



Ecole doctorale STIC (Sciences et Technologies de l'information et de
Communication)

MÉMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de

Magister en Informatique

Option : Système d'Information et de Connaissance (SIC)

Réalisé par :

Mme. Keltoum BENLAHARCHE

Thème :

*Une ontologie d'application pour la localisation
des compétences intra organisationnelles*

Cas d'étude: E.S.I

Soutenu publiquement le 23 Février 2013 devant le jury:

Mr. CHIKHI Salim, Professeur, UMC Constantine	(Président)
Mr. MAAMRI Ramdane, MCA, UMC Constantine	(Examineur)
Mr. CHALAL Rachid, MCA, ESI	(Examineur)
Mr. GHOMARI Abdessamed Réda, MCA, ESI	(Directeur de Mémoire)

Année Universitaire : 2011/2012

Ecole Nationale Supérieure d'Informatique

**Une ontologie d'application pour la localisation des compétences intra
organisationnelles.
Cas d'étude: E.S.I**

Benlaharche Keltoum

MEMOIRE PRESENTE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME
DE MAGISTER EN INFORMATIQUE
(OPTION : SYSTEMES D'INFORMATION ET DE CONNAISSANCE)

Remerciements

C'est avec l'aide de DIEU tout puissant que ce modeste mémoire a pu être réalisé, DIEU qui nous a donné la force, la volonté et la patience.

Je tiens à remercier mon encadreur, MR. Ghomari Abdessamed Réda, pour m'avoir donné l'opportunité de travailler sur ce projet, pour son grand soutien scientifique, pour les conseils qu'il m'a apportés pendant l'élaboration de ce mémoire.

Ensuite, j'adresse toute ma profonde gratitude à Mme Zemmouchi-Ghomari leïla qui m'a beaucoup aidé dans le développement de ce projet. Ses conseils, ses suggestions, ses commentaires et ses critiques ont contribué à l'aboutissement de ce travail.

Je remercie vivement ma très chère tata Nadira, pour sa patience et son soutien moral et scientifique pendant les moments difficiles. Merci d'avoir crû en moi, d'avoir toujours été là, pendant toutes ces années et parce que, sans elle, sans ses conseils et sans son amour, rien de tout ceci n'aurait pu arriver.

Je remercie mes parents pour leur présence et leur soutien moral et physique sans faille. Merci maman et merci papa.

Je remercie mon mari pour ses encouragements, son aide et son soutien durant la phase de l'examen et la phase finale du mémoire.

Je ne saurais oublier de remercier mon beau père Mohamed Chérif, mes sœurs : Ryma, Sarah et mes frères : Aziz, Nidhal et Fadi.

Je tiens à remercier Mr. CHIKHI Salim, Mr. CHALAL Rachid et Mr. MAAMRI Ramdane, qui m'ont fait l'honneur d'accepter de juger mon travail.

Je tiens également à remercier tous ceux et celles qui de près ou de loin ont contribué de quelque manière que ce soit dans mon cursus d'étude.

Keltoum

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Mes parents, mon mari et mon fils chéri Haïthem Bey

Résumé

Le management des compétences et la gestion des connaissances sont aujourd'hui des enjeux stratégiques majeurs pour toute organisation. Ils ouvrent la voie à des stratégies coopératives fondées sur l'intelligence collective.

Dans le cadre de la réforme des enseignements à l'ESI et compte tenu des rôles joués par les enseignants, enseignants-chercheurs, post-graduant ainsi que des professionnels (formateurs, évaluateurs, experts...) susceptibles de contribuer aux activités de l'établissement, savoir qui fait quoi et qui sait quoi ? Ainsi que mettre en place une carte cognitive des compétences intra organisationnelles s'avère une nécessité pour une administration qui se doit d'être réactive voire proactive face aux exigences du marché.

Cependant, contrôler les connaissances communiquées (la sémantique) par le biais d'une ontologie d'application, support au système automatique de localisation des compétences existant (ESI_Clever_Network développé dans le cadre d'un projet de PFE à l'ESI) apportera une valeur ajoutée indéniable à l'efficacité du système.

Pour cela, nous proposons une nouvelle architecture au système dont l'élément crucial est une architecture basée sur une ontologie des compétences.

