, l'ontologie est réellement construite. Les activités suivantes sont distinguées : identifier les concepts et relations fondamentaux et des définitions provisoires de ces éléments, coder l'ontologie dans un langage adapté, intégrer des ontologies existantes
- Evaluer l'ontologie,
- Rédiger une documentation et une trace des actions réalisées lors des différentes phases

5.3 Methontology :

Cette méthode est développée au laboratoire d'intelligence artificielle [FERN97]. Elle vise la construction d'ontologie au niveau de connaissance. Ce projet a été motivé par le constat suivant : l'absence de méthodes ou de guides structurés est un obstacle à la construction d'ontologies partagées et consensuelles. Il est également un obstacle à l'extension d'une

ontologie existante ou à sa réutilisation dans d'autres ontologies. L'approche METHONTOLOGY distingue plusieurs étapes dans son processus de construction. Elles sont détaillées dans la section suivante.

5.3.1 Processus de construction :

Le processus de construction peut se résumer aux phases suivantes voir (Figure 1.1):

- **Spécification** : cette étape a pour but de fournir une description claire du problème étudié ainsi que la façon de le résoudre. Elle permet de préciser l'objectif, la portée et le degré de granularité de l'ontologie qui sera construite.
- **Conceptualisation** : l'objectif est d'organiser et de structurer la connaissance acquise durant l'étape de spécification en utilisant des représentations externes qui sont indépendantes des paradigmes de représentation de connaissances et des langages d'implémentation dans lesquels l'ontologie va être formalisée et implémentée.
L'idée est de combler graduellement le canal entre les moyens d'expressions des intéressés et les langages d'implantation des ontologies. Les représentations intermédiaires utilisées sont : les taxonomies de concepts, les diagrammes des relations binaires, le glossaire des termes, le dictionnaire des concepts, le tableau des relations binaires, spécifier des contraintes sur les attributs dans une table d'attributs, spécifier des axiomes sur les concepts dans une table d'axiomes logiques, décrire les instances des concepts dans une table d'instances.
- **Formalisation** : cette étape consiste en la transcription du modèle conceptuel de l'ontologie dans un langage formel de représentation de connaissances.
- **Implémentation** : elle consiste à la codification de l'ontologie formelle dans un langage opérationnel du Web Sémantique.
- **Maintenance** : cela peut s'agir d'une maintenance corrective ou évolutive de l'ontologie (nouveaux besoins de l'utilisateur), ce qui permet la validation et l'évolution de celle-ci. Cette activité est généralement faite par le constructeur et des experts du domaine. La validation se base sur l'exploitation des services d'inférences associés aux LDs, et qui sont offerts par des raisonneurs.

Pour conclure, nous avons constaté que la démarche METHONTOLOGY présente un certain nombre de phases spécifiées de manière très détaillée, notamment la phase de conceptualisation. De ce fait, nous allons adopter cette méthodologie pour notre travail.

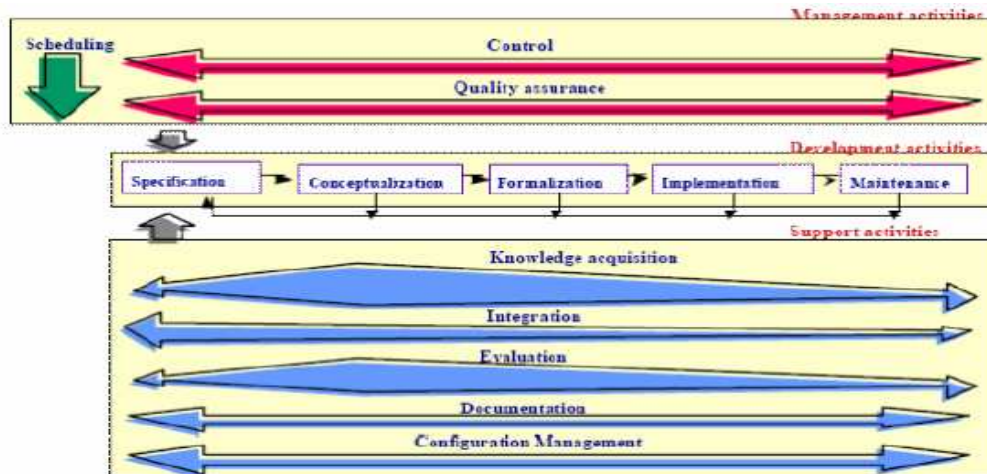


Figure 1.1 : Processus de construction de l'ontologie selon METHONTOLOGY.

6. Formalismes de représentation

Représenter des connaissances propres à un domaine particulier consiste à décrire et à coder les entités de ce domaine de manière à ce qu'une machine puisse les manipuler afin de raisonner. Comme alternative à la logique classique, l'IA a proposé divers formalismes de représentation : ceux qui ont été le plus utilisés pour représenter les ontologies sont :

- Les frames.
- Les graphes conceptuels.
- Les logiques de description.

6.1 Frames :

Le modèle des Frames est un classique de l'Intelligence Artificielle, et a été initialement proposé comme langage de représentation d'ontologies par T. GRUBER. Le principe de ce modèle est de décomposer les connaissances en classes (ou frames) qui représentent les concepts du domaine. À un frame est rattaché un certain nombre d'attributs (slots), chaque attribut pouvant prendre ses valeurs parmi un ensemble de facettes (facets). Une autre façon de présenter ces attributs est de les considérer comme des relations binaires entre classes dont le premier argument est appelé domaine (domain) et la deuxième portée (range) [GRUB95]. Des instances des classes, correspondant à l'extension de chaque concept, peuvent être ajoutées, ainsi que des fonctions qui sont des types particuliers de relations liant un ensemble de classes à une valeur calculée à partir des valeurs des attributs des classes. La spécification de propriétés conceptuelles des attributs (ou relations) recourt à des formules de la logique du premier ordre.

6.2 Graphes conceptuels :

Introduit par J. SOWA au début des années 80, le modèle des Graphes Conceptuels (GC) appartient à la famille des réseaux sémantiques. Les réseaux sémantiques modélisent les connaissances sous forme de graphes, les nœuds étant associés à des concepts et les arêtes à des relations. Le modèle des GCs se décompose en deux parties [SOWA84]:

- Une partie terminologique dédiée au vocabulaire conceptuel des connaissances à représenter, c'est-à-dire les types de concepts, les types de relations et les instances des types de concepts. Cette partie correspond à la représentation du modèle conceptuel mais intègre également des connaissances sur la hiérarchisation des types de concepts et de relations.
- Une partie assertionnelle dédiée à la représentation des assertions du domaine de connaissance étudié.

6.3 Logiques de descriptions :

Les logiques de description (LDs) découlent directement des travaux fondateurs de Bachmann et de son système KL-ONE. Depuis le début des années 90, la recherche en logique de description s'est considérablement développée.

Les logiques de description peuvent être considérées comme un fragment de la logique du premier ordre, dans lequel les formules ont une variable libre pour les descriptions de concept et deux variables libres pour les descriptions de relations [BUCH93].

Une LD est composée de deux parties : un langage terminologique TBOX et un langage assertionnel ABOX. Le langage assertionnel est dédié à la description de faits et le langage terminologique à la description de concepts et de rôles. La principale tâche de raisonnement au niveau terminologique est de calculer les relations de subsomption entre concepts [NAPO97].

6.3.1 Les constructeurs des LDs :

Les entités de base qui sont définies et manipulées dans une logique de descriptions sont les concepts et les rôles. Un concept permet de représenter un ensemble d'individus, et un rôle représente une relation binaire entre concepts.

Un concept et un rôle possèdent une description structurée, élaborée à partir d'un certain nombre de constructeurs, les concepts et les rôles peuvent être primitifs ou définis. Les concepts (éventuellement les rôles) primitifs sont comparables à des atomes et servent de base à la construction des concepts définis (éventuellement les rôles).

Il existe de nombreux constructeurs permettant de former toute une famille de logiques de description. Par ailleurs, la logique de description SHIQ [HORR02] regroupe un ensemble plus riche de constructeurs. Le tableau (Tableau 1.1) décrit les plus importants.

6.3.2 Mécanisme de raisonnement :

Le mécanisme de raisonnement de base pour les LDs est la classification de concepts dans la hiérarchie des concepts, réalisée par un algorithme de classification appelé classifieur [48]. Généralement, les LDs sont hautement expressives, disposent d'une sémantique claire et procurent des mécanismes d'inférences efficaces. Elles constituent, ainsi, le formalisme retenu par le Web sémantique pour la représentation des ontologies [HORR03].

Constructeur	Syntaxe	Sémantique (I : une interprétation)
Universel	\top	ΔI (ΔI : ensemble de tous les objets)
Absurde	\perp	\emptyset
Négation	$\neg C$	$\Delta I \setminus CI$
Conjonction	$C \cap D$	$CI \cap DI$
Disjonction	$C \cup D$	$CI \cup DI$
Restriction universelle	$\forall r.C$	$\{x \in \Delta I / \forall y, (x, y) \in rI \Rightarrow y \in CI\}$
Restriction existentielle	$\exists r.C$	$\{x \in \Delta I / \exists y, (x, y) \in rI \text{ et } y \in CI\}$
Cardinalité minimum	$(\geq n \ r)$	$\{x \in \Delta I / \{y (x, y) \in rI\} \geq n\}$
Cardinalité maximum	$(\leq n \ r)$	$\{x \in \Delta I / \{y (x, y) \in rI\} \leq n\}$
Conjonction des rôles	$r \cap s$	$\{(x, y) \in \Delta I \times \Delta I / (x, y) \in rI \wedge (x, y) \in sI\}$
Disjonction des rôles	$r \cup s$	$\{(x, y) \in \Delta I \times \Delta I / (x, y) \in rI \vee (x, y) \in sI\}$

Tableau 1.1: Les constructeurs essentiels d'une logique de description.

Pour conclure cette section, nous avons considérablement mis l'accent sur les logiques de descriptions et nous avons insisté sur la famille SHIQ qui propose un ensemble plus riche de constructeurs car notre choix du formalisme de représentation de l'ontologie d'application, va porter sur cette famille SHIQ. Ce choix dépendra, en plus de la richesse du formalisme de représentation, du langage de codification de l'ontologie choisi.

7. Les Langages de spécification d'ontologie

Plusieurs langages de spécification d'ontologies (ou langages d'ontologies) ont été développés pendant les dernières années, et ils deviendront sûrement des langages d'ontologie dans le contexte du Web sémantique. Certains d'entre eux sont basés sur la syntaxe de XML, tels que XOL (Ontology Exchange Language), SHOE (Simple HTML Ontology Extension - qui a été précédemment basé sur le HTML), OML (Ontology Markup Language), RDF (Resource Description Framework), RDF Schéma. Les deux derniers sont des langages créés par des groupes de travail du World Wide Web Consortium (W3C).

En conclusion, trois langages additionnels sont établis sur RDF(S) pour améliorer ses caractéristiques: OIL (Ontology Inference Layer), DAML+OIL et OWL (Web Ontology Language). La figure (Figure 1.2) présente des langages de spécification d'ontologie, qui ont été récemment développés. La figure ci-dessous représente les rapports principaux entre tous ces langages sous la forme d'une pyramide des langages du Web sémantique.

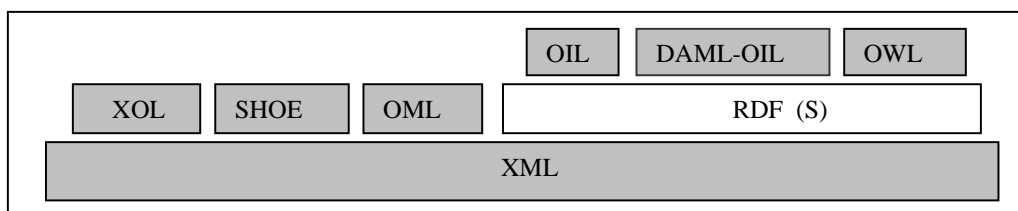


Figure 1.2: La pyramide des langages basés Web.

7.1 RDF :

RDF¹ est un langage d'assertion et d'annotations. Les assertions affirment l'existence de relations entre les objets. Elles sont donc adaptées à l'expression des annotations que l'on veut associer aux ressources du Web. RDF est un langage formel qui permet d'affirmer des relations entre des « ressources ».

Le modèle RDF définit trois types d'objets:

- **Ressources** : les ressources sont tous les objets *décrits* par RDF. Généralement, ces ressources peuvent être aussi bien des pages Web que tout objet ou personne du monde réel. Les ressources sont alors identifiées par leur URI (Uniform Resource Identifier) ;

¹:Resource Description Framework (RDF). <http://www.w3.org/RDF/>.

- **Propriétés** : une propriété est un attribut, un aspect, une caractéristique qui s'applique à une ressource. Il peut également s'agir d'une mise en relation avec une autre ressource ;
- **Valeurs** : les valeurs en question sont les valeurs 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*).

Exemple :

« Mohamed est l'auteur de la bibliographie des stars à l'adresse <http://www.site.fr/BibDesStars.xml> (ou la bibliographie des stars à l'adresse...a pour auteur Marcel Dugoumier) »

Subject (Resource)	http://www.site.fr/ BibDesStars.xml
Predicate (Property)	auteur
Object (literal)	”Mohamed

7.2 RDFS (RDF Schéma) :

Ce langage offre un niveau de structuration supérieur à RDF. Il a ajouté la possibilité de définir des hiérarchies de classes et de propriétés dont l'applicabilité et le domaine de valeurs peuvent être contraintes. A chaque domaine applicatif peut être ainsi associé un schéma identifié par un préfixe particulier et correspondant à une URI. Les ressources instances sont ensuite décrites en utilisant le vocabulaire donné par les classes définies dans ce schéma [VIDA02] et les applications peuvent alors leur donner une interprétation opérationnelle. Seulement, ce langage n'intègre pas de capacités de raisonnement mais offre des primitives de représentation de structures ou primitives ontologiques.

7.3 DAML-OIL² :

DAML est un langage qui a comme but de fournir les fondations pour la génération suivante du Web sémantique. Le langage a adopté d'abord RDFS comme langage d'ontologie pour l'interopérabilité sémantique entre projets. Comme RDFS n'est pas assez expressif relativement aux exigences du Web sémantique, un nouveau langage nommé DAML-ONT a été développé en tant qu'extension de RDF avec les capacités d'un langage de représentation du savoir : orienté objet et basé sur cadre.

²: *The DARPA Agent Markup Language. <http://www.daml.org/>.*

En même temps, un groupe des chercheurs (la plupart d'entre eux sont européens) au sein d'IST d'Union européenne, avec le même but, développe un autre langage d'ontologie appelé OIL. Ce langage a une syntaxe basée sur RDF et il est explicitement construit pour que sa sémantique puisse être spécifiée à travers une description logique très expressive, la logique de description de type SHIQ³.

DAML+OIL est la combinaison de ces deux langages. Il hérite des avantages de ces deux langages. En conséquence, DAML+OIL est un langage très expressif et lisible par la machine ainsi que par un être humain avec une syntaxe basée sur RDF.

7.4 OWL⁴ :

OWL signifie Web Ontology Language, défini par le W3C dans, le langage OWL est basé sur la recherche effectuée dans le domaine de la logique de description. OWL permet de décrire des ontologies, c'est-à-dire qu'il permet de définir des terminologies pour décrire des domaines concrets. Une terminologie se constitue de concepts et de propriétés (aussi appelés rôles en logiques de description). Un domaine se compose d'instance de concepts.

Le langage OWL se compose de trois sous-langages qui proposent une expressivité croissante, chacun conçu pour des communautés de développeurs et des utilisateurs spécifiques: OWL Lite, OWL DL, OWL Full. Chacun est une extension par rapport à son prédécesseur plus simple.

- **OWL Lite** répond à des besoins de hiérarchie de classification et de fonctionnalités de contraintes simples de cardinalité 0 ou 1. Une cardinalité 0 ou 1 correspond à des relations fonctionnelles, par exemple, une personne a une adresse. Toutefois, cette personne peut avoir un ou plusieurs prénoms, OWL Lite ne suffit donc pas pour cette situation.
- **OWL DL** concerne les utilisateurs qui souhaitent une expressivité maximum couplée à la complétude du calcul (cela signifie que toutes les inférences seront assurées d'être prises en compte) et la décidabilité du système de raisonnement (c'est-à-dire que tous les calculs seront terminés dans un intervalle de temps fini). Ce langage inclut toutes les structures OWL avec certaines restrictions, comme la séparation des types: une classe ne peut pas aussi être un individu ou une propriété. Il est nommé DL car il correspond à la logique descriptive.
- **OWL Full** se destine aux personnes souhaitant une expressivité maximale. Il a l'avantage de la compatibilité complète avec RDF/RDFS, mais l'inconvénient d'avoir un haut niveau

3: Ian Horrocks. *DAML+OIL: a Reason-able Web Ontology Language*.

4: *Ontology Web Language (OWL)*. <http://www.w3.org/OWL/>

de capacité de description, quitte à ne pas pouvoir garantir la complétude et la décidabilité des calculs liés à l'ontologie.

Quant aux outils de construction d'ontologies, plusieurs éditeurs d'ontologie sont aujourd'hui disponibles tel que : Protégé-2000⁵, ONTOEDIT⁶, OILED⁷, WEBODE⁸ (une synthèse de ces outils est présentée dans [PERE02]). Ils sont tous capables de produire des ontologies dans les langages DAML+OIL et RDFS et quelques-uns proposent une méthodologie de conception plus ou moins complète. Aujourd'hui, Protégé-OWL, version avancée de Protégé-2000, est allé loin dans la construction et l'intégration des ontologies exprimées en OWL. Cet outil nous a servi davantage dans la construction de l'ontologie développée dans le cadre de ce travail. leila

8. Annotation et l'annotation sémantique :

Une ressource doit être bien décrite, sinon elle peut demeurer pratiquement inexploitable et impossible à retrouver. L'annotation des documents est une solution à ce problème. Les annotations utilisées pour annoter un document peuvent être en langage libre ou formel c'est-à-dire des éléments d'une ontologie. Par la suite, nous détaillerons les différents types d'annotation.

8.1 Annotation :

L'idée de l'annotation de document n'est pas récente. Elle consiste à associer des informations à ces documents, afin d'assurer une description plus ou moins précise de leur contenu. Toutes les applications informatiques qui ont proposées de manipuler des annotations, se sont inspirées des annotations que nous sommes habitués à pratiquer sur support papier [BRIN03]. Pour cette raison, les annotations numériques, auxquelles nous nous intéressons, ne sont qu'une adaptation de cette notion aux supports électroniques (documents électroniques).

8.1.1 Définition :

Plusieurs définitions sont accordées à l'annotation. Nous présentons ci-après quelques unes : « Une annotation est une information graphique ou textuelle attachée à un document et le plus souvent placée dans ce document » [DESM02]. Dans le contexte des recherches sur les Interfaces homme/machine, on peut préciser cette définition en ajoutant qu'une annotation est « un commentaire sur un objet tel que le commentateur veut qu'il soit perceptiblement distinguable de l'objet lui-même et le lecteur l'interprète comme perceptiblement distinguable de l'objet lui-

5 : <http://protege.stanford.edu/index.shtml>

6 : Une version de démonstration est disponible sur le site d'Ontoprise.

7 : <http://oiled.man.ac.uk/>

8 : <http://delicias.dia.fi.upm.es/webODE/>

même » [AZOU03]. Pour les psycholinguistes et cognitivistes, une annotation est une « trace de l'état mental du lecteur et une trace de ses réactions vis-à-vis du document » [AZOU03]. Lors de la phase de consultation du document, l'annotateur se construit une représentation mentale du document qu'il annote et il laisse les traces de sa compréhension dans les annotations. Dans [BRIN03], une annotation est définie comme suit :

« Une annotation est un document particulier. Elle est attachée à une cible qui peut être un document, une collection de documents, une partie de document ou bien une autre annotation. L'annotation et l'objet annoté sont perçus par l'annotateur et d'éventuels consultants comme deux objets distincts. C'est l'ancre qui lie l'annotation à l'objet annoté » [BRIN03].

8.1.2 Eléments constituant s une annotation :

On peut citer essentiellement, la cible, l'information et l'ancre de l'annotation :

i)- La cible de l'annotation : C'est l'objet annoté. Il peut être une collection de documents, un document, une partie du document (fragment), un groupe de mots, un mot, une image ou une partie d'image, un son, une vidéo ou une autre annotation.

ii)- L'information de l'annotation : C'est l'information assignée à l'objet annoté. Elle peut être une information textuelle (un commentaire sous forme de texte), une information sonore (un commentaire enregistré sur format audio), une information par image fixe ou animée, une information multimédia, une information typographique (surlignage, soulignage, mise en gras, etc) ou un lien vers une autre partie du document, une autre annotation ou un autre document (lien hypertexte). Cette information peut être à l'intérieur du document annoté (bas de page, entre les lignes, fin du document) ou à l'extérieur. L'information de l'annotation transmet des données ou des informations et peut être conventionnelle ou non conventionnelle.

iii)- L'ancre de l'annotation : est le point qui attache l'annotation à l'objet annoté, peut être :

- Multi-cibles (porte sur plusieurs cibles simultanément) ou uni-cible.
- Explicite (l'ancre désigne explicitement sur quoi porte l'annotation) ou tacite.
- Conventionnelle (le consultant connaît, par convention, grâce à la forme de l'ancre, la cible de l'annotation et l'emplacement de l'information de l'annotation) ou non conventionnelle.

8.1.3 Caractéristiques des annotations :

Une annotation possède les mêmes caractéristiques que le document, mais certaines sont plus spécifiques. Nous représentons dans ce qui suit, les quatre dimensions les plus importantes [DESM02] :

a)- L'annotation considérée comme une forme : elle possède

- ▶ **Une caractéristique liée à la cible physique :** une annotation de *collection*, une annotation *globale* (d'un seul document) ou une annotation *ciblée* (partie du document).
- ▶ **Des caractéristiques liées à l'ancre:** une annotation possédant une *ancre conventionnelle* (connue par le consultant) ou une *ancre non conventionnelle*.
 - Le nombre de cibles : une annotation *uni-cible* ou *multi-cibles*.
 - Le type de l'ancre : une annotation possédant une ancre explicite ou tacite.
- ▶ **Des caractéristiques liées à l'information de l'annotation:**
 - Le média de support de l'information de l'annotation : annotation textuelle, sonore, par image fixe ou animée, multimédia, une annotation de lien (hypertexte).
 - Une convention associée à l'information : annotation avec information conventionnelle ou avec information non conventionnelle.

b)- L'annotation considérée comme un signe : elle est caractérisée par :

- ▶ **Une cible sémantique :** l'annotation est *structurelle*, si l'information de l'annotation est liée à la structure du document ou d'un segment [PRIE03].
- ▶ **Une facilité d'accès au contenu sémantique :** on distingue
 - Les annotations *explicites* : elles se suffisent à elles mêmes pour leur compréhension (cas des notes de bas de pages).
 - Les annotations *tacites* : elles ont besoin d'autres informations, et sont destinées à un consultant possédant un référentiel commun avec l'annotateur.

c)- L'annotation considérée comme un document : elle est caractérisée par :

- ▶ **Le nombre d'auteurs et de consultants :** annotation *OTO* (écrite par l'annotateur et destinée à être consultée par une personne particulière), annotation *OTM* (pour transmettre un message) ou annotation *MTM* (débat ou rédaction en groupe).
- ▶ **Le droit d'accès pour consultation :** annotation privée (juste pour l'annotateur), annotation de groupe (la communauté concernée) ou publique.

8.1.4 Rôle des annotations :

Les annotations ont des fonctions, au moment de leur production :

- Aide à la lecture et à la compréhension du document au cours de la lecture d'un document : le lecteur annote celui-ci. Ces annotations complètent le document, l'illustrent ou correspondent à des réflexions fortuites du lecteur. Elles sont le reflet de l'attention du lecteur. Elles supportent la lecture du texte et permettent au lecteur de le comprendre et de s'en faire une représentation.
- Mémoire externe pour retrouver des informations ou indiquer un emplacement : le lecteur peut aussi marquer des emplacements dans le texte via des annotations de façon à retrouver certaines informations par la suite. Ces annotations sont une mémoire externe. Par exemple, les passages importants qui doivent être relus et mémorisés sont soulignés.
- Opérationnalisation de l'information et restructuration du document: Certaines annotations permettent au lecteur de découper un document pour en réordonner les parties ou faire des corrélations entre celles-ci. Ainsi, un lecteur peut regrouper différents paragraphes en les encadrant, puis les numéroter en fonction de la logique qui sous-tend sa tâche.
- Source de discussion : Les annotations peuvent aussi servir de support aux discussions, corrections et relectures d'un texte. En effet, les documents annotés constituent un contexte partagé qui facilite les échanges. Les annotations partagées qui ne nécessitent pas de droit d'accès en écriture peuvent supporter de riches communications à propos des pages Web [KOIV01]. Mais elles peuvent aussi permettre des échanges au sein de groupes de travail pour recommander la lecture d'un document [DENO00] ou exprimer un point de vue dans des tâches de correction.
- Planification et organisation : enfin, certaines annotations assurent la coordination des tâches au sein d'un groupe en organisant le travail de ses membres. Par exemple, les annotations peuvent être utilisées pour indiquer la répartition des tâches et leur durée.

8.2 L'annotation sémantique :

Dans le cadre du Web, il existe un autre type particulier d'annotation appelée « annotations sémantiques » c'est à dire représenter le contenu du document par une description formelle.

L'annotation sémantique est utilisée dans la recherche d'information et la classification des documents. Faisant référence à une connaissance (habituellement une ontologie) séparée du document, ces annotations sont destinées à être traitées par des machines.

8.2.1 Définition :

L'annotation sémantique consiste à assigner aux entités d'un document électronique, des liens à leurs descriptions sémantiques [KIRV05]. Ce type de méta-données fournies, à propos des entités du document annoté, des informations de classes et d'instances liées à une ontologie décrivant le contenu de la ressource annotée; Ce qui est illustré dans la figure (Figure 1.3).

Les annotations sémantiques peuvent donc être définies comme: un ensemble d'instanciations attachées à un document (HTML ou XML), qui peuvent être des instances de classes (avec des URIs uniques), des instances d'attributs de l'instance d'une classe (propriétés instanciées d'une instance de classe vers une instance de type de données) ou une instance de relation (propriétés instanciées d'une instance de classe vers une instance d'une autre classe) [STAA02].

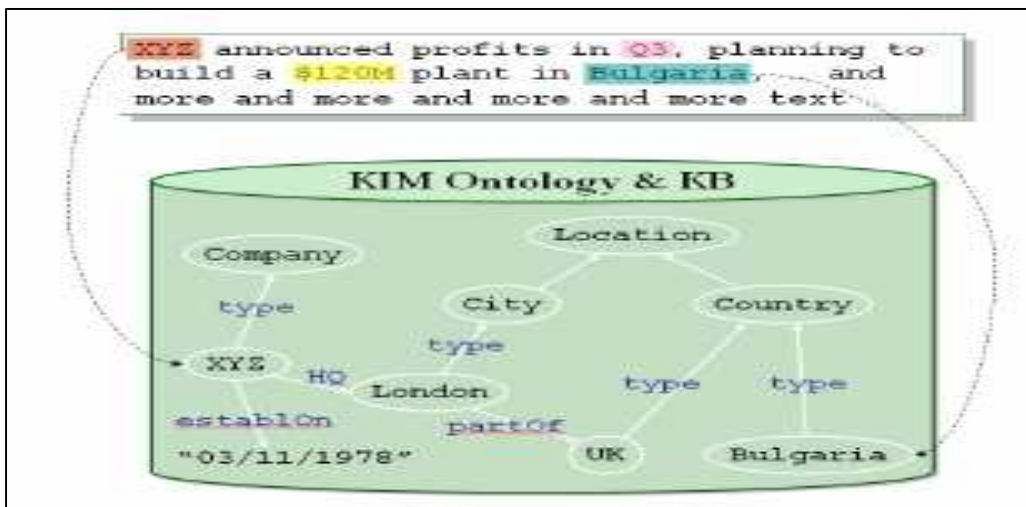


Figure 1.3 : L'annotation sémantique à base d'ontologie.

8.2.2 Exploitation des annotations sémantiques :

Les annotations sémantiques sont en effet exploitables pour améliorer la gestion des documents annotés. Elles peuvent être utilisées dans le cadre de la recherche et la classification de documents. L'annotation sémantique peut être applicable pour toute sorte de texte : pages

web, documents textuels non structurés, champs d'une base de données, documents audio ou vidéo, etc [KIRV05]. Les deux grandes tâches pour lesquelles les annotations sémantiques sont utilisées sont la recherche d'informations et la composition de services et de documents [SERG03]:

- *La recherche d'informations* : Puisque toute méta-donnée informatique, liée à une ressource, représente de fait un index pour cette ressource, et peut être utilisée comme telle, les termes annotés peuvent être représentatifs du document, à cela on peut ajouter l'exploitation du contenu des annotations dans l'indexation ou même au niveau de la recherche d'informations. L'analyse des passages annotés et des annotations permet de juger la pertinence des documents proposés et de construire d'autres requêtes plus adéquates.
- *La composition de documents, de fragments de documents*: cette composition est faite pour construire de nouveaux documents (cours à la carte, catalogues, réponses à une question, etc.) ou de nouveaux services. La constitution de résumés automatiques de documents est une autre application qui prend en considération les parties annotées considérées comme importantes. De l'autre côté, construire un texte à partir de ces morceaux s'avère une méthode assez performante pour résumer ce texte. Au-delà de l'indexation, dans le même ordre d'idée que le résumé automatique, Denoue [DENO02] a proposé une méthode de classification de documents basée sur les termes annotés.

8.2.3 Différents types d'activités annotation:

Nous pouvons citer plusieurs processus d'annotation des ressources web, selon le degré de leur automatisation. Les trois approches principales sont les suivantes : Manuelle, semi automatique et automatique [MESTI07].

➤ *Approche manuelle* : [KAHA01], [HAND01] l'annotation manuelle est entièrement effectuée par un annotateur humain qui place les annotations de son choix dans un document existant en phase de rédaction.

Alors l'annotation manuelle consiste simplement à mettre en place une interface utilisateur dans laquelle l'utilisateur humain peut sélectionner la ressource à annoter, choisir le modèle formel servant à la création des annotations sémantiques, tout en respectant les contraintes imposées par le modèle formel, créer les annotations voulues sur la ressource sélectionnée.

➤ *Approche semi automatique* : l'annotation semi-automatique s'appuie généralement sur un moteur d'extraction d'informations qui est intégré dans un outil d'annotation. Il suggère des annotations à l'utilisateur qui doit ensuite les valider manuellement.

➤ *Approche automatique* : l'annotation automatisée est entièrement réalisée par un outil d'extraction d'informations qui est intégré dans l'outil d'annotation. Le traitement automatique consiste à [TENI07] :

1. Identifier automatiquement, dans une page web, les éléments qui sont pertinents.
2. Déterminer quels sont les concepts de l'ontologie les plus spécifiques possibles, pour annoter chacun de ces éléments.