« NeOn Methodology » est la méthodologie de construction d'ontologie choisie et le scénario adopté est une combinaison de plusieurs stratégies de construction «réutilisation, réingénierie et construction d'une ontologie à partir de zéro». La structure résultante est dédiée à la modélisation explicite des compétences intra-école.

Enfin, nous avons intégré cette ontologie dans le système existant et apporté des modifications au niveau des interfaces et au niveau de la base de données existante pour aboutir à un système amélioré baptisé « ESI_Clever_Network 2.0 ».

Mots-clés : Compétence, Knowledge, Ontologie d'application, reengineering, ontologie de domaine, performance organisationnelle.

Abstract

Competences management and knowledge management are nowadays major strategic issues for any organization. They pave the way for cooperative strategies based on collective intelligence.

In the context of educational reform in the ESI and given the roles played by teachers, teacher-researchers, post-graduating and professionals (trainers, evaluators, experts...) may contribute to the institution's activities, knows who does what and who knows what? Also, implement a cognitive map of intra organizational competence is a necessity for an administration that needs to be proactive or reactive to the demands of the market.

However, To Control the knowledge communicated (the semantic) through application ontology supporting the automatic system of competences localization existing (ESI_Clever_Network which developed as part of final project study to ESI) will bring a clear added value on system efficiency.

To this end, we propose new system architecture. The crucial element of this architecture is competences ontology.

«NeOn Methodology» is the ontology building methodology chosen and the scenario adopted is a combination of several strategies for building «reuse, reengineering and ontology building from scratch». The resulting structure is dedicated to explicit modeling of competences intra-school.

Finally, we integrate this ontology in the existing system and made changes at the interfaces and at the existing data base in order to achieve an improved system called «ESI_Clever_Network 2.0».

Keywords: Competence, Knowledge, application ontology, reengineering, domain ontology, organizational performance.

ملخص

إن إدارة الكفاءات وإدارة المعارف في الوقت الحاضر هي من القضايا الإستراتيجية الرئيسية لأي منظمة، لأنها تمهد الطريق لوضع إستراتيجيات التعاون القائمة على الذكاء الجماعي.

في سياق إصلاح التعليم في (م.ع.إ) والأدوار التي يقوم بها الأساتذة، الأساتذة الباحثون، طلبة ما بعد التدرج و المهنيون (المدرّبون، والمقيمون، والخبراء...) يمكن أن تساهم في أنشطة المنظمة، معرفة من يفعل ماذا ومن يعرف ماذا؟ كذلك تصميم وتنفيذ خريطة معرفية للمهارات داخل المنظمة هو ضرورة للإدارة التي تحتاج إلى أن تكون سبّاقة وفعالة اتجاه مطالب السوق.

لكن لمراقبة المعارف يجب وضع أنطولوجيا تطبيقية تكون دعامة لنظام تحديد المهارات " شبكة م.ع.إ الذائفة المنجز في مشروع الدراسة النهائية ل م.ع.إ"، في مرحلة الاختبار تعطي قيمة مضافة واضحة على كفاءة النظام. لتحقيق هذه الغاية، نقتراح بنية جديدة للنظام المذكور. العنصر الحاسم لهذه البنية هي أنطولوجيا الكفاءات.

المنهجية المخترعة هي "منهجية النيون" والسيناريو المعتمد هو مزيج لعدة استراتيجيات " إعادة الاستخدام، إعادة هندسة والبناء من الصفر" الأنطولوجيا التي شيدت بتّركز على النمذجة صريحة للكفاءات داخل المدرسة.

وفي الأخير، ندمج هذه الأنطولوجيا النظام المذكور و أجرينا تغييرات على الواجهات و قاعدة البيانات للحصول على نظام تحديد المهارات محسن و منطور مسمى " شبكة م.ع.إ الذائفة 2.0".

كلمات مفتاحي: الكفاءات، المعارف، أنطولوجيا تطبيقية، أنطولوجيا المجال، إعادة الهندسة، والأداء التنظيمي.