L'automatisation repose sur un apprentissage à partir d'un corpus constitué d'éléments marqués par un expert. Le marquage associe à chaque concept de l'ontologie des éléments du page en rapport avec ce concept. Des mécanismes de raisonnement exploitant l'ontologie sont utilisés pour déterminer le concept le plus spécifique avec lequel un élément doit être annoté. Dans ce travail, l'approche d'annotation adoptée est l'annotation manuelle vu l'outil utilisé pour l'annotation des documents CVs et offres d'emplois.

8.2.4 Les outils d'annotation sémantique :

Les outils d'annotation classique existants sont limités dans leurs capacités, car ils permettent à l'utilisateur d'annoter seulement avec du texte, selon un modèle (template) comme le Dublin core. D'autres outils plus prometteurs ont été développés, dans le cadre de l'annotation sémantique, pour soulever ce défi. L'architecture CREAM (Creating RELational, Annotation-based Metadata) [STAA02] qui constitue un environnement d'annotation permettant la construction de méta-données relationnelles, basées sur l'instanciation des classes et des relations d'une ontologie de domaine, est un exemple concret, qui a été implémenté par l'outil Ontomat [HAND02]. Nous présentons dans ce qui suit, le principe de fonctionnement de l'outil ONTOMAT en détail et un tableau récapitulatif qui résume les caractéristiques des autres outils d'annotation sémantique [SERG03].

8.2.4.1 Un exemple d'outil d'annotation sémantique (Ontomat)

Ontomat est un outil d'annotation à base d'ontologie, représentant l'implémentation de l'architecture CREAM par un programme java. Cette architecture cible à combiner les

mécanismes avancés d'inférence, de gestion de documents, de collecte des faits et d'extraction d'informations.

- ▶ **Objectif** : annoter n'importe quel document Web à base d'ontologie par des méta-données relationnelles (dénoter les annotations qui contiennent des instances de relations de classes).
- ▶ **Nom du logiciel** : Ontomat.
- ▶ **Information disponible sur le site** : <http://annotation.semanticweb.org/ontomat/>
- ▶ **Équipe de recherche** : S. Handschuh, S. Staab et A. Maedche (institut AIFB).
- ▶ **Statut** : prototype de recherche gratuit.
- ▶ **Serveur d'annotations** : serveur d'inférence d'annotation
- ▶ **Navigateur** : navigateur spécialisé.
- ▶ **Présentation des annotations** : des instances dans la fenêtre de visualisation de l'ontologie
- ▶ **Composants du système** : le système est constitué de plusieurs composants :
 - Une interface utilisateur : elle est constituée d'un afficheur de documents HTML/XML (navigateur) et un guide ontologique. L'afficheur permet de visualiser le contenu des pages à annoter et l'annotateur peut facilement sélectionner du texte, qui peut servir comme entrée aux instances d'attributs ou à la définition des URI(s). Le guide ontologique permet le partage des connaissances (l'ontologie) ; L'ontologie est importante pour guider les annotateurs dans la création des Méta données relationnelles (sans elle impossible d'assigner des relations entre instances). L'interface utilisateur permet donc d'automatiser l'annotation et d'éviter les erreurs syntaxiques.
 - Le serveur de document XML/HTML : un composant pour la gestion de documents. Il permet de stocker les pages annotées avec leurs méta-données, pour pouvoir les chercher et les visualiser ultérieurement.
 - Un robot collecteur (crawler) de méta-données : durant l'annotation, les annotateurs doivent être au courant des entités qui existent dans la partie du WS qu'il annotent, c'est possible seulement si un collecteur rend ces entités disponibles immédiatement, alors les annotateurs doivent chercher une référence convenables (décider si une entité a déjà une URL) ou que ses propriétés ont été instanciées.

- Un serveur d'inférence d'annotation : basé sur les instances annotées récemment et l'ontologie qui permet des requêtes sur les classes et les propriétés afin d'éviter la redondance des annotations et le contrôler la consistance. Les annotations seront stockées à l'intérieur du document qui est dans le composant " serveur de documents " et dans le serveur d'inférence d'annotation.
- **Exemple d'utilisation de Ontomat** : cet exemple est basé sur l'utilisation de l'ontologie SWRC (Semantic Web Community Ontology) disponible sous RDFS et DAML+OIL. Cette ontologie permet aux chercheurs, l'accès sémantique à leurs pages web. Dans l'interface du système, la partie droite affiche le document à annoter par l'annotateur et la partie gauche les structures ontologiques (classes, attributs et relations) à utiliser. L'annotation consiste à choisir un segment du document (le sélectionner) puis voir ce qu'il lui correspond dans l'ontologie (instance/propriété). A chaque instance créée, les attributs littéraux ainsi que les relations (rôles) peuvent être renseignés. La figure (figure 1.4) illustre cet exemple d'annotation sémantique extrait de [STAA06].

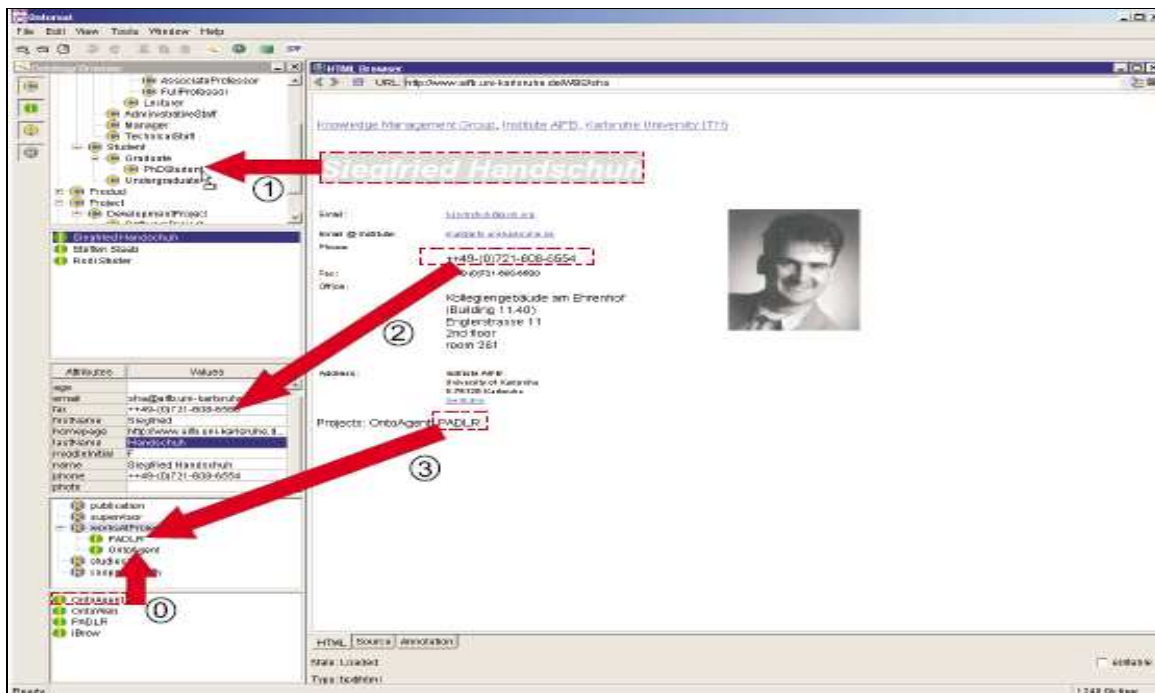


Figure 1.4 : Un exemple d'annotation sémantique par l'outil Ontomat.

8.2.4.2 Synthèse des outils d'annotation sémantique

Le tableau (Tableau 1.2) présente une synthèse des outils d'annotation sémantique les plus connus. Ces outils sont étudiés suivant les critères suivants [SERG03] :

- ▶ Type des ressources annotées : une page Web, un fragment de document, etc.
- ▶ Langage pour les annotations / localisation : dans quel langage sont représentées les annotations (texte simple, un langage structuré comme XML, un langage de description de triplets comme RDF) et comment désigner les fragments.
- ▶ Schémas de méta-données : dans quel langage sont exprimées les contraintes sur les annotations que l'on peut créer (utiliser un ensemble d'attributs et de types de valeurs comme le Dublin core ou un langage d'ontologies tel que DAML+OIL)
- ▶ Architectures des systèmes : quelques considérations techniques sur le stockage, la recherche et la diffusion de Meta données.
- ▶ L'utilisation actuelle possible des systèmes et des méta-données présentées.

Système / application	Types de ressources annotées	Langage pour annotations/ localisation	Schéma de méta-données	Architecture	Utilisation des méta-données	Remarques
Annotea http://www.w3.org/2001/Annotea/	Fragments de pages Web HTML et XML (SVG, XHTML,...)	RDF /XPointer	Schéma RDF simple : une classe annotation, des propriétés titre, corps, auteur, date, etc.	Serveurs HTTP dédiés. Interface d'annotation. Navigateur instrumentés pour présenter les documents	Affichage Des annotations associées lors de la lecture suivante de cette page	Possibilité de répondre à une annotation par une autre. Implantation Mozilla.
RDF Pic http://jigsaw.w3.org/rdfpic/	Images	RDF	Dublin Core étendu schéma subject : portrait, architecture, etc. + schéma technique (appareil, film...)	Serveurs dédiés, Stockage images + MD (jigsaw)	Recherche d'images.	Peu d'actualisation depuis 2000.
SHOE Knowledge Annotator http://www.cs.umd.edu/projects/plus/SHOE/KnowledgeAnnotator.html	Page Web HTML	Extension de HTML (Simple HTML Ontology Extension) pour décrire des ontologie	Ontologie SHOE : classification, relation, inférences.	Interface graphique d'annotation. Robot pour récupérer les assertions, et les stocker	Recherche d'information.	Interface graphique. Construction de requêtes. Export des ontologies SHOE vers DAML.
COHSE Annotator http://www.ecs.soton.ac.uk/~tmb/cohse/annotator/	Fragments de pages Web HTML	RDF	Ontologie DAML	Serveurs d'annotations dédiés.	Génération d'«hypermédias ontologiques» (pages Web enrichie par des Annotations) .	Lié au projet COHSE (Conceptual Open Hypermedia Project)
WEBKB http://www.webkb.org/	Toute ressource Web	RDF	Ontologie – graphes conceptuels. Ontologie générale construite à partir de Wordnet.	Serveur partagé	Recherche d'information	Interface très complexe

Système / application	Types de ressources annotées	Langage pour annotations/localisation	Schéma de méta-données	Architecture	Utilisation des méta-données	Remarques
Ontomat Annotizer http://annotation.semanticweb.org/tools/ontomat	Fragment de page Web	RDF / DAML + OIL	Ontologie DAML + OIL	Outil de création de pages Web et d'annotation. MD dans les docs, robot + serveur inférentiel.	Toute utilisation : visualisation, recherche inférentielle.	Voir aussi L'outil OntoAnnotat (de Ontoprise)
SMORE: Semantic Markup, Ontology and RDF Editor http://www.mindswap.org/~aditkal/editor2.shtml	Fragments de pages Web HTML, Images SVG	RDF	Schéma RDF Fondé sur des ontologies extérieures a priori ou construction du schéma après annotation.	Serveur dédié	Création / annotation de pages Web. Portails lié Aux annotations pour RI, gestion.	Version pour Annotation d'image et de courrier électroniques
Résumés annotés http://annotation.semanticweb.org/iswc/documents.html	Page Web HTML	Triplets RDF dans les abstracts	Schéma RDF /DAML simple : auteur, page Web, email, adresse, institution, date de création.	Utilisation de Webscripeter pour parser Les descriptions.	Génération de site Web de résumés.	
GDA Global Document Annotation http://www.i-content.org/GDA/	Fragments de pages Web HTML	XML	Schéma XML général : propriétés linguistiques, conversationnelles, etc.	???	Toutes applications utilisant des connaissances	Pas vraiment d'exemples
RDF Web http://rdfweb.org/	Photographies de personnes	RDF	Schéma RDF + propriétés DAML décrivant une personne sur le Web	Serveur unique dédié.	Recherche de personnes, de liens entre personnes, etc.	Possibilité d'annotation de fragments d'images SVG
MnM http://kmi.open.ac.uk/projects/akt/MnM/	Fragments de Pages Web HTML	RDF / DAML+OIL, OCML	Ontologies DAML+OIL ou Schéma RDF	Browser Web, outil de Navigation d'ontologie et de création d'instance dans une BC	Toute utilisation : visualisation, recherche inférentielle	Annotation automatique des pages grâce au plugin Amilcare (analyse de langue)

Tableau 1.2 : *Synthèse* des outils d'annotation sémantique

Beaucoup d'outils d'annotation sémantique ont été conçus ces dernières années. Mais malheureusement certains sont payants et le reste sont des outils de laboratoire pleins de bug et sont généralement dans la phase de test. Leur problème major est la non génération du fichier résultat de l'annotation après le processus d'annotation, vu un bug dans la fonctionnalité qui génère ce dernier.

Vu ces problèmes, un outil d'annotation « FETCH » est développé dans notre équipe par Allioua soufiane dans [ALLI08], mais ce dernier est dédié aux images. Nous l'avons adapté pour l'annotation des fichiers HTML.

8.2.4.3 Exemple d'utilisation de l'outil « FETCH »: cet exemple est basé sur l'utilisation de l'ontologie-ER sous OWL et un CV. Cette ontologie permet aux chercheurs d'emplois et aux recruteurs, l'accès sémantique à leurs CVs ou offres d'emploi respectivement. Dans l'interface du système, la partie gauche s'affiche le document à annoter par l'annotateur et dans la partie droite les structures ontologiques (classes, attributs et relations) à utiliser. L'annotation consiste à choisir un segment du document (le sélectionner) puis voir ce qui lui correspond dans l'ontologie (instance/propriété/classe). A chaque instance créée les attributs littéraux ainsi que les relations (rôles) peuvent être renseignés. Comme on peut utiliser les instances de l'ontologie (instance de classe ou de relation) pour enrichir un CV ou offre d'emploi avec des annotations. La figure (fig 1.5) illustre cet exemple d'annotation sémantique. Pour la sauvegarde des annotations l'outil d'annotation génère un document OWL qui renferme les annotations effectuées par l'utilisateur. Ce document est conservé dans l'entrepôt des annotations.

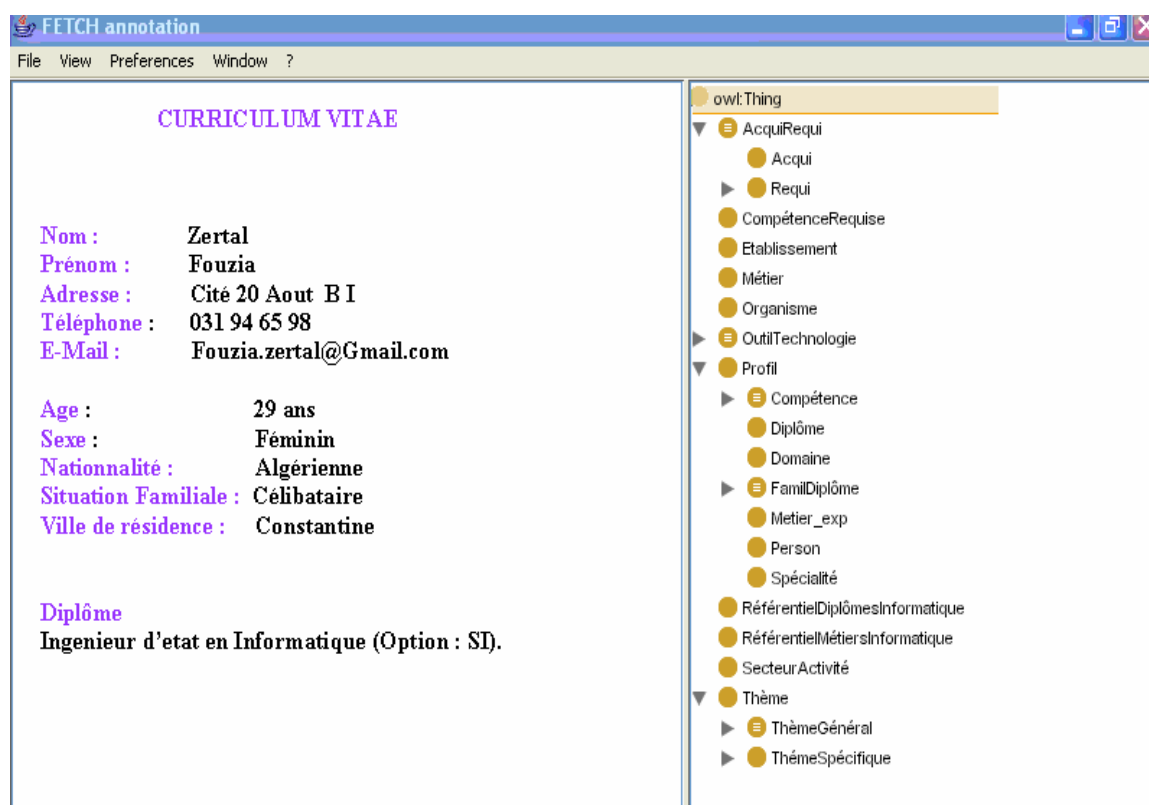


Figure.1.5 Un exemple d'annotation sémantique par avec l'outil FETCH.

9. Conclusion

Nous avons détaillé dans ce chapitre la notion d'ontologie, en essayant d'éclaircir la notion en présentant certaines définitions. Nous avons montré aussi les principaux formalismes de représentation de connaissances ainsi que les méthodologies les plus représentatives de leur construction et quelques domaines de leur utilisation. Et finalement, nous avons présenté les outils nécessaires de leur développement à savoir les langages de représentation.

Nous nous sommes intéressées par la suite à l'annotation sémantique et nous avons vu que dans le cadre du Web Sémantique, elle est fondamentalement liée à la modélisation d'une ontologie. En effet, cette ontologie va représenter les concepts, attributs et relations d'un domaine à l'aide d'un langage de représentation des connaissances orientées Web comme OWL. Les annotations sémantiques sont structurées à l'aide de cette ontologie et leurs valeurs pointent vers les instances de concepts ou de relations de l'ontologie de référence. Les annotations sémantiques sont éditées dans un langage formel de représentation de connaissance, pouvant être stockées dans la ressource annotée ou/et dans un serveur des annotations selon l'outil d'annotation utilisé.

Nous avons vu qu'il existe une gamme assez importante d'outils d'annotations sémantiques ayant chacun des caractéristiques propres mais dont le but est de plus en plus orienté vers l'assistance des annotateurs humains à la création des annotations, en marquant que l'avantage majeur de l'annotation sémantique est qu'elle permet un traitement automatique du contenu des ressources web par des agents logiciels, ce qui permet de fournir à l'utilisateur des résultats pertinents et intelligents.

L'application de l'annotation sémantique de documents, dans le cadre du recrutement électronique sur le Web, a fait l'objet de certains travaux. La simplicité de cette approche, ainsi que son opportunité exprimée par la possibilité de modéliser formellement le contenu sémantique des CVs et des offres d'emploi, justifie les tendances actuelles vers son utilisation.

CHAPITRE II

CONSTRUCTION D'UNE ONTOLOGIE POUR L'ANNOTATION DES CVS/OFFRES D'EMPLOI

GESTION DES CVS ET OFFRES D'EMPLOI SUR LE WEB



« *Le travail est une chose digne, excellente et morale. Le talent se dénonce par cela même qu'il dissimule ses perfections* »

William Shakespeare

1. Introduction

Les technologies de l'Internet ont introduit de nouvelles pratiques dans la gestion des ressources humaines. Les personnes en recherche d'emploi peuvent déposer leur Curriculum Vitae (CV) sur des serveurs dédiés de Web ou l'envoyer directement aux sociétés par le biais du courrier électronique, de la même manière, une société peut diffuser ses offres d'emploi via le Web. Ces dernières années, le Web est devenu dans ce domaine, un vecteur de diffusion de l'information très utilisé. 53% des recrutements en Allemagne sont le résultat d'une postulation en ligne [BIZE05].

Dans ce qui suit, nous allons décrire les caractéristiques des CVs et des offres d'emplois, leurs outils de génération, puis nous allons discuter des avantages du e-recrutement et des problèmes qu'il a affronté. La solution, pour la majorité de ces problèmes, réside dans la prise en compte du contenu sémantique de ces documents afin d'automatiser leur rapprochement. Pour, cela l'approche annotation du Web sémantique est utilisée par des travaux qui visent l'automatisation du e-recrutement, seront détaillés dans la section 5.

2. CVs /offres d'emploi et outils de génération

Les CVs et les offres d'emploi ont des spécificités propres, il s'agit de traiter des documents très courts et syntaxiquement pauvres, mais bien structurés.

2.1 Rubrique d'un CV :

Le CV est un document structuré. Les informations qu'il comporte sont groupées de façon thématique au sein de rubriques. Selon Europass [EURO03] les rubriques les plus importantes sont :

- ◀ *Informations personnelles* : il s'agit de la première rubrique et de la seule dont la présentation différera de celle des autres. En effet, cette partie, qui prend en général place en haut à gauche, ne comporte pas de titre. Le recruteur comprend sans peine qu'il s'agit de l'état civil d'un demandeur d'emploi. Elle comprend les informations suivantes : prénom et nom, adresse postale, numéros de téléphone (fixe et/ou mobile),

télécopie, situation familiale (marié, célibataire, enfants ...), date de naissance, nationalité, le sexe.

- ◀ **Emploi recherché /Domaine de compétence** : cette rubrique donne un aperçu immédiat du profil du chercheur d'emploi et elle doit être remplie avec la plus grande attention.
- ◀ **Education et formation** : il s'agit de détailler et de préciser toutes les études menées, les diplômes préparés et/ou obtenus, les formations suivies, allant généralement de la formation la plus récente à la plus ancienne. Chaque formation est décrite séparément par les informations : l'année de la formation, l'intitulé de la formation, le nom et le type de l'établissement fréquenté, le diplôme obtenu, niveau dans la classification nationale ou internationale.
- ◀ **Expérience professionnelle** : cette rubrique est celle à laquelle un recruteur attache le plus d'importance, car elle met en avant tous les points forts d'un demandeur d'emploi. Organisée généralement sous la forme d'une énumération chronologique, chaque expérience professionnelle est décrite séparément, avec les informations suivantes : l'intitulé du stage ou la fonction occupée, la date d'exercice du stage ou de la fonction, un résumé des tâches effectuées et des responsabilités assumées, le nom de l'entreprise, sa localisation et son secteur d'activité.
- ◀ **Aptitudes et compétences personnelles** : sous cette rubrique un chercheur d'emploi fait un inventaire de toutes ses aptitudes et ses compétences organisationnelles, techniques, informatiques, langue et autres acquis au cours de son parcours professionnel, éducatif, formateur.
- ◀ **Information complémentaire** : un chercheur d'emploi indique ici toute autre information qu'il juge utile, par exemple: publications ou travaux de recherche.
- ◀ **Annexes** : dans cette rubrique un postulant énumère ses pièces jointes.

2.2 Types de CVs :

Puisque la rubrique « Expérience professionnelle » peut être présentée de plusieurs façons, cinq représentations simplifiées ont été offertes :

- ◀ **Le CV anti-chronologie** : c'est le CV à la "mode". Il consiste à présenter de manière systématique votre dernière expérience professionnelle ou votre dernière formation.

Ce type de CV permet de mettre en avant les compétences acquises le plus récemment qui sont la plupart du temps vos expériences les plus significatives. Il est particulièrement conseillé si vous avez connu une progression de carrière régulière et cohérente.

- ◀ **Le CV thématique** : ce type de CV est peu répandu, car difficile à faire, mais il présente, dans certains cas, de nombreux avantages. Il est particulièrement indiqué pour les personnes ayant exercé plusieurs métiers différents sans continuité ou cohérence. Mais il est aussi indiqué si on souhaite minimiser une erreur de parcours ou un trou dans notre expérience car il permet de mettre l'accent sur telle ou telle de nos compétences.
- ◀ **Le CV chronologique** : ce type de CV se fait rare et clairement dépassé de la mode. En revanche il peut être utilisé en annexe dans certains cas. Par exemple, pour les prestataires et les consultants qui verront dans ce type de présentation un bon moyen de mettre en avant l'ensemble des missions qu'ils ont effectués au cours de leur carrière ou dans le cadre de leur dernier contrat de travail qui comptera le plus souvent plus d'une mission.
- ◀ **Le CV mixte** : ce modèle ressemble au CV fonctionnel, dans la description des domaines de compétences, en détaillant les activités. Les entreprises et les dates d'emplois sont indiquées brièvement, ce qui mettra en lumière une certaine polyvalence. Comme dans le CV chronologique ou anti-chronologique, on peut montrer un parcours professionnel. En revanche, le CV est plus long.

2.3 Caractéristiques d'une offre d'emploi :

Une offre d'emploi est un document moins structuré que le CV, les informations de l'offre d'après les différents sites d'emplois, peuvent être regroupées dans les catégories suivantes :

- ◀ **La description générale du poste** : cette description peut inclure la fonction à exercer, le type de contrat, le secteur d'activité, le lieu de travail, les missions, les avantages, etc.
- ◀ **Les requis personnels du poste** : cela peut inclure l'âge maximum exigé, le sexe, la situation familiale souhaitée, la résidence, le service militaire ainsi que d'autres conditions personnelles.

- ◀ **La formation exigée** : elle décrit le niveau d'étude et les diplômes (intitulé ou type) que le candidat du poste doit avoir. Des connaissances ou des compétences particulières peuvent aussi être exigées explicitement.
- ◀ **L'expérience professionnelle exigée** : elle décrit l'expérience que le candidat du poste est sensé avoir. Elle s'exprime généralement sous forme de postes occupés avec les nombres minimaux d'années d'expertise. Cette description peut aussi contenir des compétences particulières exigées explicitement.
- ◀ **D'autres requis** : cela peut inclure les langues maîtrisées, des compétences générales, des qualités souhaitées, etc.

2.4 Outils de génération des CVs /offres d'emploi :

Il existe plusieurs outils pour la génération des CVs ou des offres d'emploi sous format électronique, à partir d'un ensemble de formulaires à remplir, avec la disponibilité de listes de choix pour certaines rubriques. Parmi les outils qui nous semblent les plus importants, nous citons :

- ◀ **Le site Monster** (www.Monster.fr) : il permet de générer et de stocker des CVs selon un format de choix (Word, copié-collé ou formulaire Monster), postuler facilement en ligne, créer des agents de recherche et communiquer avec d'autres candidats ou rencontrer des professionnels du recrutement. Les formulaires offerts par ce site, et qui supportent différentes langues pour le CV, permettent de décrire : des informations sur le poste et l'entreprise recherchés, l'expérience professionnelle en détail, la formation, les langues maîtrisées et les compétences acquises. La description d'une offre d'emploi contient, la date de parution et celle limite, le lieu de travail, le statut du poste, le secteur, une description du recruteur et du poste offert avec les pièces à joindre et les contacts. Les offres d'emploi peuvent être cherchées selon différents critères (domaine d'activité, salaire mensuel, type de contact ou zone géographique).
- ◀ **Le site CVGen** (<http://cvgen.free.fr>) : il offre un générateur en ligne de Curriculum Vitae. La génération du CV n'est qu'une étape finale du processus de rédaction. CVGen s'inscrit dans la continuité du programme européen TIME (Projet Transnational d'Innovation Multimédia pour l'Emploi) dédié à la formation aux Techniques de Recherche d'Emploi. Il faut tout d'abord préciser les objectifs professionnels (type de travail souhaité et centres d'intérêt) afin de connaître le candidat et de mieux cibler sa recherche. La création automatique de CV se déroule en

plusieurs étapes : l'inscription du candidat, l'introduction des informations personnelles, la description des formations avec des listes de choix disponibles, la description des expériences professionnelles et une rubrique personnalisée pour des informations spéciales. La mise en page du CV peut être classique ou sous forme d'un arbre XML. La recherche des candidats peut se faire selon différents critères (secteurs d'activité souhaité, niveaux d'études et profils, par mots clés ou par compétences techniques/comportementales).

- ◀ **Le site de l'ANPE** (Agence Nationale Pour l'Emploi <http://www.anpe.fr/>) : il donne des exemples concrets de CVs ainsi que des études de cas et des conseils de construction de ceux-ci. Il offre le logiciel « REDAC CV » qui permet de réaliser et d'imprimer gratuitement un CV. Le logiciel offre la possibilité de choisir entre deux modèles : le CV classique ou le CV mixte (qui met en valeur les savoir-faire).
- ◀ **D'autres sites** : le site l'Etudiant (<http://www.letudiant-emploi.fr/>), le site Etnoka (<http://www.etnoka.fr/>) et le site CV Conseils (<http://www.cvconseils.com/>), pour la génération de CVs.
- ◀ **Le site Europass pour la rédaction d'un CV** (<http://europass.cedefop.europa.eu/>), le CV Europass est devenu pratiquement la plate-forme d'écriture des CVs dans toute l'Europe pour les demandeurs d'emploi qui veulent se présenter d'une manière claire et concise. Le Curriculum Vitae Europass, est disponible en 26 langues. Europass conseille fortement d'insérer le contenu dans l'ordre suivant : informations personnelles, expérience professionnelle, éducation et formation, aptitudes et compétences personnelles. Le site Europass de rédaction des CVs a rencontré un vif succès: actuellement près de quinze milles visites sont comptabilisées chaque jour; plus d'un million et demi de CVs ont été créés en ligne, et plus de 8 millions de documents ont été téléchargés (modèles, exemples, instructions...). Par ailleurs, le CV Europass peut être sauvegardé sous différents formats électroniques (Word, OpenOffice, PDF, XML, HTML), ce qui permet sa diffusion par [voie électronique](#), le format [PDF](#) a l'avantage de bloquer le contenu et la forme du CV telle que définie par le titulaire, sans possibilité de vandalisme. La [mise à jour](#) des données du CV peut se faire également par le biais du site Europass (pour les documents sauvegardés au format PDF ou XML), ce qui évite évidemment de tout retaper à chaque modification.

3. Le recrutement électronique sur le Web

L'utilisation des documents électroniques, dans le cadre du Web, a facilité le stockage, la recherche, la modification et l'échange de ces derniers. Cela a servi leur gestion, surtout avec leur nombre croissant. La figure (figure 2.1) illustre l'évolution du nombre de CVs en ligne en Europe (Computer Economics – 2001). Du côté chercheur d'emploi, cette approche lui offre une réactivité pour la mise à jour de ses informations personnelles. Tandis que du côté recruteur, en plus d'avoir un nombre important de candidats, il peut bénéficier d'une masse de diffusion importante de ses offres d'emploi, d'une rapidité pour contacter les candidats, d'une réactivité pour la mise à jour de ses offres, etc. Plus loin même, pour certaines sociétés, la publication en ligne de leurs offres d'emploi, est un signe d'une bonne économie [BOUR02].