Table des Matières

Introduction Générale	1
1. Contexte de l'étude et problématique.....	1
2. Notre contribution	2
3. Plan du mémoire	3
Chapitre 1 : Notion de Compétence	5
1. Introduction	5
2. Bref historique sur le mot 'compétence'	5
3. Définitions	7
4. Définition de travail	11
5. Typologies de compétences	12
5.1 Typologie de (Batal., 1998).....	12
5.2 Typologie de (Divonne et Aymar, 2003)	12
5.3 Typologie de (Beirendonk., 2006).....	13
5.4 Typologie de travail	13
6. Principales approches de compétences	14
6.1 Approche behaviouriste.....	14
6.2 Approche fonctionnelle	14
6.3 Approche multi dimensionnelle et holistique	14
7. Gestion des compétences	15
7.1 Développement des compétences	16
7.2 Evaluation des compétences	16
7.3 Evaluation " 360° "	18
8. Intelligence collective et compétence collective.....	18
8.1 Intelligence collective.....	18

8.2	De l'intelligence collective aux compétences collectives	19
9.	Modélisation de compétences	19
9.1	Introduction : Comment construire un modèle de compétences ?.....	20
9.2	Modèle de compétences du consortium HR-XML.....	20
9.3	Modèle de compétence de (Marques et al, 2010).....	21
10.	Recherches récentes sur la notion de compétences	22
11.	Conclusion.....	23
	Chapitre 2 : Ontologies de Compétences	24
1.	Introduction	24
2.	Ontologies.....	24
2.1	Définitions.....	25
2.2	Pourquoi développer une ontologie ?.....	26
2.3	Composants d'une ontologie.....	26
2.4	Familles d'ontologies	28
2.5	Méthodologies de construction d'ontologies.....	30
2.6	Processus de construction d'ontologies	32
2.7	Langages de spécification d'ontologies	33
3.	Ontologies de compétence existantes	35
4.	Conclusion.....	46
	Chapitre 3 : Construction d'une Ontologie d'Application dédiée aux	
	Compétences de l'ESI « ECAO»	47
1.	Introduction	47
2.	Système de localisation de compétence (qui sait quoi ? qui fait quoi ?)...	47
2.1.	Système de localisation de compétence	47
2.2.	Objectifs du système de localisation de compétence.....	48
2.3.	Architecture du Système de localisation des compétences	48

2.4.	Schéma conceptuel de la base de données du système.....	49
2.5.	Schéma conceptuel physique de la base de données	50
2.6.	Insuffisances du système ESI_Clever_Network	54
3.	Solution proposée : architecture basée ontologie d'application	55
4.	Processus général suivi pour la construction de l'ontologie d'application	57
5.	Description détaillée de la démarche de construction de « ECAO »	58
5.1	Réutilisation des ressources ontologiques.....	58
5.2	Ré-engineering de l'ontologie sélectionnée.....	70
5.3	Etapes de construction de l'ontologie « ECAO ».....	79
6.	Intégration de l'ontologie « ECAO » dans « ESI_Clever_Network »	94
6.1	Modification au niveau de la base de données.....	94
6.2	Modification au niveau des interfaces	95
6.3	Moteur d'inférence	96
6.3.1	L'outil RAP-RDF.....	97
6.3.2	Langage d'interrogation SPARQL.....	97
7	Conclusion.....	98
	Conclusion générale et perspectives	99
	Références Bibliographiques	101
	Annexe.....	107

Liste des Tableaux

TABLEAU 1 : LA COMPETENCE SELON LES DIFFERENTES DISCIPLINES (CHAABOUNI ET JOUINI., 2005).....	11
TABLEAU 2: CARTES DESCRIPTIVES DES ONTOLOGIES EXISTANTES.	46
TABLEAU 3: TABLEAU DECRIVANT LA STRUCTURE DES TABLES DE LA BASE DE DONNEES (HADJEM., 2010).....	54
TABLEAU 4: ORSD DE L'ONTOLOGIE « ECAO », SLOT 1A5.	59
TABLEAU 5: ORSD DE L'ONTOLOGIE « ECAO », SLOT 6.	64
TABLEAU 6: ORSD DE L'ONTOLOGIE « ECAO », SLOT 7.	66
TABLEAU 7: TABLE DE VERIFICATION DES ONTOLOGIES O1 A O7.....	67
TABLEAU 8: TABLE DE VERIFICATION DES ONTOLOGIES O8 A O15.....	67
TABLEAU 9: TABLE DE SELECTION POUR LES ONTOLOGIES O16 A O21.	68
TABLEAU 10: TABLE DE SELECTION POUR LES ONTOLOGIES O22 A O25.	68
TABLEAU 11: TABLE DE SELECTION D'ONTOLOGIE.	69
TABLEAU 12: TRADUCTION DES TERMES.	75
TABLEAU 13: DOCUMENT DE SELECTION DES TERMES.	78
TABLEAU 14: DICTIONNAIRE DES DONNEES.....	84
TABLEAU 15: TABLE DES RELATIONS BINAIRES DE L'ONTOLOGIE.....	88
TABLEAU 16: TABLE DES ATTRIBUTS DES CONCEPTS.....	89
TABLEAU 17: TABLE DES AXIOMES DE CONCEPTS.	90
TABLEAU 18: TABLE DES INSTANCES DE CONCEPTS DE L'ONTOLOGIE.....	91
TABLEAU 19: TABLE DES ASSERTIONS.	91
TABLEAU 20: DEFINITIONS DES CONCEPTS DE L'ONTOLOGIE « ECAO » (DANS TBOX).....	92
TABLEAU 21: DEFINITIONS DES ROLES DE L'ONTOLOGIE « ECAO » (DANS TBOX).....	93
TABLEAU 22: TABLE 3.20 DESCRIPTION ASSERTIONNELLE DES CONCEPTS.....	93
TABLEAU 23: DESCRIPTION ASSERTIONNELLE DES RELATIONS.	94
TABLEAU 24: TABLES A RAJOUTER DANS LA BASE DE DONNEES DU SYSTEME.....	95

Liste des Figures

FIGURE 1: AXE CHRONOLOGIQUE D'ÉVOLUTION DE NOTION COMPÉTENCE.	6
FIGURE 2 : MODELE DE COMPÉTENCE (MARQUES ET AL., 2010).	21
FIGURE 3: SCENARIOS POUR LA CONSTRUCTION DES ONTOLOGIES (GOMEZ ET AL., 2009).	32
FIGURE 4: REPARTITION DES COUCHES DANS UNE ARCHITECTURE TROIS TIERS.	49
FIGURE 5: DIAGRAMME DE CLASSES REPRESENTANT LA BASE DES COMPÉTENCES (HADJEM., 2010).	50
FIGURE 6: INSUFFISANCE DU SYSTEME ESI_CLEVER_NETWORK.	55
FIGURE 7: ARCHITECTURE BASEE ONTOLOGIE ADAPTE AU SYSTEME « ESI_CLEVER_NETWORK 2.0 ».	56
FIGURE 8: SCENARIO 4 « NeON METHODOLOGY » ADAPTE DE (GOMEZ, 2009).	57
FIGURE 9: EXTRAIT DES QUESTIONS DE COMPÉTENCES ET REPONSES DANS UN FICHIER EXCEL.	60
FIGURE 10: EXTRAIT DES QUESTIONS DE COMPÉTENCES PAR L'OUTIL FREEMIND MAP.	61
FIGURE 11: GROUPES DES QUESTIONS DE COMPÉTENCE.	61
FIGURE 12: MEMBRE QUESTIONS DE COMPÉTENCE.	61
FIGURE 13: COMPÉTENCE SCIENTIFIQUE QUESTIONS DE COMPÉTENCE.	62
FIGURE 14: COMPÉTENCE FONCTIONNELLE QUESTIONS DE COMPÉTENCE.	62
FIGURE 15: COMPÉTENCE TECHNIQUE QUESTIONS DE COMPÉTENCE.	62
FIGURE 16: COMPÉTENCE COMPORTEMENTALE QUESTIONS DE COMPÉTENCE.	63
FIGURE 17: SOUS ONTOLOGIE « COMPÉTENCE » DE 024 VISUALISEE PAR OWL-VIZ.	70
FIGURE 18: MODELE DE RE-ENGINEERING DES RESSOURCES ONTOLOGIQUE (BAONZA ET AL, 2010).	71
FIGURE 19: MODELE D'ANALYSE UML POUR LE CONCEPT "EXPERT" (JANEV ET SANJA, 2011).	72
FIGURE 20: REPRESENTATION UML DES COMPÉTENCES DU DOMAINE BUSINESS (JANEV ET SANJA, 2011).	72
FIGURE 21: REPRESENTATION UML DE LA SOUS ONTOLOGIE « RESEARCH WORK ».	73
FIGURE 22: ÉTAPES A SUIVRE POUR TROUVER LES TERMES DU NOUVEAU SCHEMA CONCEPTUEL.	74
FIGURE 23: ARBRE DE CLASSIFICATION DU CONCEPT « TRAVAIL DE RECHERCHE ».	80
FIGURE 24: ARBRE DE CLASSIFICATION DU CONCEPT « ACTIVITE ».	80
FIGURE 25: ARBRE DE CLASSIFICATION DU CONCEPT « COMPÉTENCE ».	85
FIGURE 26: MODELE CONCEPTUEL UML POUR L'ONTOLOGIE « ECAO».	87
FIGURE 27: EXEMPLE DE MODIFICATION SUR L'INTERFACE CURRICULUM VITAE.	96