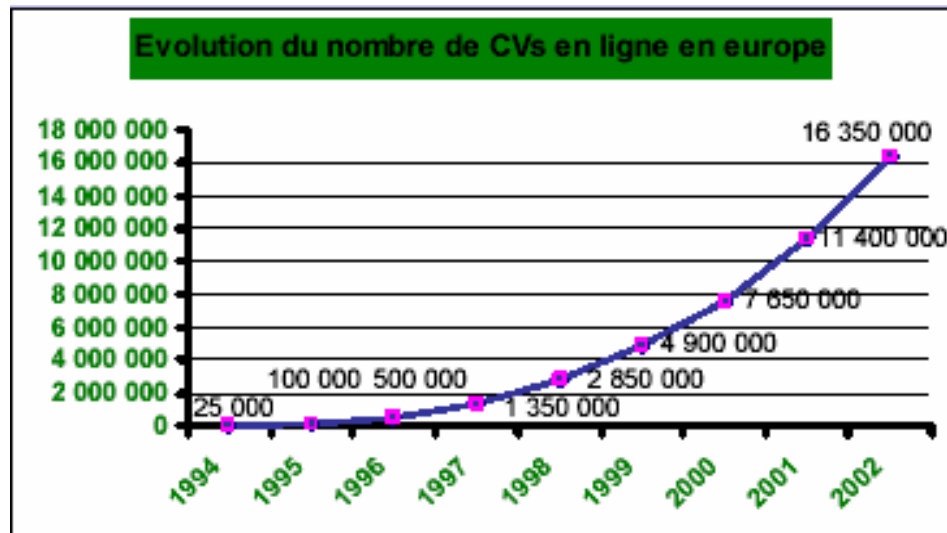


Figure 2.1: Evolution du nombre de CVs en ligne en Europe.

3.1 Le processus de recrutement électronique:

D'un point de vue organisationnel, un processus de recrutement typique peut être divisé en quatre phases importantes [MOCH04] :

3.1.1 Analyse et spécification des requis du poste de travail offert :

Les requis exigés pour un poste de travail ouvert sont souvent spécifiés par le département des opérations en collaboration avec celui des ressources humaines du recruteur. La description de ces requis est formalisée en texte libre; Ceci va certainement limiter le traitement automatique des offres et des demandes d'emploi.

3.1.2 Publication de l'offre d'emploi :

Il existe un nombre important de portails de travail commerciaux, tel que Monster¹, JobPilot² et StepStone³, qui se concurrencent afin de publier les offres d'emploi des recruteurs pour des frais de publication. Ces portails sont différents dans leurs stratégies et généralement spécialisés pour certaines régions géographiques. Les recruteurs peuvent aussi publier leurs offres sur leurs propres sites, afin de réduire les frais de publication. Dans le but d'améliorer la transparence du marché de travail, différents corps publiques [BIZE05], tel que le bureau fédéral d'emploi allemand (BA)⁴ et l'administration du marché de travail national suédois (AMS)⁵ ont commencé des projets pour intégrer les offres d'emploi dans une base de données centrale. Dans ces projets, les recruteurs participants utilisent des termes d'un vocabulaire contrôlé pour catégoriser leurs offres et les envoyer à la base de données centrale, en utilisant des variations du format de données XML; Puis les offres sont publiées à travers un portail central et envoyées aux portails de travail commerciaux.

3.1.3 Réception et présélection des demandes des candidats :

Une fois que les demandes d'emploi, pour le poste de travail offert, sont reçues, le recruteur doit analyser manuellement, toutes ces demandes et les classer selon un ordre de pertinence, dans un temps raisonnable. Dans le but de réduire les coûts supportés, les recruteurs ont commencé à préférer la candidature en ligne, mieux que celle traditionnelle (papiers). D'autres sociétés telles que IBM⁶ ou Volkswagen⁷ ont imposé des formulaires Web prédéfinis, à remplir par les candidats. Ces données sont utilisées pour la présélection automatique des candidats répondants aux requis basiques de l'offre d'emploi; Ceci va réduire le coût, habituellement élevé, de la présélection.

3.1.4 Interviews et décision de recrutement finale :

Le contact face à face avec les candidats est indispensable pour la décision finale de recrutement. Dans cette phase, les candidats sont rencontrés dans le but d'évaluer directement leurs compétences, dans un centre d'évaluation par exemple. Elle restera toujours manuelle.

3.2 Problèmes affrontés par le e-recrutement

L'automatisation de la présélection des CVs (cas d'un recruteur) ou offre d'emploi (cas d'un chercheur d'emploi) est l'objectif visé par le e-recrutement. Malheureusement, il est confronté à plusieurs problèmes :

1 : www.monster.com, 2 : www.jobpilot.com, 3 : www.stepstone.com

4 : www.arbeitsagentur.de ' 5 : www.ams.se

6 : <https://forms.bpfj.intronet.com/ibm/Forms/emea/expro/GeneralApp.jsp>

7 : <https://www.vw-personal.de/content/www/de/bewerbung/onlinebewerbung.html>

- < ***L'hétérogénéité et la distribution des sources de données*** : les documents (CVs et offres d'emploi) à gérer, sont souvent hétérogènes dans leurs formats (format Word, HTML, XML, etc); Cela peut nécessiter un traitement particulier pour chaque type. Aussi la distribution exige la disposition de techniques puissantes pour la recherche et la combinaison des résultats.
- < ***La formalisation des acquis et des requis*** : la formalisation et l'expression des compétences et des connaissances du candidat, ainsi que celles des besoins sous-jacents à une offre d'emploi est difficile. Les recruteurs et les chercheurs d'emploi veulent aussi assurer une certaine flexibilité de données, afin de rendre facile l'introduire des modifications à leurs documents (évolution des besoins).
- < ***L'inefficacité des moteurs de recherche*** : la recherche du poste de travail le plus convenable, ou le candidat le plus qualifié, via des moteurs de recherche spécifiques (propre à un site), ou universels tel que Google¹ ou altavista² n'est pas pertinente. Avec de tels systèmes, la précision est faible, car la recherche est purement syntaxique [DESM03].
- < ***Le coût de publication et les problèmes des portails de travail*** : les portails de travail disponibles sont nombreux mais indépendants. Ils ont divisé le marché du travail en ligne en îles d'informations isolées [BIZE05], ce qui a rendu impossible, pour un chercheur d'emploi, d'avoir une idée globale de tous les postes de travail offerts. Aussi, les frais de publication élevés sur ces portails ont conduit les recruteurs à publier leurs offres seulement sur un nombre limité de portails. Son problème majeur est que le marché du travail global va dépendre d'une seule base, l'idée que plusieurs participants refusent car elle peut être une source d'erreurs.
- < ***L'échec des formulaires prédéfinis*** : les formulaires Web à remplir, imposés par certains sites de recrutement, afin de préciser les informations à saisir par les recruteurs et les chercheurs d'emploi, dans le but d'unifier le format et la structure de leurs documents pour un traitement ultérieur, semblent être difficiles pour les utilisateurs, de plus l'originalité d'un CV est difficile à mettre en évidence dans un tel formulaire.

L'évolution du marché du travail, basée sur l'utilisation des technologies d'information, n'est donc pas accompagnée d'une évolution des outils, dédiés à l'extraction et la gestion des

CVs et des offres d'emploi. Les techniques disponibles sont purement syntaxiques et limitées face à l'afflux des informations à traiter [MORI02]; Ce qui a rendu ces grandes masses de données, souvent mal exploitées. La gestion des compétences et des connaissances sous-jacentes aux documents, qui est primordiale dans le cadre du recrutement [BOUR02], doit être supportée par les nouvelles techniques de gestion, afin d'assurer la pertinence de l'analyse et des choix à appliquer.

4. La gestion des connaissances et des compétences

Dans un environnement complexe, instable, caractérisé par une ambiguïté des orientations à suivre de profondes mutations, les organisations (entreprise, établissement, etc) éprouvent de plus en plus des difficultés à réagir. Pour faire face à ces défis, il est impératif pour ces organisations de développer leur capacité d'action et de réaction en repensant les modes d'organisation et de gestion afin de concevoir des structures flexibles, propices à la coopération et à l'innovation et qui placent les compétences au coeur de leur stratégie de développement comme un facteur clé de succès. Dans ce cadre, le thème de la compétence préoccupe, plus que jamais aussi bien le monde académique que le monde industriel [6].

4.1 Le besoin de gérer les connaissances

On peut résumer les besoins de la gestion des connaissances dans les éléments suivants [RIEU05]:

- ◀ *Les pertes de connaissances subies* : suite à des départs d'employés en retraite, à des plans de licenciement, à une restructuration, etc.
- ◀ *Le besoin de conserver des connaissances* : pour des raisons de pérennité, de traçabilité, de qualité ou de devoir contractuel.
- ◀ *Le besoin d'acquérir de nouvelles connaissances* : pour les nouveaux besoins du client, l'innovation, la veille technologique, un nouveau produit ou procédé, etc.
- ◀ *Le besoin de perdre des connaissances* : en cas de connaissances obsolètes, d'innovation ou de changement de technologie.

4.2 La gestion des connaissances

La gestion de connaissances est le processus qui consiste à gérer les connaissances de l'entreprise, pour créer une valeur commerciale et à maintenir son avantage concurrentiel par la création, la communication et l'application de la connaissance acquise, à partir des

interactions client, afin de maximiser la croissance et la valeur de l'entreprise [BEIR04]. Les connaissances peuvent être de différentes formes. Elles peuvent être explicites, et dans ce cas se présentent généralement sous la forme de documents, ce qui explique que de nombreuses solutions actuelles sont en fait des systèmes de gestion documentaire, mais il reste à trouver des méthodes qui puissent reposer sur les concepts du métier. Les connaissances peuvent être également implicites, c'est-à-dire détenues par des experts et non transcrites sur un support. Le problème est alors celui de leur extraction et de leur représentation sous une forme exploitable. Les méthodes d'acquisition, en particulier celles basées sur l'ingénierie linguistique, font partie intégrante de la gestion des connaissances [ROUS04].

Gérer des connaissances, ne se résume pas uniquement à les collecter pour les classer et les rechercher, mais consiste à les exploiter de telle façon qu'elles apportent une valeur ajoutée à l'entreprise [ROUS04]. Cette gestion n'est pas seulement une affaire de codification et de nouvelle technologie; Un bon système de gestion de connaissances doit 20% de son succès aux moyens informatiques et 80% à la culture de l'entreprise. On constate qu'il existe souvent un conflit entre l'approche « ressources humaines » qui met l'accent sur la personnalisation des connaissances et sur les compétences et l'approche « technique ou informatique » qui s'intéresse davantage à la codification des connaissances [RIEU05].

4.3 De la connaissance à la compétence

La connaissance ne contribue à des finalités concrètes de développement de produits ou d'amélioration de fonctionnement, que dans sa mobilisation dans l'action, au moment où elle est effectivement mise en pratique. Son acquisition implique le recours à l'expérience et à l'observation, Ce qui nécessite la présence d'une motivation à apprendre. Quant à la compétence, elle peut être identifiée comme un ensemble de connaissances mises en action dans la réalisation des tâches quotidiennes de l'entreprise, dans un contexte d'utilisation. Elle caractérise une capacité à faire au sens large (y compris juger et évaluer) et peut être attribuée à une personne, comme reconnaissance de ses aptitudes, ou à un collectif. Elle peut également être utilisée pour caractériser les besoins d'un poste de travail ou d'une mission [ROCH05].

Parmi les définitions intéressantes de cette notion, on peut citer celle de l'Association pour la Certification des Compétences Professionnelles : « Les compétences sont caractérisées comme l'ensemble des capacités démontrées par les preuves de vie professionnelle et sociale courante ». Selon l'accord A. CAP 2000 de la sidérurgie, la compétence est un « Savoir-faire opérationnel validé ». Une définition plutôt simple, donnée par (C. Lenesley 2004, Consultant RH de Performance– ITC) est la suivante : « la compétence rassemble les trois axes : savoir,

savoir-être et savoir-faire. Elle est surtout observable, reconnue et mesurable en situation de travail et en regard d'un référentiel » [BEIR04].

4.4 La gestion des compétences

La gestion des ressources humaines repose, d'une part, sur la connaissance des individus et de leurs compétences, et d'autre part, sur la connaissance de l'organisation et de ses métiers. C'est par la mise en correspondance de ces connaissances qu'il est possible d'améliorer l'emploi, de valoriser les connaissances et les compétences individuelles et de mieux gérer l'organisation [ROUS04]. Cette mise en correspondance nécessite une représentation explicite de ces connaissances, ce qui permet de répondre à de nouveaux besoins (capitalisation et valorisation des connaissances, constitution dynamique d'équipes de projets, etc).

La gestion des compétences est la façon avec laquelle les organisations gèrent les compétences de l'entreprise, des groupes et des individus. Son objectif consiste à définir et à maintenir les compétences, considérées comme la façon de mettre en pratique des connaissances, des savoir-faire et des aptitudes comportementales, dans un contexte spécifique, d'une façon continue, selon les objectifs de l'entreprise. Cette gestion est devenue de plus en plus importante et peut être organisée selon quatre étapes [BERI05] :

- ◀ **Identification de la compétence** : cela consiste à répondre aux questions : quand et comment identifier et définir les compétences requises pour réaliser les différentes tâches? et comment cette compétence est elle représentée?
- ◀ **Evaluation de la compétence** : cela consiste à répondre aux questions : quand et comment identifier et définir les compétences acquises par les individus? quand et comment l'entreprise peut décider qu'un employé a acquis des compétences spécifiques? et comment les relations entre les individus et les compétences requises sont représentées?
- ◀ **Acquisition de la compétence** : cela consiste à répondre aux questions : quand ? et comment une entreprise peut décider a propos d'acquérir des compétences de façon planifiée?
- ◀ **Usage de la compétence** : cela consiste à répondre aux questions : comment utiliser les informations ou les connaissances concernant les compétences produites et transformées par les processus d'identification, d'évaluation et d'acquisition.

La gestion du capital humain nécessite aujourd'hui une nouvelle approche de la Gestion Prévisionnelle des Emplois et des Compétences, tant au niveau des méthodes que des outils, centrée sur le « sens métier » de l'organisation .

5. Gestion des CVs/offres d'emploi dans le cadre du Web sémantique

Puisque le but principal du Web sémantique est d'enrichir les structures syntaxiques du Web actuel avec leur contenu sémantique, l'exploitation de ses technologies dans le cadre du recrutement électronique semble être bénéfique, surtout pour assurer un rapprochement automatique entre les offres et les demandes d'emploi.

L'idée de base de l'annotation sémantique de documents, consiste à utiliser un référentiel commun (ontologie), afin de décrire formellement et explicitement le contenu de ces documents. Cela consiste à les enrichir manuellement avec des méta-données [HAND03] exploitables par la machine, afin d'extraire des informations sur le contenu. Vu la simplicité et l'opportunité de l'approche, plusieurs travaux se sont intéressés à son application dans le domaine du recrutement électronique. Parmi les plus importants, nous citons :

5.1 Une approche basée sur l'annotation pour modéliser le contenu sémantique :

Dans ce travail [YAHIO6], une approche basée sur l'annotation sémantique des CVs et des offres d'emploi a été adoptée pour automatiser le processus de recrutement électronique. Le principe de base consiste à modéliser formellement le contenu de ces documents en termes de leurs acquis (cas des CVs) ou requis (cas des offres d'emploi), à l'aide d'un référentiel commun ontologique entre les recruteurs et les chercheurs d'emploi.

L'ontologie de domaine construite est inspirée des parties les plus significatives de ces documents (données signalétiques, formation et expérience professionnelle) et permet la gestion des compétences sous-jacentes. Le modèle proposé de la compétence définit la compétence comme un savoir agir, elle peut être scientifique et technique ou comportementale (savoir être).

Elle est caractérisée par un sujet et un niveau d'expertise qui peut avoir l'une des valeurs suivantes : notion (20%), application (50%), maîtrise (70%) ou expert (90%).

Le domaine de l'ontologie est « l'informatique et télécommunication » elle est composée de cinq sous-ontologie inter liées sémantiquement (Figure 2.2) :

- **PERSONNE:** décrit les caractéristiques personnelles les plus importantes demandées par un employeur ou possédées par un chercheur d'emploi.

- ANNOTATION: associe au CV (offre d'emploi) respectivement des acquis (requis) correspondants sous forme d'annotation.
- METIER : décrit les concepts relatifs aux métiers du domaine.
- DIPLOME: décrit les concepts relatifs aux diplômes du domaine.
- COMPETENCE : décrit les compétences relatives aux domaines « informatique et télécommunication ». Le cœur de cette ontologie est le modèle de compétence, qui définit la compétence comme suit : une compétence peut être une aptitude ou une compétence scientifique/technique qui peut être générale ou spécifique. Elle possède alors un sujet qui peut être un aspect logiciel ou un thème. Un thème peut être général, mathématique ou informatique et il appartient à une hiérarchie des thèmes. Chaque thème est caractérisé par un attribut « poids » qui représente le pourcentage de sa contribution dans son thème parent.

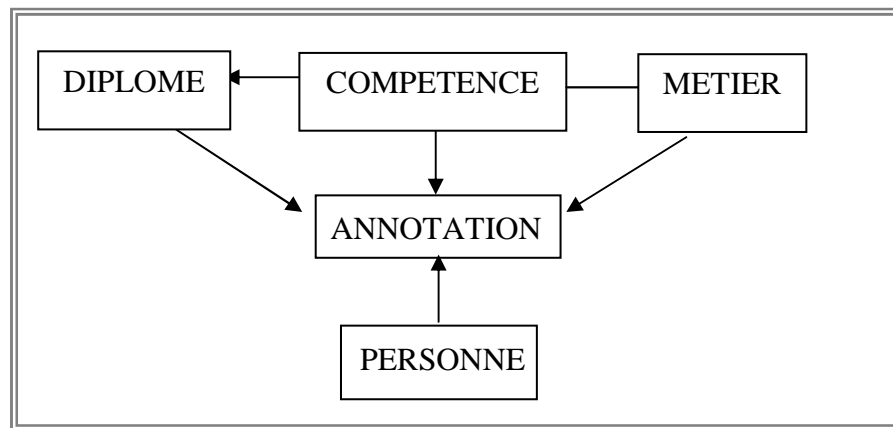


Figure 2.2 : Architecture globale de l'ontologie-ER

Cette ontologie permet à l'utilisateur d'enrichir explicitement son document avec des méta données qu'il sélectionne depuis les différentes ontologies (Personne, Compétence, Métier, Diplôme) et il les enregistre dans l'ontologie « Annotation » manuellement.

5.2. Un processus de recrutement basé ontologie :

Ce processus a été proposé dans la littérature [BIZE05], qui décrit comment les différentes phases du processus de recrutement électronique peuvent être supportées par les technologies et les standards du Web sémantique. Le principe de base consiste en l'utilisation de vocabulaires contrôlés pour annoter les offres et les demandes d'emploi, et l'utilisation de RDF pour inclure ces descriptions dans le traitement des documents, la figure (Figure 2.3) décrit le processus de recrutement. Dans l'analyse des besoins, et contrairement à l'utilisation

de texte simple, l'utilisation d'un vocabulaire contrôlé, pour décrire les détails d'une offre d'emploi, facilite la communication entre les recruteurs et les candidats et va permettre l'automatisation des différentes tâches du processus. Pour la publication des offres d'emploi, les recruteurs vont pouvoir publier leurs offres annotées sur leurs propres sites, et qui peuvent être accédées par tous les portails de travaux intéressés; Quant à la présélection des candidats, les portails de travail peuvent offrir des services de rapprochement sémantique, entre les offres d'emploi et les profils des candidats, basés sur les annotations attachées à ces documents, mieux que de se baser sur des mots clés.

Dans le cadre de ce travail, une ontologie-HR (ontologie de gestion des ressources humaines) a été développée et implémentée en OWL. Elle est exploitée lors de l'annotation, basée compétence, des documents (CVs/offres d'emploi). Cette ontologie est constituée des sous-ontologies [MOCH04]: Education (description de la formation), Organisation (description du recruteur), Person (description du candidat), skills (description des compétences) et industry (inspirée des référentiels métiers existants). L'annotation des documents par les concepts de l'ontologie, peut se faire à l'aide d'un outil d'annotation tel que SMORE, et génère des triplets RDF (annotations). Dans notre travail, nous nous sommes inspirés du processus de recrutement proposé ainsi que de l'architecture globale de l'ontologie-HR; Seulement le modèle de la compétence adopté ainsi que l'aspect « formation et diplômes » n'ont pas été détaillés.

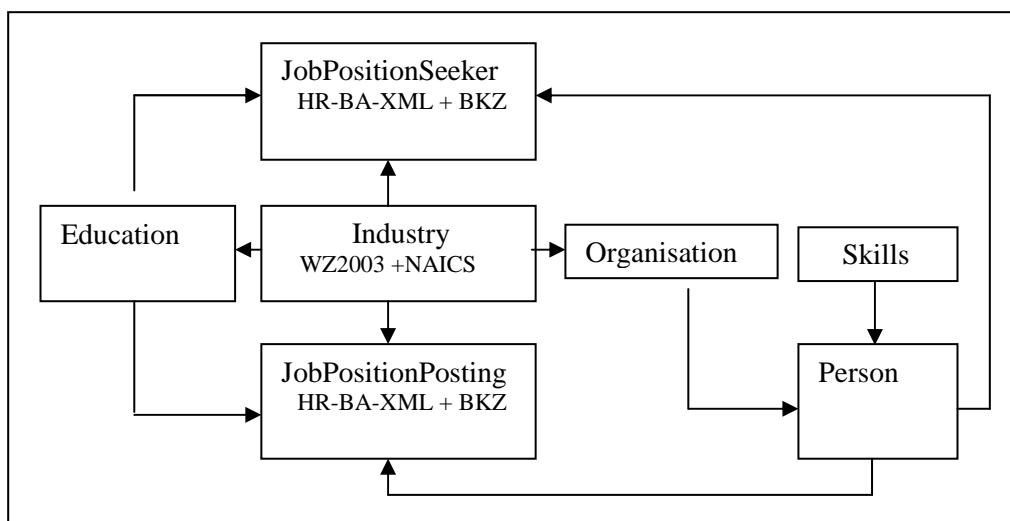


Figure 2.3 : Architecture globale de l'ontologie-HR

5.3 Le projet COMMONCV¹ :

COMMONCV est un projet [TRIC06] qui vise le traitement des problèmes du e-recrutement en considérant une nouvelle approche basée sur la gestion des compétences. L'idée consiste à employer des ontologies de domaine comme un système de références pour qu'un demandeur d'emploi (respectivement un recruteur) puisse identifier les compétences sous-jacentes à son curriculum vitae (respectivement son offre de travail). Ces compétences sont les connaissances, les qualifications comportementales, les capacités, acquises par une personne (respectivement requises pour un poste de travail). D'un point de vue technique, ces compétences correspondent aux annotations. Les annotations sont utilisées pour automatiser le processus d'appariement basé compétence entre « CV et offre d'emploi ».

Le modèle de la compétence adoptée, est basé sur la définition suivante : « une compétence correspond à un ensemble de ressources : savoir, comportement ou savoir-faire de base, qui sont mobilisés dans un contexte particulier pour atteindre un objectif ». Ce modèle de compétence nous a servi dans l'élaboration de notre modèle de compétence.

Dans COMMONCV le noyau ontologique se compose de deux types d'ontologies :

- Les ontologies des secteurs : pour chaque secteur d'activité une ontologie est développée. Elle fournit une description détaillée des postes de travail (tâches, savoir, savoir-faire, compétences comportementales) du secteur considéré.
- Les ontologies d'entreprise : elles incluent la description des aspects les plus singuliers des sociétés telles que les tâches spécifiques qui sont exclusivement exécutées par une entreprise ou la description technologique et économique de cette entreprise.

Ces ontologies sont en cours de développement, le langage du web sémantique adopté pour leurs implémentations est OWL.

6. Evaluation des travaux existants :

Le manque majeur dans ces travaux est l'incomplétude [TRIC06] ou un niveau de détail insuffisant [BIZE05]. Dans un premier travail [YAH06], une solution simple et détaillée a été proposée, pour décrire les éléments nécessaires aux processus d'annotation sémantique des CVs et offres d'emploi, en exploitant les technologies du web sémantique et les résultats des travaux précédents. Une architecture globale du système d'annotation sémantique et d'appariement automatique entre les CVs/Offres d'emploi a été proposée.

Néanmoins, du point de vue modélisation le travail souffre de quelques lacunes.

1 : Site COMMONCV: <http://www.sciences.univ-nantes.fr/irin/commoncv/>

L'ontologie construite permet la gestion des compétences sous-jacentes aux documents annotés, mais selon un modèle simpliste, sans tenir compte de la différence l'identification des compétences requises par un métier donné d'une part et de l'identification et l'évaluation des compétences acquises par un individu d'autre part. De plus la hiérarchie des thèmes de compétence a été proposée dans le but de rapprocher les compétences requises (Offre d'emploi) à celles acquises (CV), sans distinction entre la relation de subsumption "is-a" et celle de "composition", ainsi que la négligence du contexte. Finalement, Un coefficient de pondération est associé à chaque type de compétence dont le choix est basé sur l'importance de chaque type de compétence dans le processus de recrutement alors que l'importance d'une compétence varie d'un métier à un autre. Par ailleurs, le processus d'annotation est compliqué au point qu'il est dédié aux experts (ingénieur ontologique), car un utilisateur, pour annoter son document, doit naviguer dans l'ontologie, et la manipuler pour stocker ces annotations dans l'ontologie « annotation ».

Pour remédier à ces problèmes et afin de simplifier la tâche de l'utilisateur, nous proposons un processus d'annotation guidé par un outil développé dans l'équipe SIBC [ALLI08], que nous l'avons adapté à nos besoins. Des poids de pondération sont également considérés et appliqués aux compétences (sous-jacentes aux métiers/diplômes) et aux qualifications personnelles (âge, sexe, etc.) annotant le document de l'utilisateur (recruteur ou chercheur d'emploi), et qui seront explicitement spécifiés par ce dernier afin d'exprimer son choix.

7. Conclusion

L'évolution du marché de travail a prouvé que les méthodes de recrutement classiques sont devenues obsolètes. Aujourd'hui, et grâce à Internet, les chercheurs d'emploi peuvent envoyer leurs CVs par e-mail, comme ils peuvent les déposer sur des serveurs dédiés du Web. Les recruteurs à leur tour, peuvent publier leurs annonces sur le Web avec une réduction en coût et délais importante, avec la disposition des outils de génération de ces documents bien structurés. Dans ce contexte, le recrutement électronique, considéré comme une application pratique de la gestion des ressources humaines à travers le Web, tend à automatiser le rapprochement entre les CVs et offres d'emploi publiés. Le problème majeur est que ces ressources sont souvent mal exploitées car les techniques/outils de gestion disponibles sont purement syntaxiques, et restent limités devant la masse importante des données à traiter et les besoins évolués des utilisateurs.

Introduire les technologies du web sémantique tel que l'annotation via le vocabulaire d'une ontologie de domaine semble bénéfique pour enrichir les documents avec leurs contenus sémantiques. Pour cela elle est adoptée par certains travaux qui sont en cours de réalisation. L'idée de base consiste à utiliser les éléments d'une ontologie (concept, instance, relation) pour expliciter le contenu sémantique des CVs/offres d'emploi puis utiliser ces éléments pour automatiser leurs rapprochements.

Dans un premier travail [YAHIO6], une solution simple et détaillée a été proposée (préparé au département informatique de l'université de Constantine), cependant ce dernier souffre de quelques lacunes, comme la négligence de la différence entre l'identification des compétences requises par un métier donné d'une part et de l'identification et l'évaluation des compétences acquises par un individu d'autre part. De plus la hiérarchie des thèmes de compétence a été proposée dans le but de rapprocher les compétences requises (Offre d'emploi) à celles acquises (CV), sans distinction entre la relation de subsumption "is-a" et celle de "composition". Notre contribution, qui fera l'objet du troisième chapitre de ce mémoire, consiste à pallier à ces insuffisances.

CHAPITRE III



CONSTRUCTION D'UNE ONTOLOGIE POUR L'ANNOTATION DES CVS/OFFRES D'EMPLOI

*«Il y a une science qui étudie l'être en tant qu'être et les attributs
qui lui appartiennent essentiellement»*

- Aristote

1. Introduction

Pour une gestion efficace des CVs et des offres d'emploi, tout en assurant un rapprochement automatique ultérieur entre ces documents, il est nécessaire d'assurer la modélisation et l'exploitation de leur contenu sémantique. L'annotation sémantique de document, considérée comme une technique de génération de méta-données sur le Web [HAND03], permet de se servir des technologies émergentes du Web sémantique, dans le but d'enrichir les documents avec leur contenu sémantique formalisé. Cette technique, en plus de sa simplicité, semble être prometteuse dans l'automatisation du e-recrutement sur le Web.

L'objectif de ce chapitre est de présenter notre contribution au problème posé par ce mémoire, à savoir le développement d'une ontologie pour l'annotation des CVs/Offres d'emploi sémantique. Le référentiel commun (ontologie) est inspiré des parties communes entre ces documents (diplôme, expérience professionnelle, compétence, qualification personnelle), ce référentiel peut être ensuite utilisé par un recruteur (ou un chercheur d'emploi) pour annoter son document avec ses requis (ses acquis). Les méta-données résultantes sont exploitées pour automatiser le processus de rapprochement entre l'offre et les CVs disponibles (ou vice versa). Pour cela, nous présentons tout d'abord l'architecture du système d'annotation et d'appariement sémantiques proposé, par la suite nous allons décrire le processus de construction de l'ontologie-ER dédiée au e-recrutement, en se basant essentiellement sur la méthodologie METHONTOLOGY [FERN97] qui est le support de base pour la conceptualisation de notre ontologie. La logique de description est le formalisme adopté pour l'expression de l'ontologie semi-formelle, résultat de la phase de conceptualisation. Basé sur cette formalisation, OWL [PATE03] est le langage de définition d'ontologie choisi afin de codifier l'ontologie en utilisant l'éditeur d'ontologies PROTEGE OWL [RECT04]. RACER [HAAR03] est le système d'inférences utilisé afin de tester la consistance de l'ontologie tout au long son processus de développement. A la fin nous essayant de concrétiser notre contribution à travers une étude de cas.

2. Architecture du système d'annotation et d'appariement sémantiques :

L'architecture du système d'annotation et d'appariement sémantiques proposé est illustrée dans la figure (Figure 3.1). Elle est constituée des composants suivants :

- *L'ontologie-ER* : une ontologie construite pour la gestion des CVs et des offres d'emploi dans le cadre du e-recrutement (ER). Elle est constituée de plusieurs sous-ontologies inter-liées et son instanciation génère des méta-données (annotations).
- *Le serveur de documents HTML* : il permet le stockage et la gestion des documents à annoter (CVs et offres d'emploi).
- *L'interface du système* : Cette interface offre à l'utilisateur (recruteur ou chercheur d'emploi) deux fonctionnalités :
 - *L'interface d'annotation* : elle donne à l'utilisateur, la possibilité d'annoter son document à base de l'instanciation et l'exploitation de l'ontologie-ER; Le résultat de cette opération est un fichier des annotations qui va être stocké dans l'entrepôt des méta-données.
 - *L'interface d'appariement* : elle peut servir un chercheur d'emploi, à trouver les offres qui lui correspondent le plus, et vice versa (cas d'un recruteur). Elle permet de saisir les requêtes de l'utilisateur, de les transmettre au composant d'appariement et de présenter les résultats qui lui sont retournés.
- *Entrepôt de méta-données* : il permet le stockage des méta-données générées dans la phase d'annotation sémantique des documents (CVS-Offres d'emploi).
- *Le composant d'appariement* : ce composant permet l'interprétation des requêtes des utilisateurs et le calcul des degrés d'appariement sémantique document de l'utilisateur avec les documents (Cvs-Offre d'emploi) annotés disponibles.

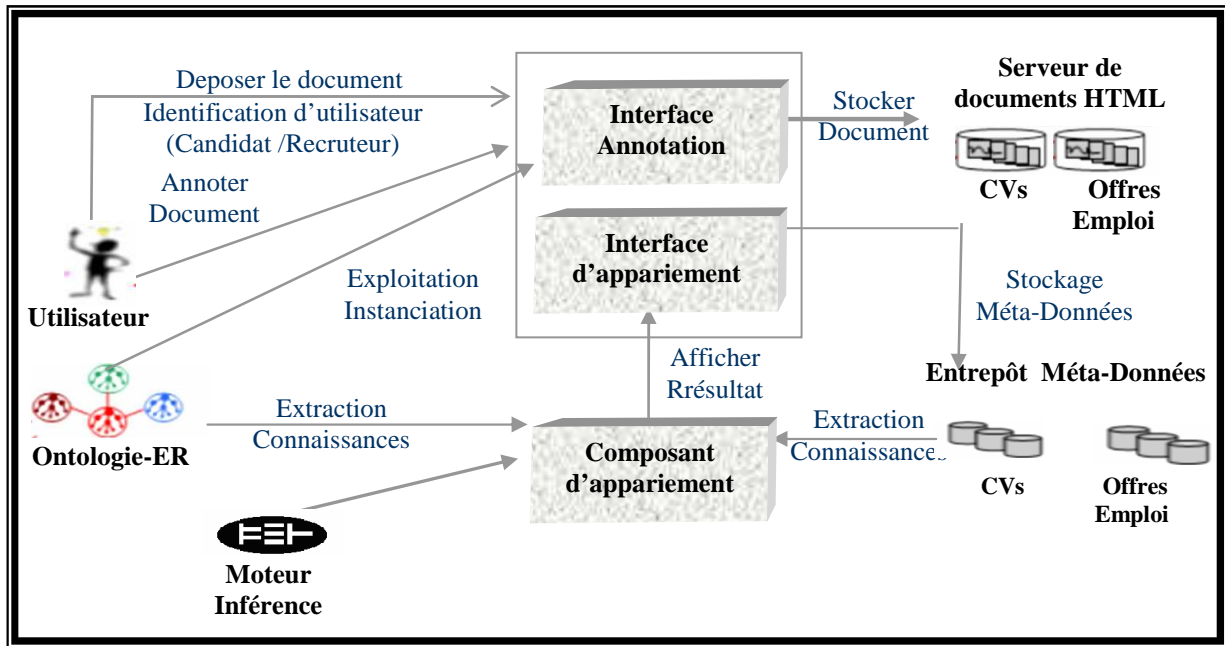


Figure 3.1 -Architecture du système d'annotation et d'appariement sémantiques

3. Modélisation de la compétence proposée

La gestion des compétences est issue d'un réel besoin des entreprises de maîtriser leur capital immatériel. Elle est complexe, vu le nombre important de compétences et d'individus à gérer [BLAN04]. Pour une meilleure gestion des compétences, la formalisation est devenue nécessaire. Cette formalisation se base essentiellement sur un modèle pertinent de la compétence. Le modèle de la compétence est l'ensemble des facteurs de succès qui incluent les comportements principaux exigés pour l'excellente exécution dans un rôle particulier [TECH00]. Les compétences sont les qualifications et les caractéristiques dont l'individu a besoin pour accomplir un travail d'une manière efficace [BAUG97].

3.1 Définition des éléments utilisés dans le modèle de la compétence proposée

Avant de décrire le modèle de la compétence proposée, nous définissons en premier lieu les éléments qui constituent ce dernier :

- **Le savoir (connaissance) :** c'est toute chose qu'on acquiert et enregistre intellectuellement. Il concerne tout ce qui peut être appris dans les systèmes d'éducation ou d'enseignement. Cette catégorie inclut les connaissances théoriques (exemple : la connaissance des lois de la thermodynamique), les connaissances sur des objets existants (telles que la connaissance de l'opération de test d'un équipement) et les connaissances

procédurales (telles que la connaissance de la procédure de montage d'une carte électronique pour un type de contrôleur programmable) [TRIC06].

- **Savoir-faire** : il est relié à l'expérience personnelle et les conditions de travail car il est acquis par la pratique. Il s'agit des capacités opérationnelles et expérimentales, de savoir faire normalisé (telles que l'application des procédures de travail). Les savoir-faire et les connaissances sont très importants car ils permettent l'évolution de la compétence de l'individu [TRIC06].
- **Habilité** : capacités durables de l'individu qui influencent sur la performance d'exécution: Flexibilité, raisonnement déductif, mémorisation, compréhension orale, perception rapide, expression écrite, visualisation [ONET07].
- **Les aptitudes** : c'est l'ensemble des compétences comportementales [TRIC06] telles que : la capacité de guider, de motiver, d'influencer dans l'organisation

3.2 Identification des compétences

Dans ce travail nous distinguons deux types de processus, permettant ainsi le rapprochement automatique des documents (CV/Offre d'emploi) dans le cadre d'une logique basée compétence, d'une part, il s'agit d'identifier les compétences requises pour un métier donné, en se basant sur des référentiels existants ([ONET07], [CIGR05]). Les méthodes les plus connues chez les gestionnaires pour l'identification des compétences requises sont l'observation directe, l'auto-description, les interviews [BERI05]. Le référentiel peut être défini manuellement, en utilisant des documents de référence de l'entreprise et en demandant aux experts quel type de compétence a fallu pour créer ces documents [ALBE03]. Il s'agit bien des compétences requises pour un métier donné puisqu'elles sont liées aux documents réellement utilisés dans l'entreprise. De plus le recruteur peut exprimer d'autres exigences à travers son offre d'emploi d'une façon explicite en annotant ce document à base d'une ontologie de référence. D'autre part ; l'identification et l'évaluation des compétences acquises, en se basant sur des référentiels de formation qu'un candidat peut avoir, en plus d'une possibilité d'exprimer explicitement des compétences acquises par un individu en choisissant sa liste de compétences dans une ontologie de référence de compétence.

3.3 Importance de la compétence

Les compétences se distinguent selon leur importance pour une activité professionnelle selon chaque métier. Il existe des compétences prioritaires nécessitant un traitement spécifique et une attention particulière.

Par conséquent, la hiérarchisation des compétences s'avère indispensable afin d'optimiser la gestion des ressources humaines et de cibler les actions de l'entreprise (formation, recrutement, mobilité,...etc.). Selon certaines considérations liées à l'activité ou encore à la compétence, un facteur d'importance (Gravité) doit être considéré pour traduire l'impact de la compétence sur les performances de l'activité concernant un métier donné. Un coefficient est attribué à chaque niveau d'importance : Mineure (1), Moyenne (2), Importante (3), Vitale (4) [BOUM05].

3.4 Modèle de la compétence

Dans le cadre de ce projet, nous avons besoin d'une représentation formelle et explicite des compétences et donc, un modèle pour cette notion. Ainsi nous adoptons la définition suivante : Une compétence peut être identifiée comme un ensemble de connaissances mises en action dans la réalisation des tâches quotidiennes de l'entreprise. Elle se manifeste sous la forme d'un comportement (le savoir agir), et peut être scientifique et technique (Le savoir et le savoir-faire), comportementale (le savoir être) [RIEU05] ou une habilité (habilité cognitive, Physique, sensationnelle) [ALLE07]. La compétence scientifique et technique est spécifique, lorsqu'elle est propre à une spécialité particulière, sinon elle est considérée comme générale. La compétence scientifique et technique est caractérisée par un sujet et un niveau d'expertise, le sujet peut être un « Thème » ou un « outil technologie » [ONET07] lié à une spécialité spécifique, quant au niveau d'expertise, il peut avoir l'une des valeurs suivantes: Notion, Application, Maîtrise ou Expert, la figure (Figure 3.2) illustre le modèle de la compétence que nous proposons.

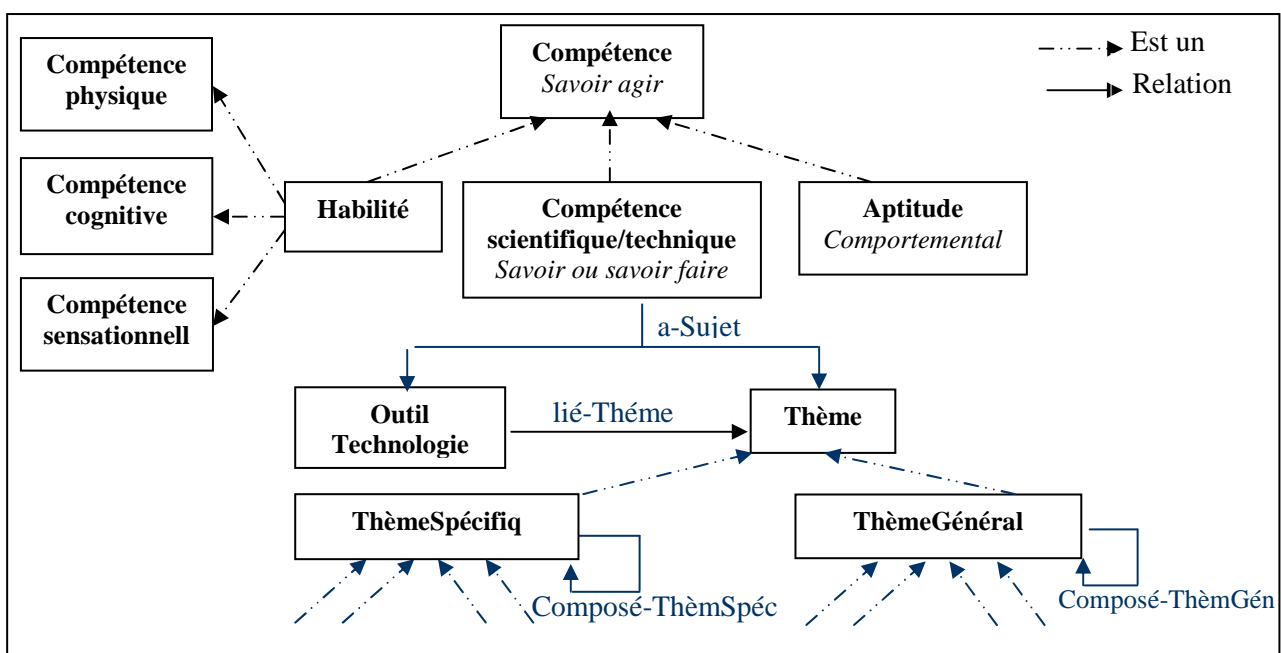


Figure 3.2 -Le modèle de la compétence

4. Processus de construction d'une ontologie

Nous décrivons par la suite le processus que nous avons adopté dans le développement de l'ontologie-ER (une ontologie de domaine). Les grandes étapes de ce processus sont inspirées de la méthodologie de construction d'ontologies « Methontology » [FERN97]. L'application de chacune des étapes de ce processus est basée sur l'exploitation du travail de HEMMAM [HEMA05]. On part dans le processus de connaissances brutes et on arrive à une ontologie pour le e-recrutement, opérationnelle représentée par le langage OWL. Ce processus est composé de cinq étapes :

- Spécification des besoins.
- Conceptualisation.
- Formalisation.
- Implémentation.
- Evolution de l'ontologie et Test.

4.1 Spécification

Cette étape consiste à établir un document formel de spécification des besoins. Ce dernier permet de décrire l'ontologie à construire à travers les cinq aspects suivants :

- a. Le domaine de connaissance** : déterminer aussi précisément que possible le domaine que va couvrir l'ontologie.
- b. L'objectif** : le but de l'ontologie à créer pour le domaine considéré.
- c. Les utilisateurs** : identifier au maximum les futurs utilisateurs de l'ontologie à créer.
- d. Les sources d'informations** : déterminer les sources d'informations d'où les connaissances seront obtenues. Exemple, les experts du domaine, les documents techniques, etc.
- e. La portée de l'ontologie** : déterminer à priori la liste des termes (les plus importants) pour le domaine à représenter.

4.2 Conceptualisation :

L'étape de conceptualisation est la plus importante dans le processus de construction d'ontologie présenté par METHONTOLOGY. Elle est inspirée de la méthodologie qui consiste à identifier et à structurer, à partir des sources d'informations, les connaissances du domaine. Elle permet d'aboutir à un ensemble de représentations intermédiaires semi-formelles indépendamment des langages de formalisations à utiliser pour représenter l'ontologie par la réalisation des tâches suivantes :

1. Construction du glossaire de termes.
2. Construction du diagramme de classification des concepts.
3. Construction du diagramme de relations binaires et de classification des concepts.
4. Construction du dictionnaire de concepts (DC).
5. Décrire les relations dans une table de relations binaires.
6. Spécifier des contraintes sur les attributs dans une table d'attributs.
7. Spécifier des axiomes sur les concepts dans une table d'axiomes logiques.
8. Décrire les instances des concepts dans une table d'instances et les assertions dans une table des assertions.

A la fin de cette phase, nous obtenons une ontologie conceptuelle.

4.3 Formalisation

Cette phase consiste à formaliser l'ontologie conceptuelle obtenue dans l'étape précédente afin de faciliter sa représentation ultérieure dans un langage complètement formel et opérationnel. Notre choix est porté sur le formalisme de représentation de la logique de description.

Elle permet de représenter les connaissances relatives à un domaine de référence à l'aide de "descriptions" qui peuvent être des concepts, des rôles et des individus.

Constructeur	Syntaxe	Sémantique (I : une interprétation)
Universel	\top	ΔI (ΔI : ensemble de tous les objets)
Absurde	\perp	\emptyset
Négation	$\neg C$	$\Delta I \setminus CI$
Conjonction	$C \cap D$	$CI \cap DI$
Disjonction	$C \cup D$	$CI \cup DI$
Restriction universelle	$\forall x.C$	$\{x \in \Delta I / \forall y, (x, y) \in R_i \Rightarrow y \in CI\}$
Restriction existentielle	$\exists x.C$	$\{x \in \Delta I / \exists y, (x, y) \in R_i \text{ et } y \in CI\}$
Cardinalité minimum	$(\geq n \ r)$	$\{x \in \Delta I / \{y (x, y) \in rI\} \geq n\}$
Cardinalité maximum	$(\leq n \ r)$	$\{x \in \Delta I / \{y (x, y) \in rI\} \leq n\}$
Conjonction des rôles	$r \cap s$	$\{(x, y) \in \Delta I \times \Delta I / (x, y) \in rI \wedge (x, y) \in sI\}$
Disjonction des rôles	$r \cup s$	$\{(x, y) \in \Delta I \times \Delta I / (x, y) \in rI \vee (x, y) \in sI\}$

Tableau 3.1- Les constructeurs essentiels d'une logique de description.

Les concepts modélisent des classes d'individus et les rôles des relations entre classes.

Une sémantique est associée aux descriptions par l'intermédiaire d'une fonction d'interprétation. La relation de subsomption permet d'organiser les concepts et les rôles en hiérarchie. La classification et l'instanciation sont les opérations qui sont à la base du raisonnement sur les descriptions, ou raisonnement terminologique.

Il existe de nombreux constructeurs permettant de former toute une famille de logiques de description. Par ailleurs, la logique de description SHIQ [HORR02] regroupe un ensemble plus riche de constructeurs. Le tableau (Tableau 3.1) décrit les plus importants, ainsi que leur sémantique en s'appuyant sur la syntaxe de SHIQ [PATL03], qui présente une logique de description très expressive et qui offre un certain nombre de constructeurs des axiomes, représentés dans la figure (Figure 3.3), pour exprimer le passage du modèle conceptuel (ontologie conceptuelle) à l'ontologie formalisée en LD.

Rôles	
Atomique	R
Inverse	R^{-}

Concepts	
Universel/absurde	T / \perp
Atomique	A, B
Non	$\neg C$
Et	$C \sqcap D$
Ou	$C \sqcup D$
Existe	$\exists R.C$
Pour tous	$\forall R.C$
Au moins	$\geq n R.C$ ($\geq n R$)
Au plus	$\leq n R.C$ ($\leq n R$)
énumération	$\{i_1, \dots, i_n\}$

Axiomes assertionnels (A_Box)	
Instance	$C(a)$
Rôle	$R(a,b)$
même	$a = b$
différents	$a \neq b$

Axiomes de Rôle (R_Box)	
Sous rôle	$R \sqsubseteq S$
transitivité	$\text{Trans}(S)$

Axiomes de concept (T_Box)	
Sous-classe	$C \sqsubseteq D$
Equivalence	$C \equiv D$

Figure 3.3 - Syntaxe de la logique de description SHOIN

L'ontologie formelle résultante est constituée d'une partie terminologique (TBOX) où sont introduits les concepts, et d'une partie (ABOX) où sont introduites les assertions de concepts et de rôles.

La partie terminologique TBOX comprend des définitions et des organisations formelles des concepts de l'ontologie. Cela est fait par l'utilisation des axiomes de la logique de description, décrits dans ce qui suit :

$\langle \text{Concept} \rangle \rightarrow \langle \text{concept-primitif} \rangle \mid \langle T \rangle \mid \langle \perp \rangle \mid$
 $\langle \text{Concept} \rangle \cap \langle \text{Concept} \rangle \mid \langle \text{Concept} \rangle \cup \langle \text{Concept} \rangle \mid$
 $\neg \langle \text{Concept} \rangle \mid \forall \langle \text{role} \rangle . \langle \text{Concept} \rangle \mid \exists \langle \text{role} \rangle . \langle \text{Concept} \rangle \mid$
 $\geq n \langle \text{role} \rangle . \langle \text{Concept} \rangle \mid \leq n \langle \text{role} \rangle . \langle \text{concept} \rangle \mid$

La partie assertionnelle ABOX, définit les individus, les rôles en fonction des concepts qui l'utilisent, par l'utilisation de l'une des formes suivantes :

a : C où C est un concept défini et a est un individu.
(a1, a2) : R où R est un rôle défini et a1, a2 sont deux individus définis.

4.4 Implémentation

Cette étape consiste à traduire le résultat de la phase précédente (ontologie formelle), dans un langage opérationnel (OWL) de définition d'ontologie. Afin de faciliter le processus de codification, nous utilisons PROTEGE OWL version 3.1.1 disposant d'une interface permettant l'édition, la visualisation, le contrôle (vérification des contraintes) d'ontologies [NOY00], issu du modèle des frames et contenant des classes (concepts), des slots (propriétés) et des facettes (valeurs des propriétés et contraintes), ainsi que des instances des classes et des propriétés.

4.5 Évolution et test

Cette étape sert aussi à suivre l'évolution de l'ontologie, c'est-à-dire les nouveaux concepts à ajouter dans sa partie terminologique (TBOX). Une classification a lieu chaque fois qu'une définition de concept est nouvellement créée. Le mécanisme de raisonnement de base des logiques de description est la classification de concepts. Elle est réalisée par un algorithme de classification, appelé « le classifieur ». Le classifieur utilise la description d'un nouveau concept pour le placer à l'endroit correspondant dans la hiérarchie. Afin de trouver la place appropriée au nouveau concept, l'algorithme de classification détermine les relations de subsomption entre ce concept et les autres. Ces relations peuvent être spécifiées directement,

trouvées par transitivité ou calculées à partir de la sémantique des conditions des rôles. La recherche de la place correcte pour le nouveau concept comporte trois étapes :

1. La recherche des subsumants les plus spécifiques SPS (concepts qui subsument le concept à classer et dont les fils ne le subsument pas)
2. La recherche des subsumés les plus généraux SPG (concepts subsumés par le concept à classer et dont les pères ne sont pas subsumés par lui).
3. Insertion du nouveau concept dans la hiérarchie.

Le *TEST* consiste à exploiter les services d'inférence fournis par la logique de description afin d'améliorer la qualité de l'ontologie. Pour ce faire, l'outil Racer est choisi [HAAR01] car c'est le moteur d'inférence le plus utilisé dans ce domaine pour ses performances et sa stabilité. Racer travaille sur les ontologies modélisées par son langage, mais il accepte aussi celles décrites en RDF ou OWL, ces dernières étant traduites vers le langage utilisé par Racer. Ce moteur d'inférence possède également son propre langage de requête RQL (Racer query Language) pour interroger les ontologies sur la ABox et la TBox. Le système se connecte facilement à l'outil PROTEGE-OWL

5. Construction d'une ontologie pour le e-recrutement

Dans cette section, nous construisons notre ontologie-ER. A cette fin, nous suivrons les étapes du processus de construction d'ontologie décrite dans la section 4.

5.1 Spécification de l'ontologie E-R :

Pour commencer le développement de notre ontologie, nous entamons d'abord la phase de spécification qui consiste à établir un document de spécification des besoins. Au sein de ce document, nous dériverons l'ontologie à construire à travers les cinq aspects suivants:

- **Le domaine de connaissance :**

L'ontologie que nous venons de construire, s'inscrit dans le cadre de E-Recrutement, ainsi le domaine que va couvrir l'ontologie-ER est les documents CVs Offres d'emploi.

- **L'objectif :**

Le but opérationnel de notre ontologie est la modélisation du contenu sémantique des documents CVs et Offres d'emploi en termes de leurs acquis ou requis à base d'annotations, tout en assurant la modélisation des compétences sous-jacentes, afin de permettre un rapprochement sémantique et automatique ultérieur entre ces documents.

- **Les utilisateurs :**

Cet aspect présente l'ensemble des utilisateurs pouvant exploiter l'ontologie afin d'atteindre l'objectif visé. Dans notre cas, les utilisateurs de l'ontologie sont les recruteurs et les chercheurs d'emploi.

- **Les sources d'informations :**

Les sources d'informations sur lesquelles nous nous sommes basés pour arriver à la construction de l'ontologie d'annotation des CVs et Offres d'emploi étaient principalement l'ontologie GHR [YAHIO6], des documents techniques, l'étude de la structure des CVs Offres d'emploi.

- **La portée de l'ontologie :**

Cet aspect consiste à déterminer à priori la liste des termes (les plus importants) que va contenir l'ontologie, destinée à l'annotation des documents CVs et Offre d'emploi, parmi ces termes nous pouvons citer : Diplôme, Domaine, Spécialité, Métier, Secteur d'activité, compétence, aptitude, habilité, thème, niveau d'expertise, Importance, Requis alternative, Requis optionnel, Requis obligatoire etc.

Pour en résumer un document de spécification est illustré dans la figure (Figure 3.4) suivante :

```

<rdf:RDF>
...
<rdf: Description about=" URI of ontology" >
<Domaine> Documents CVs et Offres d'emploi </Domaine >
<Date> 10 Janvier 2008 </ Date >
<Développé-par>
<rdf:Sequence>
<rdf:_1 F. Amourache, laboratoire LIRE, Université Mentouri de Constantine >
<rdf:_2 Z. Boufaïda, laboratoire LIRE, Université Mentouri de Constantine >
</rdf:Sequence>
</ Développé-par >
<Objectif> la modélisation du contenu sémantique des documents CVs/offres d'emplois
en termes de leurs acquis/requis, à base d'annotations, avec la modélisation des
compétences sous-jacentes, afin de pouvoir assurer un rapprochement sémantique et
automatique ultérieur.
</ Objectif >
<Niveau formalité > formel </ Niveau formalité >
<Termes>
<rdf:Sequence>
<rdf:_1 Diplôme> <rdf:_2 Domaine> <rdf:_3 Spécialité > <rdf:_4 Métier >
<rdf:_5 Secteur d'activité><rdf:_6 Compétence > <rdf:_7 Aptitude ><rdf:_8 Habilité>
<rdf:_9 Compétence scientifique > <rdf:_10 Compétence technique > <rdf:_12 Requis
alternative > <rdf:_13 Requis obligatoire > <rdf:_14 Requis optionnel >
<rdf:_15 Requis simple > <rdf:_16 Importance-Compétence>

```

```

<rdf:_17 Niveau d'expertise > <rdf:_18 Expérience professionnelle> <rdf:_19 Age > ...
</rdf:Sequence>
</Termes>
<Sources>
<rdf:Sequence>
<rdf:_1 “ Automatisation du E-recrutement dans le cadre du Web sémantique” >
<rdf:_2 “ COMMONCV: Modeling the competencies underlying a Curriculum Vitae”>
<rdf:_3 “ The Impact of Semantic Web Technologies on Job Recruitment Processes” >
</rdf:Sequence>
</Sources>
</rdf:description>
</rdf:RDF>

```

Figure 3.4 : Un document RDF de spécification de l'ontologie.

5.2 Conceptualisation de l'ontologie E-R :

Une fois que la majorité des connaissances est acquise, on doit les organiser et les structurer en utilisant des représentations intermédiaires semi formelles qui sont faciles à comprendre et indépendantes de tout langage d'implémentation. . Cette phase contient plusieurs étapes qui sont :

- Construction du glossaire de termes.
- Construction du diagramme de classification de concepts.
- Construction du diagramme de relations binaires.
- Dictionnaire de concepts.
- Construction du tableau des relations binaires.
- Construction du tableau des attributs.
- Construction du tableau des axiomes logiques.
- Construction du tableau des instances et du tableau des assertions

5.2.1 Construction de glossaire de termes

Ce glossaire contient la définition de tous les termes relatifs au domaine (concepts, attributs, relations) qui seront représentés dans l'ontologie finale, par exemple. Le tableau ci-dessous (Tableau3.2) fournit une liste des termes les plus importants utilisés dans l'ontologie :

Nom du terme	Description
AquiRequi	Peut être un acquis (CV) ou un requis (Offre d'emploi)
Requi	Peut être un requis alternative (choix multiple) ou un requis simple selon le choix du recruteur.
RequiAlternative	C'est un requis d'un choix multiple composé d'un ensemble de requis de type requis simple.
RequiSimple	Peut être un requis obligatoire ou un requis optionnel.
RequiObligatoire	Exprime le choix obligatoire d'un requis par le recruteur dans son offre d'emploi
RequiOptionnel	Exprime un choix non obligatoire d'un requis par le recruteur.
Profil	Exprime le profil du recruteur de ses exigences sinon des acquis du chercheur d'emploi.
Coeff	Désigne le coefficient attribué pour chaque requis exigé, marque le degré d'importance de chaque requis.
Spécialité	Une spécialité peut être exigée explicitement par un recruteur, qui regroupe un ensemble de diplômes, appartenant à un domaine spécifique.
Diplôme	Décrit les diplômes d'une spécialité spécifique qu'un chercheur d'emploi possède (CV), ou exigé par le recruteur (Offre d'emploi).
FamilDiplôme	Décrit la famille du diplôme dont il appartient.
exige-Famil	Relie une famille de diplôme à une autre famille.
Domaine	Décrit les différents domaines de formation.
Mobilise	Permet de préciser l'ensemble des compétences qu'un diplôme peut mobiliser.
a-Spécialité	Permet de décrire la spécialité d'un diplôme donné.
Etablissement	Permet d'encapsuler quelques caractéristiques de l'établissement par laquelle le diplôme est délivré.
Compétence	Décrit tout type de compétence soit acquise ou requise soit une aptitude ou compétence scientifique/technique ou une habilité.
Aptitude	Décrit les compétences comportementales d'une personne.
Habilité	Décrit les capacités d'une personne qui influent sur l'acquisition rapide de nouvelle compétence essentiellement les compétences cognitives.

Compétence Scientifiq Techniq	Décrit les compétences scientifique (savoir) ou techniques (savoir faire).
ThèmeSpécifique	Décrit tout thème spécifique qu'une compétence peut avoir, lié à une spécialité bien déterminée.
Composé-ThèmSpéc	Permet de définir les thèmes qui font parties d'un thème spécifique donné.
ThèmeGénéral	Décrit les thèmes généraux qu'une compétence peut avoir.
Composé-ThèmGén	Permet de définir les thèmes qui font parties d'un thème général donné.
a-Sujet	Relie une compétence Scientifique ou technique à son sujet.
OutilTechnologie	Outil, technologie pour la mise en action d'une compétence
QualificationPersonnel	Regroupe les caractéristiques personnelles d'un candidat (cv) ou celles requises par le recruteur (offres d'emplois).
MétierExp	Décrit une expérience professionnel.
Métier	Décrit un métier exercé par le candidat (CV) ou requis par le recruteur (offre d'emploi)
SecteurActivité	Les métiers ayant la même activité principale mais éventuellement des activités secondaires différentes relèvent du même secteur d'activité
a-Secteur	Permet de relier un métier à un secteur d'activité à le quel il appartient
Organisme	Regroupe les caractéristiques d'un organisme dans le quel le métier exercé ou une compétence est mise en action.
Taille	Spécifie la taille de l'organisme dans lequel le chercheur d'emploi a exercé son métier ou celle requise par le recruteur
Type	Désigne le type de l'établissement dans lequel le candidat a eu son diplôme ou celui exigé par le recruteur
StatuJuridiq	Spécifie le statut juridique de l'organisme ou l'établissement dans lequel le chercheur d'emploi a exercé son métier ou celle requise par le recruteur
a-Organisme	Relie une compétence à l'organisme dans lequel elle est mise en action.
Compétence Requise	Décrit la compétence exigée par un métier donné.

Importance	Désigne l'importance de la compétence par rapport à un métier donné
lié-Thème	Permet de lier un outil ou une technologie à son thème spécifique.
lié-Spécialité	Permet de lier un outil/technologie ou un thème spécifique à une spécialité spécifique.
exercé-Dans	Permet de lier un métier à l'organisme dans le quel il est exercé
Age	Age du candidat (CV) ou age max exigé par l'offre d'emploi
annéesExp	Nombre d'années d'expérience
SituationFAMIL	L'état civil du candidat (CV) est célibataire ou l'état est exigé par le recruteur (offre d'emploi).
expAnglais	Le nom en anglais
expFrançais	Le nom en français
poind	Le poids du thème par rapport au thème à lequel il appartient.
ServiceMilitaire	Définit la situation militaire du candidat (cv) ou exigée par le recruteur (offre d'emploi).
niveau	Niveau d'expertise de la compétence dans son sujet
nom	Le nom standard
VileRésidence	Ville de résidence du candidat ou celui exigé
PermisConduire	Candidat avec permis de conduire ou exigé par l'offre d'emploi

Tableau 3.2- La table du glossaire de termes

5.2.2 Construction des hiérarchies des concepts :

Dans cette étape, nous construisons les diagrammes de classification de concepts. La construction des hiérarchies de concepts de l'ontologie-ER est basée principalement sur l'analyse des CVs et des offres d'emploi et leurs éléments communs les plus significatifs, de certains documents techniques ou référentiels ([CIGR05], [LMD04], [YAHIO6], [NETG08]), de l'analyse d'autres ontologies ([YAHIO6], [SCHM06], [TRIC02]). Initialement, nous répertorions les concepts en ensemble d'organisations, ensuite nous relierons les concepts entre eux, si nécessaire, par des relations « Est-un ». Les différentes hiérarchies de classification de concepts démontrent l'organisation des concepts de l'ontologie en un ordre hiérarchique qui exprime la relation « Est-un ». La relation « Est-un » entre les classes définit que, la classe C1 est une sous classe de la classe C2, si et seulement si toute instance de la classe C1 est une instance de la classe C2. La figure 4.3 représente les différentes hiérarchies de concepts construits. La figure 4.4 représente la hiérarchie globale de tous les concepts de l'ontologie-

ER. La hiérarchie du concept « Thème » ne peut être entièrement représentée par un graphe car elle est volumineuse, mais elle est représentée sous forme de tableaux en *Annexe A*. La hiérarchie du concept « ThèmeGénéral », est inspirée du référentiel de [CIGR05] enrichi par d'autres concepts. La hiérarchie du concept « ThèmeSpécifique », est inspirée des référentiels [LMD04], [CIGR05], [ABRA04], [YAHIO6] et des avis des experts.