Liste des Abréviations

- DAML.** Darpa Agent Markup Language.
- ESI.** École Nationale Supérieure d'Informatique.
- FOAF.** Friend of a Friend.
- HTTP.** HyperText Transfer Protocol.
- IC.** Intelligence Collective.
- KM.** Knowledge Management.
- OIL.** Ontology Inetrchange Language.
- OWL.** Web Ontology Language.
- PDF.** Portable Document Format.
- PHP.** Hypertext Preprocessor.
- RACER.** Renamed Abox and Concept Expression Reasoner.
- RDF.** Resource Description Framework.
- RDF(S).** RDF Schema.
- RH.** Ressources Humaines.
- SGBD.** Système de gestion de base de données.
- SPARQL.** Simple Protocol And RDF Query Lang quage.
- SQL.** Structured Query Language.
- TOVE.** Toronto Virtual Enterprise.
- URI.** Uniform Resource Identifier.
- URL.** Uniform Resource Locator.
- W3C.** World Wide Web Consortium.
- XMLS.** eXtensible Markup Language Schema.
- XSL.** eXtensible Markup Language Transformation.

Introduction Générale

1. Contexte de l'étude et problématique

Dans un monde du travail marqué par un développement technologique très rapide, compétitif et mondial (Leboyer., 2009), l'économie immatérielle basée sur le savoir comme source de création de richesse (Le Boterf., 2001), ont incité les organisations à repenser dans leurs pratiques de gestion afin de s'adapter en permanence avec ce nouveau contexte.

Dans cet environnement instable et incertain, toute organisation devra optimiser, exploiter et développer ses ressources disponibles et en particulier ses ressources humaines, pour gagner en performance économique, en adaptabilité aux changements technologiques, et réaliser ainsi ses objectifs.

Les ressources humaines sont devenues une richesse importante et une source de compétitivité et de performance. En plus, elles n'ont ni coût, ni charge comme pense l'ancienne gestion. Elles sont devenues des générateurs de la valeur ajoutée. La création de celle-ci (la valeur ajoutée) est conditionnée par la bonne gestion des compétences car d'après la littérature, les entreprises qui ont réussi sont celles qui raisonnent en termes de compétences. « Depuis les années 1970, nombre d'entreprises et d'organisations se sont engagées dans la mise en place de dispositifs de gestion prévisionnelle des emplois et des compétences (GPEC). De belles réussites ont eu lieu » (Le Boterf., 2008). Les compétences représentent de nos jours, un facteur clé de succès pour toute organisation. Cette dernière doit les placer au cœur de sa stratégie de développement.

Il est alors opportun et justifié de miser sur les compétences et les savoirs des hommes à travers des pratiques de gestion (voire management des compétences) visant à développer le niveau des potentiels existants en permanence et de mettre les dispositifs nécessaires de fidélisation et d'engagement aux projets et aux stratégies de l'entreprise.