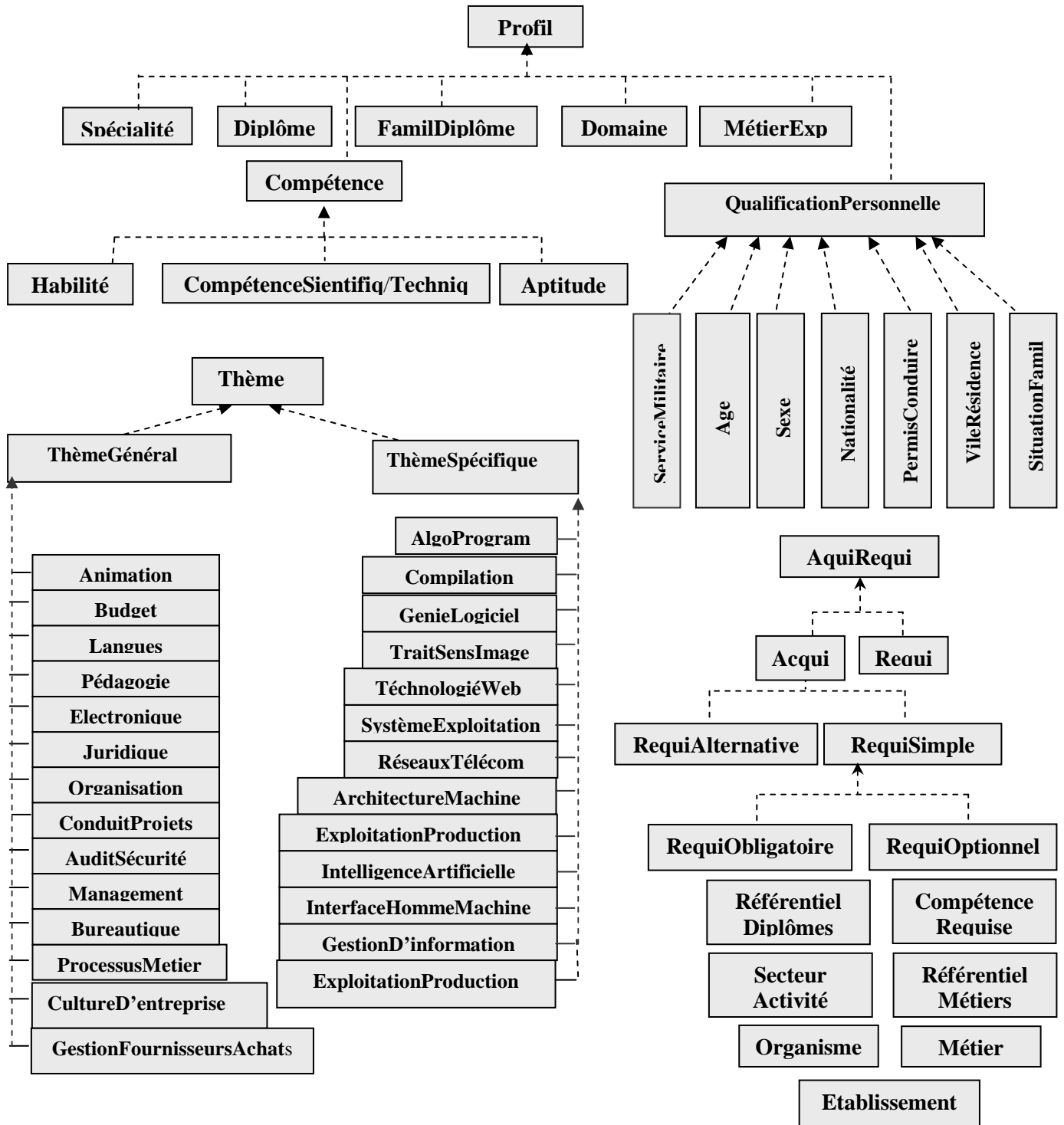


Figure 3.5 : Arbres de classification de concepts.

5.2.3 Construction du diagramme de relations binaires et de classification de concepts

Dans cette étape nous représentons les relations binaires et la hiérarchie entre les classes par un diagramme. Dans ce diagramme, les classes sont représentées par des rectangles et les relations par des arcs orientés (du domaine vers le co-domaine) et étiquetés par le nom de la relation, ainsi la relation « classe-de » est représentée par un arc pointillée (du classe-fille vers classe mère). La figure ci-dessous (Figure 3.6) représente le diagramme de relations binaires et de classification de concepts de notre ontologie.

Maintenant, pour chaque arbre de classification de concepts nous construisons les représentations intermédiaires suivantes :

- Dictionnaire de concepts
- Tableaux des relations binaires
- Tableaux des attributs
- Tableaux des axiomes logiques
- Tableaux des instances

5.2.4 Construction de dictionnaires de concepts :

Dans cette étape nous allons assurer une description formelle des concepts qui ont été présentés dans la hiérarchie des classes. Ce processus correspond à la création du dictionnaire de concepts accordé au METHONTOLOGY. Dans ce dictionnaire, nous définissons pour chaque concept : les attributs, les relations dont la source est ce concept, le père. Le tableau (Tableau 3.3) représente le dictionnaire des concepts de l'ontologie-ER

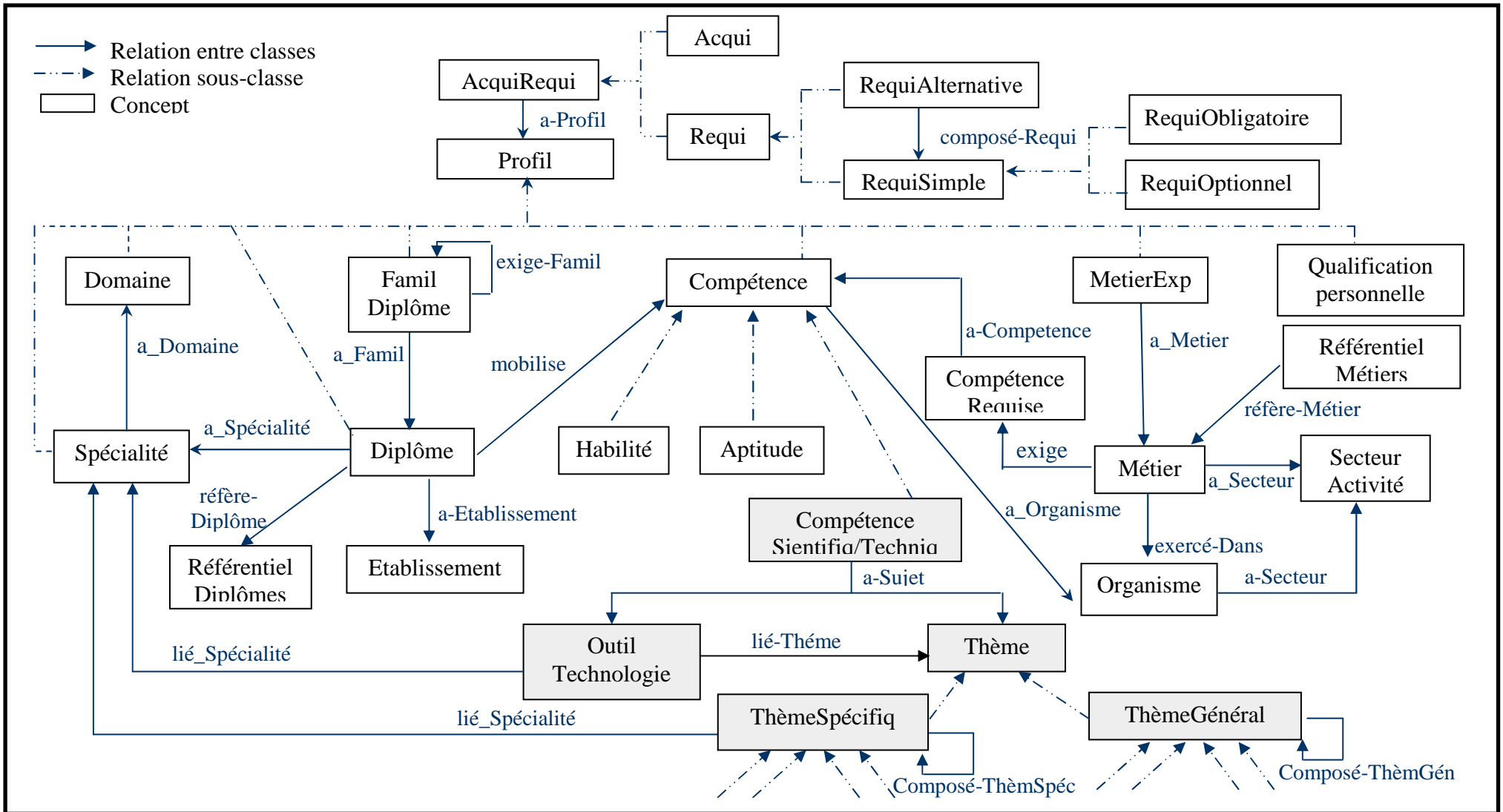


Figure 3.6 : Construction du diagramme de relations binaires et de classification de concepts.

Concept	Attributs	Parent	Relation
AquiRequi	-	Thing	a-Profil
Aqui	-	AquiRequi	-
RequiSimple	-	Requi	appartient-Requi
RequiAlternative	-	Requi	composé-Requi
RequiObligatoire	-	RequiSimple	-
RequiOptionnel	Coeff	RequiSimple	-
Profil	-	Thing	profil-De
Nationalité	nationalité	QualificationPersonnelle	-
Diplôme	Nom, expAnglais expFrançais	Profil	a-Famil mobilise, a-Spécialité, a-Etablissement
Spécialité	Nom, exp anglais exp francais	Profil	a-Domaine, spécialité- De
Domaine	Nom, expAnglais expFrançais	Profil	domaine-De
Compétence	-	Profil	moblisé-Par, a-Organisme
Aptitude	Nom, expAnglais expFrançais	Compétence	-
Compétence ScientifiqTechniq	Niveau	Compétence	a-Sujet
Habilité	Nom, exp anglais expFrançais	Compétence	-
Métier	Nom, exp anglais expFrançais	Profil	a-Organisme, a-Secteur exige
Compétence Requise	Importance	Thing	a-Compétence
Organisme	Taille, statuJuridiq	Thing	a-Secteur
Etablissement	Type,statuJuridiq		-
SecteurActivité	Nom, exp anglais expFrançais	Profil	secteur-De
Thème	Nom, expAnglais expFrançais, poids	Thing	composé-Thème
ThèmeGénérale	Nom, expAnglais expFrançais	Thème	-

ThèmeSpécifique	Nom, expAnglais expFrançais	Thème	composé-Thème lié-Spécialité
OutilTechnologie	Nom, expAnglais expFrançais,	Thème	lié-Spécialité

Tableau 3.3 : Dictionnaire des concepts.

5.2.5 Construction de la table des relations binaires :

Les relations binaires sont représentées sous forme de propriétés qui lient un concept à un autre. Pour chaque relation dont la source est dans l'arbre de classification de concepts, nous définissons : son nom, sa description, le nom du concept source, le nom du concept cible, la cardinalité et le nom de la relation inverse. Le tableau (Tableau3.4) représente la table des relations binaires de l'ontologie-ER

Nom de la relation	Concept (s) source (s)	Concept (s) cible (s)	Cardinalités		Relation inverse
			S	C	
composé-Requi	RequiAlternative	requiSimple	1	2.. N	appartient- Requi
a-Profil	AquiRequi	Profil	1.. N	1	profi-De
exigeFAMIL	FamilDiplôme	FamilDiplôme	1	0.3	exigé-Par
a-Métier	MétierExp	Métier	1	1. N	
exige	Métier	Compétence Requise	0. N	1. N	-
a-Secteur	Métier	SecteurActivité	1. N	1	secteur-De
exercé-Dans	Métier	Organisme	1. N	1. N	-
refère-métier	RéférentielMétier	Métier	1	1. N	reféré -Par
a-organisme	Compétence	Organisme	1. N	1. N	-
Moblise	diplôme	Competence	1-N	1. N	mobilisé-Par
a-famil	Diplôme	FamilDiplôme	1. N	1	famil-De
a-spécialité	Diplôme	Spécialité	1. N	1	spécialité -De
a-Domaine	Spécialité	Domaine	1. N	1	domaine-De
a-Sujet	Compétence ScientifiqTechniq	Thème, OutilTechnologie	1	1. N	-

lié-Spécialité	OutilTechnologie, ThèmeSpécifique	Spécialité	1. N	1	-
lié-Thème	OutilTechnologie	thème	1. N	1	-
Compose-Thème	ThèmeSpécifique	ThèmeSpécifique	0. N	0. N	appartient- Thème

Tableau 3.4 - La table des relations binaires de l'ontologie-ER

5.2.6 Construction de la table des attributs des concepts :

Les attributs sont des propriétés qui prennent leurs valeurs dans les types prédéfinis (String, Integer, Boolean, Date...). Pour chaque attribut nous spécifions : son nom, description, les concepts qu'il contient, son type et l'intervalle de ses valeurs possibles, sa cardinalité, sa valeur par défaut. Le tableau (Tableau 3.5) représente la table des attributs des concepts de l'ontologie-ER.

Attribut	Type	Cardinalité	Valeur par défaut	Domaine des valeurs
age	Entier>0	1	-	
annéesExp	Entier≥0	1	-	
célibataire	Booléen	1	Faux	Vrai, faux
expAnglais	Littéral	1..N	-	
poind	Entier>0	1	-	1 à 100
coeff	Entier	1	-	1 à 10
militaireRégulé	Booléen	1	Faux	Vrai, Faux
nationalité	Littéral	1	-	
niveau	Entier>0	1		20(N),50(A), 70(M)90(E)
paysResid	Littéral	1	-	-
permisCond	Booléen	1	Faux	Vrai, faux
villeResid	Littéral	1	-	-
Type	Littéral	1	-	Grande, Moyenne, Petite
StatuJuridiq	Littéral	1	-	Privé, Etatique

Tableau 3.5 : Table des attributs des concepts

5.2.7 Construction de la table des axiomes :

Ce tableau contient des définitions de concepts à l'aide des expressions logiques qui sont toujours vraies. Dans ce tableau nous définissons pour chaque axiome sa description en langage naturel, le nom du concept auquel l'axiome se réfère et l'expression logique. On ne peut pas citer tous les axiomes. Le tableau (Tableau3.6] représente un extrait de cet ensemble.

Concept	Expression logique	Description
AcquiRequi	$\forall (X), \text{AcquiRequi}(X) \Rightarrow \text{Requi}(x) \vee \text{acqui}(x)$	Un AcquisRequi peut être un acquis ou un requis
Acqui	$\forall (X), \text{Acqui}(x) \Rightarrow \neg \text{Requi}(x)$	Un acquis et requis sont incompatibles
Requi	$\forall (X), \text{Requi}(x) \Rightarrow \neg \text{RequiAlternative}(x) \vee \text{RequiSimple}$	un requis peut être un requis alternative ou un requis simple
RequiSimple	$\forall (X), \text{RequiSimple}(x) \Rightarrow \text{RequiObligatoire}(x) \vee \text{RequiOptionnel}$	un requis simple est soit un requis obligatoire ou un requis optionnel
RequiObligatoire	$\forall (X), \text{RequiObligatoire}(x) \Rightarrow \neg \text{RequiOptionnel}(x)$	un requis obligatoire et un requis optionnel sont incompatibles
Profil	$\forall (X), \text{Profil}(x) \Rightarrow \text{Personne}(x) \vee \text{Compétence}(x) \vee \text{Diplôme}(x) \vee \text{FamDiplôme}(x) \vee \text{Spécialité}(x) \vee \text{Domaine}(x) \vee \text{MétierExp}(x)$	Un profil peut être un diplôme, une spécialité, un domaine..., expérience professionnel.
Compétence	$\forall (X), \text{Compétence}(X) \Rightarrow \text{Aptitude}(X) \vee \text{CompétenceScientifqTechniq}(X) \vee \text{Habilité}(x)$	Une compétence est soit comportementale ou scientifique/technique ou une habilité.
Thème	$\forall (X), \text{Thème}(X) \Rightarrow \text{ThèmeGénéral}(X) \vee \text{ThèmeSpécifique}(X)$	Chaque thème est soit un thème général ou spécifique
Métier	$\forall (X), \text{Métier}(x) \Rightarrow \exists Y \text{ SecteurActivité}(y) \text{ a-Sectuer}(X,Y)$	un mtier appartient à un secteur d'activité
Aptitude	$\forall (X), \text{Aptitude}(X) \Rightarrow \text{Compétence}(X) \wedge (\neg \text{CompétenceScientifqTechniq}(X)) \wedge (\neg \text{habilité}(x))$	Les concepts Aptitude, CompétenceScientifq Techniq et aptitude sont incompatibles

Diplôme	$\forall (X), \text{Diplôme}(x) \Rightarrow \exists Y \text{ Spécialité}(Y)$ a-Specialité(X,Y)	Un diplôme a une spécialité
Spécialité	$\forall (X), \text{Spécialité}(x) \Rightarrow \exists Y \text{ Domaine}(Y)$ a-Domaine(X,Y)	
Habilité	$\forall (X), \text{Habilité}(X) \Rightarrow \text{Compétence}(X) \wedge$ $\neg \text{Aptitude}(x) \wedge \neg \text{CompétenceScientifqTechniq}$	Chaque famille de diplômes est soit BAC, soit Licence, soit... soit Master
ThèmeGénéral	$\forall (X), \text{ThèmeGénéral}(X) \Rightarrow \text{Thème}(X) \wedge$ $\neg \text{ThèmeSpécifiq}(x)$	Les concepts thèmeGénéral, ThèmeSpécifique sont incompatibles
ThèmeSpécifique	$\forall (X), \text{ThèmeSpécifique}(X) \Rightarrow$ $\exists Y \text{ Spécialité}(Y) \text{ lié-Spécialité}(X,Y)$	Un thème spécifique est lié à une spécialité
(...)	(...)	(...)

Tableau 3.6- La table des axiomes de concepts

5.2.8. Construction du tableau d'instances et les assertions :

Les concepts et les relations de l'ontologie-ER sont instanciés à l'avance par l'expert du domaine, afin de fournir les différentes instances, dont l'utilisateur (recruteur ou chercheur d'emploi) peut se servir durant l'annotation de son document.

Les instances et les assertions liées aux concepts relatifs aux métiers (Métier, FamilMétier, compétence) et diplôme (Diplôme, FamilDiplôme, compétence) sont inspirées respectivement de [CIGR05], [LMD04] enrichi.

Dans cette section nous allons présenter une description de quelques instances de l'ontologie. Pour cela, nous spécifierons les noms des individus et les valeurs des attributs pour chacun d'eux. Le Tableau (tableau 3.7) illustre quelques instances pour chaque classe, quelques assertions sur ces instances sont présentées dans la table des assertions (Tableau 3.8).

Concept	Instance	Attributs	Valeurs
SecteurActivité	Sec1_adminin	Nom	Administrations
SecteurActivité	Sec4_AgriConstr	Nom	Agriculture et constructions
Métier	Met12_	Nom	
Métier	Met13_	Nom	
Métier	Met42_	Nom	
Métier	Met43_	Nom	
Domaine	Dom2_MatScienc	Nom	Mathématiques Et sciences
Domaine	Dom13_ComunInfo	Nom	Communication Et information
Spécialité	Spec21_Phys	Nom	Physique
Spécialité	Spec26ScienTerr	Nom	Sciences de la terre
Spécialité	Spec132_JourComm	Nom	Journalisme et communication
Spécialité	Spec13_Secr	Nom	Secrétariat
Habilité	Hab4_RaisonDedu	Nom	Raisonnement déductif
(...)	(...)	(...)	(...)

Tableau 3.7- La table des instances de concepts de l'ontologie-ER.

Relation	Instance source	Instance(s) cible(s)
a-Sectuer	Sec1_adminin	Met12_
a-Sectuer	Sec1_adminin	Met13_
a-Sectuer	Sec4_AgriConstr	Met42_
a-Sectuer	Sec4_AgriConstr	Met43_
a-Domaine	Dom2_MatScienc	Spec21_Phys
a-Domaine	Dom2_MatScienc	Spec26ScienTerr
a-Domaine	Dom13_ComunInfo	Spec132JourComm
a-Domaine	Dom13_ComunInfo	Spec13Secr
.....

Tableau 3.8 - tableau des assertions

5.3 Formalisation :

Dans cette étape, nous utilisons le formalisme des logiques de description pour formaliser le modèle conceptuel que nous avons obtenu dans l'étape de conceptualisation

5.3.1 Représentation de la partie terminologique (T-box) :

Les définitions des différents concepts sont illustrées dans le tableau 4.9 où nous définissons les concepts relatifs à notre domaine, en utilisant les constructeurs fournis par les logiques de descriptions pour donner des descriptions structurées aux concepts. Nous spécifions ainsi dans le tableau (Tableau 3.9) les relations de subsumption qui existent entre les différents concepts.

Pour les rôles, nous les définissons en donnant les couples des concepts sources et cibles de chacune, et/ou en spécifiant son rôle inverse. Le tableau (Tableau 3.10) représente les définitions de quelques rôles de notre ontologie.

Nom du concept	Définition	Relation de subsumption
Spécialité	\exists Nom.String \sqcap \exists expAnglais.string \exists ExpFrançais	Spécialité \sqsubseteq Profil
SecteurActivité	\exists Nom.String \sqcap \exists expAnglais.string \exists ExpFrançais	SecteurActivité \sqsubseteq Thing
MetierExp	\exists annéesExp.positive integer	MetierExp \sqsubseteq Thing
RequiOptionnel	\exists coeff.positive integer	RequiOptionnel \sqsubseteq Requi
CompeteceRequise	\exists importance.positive integer	
Habilité	\exists Nom.String \sqcap \exists expAnglais.string \exists expFrançais	Habilité \sqsubseteq Competence
Organisme	\exists taille.String \sqcap \exists statutJurid.String	Organisme \sqsubseteq Thing
Etablissemnt	\exists type.String \sqcap \exists statutJurid.String	Etablissemnt \sqsubseteq Thing
(...)	(...)	

Tableau 3.9- Définitions des concepts de l'ontologie-ER (dans TBOX).

Rôles	Couple (domaine, co-domaine)	Rôle inverse
a-Profil	(AquiRequi, Profil)	-
composé-Requi	(RequiAlternative,requiSimple)	référéParRM
RéféréDiplôme	(RéférentielDiplômes, Diplôme)	référéParRD
aFamildiplôme	(Diplôme, Famildiplôme)	famildiplômeDe
a-Spécialité	(Diplôme, Spécialité)	spécialité-De
mobilise	(Diplôme, Compétence)	-
mobilise	(Métier, Compétence)	-
lié-Spécialité	(ThèmeSpécifique, Spécialité)	-
composé-Thème	(ThèmeSpécifique, ThèmeSpécifique)	appartient
a-Secteur	(Métier, SecteurActivité)	secteur-De
(...)	(...)	(...)

Tableau 3.10- Définitions des rôles de l'ontologie-ER (dans TBOX).

5.3.2 Représentation de la partie assertionnelle (A_box)

Le langage assertionnel est dédié à la description des faits, en spécifiant les individus (avec leurs classes) et les relations entre eux de la manière suivante :

A : C

Pour dire que A est une instance de la classe C.

(A1, A2) : R

Pour dire que les deux individus A1 et A2 sont reliés par la relation R.

Dans les tableaux (Tableau 3.11, Tableau 3.12) nous définissons quelques assertions :

Concept	Description
Secteur	Sec1_Admin : Secteur, Sec4_AgriConstr :Secteur ...
Habilité	hab_raison : Habilité, hab_mémoris : Habilité, ...
Domaine	dom_infTélé : Domaine, Dom13_ComunInfo : Domaine, Dom2_MatScienc : Domaine ...
Spécialité	Spécialité : Spec21_Phys, Spec26ScienTerr : Spécialité , Spec132JourComm : Spécialité, Spec13Secr : Spécialité ...
Diplôme	dip_licProgl : Diplôme, dip_licSI : Diplôme, dip_ingSIA : Diplôme, dip_docRéseau: Diplôme, dip_docSys : Diplôme, dip_ingSPD : Diplôme.
(...)	(...)

Tableau 3.11- Description assertionnel de concepts.

<i>RELATION</i>	<i>DESCRIPTION</i>
aFAMILMétier	(mét_adminBDD , FM_produExploi) : aFAMILMétier ; ...
aFAMILDiplôme	(dip_masterSI , FD_master) : aFAMILDiplôme ; ...
mobilise	(mét_adminBDD , assi_pédagogie): mobilise ; ...
liéA	(RM_réféMétInforma , dom_infTélé): liéA; ...
(...)	(...)

Tableau 3.12- Description assertionnel de relations.

Nous avons attribué un modèle conceptuel à l'ontologie-ER dans cette section. Dans la section suivante, nous détaillons son implémentation en utilisant éventuellement les outils qui ont été développés pour cet objectif.

5.4. Implémentation

L'implémentation consiste à traduire l'ontologie formelle de l'étape de formalisation ou d'évolution, dans un langage opérationnel de définition d'ontologies. Notre choix porte sur le langage OWL pour la codification de l'ontologie, et cela pour toutes les fonctionnalités sémantiques que permet OWL et qui sont plus riches que celles de DAML+OIL. D'autre part, OWL est considéré comme un langage standard de définition des ontologies pour le Web. Par ailleurs, OWL fait partie du formalisme des logiques de descriptions. Sa sémantique peut être définie via une transcription vers la logique de descriptions SHIQ.

5.4.1 Création d'un nouveau projet OWL

Lors du premier démarrage de « protégé », une boîte de dialogue (*Welcome to protégé*) s'ouvre (Figure 3.7). Afin de créer un nouveau projet OWL, nous devons cliquer sur le bouton « Create New Project... » puis le bouton « Close » qui se trouvent sur cette boîte. De ce fait, une autre boîte de dialogue (Créate New Project) se crée, sur laquelle plusieurs choix sont offerts, permettant de créer de nouveaux projets OWL selon plusieurs types. Dans notre cas il s'agit d'un fichier OWL « OWL Files (.owl or .rdf) ». Une fois que ce choix est validé, l'interface de l'outil s'affiche (Figure 3.8) permettant d'éditer, de visualiser et d'enregistrer des ontologies en OWL.

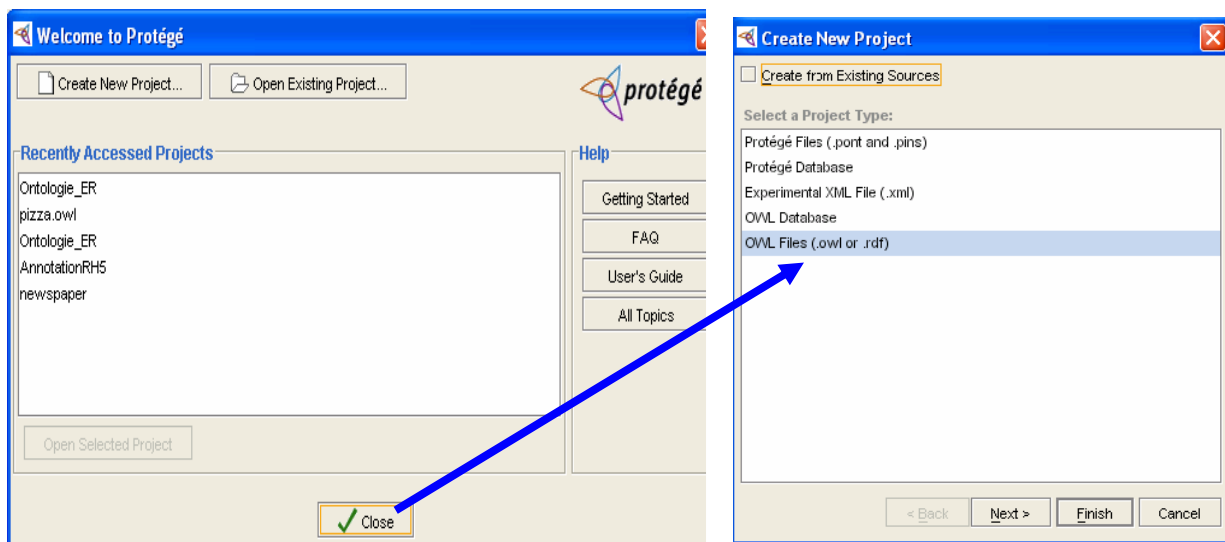


Figure 3.7- Création d'un nouveau projet

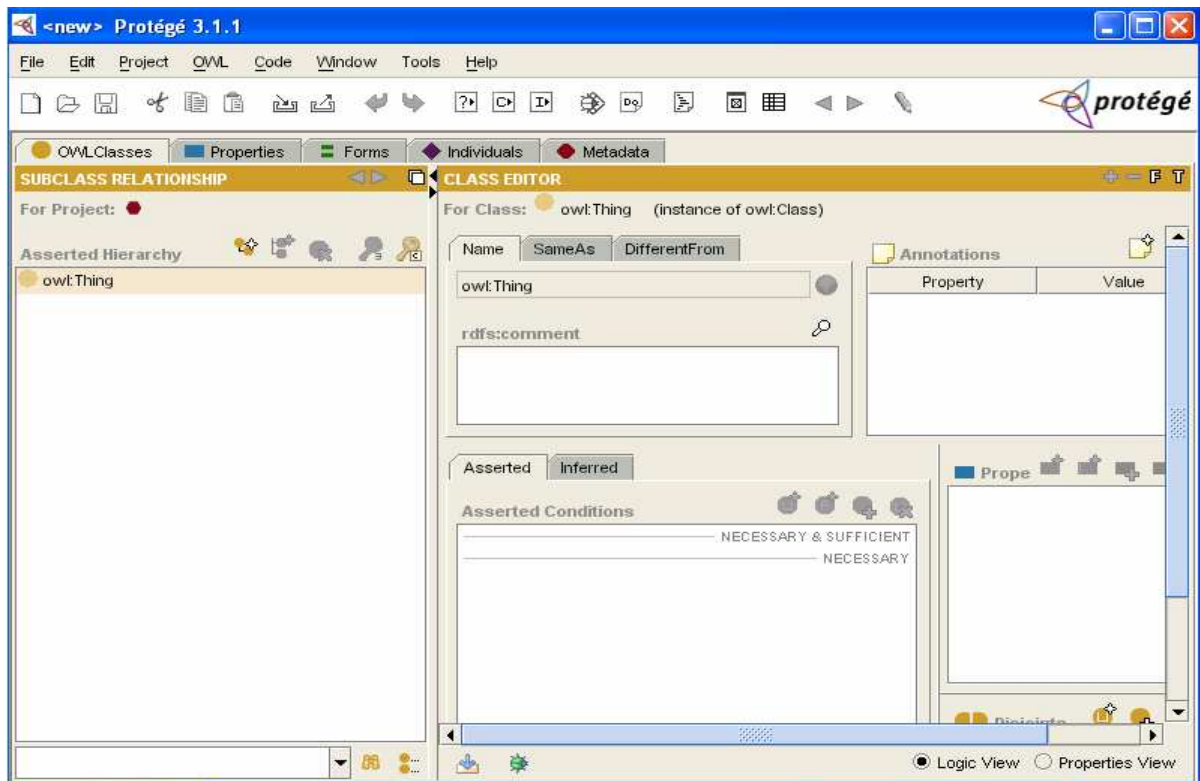


Figure 3.8- Interface de l’outil Protégé-OWL (version3.1.1)

Comme illustrée à la Figure 4.7 l’interface utilisateur de plugin OWL contient divers onglets associés à des tâches spécifiques. Parmi ces onglets, nous présentons ceux utilisés dans l’implémentation de l’ontologie-ER.