Le concept de compétence prend toute son importance dans le cadre d'une école d'ingénieurs comme l'ESI. En effet, la réforme des enseignements entamée par l'école depuis l'année 2009 et compte tenu des rôles à jouer par les enseignants, enseignants-chercheurs,

post-graduant, anciens de l'école ainsi que les professionnels (formateurs, évaluateurs, experts..) sont amenés à contribuer aux activités de l'établissement.

Savoir qui fait quoi et qui sait quoi? Est une question importante et peut déboucher sur la mise en place d'une carte cognitive des compétences intra organisationnelles, s'avère une nécessité pour une administration qui se doit d'être réactive voire proactive face aux exigences du marché.

Un système de localisation des compétences d'un établissement d'enseignement supérieur (l'Ecole Nationale Supérieure d'Informatique d'Alger) a été réalisé dans le cadre d'un projet de fin d'étude (PFE) en 2010. Ce système a été baptisé « ESI_Clever_Network ».

Il est bâti sur le principe du « déclaratif assisté ». Chaque acteur déclare de façon libre les compétences qu'il souhaite faire connaître. Convaincus aussi que chacun entretient un réseau « perso » et qu'il peut ainsi être l'aiguilleur vers d'autres compétences.

Cependant, la déclaration des compétences se fait par le biais des textes libre et d'utilisation des tags (mots clés) lors de l'identification des compétences (non contrôlée) présentent des inconvénients car les utilisateurs du système pouvaient introduire des ambiguïtés et d'incohérence tant le vocabulaire utilisé n'est pas normalisé.

2. Notre contribution

La solution envisagée consiste à contrôler les connaissances communiquées (la sémantique) par le biais d'une ontologie d'application qui servira à son tour comme support au système automatique de localisation de compétences (ESI_Clever_Network).

L'ontologie construite présentera un vocabulaire commun qui facilitera le partage et la compréhension commune des connaissances, elle se concentre essentiellement sur une modélisation explicite de la compétence. Sa phase de test apportera une valeur ajoutée indéniable quant à l'efficacité du système.

Afin de parvenir à ceci, nous allons tout d'abord présenté une nouvelle architecture basée ontologie au système (ESI_Clever_Network). Dans cette perspective, nous construisons une ontologie baptisée «ESI Competence Application Ontology » dont le modèle de compétence représente l'élément crucial de cette ontologie. Pour aboutir à cette dernière, une étape de synthèse sur l'ensemble des ontologies de compétence existantes dans le web

était nécessaire afin de les comparer et sélectionner la plus appropriée à notre domaine (car la réutilisation des ontologies est recommandée par les experts).

Après la sélection d'une ontologie selon les besoins exprimés, nous allons l'adapter (par réingénierie) pour répondre au maximum des objectifs du système. La méthodologie NeOn Methodology (Gomèz et al., 2009) est adoptée pour la construction de notre ontologie et la logique de description SHOIN pour sa formalisation. Nous allons implémenter et tester l'ontologie via les outils PROTEGE OWL et le raisonneur RACER. Pour enrichir notre ontologie nous allons utiliser les dictionnaires de compétence tel que (DISCO¹: dictionnaire européen de classification des compétences et qualifications) et les référentiels existants tel que (CIGREF²: référentiel métier). Et pour l'intégrer dans le système existant, nous allons utiliser l'outil RAP-RDF pour PHP.

3. Plan du mémoire

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

Chapitre 1 : Notion de Compétence

Ce chapitre est entièrement consacré à la clarification du concept de compétence. Nous commencerons par un bref historique sur le mot « compétence ». Ensuite, nous présenterons les différentes définitions citées dans la littérature et nous retiendrons notre propre définition de travail. Puis, nous présenterons les typologies et nous proposerons une typologie de travail. Ensuite, nous exposerons les principales approches, la gestion des compétences (développement et évaluation), l'intelligence collective et la compétence collective, la modélisation des compétences et nous terminerons ce chapitre par les récentes recherches sur la notion et une conclusion.

Chapitre 2 : Ontologies de Compétences

Ce chapitre est divisé en deux sections importantes qui sont : les ontologies et les ontologies de compétences existantes. Dans la première section nous commencerons par la définition de la notion d'ontologie en ingénierie des connaissances. Nous présenterons ensuite ces composants, à savoir les classes, les relations, les axiomes et les instances. Nous

¹ http://disco-tools.eu/disco2_portal/

² http://www.cigref.fr/cigref_publications/RapportsContainer/Parus2011/2011_Metiers_des_SI_dans_Grandes_entreprises_Nomenclature_RH_CIGREF_FR.pdf

découvrirons les familles des ontologies et les méthodologies les plus représentatives de leur construction. Dans la deuxième section, nous présenterons l'ensemble des ontologies de compétence existantes dans le web et nous terminerons par une conclusion.

Chapitre 3 : Construction d'une Ontologie d'Application dédiée à la localisation des Compétences cas : ESI

Dans ce chapitre, nous allons présenter tout d'abord, qu'est ce qu'un système de localisation de compétences ? ses objectifs, son architecture et ses insuffisances. Ensuite, nous montrerons le travail réalisé, nous proposerons une solution pour remédier aux problèmes d'insuffisances du système, suivie par une proposition d'une nouvelle architecture pour ce dernier. Nous allons décrire par la suite, le processus de construction de notre ontologie « ESI Competence Application Ontology » dédié à (ESI), suivent les étapes de la méthodologie «NeOn Methodology ». La logique de description est adaptée pour la formalisation de cette dernière. Nous allons implémenter et tester l'ontologie en utilisant les outils Protégé OWL et le raisonneur RACER. A la fin nous essayerons de l'intégrer dans le système existant pour aboutir à une nouvelle plateforme plus améliorée. Cette plate forme web sémantique permettra de valider notre approche et déceler les manques possibles. Et nous terminerons par une conclusion générale dans laquelle nous présenterons un bilan de notre travail.

Chapitre 1 : Notion de Compétence

1. Introduction

A partir des années 90, la littérature scientifique publiée a abondé d'écrits cherchant à caractériser de la meilleure manière le concept de compétence (Hadjlaoui et al., 2009).

La notion de compétence apparaît dans plusieurs champs disciplinaires inhérents à la naissance et au développement des organisations depuis les années 90. On la trouve notamment dans le champ du management stratégique (Parahalad et Hamel., 1990). De la gestion des ressources humaines (Le Deist et Winterton., 2005). De l'organisation du travail (Zarifian., 2001). De la psychologie (Dorn et al., 2007). Et de la sociologie (Gilbert., 2006).

Dans le domaine du management stratégique, elle est présentée comme une source d'avantages concurrentiels et retient l'attention des gestionnaires et des chercheurs. En effet, l'élaboration de la stratégie met en exergue l'identification des compétences dans la mesure où celles-ci procurent une base stable au positionnement concurrentiel de l'entreprise dans un environnement turbulent (Parahalad et Hamel., 1990).

Le terme « compétence » est utilisé dans plusieurs domaines mais il n'a pas une signification unique. Sa signification se diffère d'un domaine à l'autre. Mais une question se pose : quelle est son origine d'abord ?

Nous entamerons ce chapitre en répondant à la question précédente à travers un survol historique. Puis en exposant les différentes définitions à partir de la littérature. Ensuite, nous étalerons la typologie des compétences, les principales approches. Et, en passant à la gestion des compétences, ces principaux axes de recherches, ainsi que, la modélisation de compétence. Nous terminerons ce chapitre par les récentes recherches proposées et par une conclusion.

2. Bref historique sur le mot 'compétence'

Selon le dictionnaire Larousse, ce mot dérive du latin « *competenti* » qui désigne des aptitudes et de l'anglais « *competence* », principalement associé à la capacité de réaliser

quelque chose, et dans cette langue, il y a deux termes semblables: *competence* et *competency* (*competence* en général fait référence aux domaines fonctionnels et *competency* pour les domaines comportementaux) (Le Deist et Winterton., 2005). L'étymologie de ce mot retourne à l'année 1596 (Mulder 1998, en beirendonck., 2006). Le terme de compétence est le résultat de quelques évolutions importantes des ressources humaines. Nous les énumérons par un ordre chronologique comme le montre la figure 1.