5.4.2 Création des classes et la hiérarchie des classes

L’onglet (OWLClasse) permet de créer les classes (concepts) et la hiérarchie de classes. Une classe universelle (`owl : thing`) est utilisée comme racine pour cette hiérarchie, et la création des sous-classes se fait par le choix de la classe mère, suivi par un simple clique sur le bouton de création des sous-classes (Figure 3.9). Dans cet onglet, les classes disposant des sous-classes apparaissant sur l’onglet sont précédées par le signe (▼), alors que les classes disposant des sous-classes qui n’apparaissent pas sur l’onglet sont précédées par le signe (▶). Ces sous-classes peuvent être montrées par une simple clique sur ce signe.

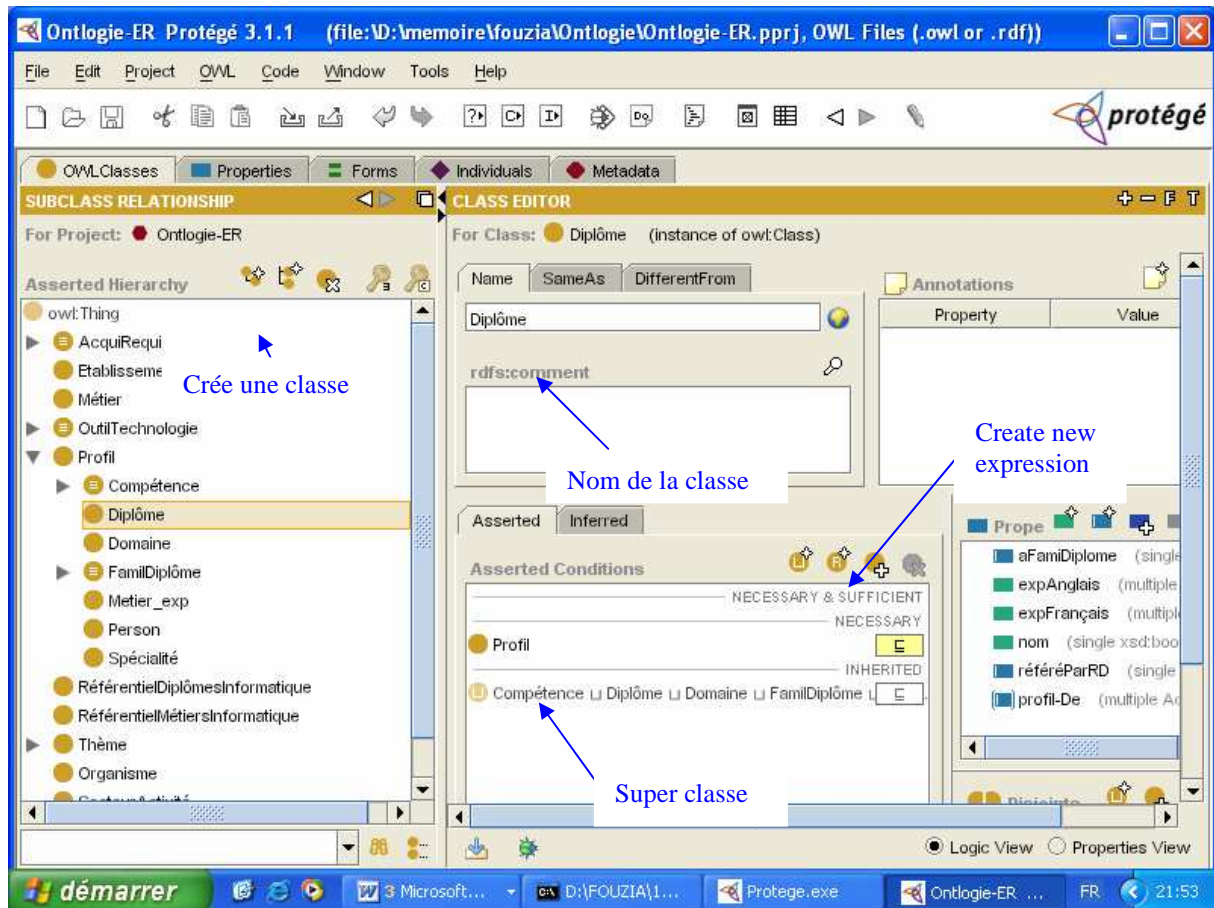


Figure 3.9- La hiérarchie des classes.

Les classes définies peuvent être introduites à travers un éditeur des expressions en logique de descriptions (Figure 3.10). Celui-ci s'affiche en cliquant sur le bouton « Create new expression » (Figure 3.9).

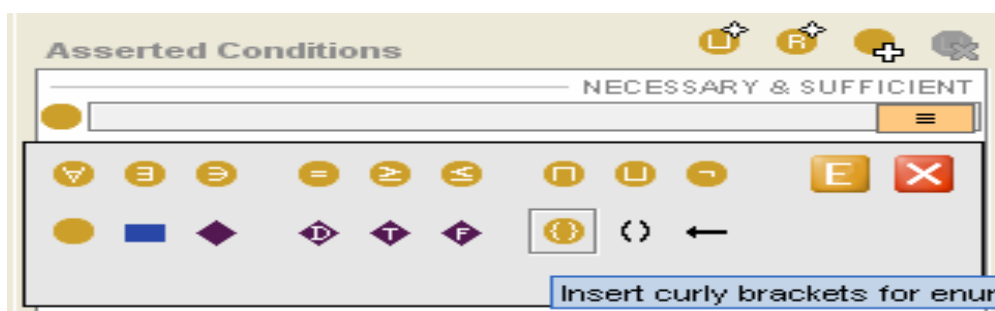


Figure 3.10- Editeur d'expressions en logique de descriptions

5.4.3 Création des propriétés

L'onglet (Properties) permet de créer les propriétés des classes qui peuvent être de deux types différents (attribut ou rôle). Il s'agit des attributs (datatypeProperty) de concepts et des rôles (objectProperty) qui relient les concepts.

La création d'une propriété (datatypeProperty) pour une classe particulière, consiste à choisir la classe en question, puis cliquer sur le bouton de création d'une nouvelle propriété (datatypeProperty). Les caractéristiques de cette propriété peuvent être renseignées dans une nouvelle fenêtre (Figure 3.11). Il s'agit de son domaine (rdfs : domain) et co-domaine (rdfs : range), son domaine de valeurs, un commentaire, les types de données possibles pour les attributs sont celles offertes par XMLschéma (xsd : boolean, xsd :integer, xsd :positiveInteger, xsd :float, xsd :string, xsd :decimal, ect).

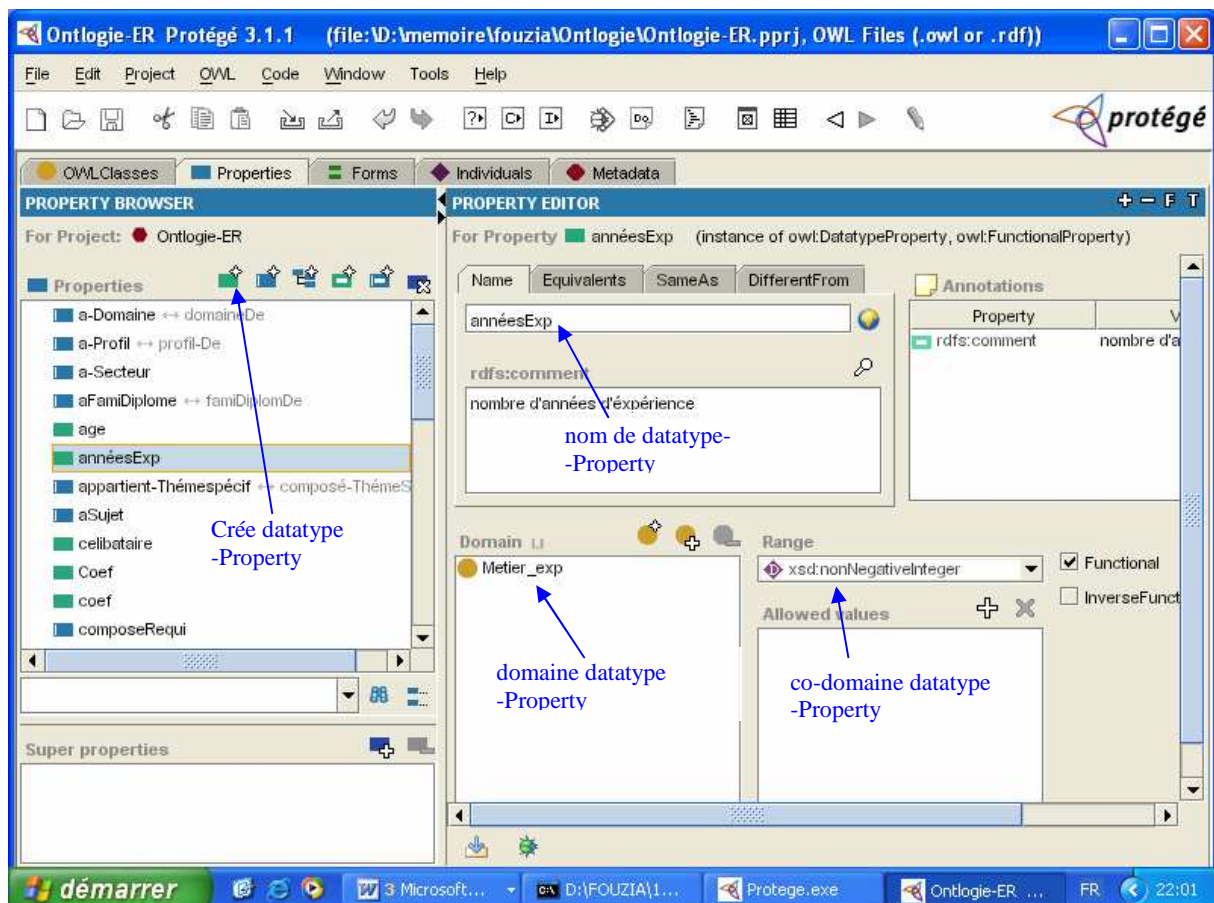


Figure 3.11- Création des propriétés (datatypeProperty) des classes.

Les propriétés (objectProperty) peuvent être hiérarchisées dans l'onglet (Properties). Les caractéristiques des propriétés peuvent être renseignées dans la fenêtre (Figure 3.12). Il s'agit de son domaine (rdfs : domain) et co-domaine (rdfs : range), la relation inverse qui lui correspond (owl : inverseOf), un commentaire, ainsi que les caractéristiques de cette propriété (fonctionnalité, fonctionnalité inverse, symétrie, transitivité) et les autres propriétés équivalentes et différentes.

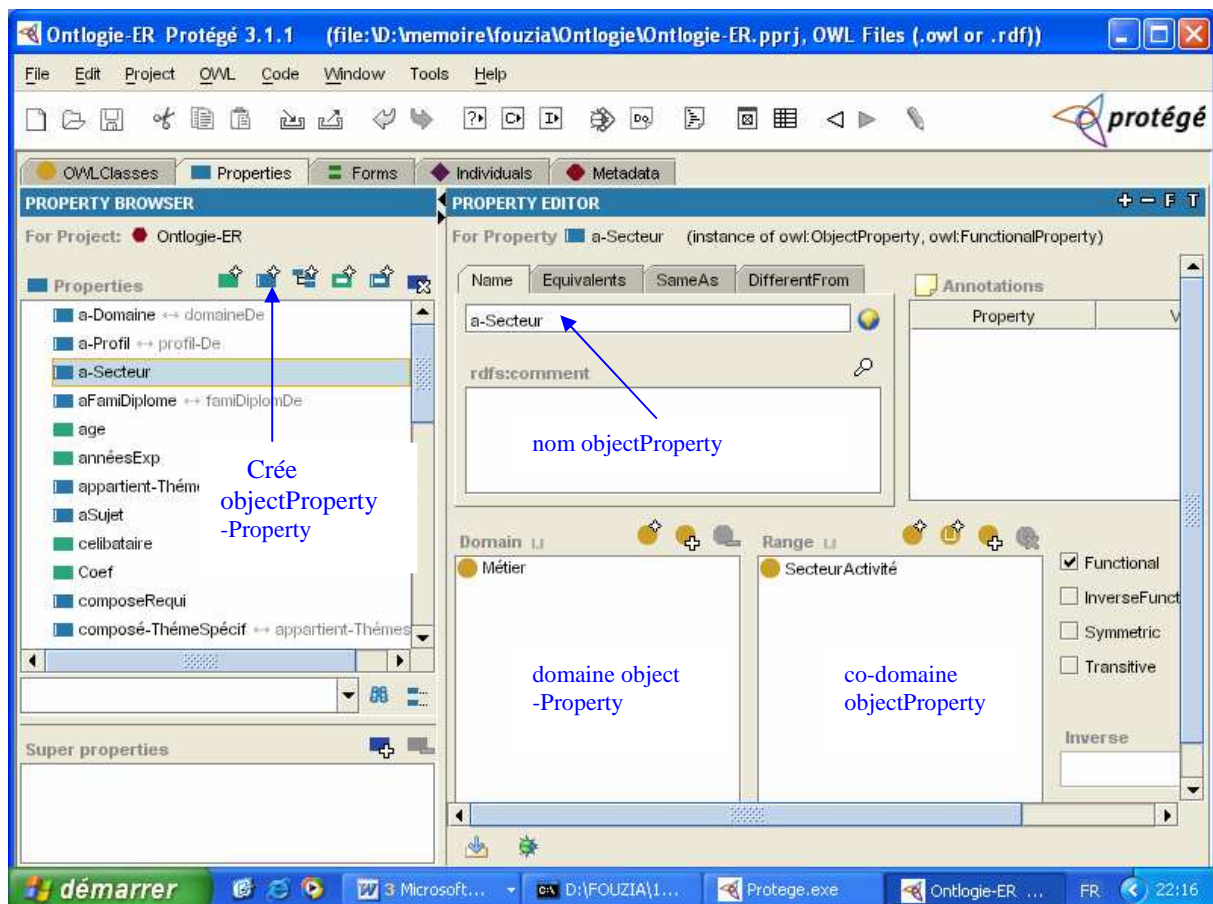



Figure 3.12- Création des propriétés (objectProperty) des classes.

Des restrictions sur les cardinalités et les valeurs possibles concernant les propriétés créées pour certaines classes peuvent être ajoutées à partir de la fenêtre (Figure 3.13). Celle-ci peut être créée en cliquant sur le bouton « Create restriction... »  et s'affiche la figure (Figure 3.14).

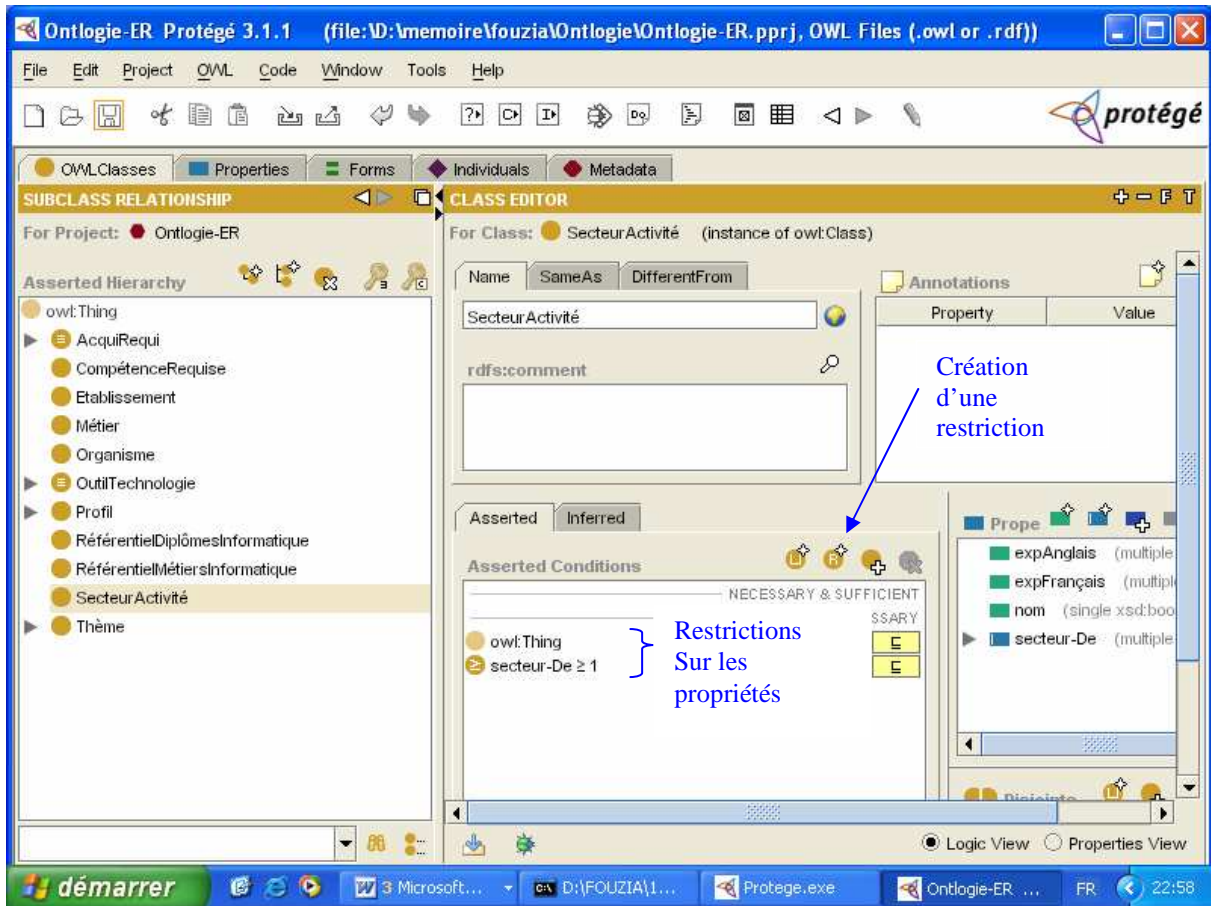


Figure 3.13- Définition des restrictions sur les propriétés.

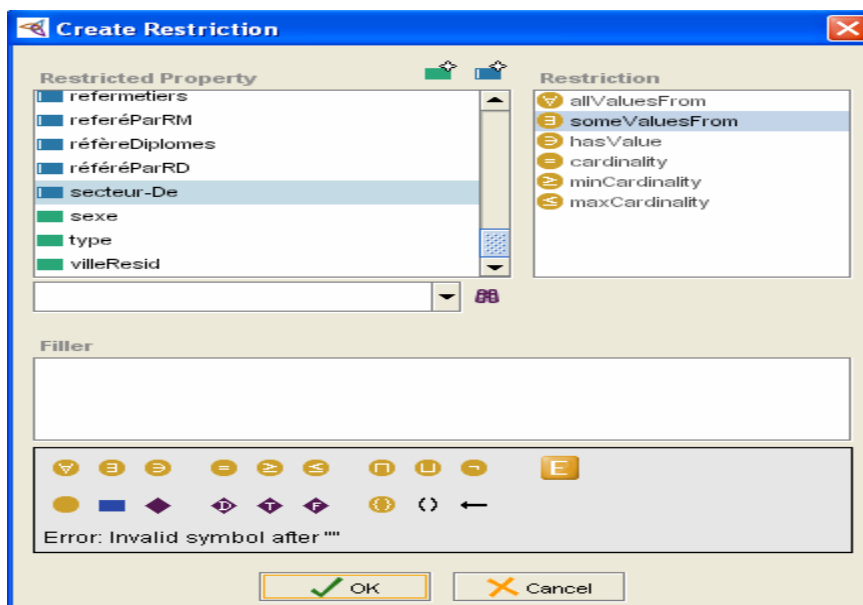


Figure 3.14- Création d'une restriction.

5.4.4 Création des instances

Les individus (instances) peuvent être créés en cliquant sur l'onglet (individuals) de l'interface de Protégé-OWL (Figure 3.15), sur lequel nous sélectionnons la classe à instancier puis nous créons l'instance. Les champs (propriétés) sont à compléter, soit par les valeurs des attributs, soit par les noms des instances avec lesquelles cette instance est reliée par un rôle.

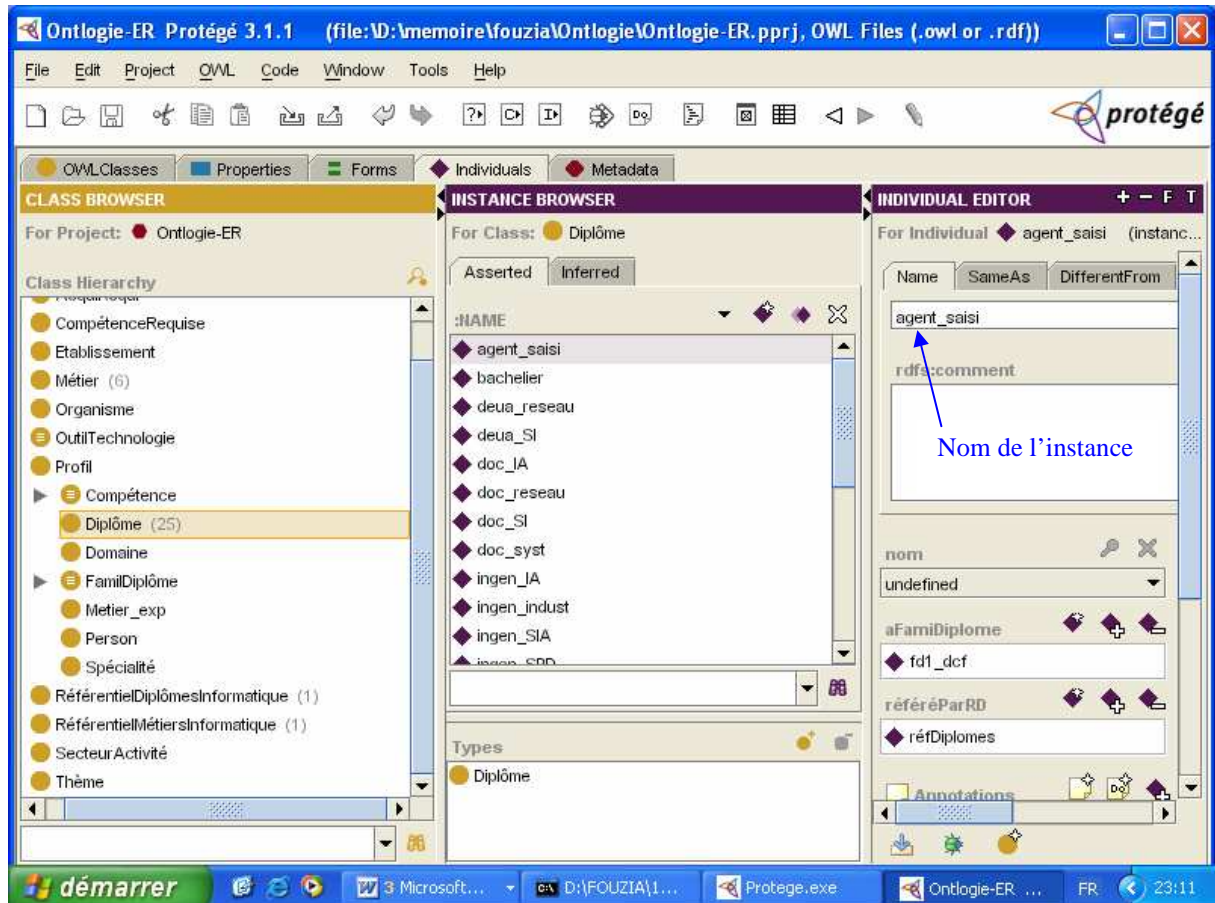


Figure 3.15- Définition des instances.

5.4.5 Génération du code

L'outil PROTEGE OWL a été conçu pour dégager et libérer le développeur de la complexité du codage, même pour implémenter une petite ontologie, celle-ci va prendre plusieurs lignes de code et nécessite un grand effort. Le code de l'ontologie-ER sera donné à l'annexe B de ce mémoire.

5.4.6 Test & évolution de l'ontologie

Comme nous l'avons indiqué auparavant, nous utilisons le raisonneur Racer pour vérifier notre ontologie. Une fois installé, celui-ci se lance par double clic sur son icône d'application qui ouvre une fenêtre de console, et lance le raisonneur avec une communication HTTP activée. L'interface utilisateur courante permet de tester la consistance [KNUB04] et la classification. Le test de la consistance peut être invoqué via le menu « OWL » (Figure 4.8) et s'affiche (la figure 3.16). Il consiste à déterminer si une classe peut être instanciée ou non. Le test de classification est invoqué entre les classes. Il consiste à inférer une nouvelle hiérarchie de classes, à partir des définitions de celles-ci. Il permet d'enlever l'inconsistance entre ces dernières.

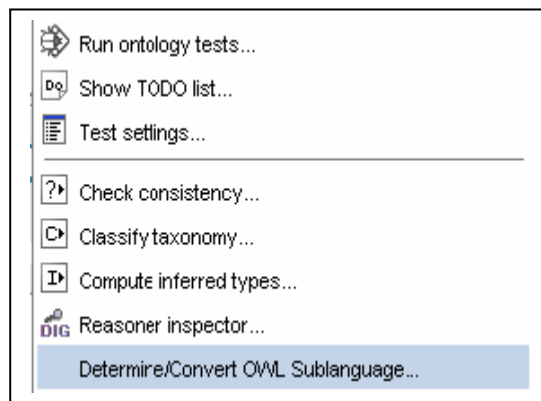


Figure 3.16- Une partie du menu «OWL » de l'interface de Protégé-OWL.

Indépendamment du raisonneur Racer, le plugin OWL, fournit un mécanisme pour exécuter des tests supplémentaires sur l'ontologie construite. Ces tests sont des petits programmes java prédéfinis (liste disponible à travers le menu « OWL », test settings), qui peuvent être étendus par les programmeurs. Ils prennent une classe, une propriété, un individu ou l'ontologie comme entrée, vérifient des conditions sur celles-ci, et retournent un message d'erreur dans le cas d'échec. Un exemple de test prédéfini est celui qui assure l'invariante «l'inverse d'une propriété fonctionnelle est une propriété fonctionnelle inverse », et vice versa. Si une propriété, dans l'ontologie a violé les conditions qui lui sont attachées, le système affiche une erreur et peut même offrir la possibilité de la corriger.

6. Etude de cas :

Dans cette section, nous présentons une étude de cas qui concrétise notre contribution, pour cela nous choisissons des CVs et des offres d'emplois variés, qui seront annotés en exploitant l'ontologie construite à par l'outil d'annotation FETCH [ALLI08]. Nous exposons les fichiers des annotations des documents en langage naturel pour des raisons de lisibilité.

- Dans le premier exemple (Figure 3.17), l'utilisateur (recruteur) peut exprimer son choix alternative entre des types de requis : avoir une compétence programmation du langage Delphi **ou** Visuel Basic (voir la figure de l'hierarchie de thèmes spécifique de la spécialité Informatique Figure Extrait de l'Annexe), donc les candidats qui maîtrisent l'un des deux langage de programmation seront qualifiés, comme le cas dans les deux exemples choisis (Figure 3.18, Figure 3.19).

Requis simple :	
Poids : 05	Age 28
Poids : 05	Sexe féminin
Poids : 05	Nationalité algérien
Poids : /	Permis de conduire /
Poids : /	Situation Familiale /
Poids : 05	Ville de résidence Constantine
Poids : /	Service national /
Requis alternative : Poids : 30	
Requis simple :	Compétence : Delphi niveau : maîtrise.
Requis simple :	Compétence : Visuel basic niveau : maîtrise
Organisme: Grand organisme.	
Requis Simple : Poids : 50	
Diplôme : Ingénieur d'état SIA	

Figure 3.17- Fichier des annotations de l'offre1

Age : 28
Sexe : Féminin
Nationalité : algérienne
Permis de conduire : /
Situation Familiale : Célibataire
Ville de résidence : Constantine
Service national : Dégagé
Compétence : Delphi niveau : maîtrise.
Organisme: Moyenne organisme.
Diplôme : Ingénieur d'état SIA

Figure 3.18- Fichier des annotations de CV1

Age : 30	
Sexe : Masculin	
Nationalité : algérienne	
Permis de conduire : /	
Situation Familiale : Célibataire	
Ville de résidence : Constantine	
Service national : Dégagé	
Compétence : Visuel Basic	niveau : maîtrise.
Organisme: Moyenne organisme.	
Diplôme : Ingénieur d'état SIA	

Figure 3.19- Fichier des annotations de CV2

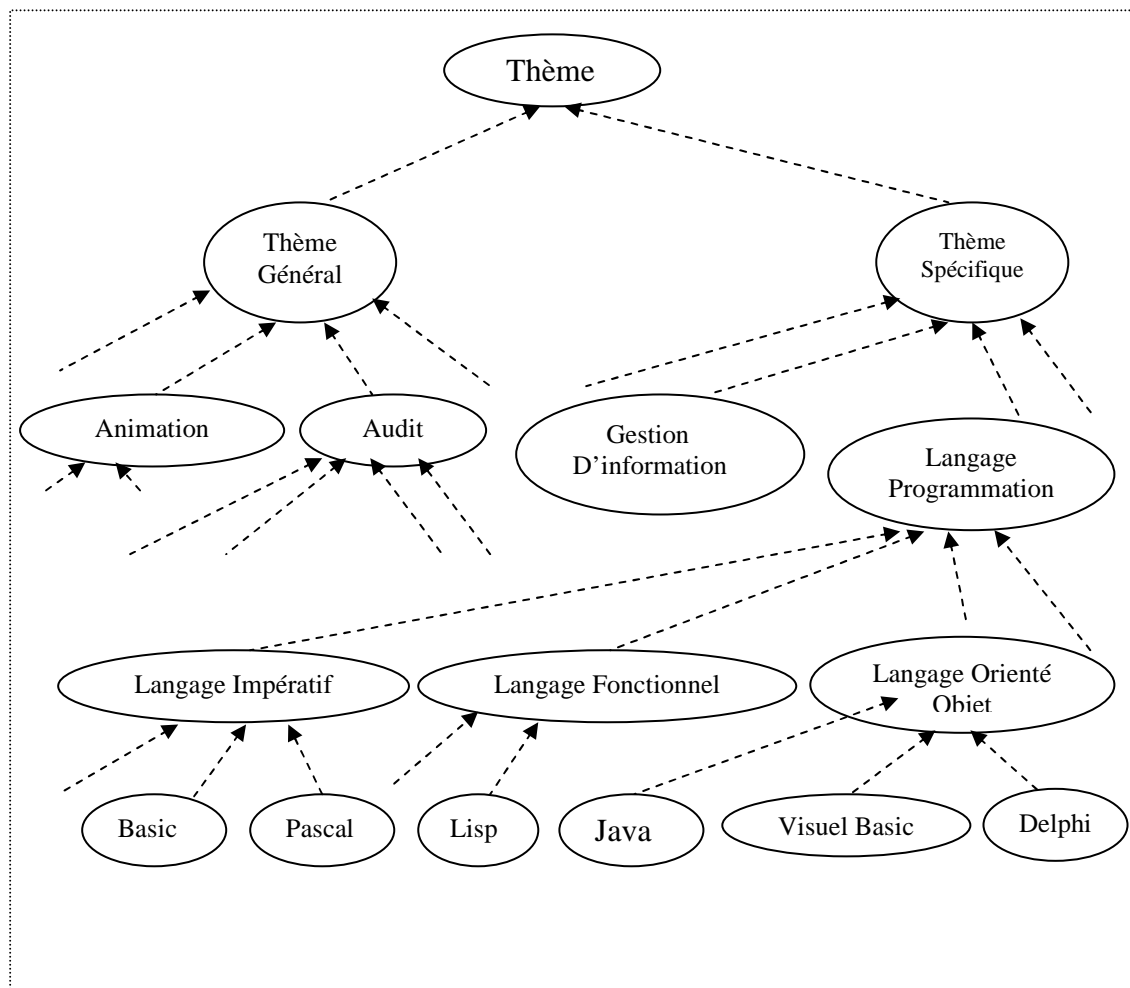


Figure 3.20 - Hiérarchie des thèmes.

- Dans le deuxième exemple (Figure 3.21), l'offre d'emploi est annotée par un requis obligatoire : diplôme en Ingénieur d'état SIA, ce qui signifie que les CVs des candidats n'ayant pas ce diplôme ne seront pas traités du tout, donc on vérifie toujours lors de l'appariement en premier lieu les requis obligatoires qu'un recruteur peut exiger dans son offre d'emploi ; ensuite celles optionnels en affectant dans ce cas le poids associé à chaque type de requis, tandis que pour les autres requis sont tous optionnels comme on le remarque car chacun est associé par un poids indiquant ainsi son importance dans l'offre.

Requis simple :	
Poids : 05	Age 28
Poids : 05	Sexe féminin
Poids : 05	Nationalité algérien
Poids : /	Permis de conduire /
Poids : /	Situation Familiale /
Poids : 05	Ville de résidence Constantine
Poids : /	Service national /
Requis obligatoire :	
Diplôme : Ingénieur d'état SIA	
Requis simple : Poids : 30	
Compétence : Java	niveau : Expert.
Organisme: Moyen organisme.	
Requis Simple : Poids : 50	
Métier : Analyste programmeur	

Figure 3.21 - Fichier des annotations de l'offre2.

- Dans le troisième exemple, on veut à travers monter le cas où un recruteur exige l'exerce d'un métier qui appartient à un secteur d'activité dans un organisme appartenant au même secteur d'activité, ce qui signifie que l'acquisition d'une compétence est influée par les conditions les contraintes de l'environnement dans lequel la compétence est acquise.

<p>Requis simple : Poids : 05 Age 28 Poids : 05 Sexe féminin Poids : 05 Nationalité algérien Poids : / Permis de conduire / Poids : / Situation Familiale / Poids : 05 Ville de résidence Constantine Poids : / Service national /</p> <p>Requis Simple : Poids : 50 Diplôme : Ingénieur d'état SIA</p> <p>Requis Obligatoire : Métier : Analyste programmeur. Secteur Activité : Informatique. Organisme: Moyen organisme.</p> <p>Requis simple : Poids : 30 Compétence : Java niveau : Expert.</p>

Figure 3.22 - Fichier des annotations de l'offre3.

Dans cet exemple, le recruteur exige l'exerce d'un métier comme : Analyste programmeur, un métier qui appartient au secteur Informatique (Extrait de l'annexe). D'autre coté deux CVs qui correspondent à deux candidats différents, comme on le constate, le deuxième candidat est le plus qualifié par rapport à l'offre proposée.

<p>Age : 28 Sexe : Féminin Nationalité : algérienne Permis de conduire : / Situation Familiale : Célibataire Ville de résidence : Constantine Service national : Dégagé Compétence : Delphi niveau : maîtrise. Organisme: Moyenne organisme. Secteur Activité : Santé-Social Diplôme : Ingénieur d'état SIA</p>
--

Figure 3.23- Fichier des annotations de CV1

Age : 28
Sexe : Féminin
Nationalité : algérienne
Permis de conduire : /
Situation Familiale : Célibataire
Ville de résidence : Constantine
Service national : Dégagé
Compétence : Delphi **niveau :** maîtrise.
Organisme: Moyenne organisme.
Secteur Activité : Informatique.
Diplôme : Ingénieur d'état SIA

Figure 3.24- Fichier des annotations de CV1

6. Conclusion

Nous avons développé l'ontologie-ER dédiée au e-recrutement. La méthode METHONTOLOGY est adoptée pour la conceptualisation de l'ontologie afin d'atteindre un ensemble de représentations intermédiaires qui facilitent sa formalisation via la logique de description SHOIN. En nous basant sur cette formalisation, nous avons choisi, le langage OWL, pour codifier l'ontologie formelle, en utilisant l'éditeur graphique PROTEGE OWL, afin de guider l'implémentation et de produire un code OWL. Par ailleurs, pour vérifier et raffiner l'ontologie OWL au cours du processus de développement, nous utilisons le système RACER. Ce dernier peut lire des représentations au format OWL, et effectuer des inférences sur le niveau terminologique et assertionnel. Les principaux services d'inférences fournis par le système RACER sont le test de consistance d'un concept « check consistency » et le test de subsomption d'un concept « classify taxonomy ». A la fin nous avons essayé de concrétiser notre contribution à travers une étude de cas, en analysant quelques exemples de Documents CVs et des Offres d'emploi.

Dans ce qui suit nous présentons une conclusion de notre travail et des perspectives pour des travaux futurs.

Conclusion générale et perspectives

*« Ce n'est pas la fin.
Ce n'est même pas le commencement de la fin.
Mais, c'est peut-être la fin du commencement »*

Winston Churchill

Le Web a permis une évolution importante du marché du recrutement en ligne, la recherche et l'analyse manuelles de ces documents deviennent de plus en plus difficiles due à la croissance importante du nombre des CVs et d'offres d'emploi sur le Web. Cependant le rapprochement automatique entre les offres et les demandes d'emploi, nécessite l'introduction de nouvelles approches, qui prennent en considération le contenu sémantique des documents. L'introduction des technologies émergentes du Web Sémantique est devenue une nécessité. Parmi ces technologies on trouve l'annotation sémantique de documents, dont l'idée de base consiste à utiliser un référentiel commun (ontologie) pour enrichir explicitement les documents avec des méta-données. L'application de cette technique, dans le cadre du recrutement électronique, a fait l'objet de certains travaux. Sa simplicité, son opportunité exprimée par la possibilité de modéliser formellement le contenu sémantique des CVs et des offres d'emploi, ainsi que la disposition des moyens, offerts par le Web sémantique, pour la supporter, justifie les tendances actuelles vers son utilisation.

Dans cette thèse, nous avons décrit tout d'abord l'architecture globale du système d'annotation et d'appariement sémantiques. L'élément crucial de cette architecture est l'ontologie-ER (destinée au E-Recrutement) qui fait l'objet de notre travail, construite dans le but de permettre l'enrichissement des structures syntaxiques des documents, avec leurs contenus sémantiques, permettant ainsi une meilleure gestion des compétences et des connaissances. Le modèle de la compétence proposé est riche et pertinent de la compétence (scientifique et technique ou aptitude), en assurant un certain compromis entre la simplicité et la pertinence, en distinguant l'identification des compétences acquises de celles requises et en explicitant la sémantique de la relation pouvant exister entre les différents thèmes des compétences

Les concepts et les relations de l'ontologie-ER que nous avons proposée sont inspirés des parties communes les plus significatives des CVs et des offres d'emploi (qualification personnelle, diplôme, expérience professionnelle, compétence).

Nous avons adopté METHONTOLOGY pour la conceptualisation de l'ontologie, afin d'atteindre un ensemble de représentations intermédiaires qui facilitent sa formalisation via la logique de descriptions SHOIN. En nous basant sur cette formalisation, nous avons choisi le langage OWL, pour codifier l'ontologie formelle, nous avons utilisé l'éditeur graphique PROTEGE-OWL, pour guider l'implémentation de l'ontologie et pour produire un code OWL. Par ailleurs, pour vérifier et raffiner l'ontologie OWL au cours du processus de développement, nous avons utilisé le système RACER. Ce dernier, peut lire des représentations au format OWL, effectuer des inférences sur le niveau terminologique et assertionnel. Les principaux services d'inférences fournis par le système RACER sont le test de consistance d'un concept « check consistency » et le test de subsomption d'un concept « classify taxonomy ».

Pour l'annotation des documents CVs/Offres d'emploi nous avons fait appel à un outil d'annotation [ALLI08] que nous l'avons adapté pour l'annotation des documents HTML qui permet d'instancier et exploiter l'ontologie-ER pour l'enrichissement des documents avec des annotations.

Puisque les recherches se poursuivent dans ce domaine, il y aura certainement de nouvelles idées. En ce qui concerne nos perspectives, nous allons concentrer le travail futur sur les points suivants :

- La validation de l'ontologie-ER avec des experts du domaine, surtout en ce qui concerne la hiérarchie des thèmes que peut avoir la compétence.
- L'évolution de l'ontologie-ER, d'abord la partie décrivant le modèle de la compétence qui peut être raffiné, avec l'introduction de la notion de « contexte » et ensuite, celle des différents types d'acquis ou de requis avec lesquels un document peut être annoté.
- Il serait également intéressant de considérer, dans la modélisation de l'ontologie, l'opérateur de formation, comme troisième acteur de notre système (portails de recrutement sémantique), en plus du recruteur et du chercheur d'emploi.
- Réaliser le service d'appariement à appliquer entre les CVs et les offres d'emploi, suivant notre modélisation suggérée dans ce travail.

Bibliographie

[ABRA04]: A. Abran, J. W. Moore, P. Bourque, R. Dupuis et L.L. Tripp. «Guide to the Software Engineering Body of Knowledge-SWEBOK". A Project of the IEEE Computer Society Professional Practices Committee, 2004. <http://www.swebok.org>

[ALBE03]: T. Ley, D. Albert. Identifying employee competencies in dynamic work domains: methodological considerations and a case. Journal of Universal Computer Science, vol. 9 n. 12, pp. 1500-1518. 2003

[ALLE07]: C. Allen. HR-XML. Measurable Competencies. HR-XML (2007).

<http://www.hr-xml.org>

[ALLI08]: S.Allioua, " Annotation sémantique des images". Mémoire de Magister en informatique, université Tébessa, 2008.

[AUSS02] N. Aussenac-Gilles et A. Busnel. "Méthode de construction à partir du texte d'une ontologie du domaine de l'industrie de la fibre de verre". Rapport Interne IRIT/2002-11-R. Avril 2002.

[AZOU03]: F. Azouaou, C. Desmoulin et D.Mille, "Formalisme pour une mémoire de formation à base d'annotation : articler sémantique implicite et explicite". Dans les actes de la conférence EIAH 2003 (Environnements Informatiques pour l'apprentissage humain) : pp. 43-54, 2003

[BACH04]: B. Bachimont, Arts et sciences du numérique : Ingénierie des connaissances et critique de la raison computationnelle, Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Technologie de Compiègne, 2004.

[BEIR04]: L.V Beirendonck "Management des compétences". Edition « De Boeck Université », ISBN : 2804144720, 2004.

[BERI05]: G. Berio, M.Harzallah De l'Ingénierie des Connaissances à la Gestion des Compétences Dans les actes de la conférence IC 2005. 16^{ème} journées francophones d'Ingénierie des Connaissances. Pages 49-59.

[BERN01]: T.Berners-Lee, J. Hendler et O.Lasilla, The Semantic Web. Scientific American, 284 (2001)

[BIZE04]: C. Bizer, M. Mochol, D. Westphal. Recruitment XML Clearinghouse Report, Report 8, April 2004.

[BOUM05]: A. Boumane, A. Talbi, D. Bouami et C. Tahon. Quelle méthodologie pour Identifier les compétences requises. Colloque international PENTOM sur : les performances et nouvelles technologies en maintenance, 18-20 avril, Marrakech, Maroc. 2005.

[BOUR02]: M. Bource, M, Harzallah, M. Leclère, F Trichet. "COMMONCV: Modeling the competencies underlying a Curriculum Vtae". Rapport de recherche N° 02.2, IRIN, 2002.

[BRIN03]: S. Bringay, S. Barry, "Information du dossier patient Tâches TV2 : Veille technologique : -Annotations". Projet HTSC, 1^{er} rapport de veille « Document numérique médicaux », Réf : RV/03/TV2/02, Septembre 2003.

www.rtp-doc-enssib.fr/IMG/pdf-charlet_contribution.pdf

[BUCH93]: M. Buchheit, f. Donini, and A. Shaerf" Decidable reasoning in terminological knowledge representation systems". Journal of artificial intelligence research,1: 109-138, 1993.

[EURO03] : Instructions pour l'utilisation du curriculum vitae Europass

http://www.unispezia.it/doc/modulistica/CVguida_FR.pdf 2003

[BIZE05]: C. Bizer, R. Heese, M. Mochol, R. Oldakowski, R. Tolksdorf, and R. Eckstein, "The Impact of Semantic Web technologies on Job Recruitment Process". In: International Conference workshop on computer science (WI'05), (2005).

[CIGRE05]: Nomenclature, « les emplois-métiers du système d'information dans les grandes entreprises », (CIGREF), 2005.

<http://www.cigref.fr/cigref/livelink.exe/Nomenclature>

[CORA03]: R. Corazzon.. Descriptive and Formal Ontology, 2003.

<http://www.formalontology.it/>

[DESM02] : E. Desmontils et C. Jacquin. « Annotation sur le web : notes de lecture ». Journées de l'AS-CNRS Web sémantique, 2002.

[DENO00] : L. Denoue. «De la création à la capitalisation des annotations dans un espace personnel d'informations ». Thèse de Doctorat d'Informatique, Université de Savoie, France, 2000.

[DENO02]: L. Denoue. «De la création à la capitalisation des annotations dans un espace personnel d'informations ». Thèse de Doctorat d'Informatique, Université de Savoie, France, 2002.

[DESM03] : E. Desmontils et C. Jacquine et L. Simon." Ontology enrichment and indexing process". IRIN, Rapport de recherche N° 03..5, Mai 2003.

[DREW93] : O. M. Drews "Raisonnement classificatoire dans une représentation à objets multipoints de vue". Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier, Grenoble, pp 30-51. Mars 1993.

[FERN97]: M. Fernandez, A. Gomez-Perez et N. Juristo. " METHONTOLOGY: from ontological art toward ontological engineering". Spring symposium series on ontological engineering. USA, 1997.

[FURS02] : F. Furst, "L'ingénierie ontologique". Rapport de recherche N°02-07. 2002.

[GUAR98]: Guarino, N., « Formal Ontology and Information Systems», Formal Ontology in Information Systems. IOS Press, 1998.

[GOME99]: Gomez Pérez A., Benjamins V.R. "Overview of Knowledge Sharing and Reuse Components : Ontologies and problem-Solving Methods". Proceeding og the IJCAI-99 workshop on Ontologies and problem-Solving Methods (KRR5), Stockholm (Suède), pp. 1.1-1.15 (1999).

[GRUB95]: T.R. Gruber, "Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing". International Journal of Human Computer Studies. 1995.

[GRUN95]: M. Gruninger, M.S. Fox. "The logic of enterprise modelling". In J. Brown & D.O.Sullivan, Eds. Reengineering the Enterprise: 83-98. London: Chapman & Hall, 1995

[GUER07] : H.E Guergour. « Construction d'une ontologie d'application dans le cadre de l'EAI ».Mémoire de magister université Montouri Constantine, algérie, 2007.

[HAAR01] : V. Haarslev and R. Moller. "Racer user's guide and reference manual" version 1.6. Technical report, University of Hamburg, Computer Science Department, 2001.

[HAND01]: S. Handschuh, S. Staab and A. Maedche. "CREAM - Creating relational metadata with a component-based, ontology-driven annotation framework". In Proceedings of the Knowledge Capture Conference (KCAP'01), Banff, Canada, pp. 76-83, 2001.

[HAND02]: S. Handschuh, S. Staab et F. Ciravegna. "S-CREAM – Semiautomatic Creation of Metadata". The 13th International Conference on Knowledge Engineering and Management (EKAW 2002), ed Gomez-Perez, A., Springer Verlag, 2002.

[HAAR03] : V. Haarslev and R. Moller. "Racer: A core inference engine for the Semantic Web. In the 2nd international workshop on Evaluation of Ontology-Based Tools (EON-2003), Island, 2003.

[HAND03]: S. Handschuh, S. Staab et R. Studer. "Leveraging metadata creation for the Semantic Web with CREAM". KI '2003 - Advances in Artificial Intelligence. In Proceedings Annual German Conference on AI, Sept. 2003.

[HANO05] : Hanoi , Ontologies et Web services – Rapport du travail d'intérêt personnel encadré, http://www.com/tipe-phan_quang_trung_tien, juillet 2005.

[HEMA05]: M. Hemam. " Un processus de développement d'ontologie dans le cadre du Web sémantique". Mémoire de Magister en informatique, centre universitaire Larbi Ben M'hidi-Oum El Bouaghi, institut des sciences exactes, mars 2005.

[HORR02]: I. Horrocks "DAML+OIL : A Description Logic for the Semantic Web". IEEE Data Engineering Bulletin Num 1, vol.25, pp 4-9, 2002

[HORR03]: I. Horrocks, F. Baader, & U. Sattler. "Description Logics as Ontology Languages for the Semantic Web". In Festschrift in honor of Jorg Siekmann, LNAI. Springer-Verlag, 2003.

[HEND01]: James Hendler. IEEE Intelligent systems. Agents and the Semantic Web, 2001.

[IKED97]: M. Ikeda, K. Seta et al., Task Ontology Makes It Easier To Use Authoring Tools, Proc. of IJCAI-97, pp.342-347, 1997.

[KAHA01] : J. Kahan, M-J Koivunen., E. Prud'Hommeaux et R. Swick. "Annotea: An Open RDF Infrastructure for Shared Web Annotations". In Proceedings 10 th International World Wide Web Conference Hong Kong (WWW 2001).

[KNUB04]: H. Knublauch, M. A. Musen et A. L. Rector . "Editing Description Logic Ontologies with the Protégé OWL Plugin". International Workshop on Description Logics - DL2004, A technical discussion for logicians, Canada, 2004.

[KOIV05]: M-R. Koivunen. "Annotea and Semantic Web Supported Collaboration, Invited talk at Workshop on User Aspects of the Semantic Web" (UserSWeb). At European Semantic Web Conference (ESWC 2005) Heraklion, Greece, 29 May 2005.

[LAUB02]: P. Laublet, C. Reynaud et J. Charlet, « Sur quelques aspects de Web Sémantique ».

www.sis.univ-tln.fr/gdri3/fichiers/assises2002/papers/03-websemantique.pdf

[LMD04] : Réforme LMD de l'enseignement Supérieur, Université de Constantine, Faculté des Sciences de l'ingénieur, Département Informatique, 2004.

[MEST07] : A Mestiri. « Vers Une Approche Web Sémantique dans Les Applications de Gestion de Conférences », Mémoire de maîtrise en informatique pour l'obtention du grade de maîtresses sciences (M.Sc.), Université Laval, Québec ,2007.

[MOCH04] : M. Mochol, R. Oldakowski and R. Heese ‘ ‘Ontology and Recruitment Process’’. Computer science Workshop on Semantic Technologies for information portal, Germany, 2004.

www.wiwiss.fu-berlin.de/suhl/radek/pub/OntologybasedRecruitmentProcess.pdf

[MORI02] : E. Morin, E. Desmontils, C. Jacquin. " Indexation sémantique de documents sur le Web: application aux ressources humaines". Journées de l'AS-CNRS Web sémantique, IRIN, Octobre 2002.

[NAPO97] : A. Napoli, " une introduction aux logiques de descriptions" N° 3314, Décembre 1997.

[NATA01]: N. Natalya, M. Guinness and L. Deborah, “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-0880, March 2001.

[NETG07]: Net guidance. <http://Net-Guidance.com>

[NOY00]: N. Noy, R. W. Ferguson and M. A. Musen. “The knowledge model of Protégé2000: combining interoperability and flexibility”. In Proceedings of the International Conference on Knowledge Engineering and Knowledge Management (EKAW’00), 2000.

[ONET07]: Occupationnel information network O*NET. <http://online.onetcenter.org/>.

[PATE03] : P. F. Patel-Schneider, I. Horrocks et F. V. Harmelen. «From SHIQ and RDF to OWL: The making of a web ontology language". 2003.

<http://www.cs.man.ac.uk/%7Ehorrocks/Publications/download/2003/HoPH03a.pdf>

[PATL03] : P. F. Patel-Schneider, I. Horrocks et F. V. Harmelen. «From SHIQ and RDF to OWL: The making of a web ontology language". 2003.

<http://www.cs.man.ac.uk/%7Ehorrocks/Publications/download/2003/HoPH03a.pdf>

[PRIE03]: Y.Prie, ”Annotations et méta-données pour le Web sémantique”. Dans les actes des journées scientifiques « Web sémantique et SHS », Action spécifique WS, Mai 2003.

www.lalic.paris4.sorbonne.fr/stic/mai2003/programme070503.html

[RECT98]: A. Rector. Thesauri and formal classifications: Terminologies for people and machines. Methods of Information in Medicine, 37(4_5), 501_509, 1998.

[ROUS04] : C.-M. Rousseau et C. Roche ‘ ’ La gestion des compétences et des connaissances ’’, dossier technique des pays de savoie, Salon solution RH, CNIT, France, Mars 2004

[SCHM06]: A. Schmidt, C. Kunzmann. “Professional Learning Ontology and Competencies”. In: the OntoContent workshop at the On the Move Federated Conferences, Montpellier (2006).

[SOWA84]: Sowa, J.F. "Conceptual structures: information processing in mind and machine", Addison-Wesley, 1984.

[STAA00]: S. Staab, A. Maedche, Axioms are objects too: Ontology engineering beyond the modeling of concepts and relations, Research report 399, Institute AIFB, Karlsruhe, 2000.

[TENI07] : S. Tenier, A. Napoli, X. Polanco, Y. « Toussaint, A sémantique de pages web ».

[TRIC02]: F. Trichet. "Annotating WithCigref". Un prototype d’annotation développé sous protégé-2000, 2002.

[USCH96]: M.Uschold & M.Grüninger, “ONTOLOGIES: Principles, Methods and Applications”. Knowledge Engineering Review. 1996

[YAH06] : L. Yahiaoui, Z. Boufaïda et Y. Prié. «Automatisation du recrutement dans le cadre du web sémantique».IC 2006, 17 journée francophones d’ingénierie des connaissances, Nantes du 28.

[RECT04] : A. Rector, M. Horridge, H. Knublauch, R. Stevens et C. Wroe." A Practical Guide to Building OWL Ontologies Using the Protégé-OWL Plugin and CO-ODE Tools". Edition 1.0, université de Manchester en coopération avec l’université de Stanford, aout 2004.

[RIEU05] : C. Rieu, C.-M. Rousseau et C. Roche. Gestion des compétences: un modèle opérationnel à base d’ontologie. Colloque Du E-Management à la E-RH, université Paris-Dauphine, 2005.

[SERG03] : S. Garlatti et Y. Prié, ” Méta-données et annotations dans le Web sémantique”. Dans « Web sémantique- Rapport final », action spécifiques 32 CNRS / STIC : pp 25-40, 2003.

[STAA02]: S. Staab, S. Handschuh,” Authoring and annotation of the WEB Pages in CREAM”. Proceeding of the 11th international World Wide Web Conference, Hawaii. 2002.
www.aifb.uni-karlsruhe.de/wbs/sst/researchfile/publication/sub_cream_www11.pdf

[TRIC06]: F.Trichet, V. Radevski. “Competency-based Systems dedicated to e-Recruitment”. Proceedings of the 4th International Conference on Computer Scienceand Information Technology (CSIT’2006, Amman).Volume 3, pp 185-197, 2006.

Glossaire

DAML Darpa Agent Markup Language

HTML Hyper Texte Markup Language

OIL Ontology Inetrchange Language

OWL Onlology Web Language

RACER Renamed Abox and Concept Expression Reasoner

RDF Resource Description Framework

RDFS RDF Schema

TOVE Toronto Virtual Enterprise

XML eXtensible Markup Language

XMLS eXtensible Markup Language Schema

XSL eXtensible Markup Language Transformation

W3C Wide World Web Consortium

WWW Wide World Web

ANNEXE

1. La relation Est-un entre le thème et les sous thèmes spécifiques:

Méthodes de conception des SI	Méthodes cartésiennes	SADT
		REMORA
	Méthodes systémiques	MERISE
	Méthodes OO	UML
		OMT
Sis avancés	Sis basés web	
	Sis coopératifs	
	sis géographiques	
	Sis multimédia	
Techniques Install/ Maintenance des systèmes	Techniques I/M des systèmes d'exploitation	
	Techniques I/M des systèmes d'information	
	Techniques I/M des systèmes de production	
Mécanismes génération SC	Réseaux de neurone	
	Systèmes de classification	
	Programmation génétique	
Architecture SE	Architecture système centralisé	
	Architecture système distribué	
Fonctions du SE	Gestion de la mémoire	
	Allocation du processeur	
	Gestion des fichiers	
	Gestion des E/S	
	Gestion des interruptions	
	Gestion des processus	
Systèmes d'exploitation utilisés	UNIX	
	MS DOS	
	LINUX	
	Windows Xp	
	Windows NT	
	Windows 2000 Serveur	
Système avancés	Systèmes parallèles	
	Systèmes temps réel	
	Systèmes concurrent distribués	
Besoins Logiciel	Spécification des besoins	
	Validation des besoins	
	Gestion des besoins	
	Outils modélisation/gestion des besoins	
Méthodes / de conception logiciel	Conception orientée fonction	
	Conception centrée structure données	
	Conception orienté objet	
	Conception basée composants	

Méthodes Heuristiques	Méthodes structurées
	Méthodes orientées données
	Méthodes orientées objet
Méthodes De Prototypage	Les styles
	Cible de prototypage
	Techniques d'évaluation
Développement d'application web	HTML
	PHP
	ASP
	Java script
	VB script
Formalismes de représentation Du WS	Frames
	Graphes conceptuels
	Réseaux sémantiques
	Logique de description
Langages du WS	XML
	XML schéma
	RDF
	RDFS
	DAML+OIL
	OWL

2- La relation composé-De entre les thèmes et sous thèmes:

Algorithmique & Programmation	Algorithmique	Analyse Algorithmes		
		Modélisation Problèmes		
	Structures De données			
	Langage Programmation Haut Niveau			
Gestion d'information	Bases De Données	Méthodes de gestion de données		
		Conception de BDDS	Modèles conception BDDS	
			Technique conception BDDS	
		Développement de BDDS	Outils de développement BDDS	
			Langages de BDDS	
		Administration de BDDS	Création BDD	
			Manipulation BDD	
			Maintenance BDD	
			Sécurité BDD	
		Type SGBD		
		Intégration de BDDS		
		Optimisation de BDDS		
	BDDS avancées			
	Système d'information	Environnement du SI		
		Modélisation du SI		
		Conception de SI	Processus de conception du SI	
			Méthodes de conception des SI	
		Développement du SI	Processus de développement des SIs	
			Techniques de développement des SIs	
			Normes et outils de développement des SIs	
		Intégration de SIS	Intégration de différents SIs	
			Intégration de nouvelles technologies dans le SIs	
		Test / validation SI		
		Installation/ maintenance SI	Techniques d'Installation et maintenance du SI	
			Processus d'Installation et maintenance du SI	
		Gouvernance SI	Analyse des performances du SI	
			Pilotages des activités du SI	
			Gestion économique et financière du SI	
			Raisonnement statistique applique au SIs	
	Sécurité SI			
	Sis avancés			

Intelligence artificielle	Ingénierie des connaissances	Acquisition des connaissances		
		Représentation des connaissances		
		Les systèmes à base de connaissances		
	Les systèmes experts	Composants du système expert		
		Fonctionnement du système expert		
		Application pratique en système expert		
	Le raisonnement IA	Gestion des connaissances		
		Les types de raisonnement en IA		
	La logique floue			
	Reconnaissance des formes et systèmes complexes	La vision artificielle		
		L'optimisation combinatoire		
		Les systèmes complexes	Approches conception SC	
			Mécanismes génération SC	
	Vie artificielle / robotique			
	Les systèmes multi – agents	Architecture d'un SMA		
		Les types d'agents dans les SMAs		
		Coopération SMAs		
		Négociation SMAs		
		Palification SMAs		
		Langue programmation agent		
Application pratique en SMAs				
SYSTEME	Système d'exploitation	Architecture SE		
		Fonctions du SE		
		Programmation système		
		Configuration des systèmes d'exploitation		
		Installation / maintenance des SEs	Analyse des performances du	
			Installation des SEs	
			Maintenance des SEs centralisés	
			Maintenance des SEe distribués	
			Techniques d'installation /maintenance des Ses	
		Intégration des systèmes d'exploitation		
		Sécurité du système d'exploitation		
		Systèmes d'exploitation utilisés		
	Systèmes avancés			

Génie Logiciel	Besoins Logiciel		
	Conception logiciel	Notions de base de la conception logiciel	
		Issues clés de la conception Logiciel	La concurrence/interaction
			Control des événements
			Distribution des composants
			Prise en charge des exceptions /erreur
		Architecture et structure logiciel	Structures architecturales/points vue
			Patrons de conception
		Evaluation de la conception logiciel	
		Description structurale et comportementale	
		Outils de conception logiciel	
	Méthodes de conception logiciel		
	Réalisation logiciel	Notions de bases de la réalisation logiciel	
		Techniques de programmation (héritée)	
		Intégration de logiciels	
		Sécurité d'applications	
		Paramétrage d'applications	
		Outils de développements logiciels	
		Techniques de développement (prototypage, rad, objet...)	
		Application pratique en développement d'application	
	Test /validation De logiciel	Notions de bases du test logiciel	
		Techniques de test	
		Niveaux de test	
		Mesures reliée au test	
		Processus de test outils de test logiciel	
		Outils de test logiciel	
	Maintenance du logiciel	Notions de base de la maintenance logiciel	
		Evaluation/ estimation du cout de la maintenance logiciel	
		Processus de maintenance logiciel	
		Techniques de maintenance logiciel	
		Outils maintenance logiciel	
	Gestion configuration logiciel	Identification de configuration logiciel	
		Contrôle de la configuration logiciel	
		Audit configuration logiciel	
		Distribution et gestion des versions du logiciel	
		Outils de gestion de configuration logiciel	
Gestion d'ingénierie logiciel	Définition de la portée du logiciel		
	Planification du projet du logiciel		
	Mise en place du projet logiciel		
	Evaluation du logiciel		
	Clôture du projet logiciel		
	Mesure de l'ingénierie logiciel		
	Outils de gestion d'ingénierie logiciel		

Génie Logiciel	Processus D'ingénierie Logiciel	Définition du processus IL	Modèles de cycle vie logiciel	
			Processus de cycle de vie logiciel	
			Notations pour définition du processus	
			Adaptation du processus IL	
			Automatisation	
		Evaluation du Processus	Modèles d'évaluation du processus IL	
			Méthodes évaluation processus IL	
		Implémentation du processus IL et changement		
		Mesure du produit et du processus		
		Outils du processus d'ingénierie logiciel (case...)		
	Méthodes D'ingénierie Logiciel	Méthodes Heuristiques		
		Méthodes Formelles	Langages de spécification	
			Raffinement	
			Vérification/preuve des propriétés	
		Méthodes De Prototypage		
		Qualité Du Logiciel	Concepts de base de la qualité logiciel	
	Outils de qualité logiciel			
	Processus de Gestion de la qualité logiciel		Assurance de la qualité logiciel	
			Vérification et validation logiciel	
			Revue et audit de la qualité logiciel	
Considération Pratiques De la qualité logiciel	Besoins de la qualité d'application			
	Caractérisation de défaut			
	Techniques gestion qualité logiciel			
Mesure qualité logiciel				
Traitement sens et image	Les données multimédia	Les types de données multimédia		
		Représentation des données multimédia		
		Manipulation des données multimédia		
		Compression / stockage des données multimédia		
	Traitement d'image	Les systèmes graphiques		
		La modélisation géométrique		
		Les techniques de base de l'infographie		
		Les outils de traitement d'image		
		La réalité virtuelle		
	Traitement du sens	Codification du sens		
		Techniques de traitement du sens		
		Traitement de la parole		

Technologie Web	Web Classique	moteur de recherche		
		Développement d'application web		
		La sécurité web		
	Web Sémantique	Représentation Des Connaissance En WS	Formalismes de représentation Du WS	
			Les ontologies	Eléments d'ontologie
				Construction D'ontologie
				Intégration d'ontologies
Langages du WS		Maintenance D'ontologies		
Architecture Machine	Composants Matériels	Connaissance composant matérielle		
		Connectique		
		Entretien installations techniques		
		Systèmes de câblage		
	Architecture fondamentale de l'ordinateur			
	Interfaçage matériel / logiciel			
	La microprogrammation			
	Types architecture machine			
Compilation	Intégration de matériel			
	Analyse performances machine			
	Théorie des langages			
Interface Homme Machine	Principales de la compilation			
	Principales de l'interprétation			
	Composants de l'interface			
	Fonction de l'interface			
	Ergonomie de l'interface			
	Programmation des interfaces			
Exploitation production	Outils de construction d'interfaces			
	Evaluation et configuration d'interfaces			
	Exploitation système d'information			
	Méthodes /outils /normes d'exploitation			
	Système/outils de production			
	techniques/outils de production informatique			
Techniques Install/				
Maintenance des systèmes				
Optimisation des capacités				

Réseaux et télécoms	Architecture réseau	Infrastructure de transport des informations
		Les topologies réseau
		Les types de réseaux (LAN, WAN)
	Outils réseau	
	Télécommunication	Théorie de Méthodes
		Traitement du signal et télétraitement
		Architecture de communication
		Protocoles de communication
		Contrôle de communication
	Codage / compression des informations	
	Installation / maintenance réseaux	
	Administration des réseaux	
	Les services réseaux	
La sécurité réseaux		
Interface Homme Machine	Composants de l'interface	
	Fonction de l'interface	
	Ergonomie de l'interface	
	Programmation des interfaces	
	Outils de construction d'interfaces	
	Evaluation et configuration d'interfaces	
Exploitation production	Exploitation système d'information	
	Méthodes /outils /normes d'exploitation	
	Système/outils de production	
	techniques/outils de production informatique	
	Techniques Install/ Maintenance des systèmes	Techniques I/M des systèmes d'exploitation
		Techniques I/M des systèmes d'information
		Techniques I/M des systèmes de production
Optimisation des capacités		

3. Les métiers du domaine « Informatique et Télécommunication » et leurs familles :

Familles Métiers	Métiers
Conseil en SI Et maîtrise D'ouvrage	Consultant en SI, Architecte SI, Chef projet maîtrise d'ouvrage, Responsable Du SI, Responsable de projet.
Support/ Assistance aux utilisateurs	Assistant Fonctionnel, Technicien support SVP, Chargé d'affaires internes.
Production/ Exploitation	Technicien D'exploitation, Technicien poste de travail, Technicien réseaux/télécoms, Administrateur d'outils /systèmes/réseaux et télécom, Administrateur BDD Intégrateur d'exploitation, Pilote D'exploitation.
Etude/ Développement /intégration	Chef projet maîtrise d'œuvre, Développeur (Analyste programmeur), Intégrateur d'applications, Parametreur d'ERP.
Assistance Technique interne	Expert système D'exploitation, Expert réseaux /télécoms, Architecte Technique, Responsable sécurité SI, Expert méthodes Et outils/ Qualité/sécurité, Expert de technologie Internet/intranet et multimédia.
Administration /Gestion	Responsable du Management, Responsable D'une entité Informatique, Responsable Service administratif et finance, Responsable Exploitation Informatique, Responsable Télécoms

4. Les diplôme domaine « Informatique et Télécommunication » et leurs familles :

Familles Diplômes	Diplômes
Baccalauréat	Bachelier.
DEUA	DEUA en Système d'information. DEUA en Réseaux/ Télécoms.
Ingénieur	Ingénieur d'état SPD, Ingénieur d'état SIA, Ingénieur d'état en IA, Ingénieur en Informatique Industrielle.
Licence	Licence Académique, Licence Professionnelle GL, Licence Professionnelle SI, Licence Professionnelle STIC.
Master	Master Option SI, Master Option IA.
Magister	Magister Option Réseaux, Magister Option GL, Magister Option Système, Magister Option SIA, Magister Option Information&Computation.
Doctorat	Docteur En IA, Docteur En système, Docteur En SI, Docteur En Réseaux.

4- Extrait du code de l'ontologie-ER en OWL

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF
  xmlns="http://a.com/ontology#"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xml:base="http://a.com/ontology">
  <owl:Ontology rdf:about=""/>
  <owl:Class rdf:ID="LogiqueDeDescription">
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Class
rdf:ID="ThèmeFormalismeDeReprésentationDuWS"/>
    </rdfs:subClassOf>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="Frames">
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Class
rdf:about="#ThèmeFormalismeDeReprésentationDuWS"/>
    </rdfs:subClassOf>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="DEUA">
    <owl:disjointWith>
      <owl:Class rdf:ID="Master"/>
    </owl:disjointWith>
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Class rdf:ID="FamiliDiplôme"/>
    </rdfs:subClassOf>
    <owl:disjointWith>
      <owl:Class rdf:ID="Doctorat"/>
    </owl:disjointWith>
    <owl:disjointWith>
      <owl:Class rdf:ID="DiplomeCF"/>
    </owl:disjointWith>
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Restriction>
        <owl:someValuesFrom>
          <owl:Class rdf:ID="BAC"/>
        </owl:someValuesFrom>
        <owl:onProperty>
          <owl:ObjectProperty
rdf:ID="exigeDiplome"/>
        </owl:onProperty>
      </owl:Restriction>
    </rdfs:subClassOf>
    <owl:disjointWith>
      <owl:Class rdf:ID="Ingéniorat"/>
    </owl:disjointWith>
    <owl:disjointWith>
      <owl:Class rdf:about="#BAC"/>
    </owl:disjointWith>
    <owl:disjointWith>
      <owl:Class rdf:ID="Magister"/>
    </owl:disjointWith>
    <owl:disjointWith>
      <owl:Class rdf:ID="Licence"/>
    </owl:disjointWith>
  </owl:Class>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:ID="RéseauSémantique">
      <rdfs:subClassOf>
        <owl:Class
rdf:about="#ThèmeFormalismeDeReprésentationDuWS"/>
      </rdfs:subClassOf>
    </owl:Class>
    <owl:Class rdf:ID="VBScript">
      <rdfs:subClassOf>
        <owl:Class
rdf:ID="ThèmeDéveloppementApplicationWeb"/>
      </rdfs:subClassOf>
    </owl:Class>
    <owl:Class rdf:ID="SecteurActivité">
      <owl:disjointWith>
        <owl:Class rdf:ID="Thème"/>
      </owl:disjointWith>
    </owl:disjointWith>
    <owl:disjointWith>
      <owl:Class rdf:ID="OutilTechnologie"/>
    </owl:disjointWith>
    <owl:disjointWith>
      <owl:Class
rdf:ID="RéférentielDiplômesInformatique"/>
    </owl:disjointWith>
    <owl:disjointWith>
      <owl:Class
rdf:ID="RéférentielMétiersInformatique"/>
    </owl:disjointWith>
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Class
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
    </rdfs:subClassOf>
    <owl:disjointWith>
      <owl:Class rdf:ID="Organisme"/>
    </owl:disjointWith>
    <owl:disjointWith>
      <owl:Class rdf:ID="AcquiRequi"/>
    </owl:disjointWith>
    <owl:disjointWith>
      <owl:Class rdf:ID="CompétenceRequise"/>
    </owl:disjointWith>
    <owl:disjointWith>
      <owl:Class rdf:ID="Métier"/>
    </owl:disjointWith>
    <owl:disjointWith>
      <owl:Class rdf:ID="Etablissement"/>
    </owl:disjointWith>
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Restriction>
        <owl:onProperty>
          <owl:InverseFunctionalProperty
rdf:ID="secteur-De"/>
        </owl:onProperty>
        <owl:minCardinality>
          >1</owl:minCardinality>
      </owl:Restriction>
    </rdfs:subClassOf>
  </owl:Class>
</rdf:RDF>
```

```

</rdfs:subClassOf>
<owl:disjointWith>
  <owl:Class rdf:ID="Profil"/>
</owl:disjointWith>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="ASP">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeDéveloppementApplicationWeb
"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="ApplicationOffice">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:ID="ApplicationProgiciel"/>
  </rdfs:subClassOf>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:ID="LogicielSpécialisé"/>
  </owl:disjointWith>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="SGBDRelationnel">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:ID="ThèmeTypesSGBD"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="ThèmeSpécifique">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:about="#Thème"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="ThèmeMéthodesOO">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class
rdf:ID="ThèmeMéthodesDeConceptionDesSI"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class
rdf:ID="ThèmeTechniqueIMDesSystèmeInformati
on">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class
rdf:ID="ThèmeTechniqueInstallMaintenanceDesSy
stèmes"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="OWL">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:ID="ThèmeLangageWS"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class>
  <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
    <owl:Class rdf:about="#DEUA"/>
    <owl:Class rdf:about="#Doctorat"/>
    <owl:Class rdf:about="#Ingénieur"/>
    <owl:Class rdf:about="#Licence"/>
    <owl:Class rdf:about="#Magister"/>
    <owl:Class rdf:about="#Master"/>
  </owl:unionOf>
</owl:Class>

```

```

<owl:Class>
  <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
    <owl:Class rdf:about="#Thème"/>
    <owl:Class rdf:about="#OutilTechnologie"/>
  </owl:unionOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="MéthodesSturcturées">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class
rdf:ID="ThèmeMéthodesHeuristique"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Pascal">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class
rdf:ID="ThèmeLangageImpératif"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="#Profil">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <owl:Class rdf:ID="Compétence"/>
        <owl:Class rdf:ID="Diplôme"/>
        <owl:Class rdf:ID="Domaine"/>
        <owl:Class rdf:about="#FamilDiplôme"/>
        <owl:Class rdf:ID="Metier_exp"/>
        <owl:Class rdf:ID="Spécialité"/>
        <owl:Class rdf:ID="Person"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:subClassOf>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#RéférentielDiplômesInformatique"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#AcquiRequi"/>
  </owl:disjointWith>
  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thi
ng"/>
    <owl:disjointWith>
      <owl:Class rdf:about="#OutilTechnologie"/>
    </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Etablissement"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Thème"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#RéférentielMétiersInformatique"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:resource="#SecteurActivité"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:Class rdf:about="#Métier"/>
  </owl:disjointWith>

```

```

</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="ThèmeFonctionDuSE">
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:ID="ThèmeLangageDeBDD"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeFormalismeDeReprésentationD
uWS"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:ID="ThèmeSystèmeExploitationUtilisé"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:ID="ThèmeConceptionBDD"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:ID="ThèmeStructureDeDonnées"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:ID="ThèmeMéthodesDeCryptage"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:ID="ThèmeAlgo"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:ID="ThèmeArchitectureSE"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#ThèmeLangageWS"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:ID="ThèmeLangageHautNiveau"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:ID="ThèmeSisAvancée"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeDéveloppementApplicationWeb
"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:ID="ThèmeMéthodesConceptionLogiciel"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeTechniqInstallMaintenanceDeS
ystème"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeMéthodesHeuristique"/>
  </owl:disjointWith>

```

```

<rdfs:subClassOf
rdf:resource="#ThèmeSpécifique"/>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:ID="ThèmeBDDAvancée"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:ID="ThèmeMécanismeGénérationSC"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeMéthodesDeConceptionDesSI"/
>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:ID="ThèmeSystèmeAvancée"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#ThèmeTypesSGBD"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:Class>
    <owl:Class rdf:ID="GestionMémoire">
      <rdfs:subClassOf
rdf:resource="#ThèmeFonctionDuSE"/>
    </owl:Class>
    <owl:Class rdf:ID="GestionesInteruptions">
      <rdfs:subClassOf
rdf:resource="#ThèmeFonctionDuSE"/>
    </owl:Class>
    <owl:Class rdf:ID="HTML">
      <rdfs:subClassOf>
    </owl:Class>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeDéveloppementApplicationWeb
"/>
      </rdfs:subClassOf>
    </owl:Class>
    <owl:Class rdf:about="#Diplôme">
      <owl:disjointWith>
        <owl:Class rdf:about="#Person"/>
      </owl:disjointWith>
      <owl:disjointWith>
        <owl:Class rdf:about="#Domaine"/>
      </owl:disjointWith>
      <owl:disjointWith>
        <owl:Class rdf:about="#FamilDiplôme"/>
      </owl:disjointWith>
      <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Profil"/>
    </owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Compétence"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Spécialité"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Metier_exp"/>
  </owl:disjointWith>
  </owl:Class>
  <owl:Class
rdf:about="#ThèmeStructureDeDonnées">
  <owl:disjointWith>

```

```

</rdfs:subClassOf>
<owl:disjointWith>
  <owl:Class rdf:about="#Protégé_API"/>
</owl:disjointWith>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="GestionDesProcessus">
  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="#ThèmeFonctionDuSE"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="UNIX">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeSystèmeExploitationUtilisé"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="XML">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:about="#ThèmeLangageWS"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Word">
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:ID="Excel"/>
  </owl:disjointWith>
  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="#ApplicationOffice"/>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:ID="PowerPoint"/>
  </owl:disjointWith>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="#Compétence">
  <owl:equivalentClass>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <owl:Class rdf:ID="Aptitude"/>
        <owl:Class
rdf:ID="CompétenceScientfiqTechniq"/>
          <owl:Class rdf:ID="Habilité"/>
        </owl:unionOf>
      </owl:Class>
    </owl:equivalentClass>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Spécialité"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Diplôme"/>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Profil"/>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Metier_exp"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Person"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Domaine"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#FamiliDiplôme"/>
  </owl:disjointWith>
</owl:Class>

```

```

<owl:Class
rdf:about="#CompétenceScientfiqTechniq">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Compétence"/>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Habilité"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Aptitude"/>
  </owl:disjointWith>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="#Organisme">
  <owl:disjointWith
rdf:resource="#SecteurActivité"/>
  </owl:Class>
<owl:Class
rdf:about="#ThèmeSystèmeAvancée">
  <owl:disjointWith
rdf:resource="#ThèmeStructureDeDonnées"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:Class
rdf:about="#ThèmeArchitectureSE"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeDéveloppementApplicationWeb
"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith
rdf:resource="#ThèmeFonctionDuSE"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:Class
rdf:about="#ThèmeMéthodesDeCryptage"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeTechniqInstallMaintenanceDesystème"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeSystèmeExploitationUtilisé"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeBDDAvancée"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeFormalismeDeReprésentationD
uWS"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeMéthodesConceptionLogiciel"/
>
  </owl:disjointWith>
  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="#ThèmeSpécifique"/>
  <owl:disjointWith>

```

```

    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeConceptionBDD"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeMéthodesHeuristique"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#ThèmeAlgo"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#ThèmeLangageWS"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#ThèmeSisAvancée"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:Class
rdf:about="#ThèmeLangageHautNiveau"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeMécanismeGénérationSC"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#ThèmeTypesSGBD"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeMéthodesDeConceptionDesSI"/
>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeLangageDeBDD"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="MéthodesOrientéeDonnées">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeMéthodesHeuristique"/>
  </rdfs:subClassOf>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:about="#ThèmeAlgo">
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeMéthodesDeCryptage"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeDéveloppementApplicationWeb
"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeFormalismeDeReprésentationD
uWS"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#ThèmeLangageWS"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:disjointWith
rdf:resource="#ThèmeStructureDeDonnées"/>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeArchitectureSE"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeConceptionBDD"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeBDDAvancée"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#ThèmeSisAvancée"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith
rdf:resource="#ThèmeFonctionDuSE"/>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeLangageHautNiveau"/>
  </owl:disjointWith>
  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="#ThèmeSpécifique"/>
  <owl:disjointWith
rdf:resource="#ThèmeSystèmeAvancée"/>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeTechniqInstallMaintenanceDeS
ystèmes/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeMéthodesHeuristique"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeSystèmeExploitationUtilisé"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeMéthodesConceptionLogiciel"/
>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeMéthodesDeConceptionDesSI"/
>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeMécanismeGénérationSC"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeLangageDeBDD"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>

```



```

    <owl:Class rdf:about="#ThèmeTypesSGBD"/>
  </owl:disjointWith>
</owl:Class>
<owl:Class
rdf:ID="ThèmeMéthodesCartisiennes">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeMéthodesDeConceptionDesSI"/>
  >
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class
rdf:ID="ThèmeTechniqueIMDesSystèmeExploitation">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeTechniqInstallMaintenanceDesystème"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Outil">
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#API"/>
  </owl:disjointWith>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:about="#OutilTechnologie"/>
  </rdfs:subClassOf>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ApplicationProgiciel"/>
  </owl:disjointWith>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="StructureSéquentiel">
  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="#ThèmeStructureDeDonnées"/>
  <owl:Class>
  <owl:Class
rdf:ID="ConceptionOrientéeStructureDonnées">
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Class
rdf:about="#ThèmeMéthodesConceptionLogiciel"/>
    >
    </rdfs:subClassOf>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="SystèmesParallèles">
    <rdfs:subClassOf
rdf:resource="#ThèmeSystèmeAvancée"/>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:about="#Domaine">
    <owl:disjointWith rdf:resource="#Diplôme"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith
rdf:resource="#Compétence"/>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Metier_exp"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Famildiplôme"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Person"/>
  </owl:disjointWith>

```

```

</owl:disjointWith>
<rdfs:subClassOf rdf:resource="#Profil"/>
<owl:disjointWith>
  <owl:Class rdf:about="#Spécialité"/>
</owl:disjointWith>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="#Magister">
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Doctorat"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#BAC"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Master"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#DEUA"/>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Ingénieur"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#DiplomeCF"/>
  </owl:disjointWith>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty>
        <owl:ObjectProperty
rdf:about="#exigeDiplome"/>
      </owl:onProperty>
      <owl:someValuesFrom>
        <owl:Class rdf:about="#Ingénieur"/>
      </owl:someValuesFrom>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Licence"/>
  </owl:disjointWith>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:about="#Famildiplôme"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="#ThèmeConceptionBDD">
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeMéthodesDeCryptage"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeMéthodesHeuristique"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeTechniqInstallMaintenanceDesystème"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#ThèmeTypesSGBD"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>

```

```

    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeSystèmeExploitationUtilisé"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#ThèmeLangageWS"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeArchitectureSE"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeMécanismeGénérationSC"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith
rdf:resource="#ThèmeSystèmeAvancée"/>
  <owl:disjointWith
rdf:resource="#ThèmeAlgo"/>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeMéthodesDeConceptionDesSI"/
>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeMéthodesConceptionLogiciel"/
>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeLangageDeBDD"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeFormalismeDeReprésentationD
uWS"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeDéveloppementApplicationWeb
"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeBDDAvancée"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeLangageHautNiveau"/>
  </owl:disjointWith>
  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="#ThèmeSpécifique"/>
  <owl:disjointWith
rdf:resource="#ThèmeFonctionDuSE"/>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#ThèmeSisAvancée"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:resource="#ThèmeStructureDeDonnées"/>
  </owl:Class>

```

```

<owl:Class rdf:ID="Fichier">
  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="#ThèmeStructureDeDonnées"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="#Doctorat">
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#BAC"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Licence"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#DiplomeCF"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Ingénieur"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#DEUA"/>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty>
        <owl:ObjectProperty
rdf:about="#exigeDiplome"/>
      </owl:onProperty>
      <owl:someValuesFrom>
        <owl:Class>
          <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
            <owl:Class rdf:about="#Magister"/>
            <owl:Class rdf:about="#Master"/>
          </owl:unionOf>
        </owl:Class>
      </owl:someValuesFrom>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:about="#FamiliDiplôme"/>
  </rdfs:subClassOf>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Master"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Magister"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="GraphesConceptuels">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeFormalismeDeReprésentationD
uWS"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class
rdf:ID="ThèmeLangageÉvénementiel">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeLangageHautNiveau"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="#OutilTechnologie">
  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thi
ng"/>

```

```

<owl:disjointWith>
  <owl:Class
rdf:about="#RéférentielMétiersInformatique"/>
</owl:disjointWith>
<owl:equivalentClass>
  <owl:Class>
    <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
      <owl:Class rdf:about="#API"/>
      <owl:Class
rdf:about="#ApplicationProgiciel"/>
      <owl:Class rdf:about="#Outil"/>
    </owl:unionOf>
  </owl:Class>
</owl:equivalentClass>
<rdfs:subClassOf>
  <owl:Restriction>
    <owl:maxCardinality
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int"
    >1</owl:maxCardinality>
    <owl:onProperty>
      <owl:ObjectProperty rdf:ID="lié-theme"/>
    </owl:onProperty>
  </owl:Restriction>
</rdfs:subClassOf>
<owl:disjointWith
rdf:resource="#SecteurActivité"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Profil"/>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#AcquiRequi"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Thème"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#RéférentielDiplômesInformatique"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Etablissement"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Métier"/>
  </owl:disjointWith>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="OMT">
  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="#ThèmeMéthodesOO"/>
  </owl:Class>
  <owl:Class
rdf:about="#ThèmeTechniqInstallMaintenanceDeS
ystème">
    <owl:disjointWith
rdf:resource="#ThèmeSystèmeAvancée"/>
    <owl:disjointWith>
      <owl:Class
rdf:about="#ThèmeFormalismeDeReprésentationD
uWS"/>
    </owl:disjointWith>
  </owl:disjointWith>

```

```

  <owl:Class rdf:about="#ThèmeTypesSGBD"/>
</owl:disjointWith>
<owl:disjointWith>
  <owl:Class rdf:about="#ThèmeLangageWS"/>
</owl:disjointWith>
<owl:disjointWith>
  <owl:Class
rdf:about="#ThèmeMéthodesDeConceptionDesSI"/
>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeLangageHautNiveau"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeSystèmeExploitationUtilisé"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class
rdf:about="#ThèmeMéthodesHeuristique"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith
rdf:resource="#ThèmeConceptionBDD"/>
    <owl:disjointWith>
      <owl:Class
rdf:about="#ThèmeMécanismeGénérationSC"/>
    </owl:disjointWith>
    <owl:disjointWith>
      <owl:Class rdf:about="#ThèmeSisAvancée"/>
    </owl:disjointWith>
    <owl:disjointWith>
      <owl:Class
rdf:about="#ThèmeDéveloppementApplicationWeb
"/>
    </owl:disjointWith>
    <owl:disjointWith>
      <owl:Class
rdf:about="#ThèmeBDDAvancée"/>
    </owl:disjointWith>
    <owl:disjointWith>
      <owl:Class
rdf:about="#ThèmeLangageDeBDD"/>
    </owl:disjointWith>
    <owl:disjointWith
rdf:resource="#ThèmeAlgo"/>
      <owl:disjointWith
rdf:resource="#ThèmeFonctionDuSE"/>
      <owl:disjointWith>
        <owl:Class
rdf:about="#ThèmeMéthodesConceptionLogiciel"/
>
        </owl:disjointWith>
        <owl:disjointWith>
          <owl:Class
rdf:about="#ThèmeArchitectureSE"/>
        </owl:disjointWith>
        <owl:disjointWith>
          <owl:Class
rdf:about="#ThèmeMéthodesDeCryptage"/>

```

```

<Aptitude rdf:ID="a53_organis"/>
<Aptitude rdf:ID="a56_convict"/>
<Aptitude rdf:ID="a57_cooper"/>
<Aptitude rdf:ID="a48_resist"/>
<Aptitude rdf:ID="a35_ouvertEspri"/>
<Métier rdf:ID="m14_RespSI"/>
<Aptitude rdf:ID="a44_integr"/>
<Aptitude rdf:ID="a21_pedago"/>
<Aptitude rdf:ID="a54_politiq"/>
<Aptitude rdf:ID="a55_communic"/>
<Aptitude rdf:ID="a34_method"/>
<Aptitude rdf:ID="a13_gestTemp"/>
<owl:DataRange>
  <owl:oneOf rdf:parseType="Resource">
    <rdf:rest rdf:parseType="Resource">
      <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
      >OFFRE/POSTE</rdf:first>
      <rdf:rest
rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#nil"/>
    </rdf:rest>
  </rdf:oneOf>
  </owl:DataRange>
  <Aptitude rdf:ID="a43_initiat"/>
  <Aptitude rdf:ID="a58_negoc"/>
  <Métier rdf:ID="m13_CPMOuvr"/>
  <Métier rdf:ID="m12_urbanistSI"/>
  <owl:DataRange>
    <owl:oneOf rdf:parseType="Resource">
      <rdf:rest rdf:parseType="Resource">
        <rdf:rest rdf:parseType="Resource">
          <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
          >C</rdf:first>
          <rdf:rest rdf:parseType="Resource">
            <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
            >D</rdf:first>
            <rdf:rest rdf:parseType="Resource">
              <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
              >E</rdf:first>
              <rdf:rest rdf:parseType="Resource">
                <rdf:rest rdf:parseType="Resource">
                  <rdf:rest
rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#nil"/>
                </rdf:rest>
              </rdf:rest>
            </rdf:rest>
          </rdf:rest>
        </owl:oneOf>
      </owl:DataRange>
    </owl:oneOf>
  </owl:DataRange>
  <Aptitude rdf:ID="a37_synthes"/>
  <Métier rdf:ID="m15_GestioApplic"/>
  <Aptitude rdf:ID="a45_opiniatr"/>
  <Aptitude rdf:ID="a32_diagnoModel"/>
  <Aptitude rdf:ID="a46_pragma"/>
  <Aptitude rdf:ID="a36_percept"/>
  <Aptitude rdf:ID="a59_travEquip"/>
  <Aptitude rdf:ID="a33_logiq"/>
  <Aptitude rdf:ID="a52_manag"/>
  <Aptitude rdf:ID="a22_servi"/>
  <RéférentielMétiersInformatique
rdf:ID="réfMetiers"/>
  <Aptitude rdf:ID="a49_rigueur"/>
  <Aptitude rdf:ID="a14_mobilisa"/>
  <Métier rdf:ID="m11_consultSI"/>
  <Aptitude rdf:ID="a31_analys"/>
  <Métier rdf:ID="m16_RespProjet"/>
  <Aptitude rdf:ID="a42_gestSitua"/>
  <Aptitude rdf:ID="a41_adapt"/>
  <Aptitude rdf:ID="a12_autonom"/>
  <Aptitude rdf:ID="a47_reactiv"/>
  <Aptitude rdf:ID="a51_leader"/>
  <Aptitude rdf:ID="a11_anticip"/>
</rdf:RDF>
<!-- Created with Protege (with OWL Plugin 2.1,
Build 284) http://protege.stanford.edu -->

```

```

<rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >X</rdf:first>
</rdf:rest>
<rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >F</rdf:first>
</rdf:rest>
</rdf:rest>
</rdf:rest>
</rdf:rest>
<rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >B</rdf:first>
</rdf:rest>
<rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >A</rdf:first>
</owl:oneOf>
</owl:DataRange>
<Aptitude rdf:ID="a37_synthes"/>
<Métier rdf:ID="m15_GestioApplic"/>
<Aptitude rdf:ID="a45_opiniatr"/>
<Aptitude rdf:ID="a32_diagnoModel"/>
<Aptitude rdf:ID="a46_pragma"/>
<Aptitude rdf:ID="a36_percept"/>
<Aptitude rdf:ID="a59_travEquip"/>
<Aptitude rdf:ID="a33_logiq"/>
<Aptitude rdf:ID="a52_manag"/>
<Aptitude rdf:ID="a22_servi"/>
<RéférentielMétiersInformatique
rdf:ID="réfMetiers"/>
  <Aptitude rdf:ID="a49_rigueur"/>
  <Aptitude rdf:ID="a14_mobilisa"/>
  <Métier rdf:ID="m11_consultSI"/>
  <Aptitude rdf:ID="a31_analys"/>
  <Métier rdf:ID="m16_RespProjet"/>
  <Aptitude rdf:ID="a42_gestSitua"/>
  <Aptitude rdf:ID="a41_adapt"/>
  <Aptitude rdf:ID="a12_autonom"/>
  <Aptitude rdf:ID="a47_reactiv"/>
  <Aptitude rdf:ID="a51_leader"/>
  <Aptitude rdf:ID="a11_anticip"/>
</rdf:RDF>

```

<!-- Created with Protege (with OWL Plugin 2.1, Build 284) http://protege.stanford.edu -->