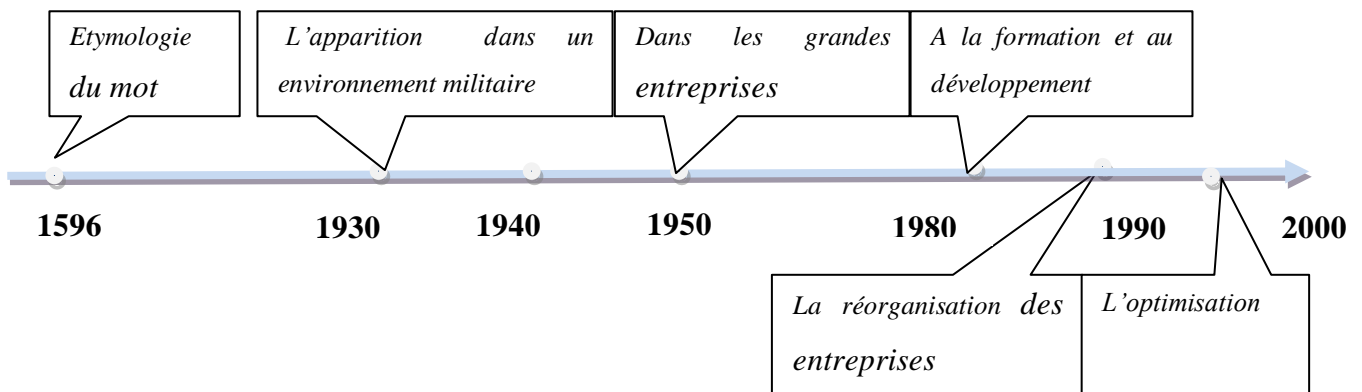


Figure 1: Axe chronologique d'évolution de notion compétence.

Cet axe représente une série d'évolutions par les quelles passe la notion de compétence. On les résume par les points suivants :

- **Entre 1930 et 1940** : dans le milieu professionnel, le mot compétence apparaît d'abord dans un environnement militaire, pour la sélection des officiers, ainsi que dans l'ancienne C.I.A.,...
- **1950** : dans les grandes entreprises, dans le cadre de la sélection et l'orientation de carrière, des entreprises telles que : AT et T/BELL.
- **1980** : ces applications s'étendent à la formation et au développement et aux entreprises comme Masterfood et Ford. Cette année est marquée par l'apparition de la thématique compétence. La gestion prévisionnelle des ressources humaines s'éloigne de la visée quantitative et collective, pour entreprendre une approche qualitative et individuelle.
- **1990** : les entreprises sont soumises à des réorganisations permanentes et le management du changement est devenu une activité continue. Plus d'attention aux contenus des emplois qu'à la question de leur volume.
- **1991** : marqué par la création de bilan des compétences en France.
- **2000** : l'utilisation de la notion de compétence pour l'optimisation des organisations.
- **2002** : le lancement de la VAE (Validation des Acquis de l'Expérience), en France.

- **2005** : la loi de 2005 imposant la démarche de GPEC (Gestion Prévisionnelle des Emplois et des Compétences), en France toujours, dans le cadre d'un dialogue social.

Et ensuite de la gestion prévisionnelle à la gestion des compétences, et c'est sur ce dernier point que notre travail est fondé, gestion des compétences humaines pour l'optimisation des organisations. Mais d'abord qu'est ce qu'une compétence ?

Le prochain point va répondre à cette question.

3. Définitions

Il existe de nombreux travaux, de nombreuses définitions sur la notion de compétence. Mais il n'existe pas de définition unique et acceptée de manière unanime !

« Habilité reconnue dans certaines matières et qui donne le droit de décider » (Littré)³.
« Connaissance approfondie, reconnue, qui confère le droit de juger ou de décider en certaines matières » (Le Petit Robert)⁴.

Dans les années 1990, la littérature de la gestion stratégique a défini le concept « core competence » comme une ressource clé pour l'organisation, cette dernière doit l'exploiter pour gagner l'avantage compétitif. (Hamel et Parahalad., 1994) ont défini « core competence » comme suit: « the collective learning in the organization, especially how to co-ordinate diverse production skills and integrate multiple streams of technologies ».

Le concept de compétence a été initialement développé en psychologie et désigne une capacité des individus à répondre aux demandes qui sont imposées par leur environnement (Dorn et Pichlmair., 2007).

La compétence d'un individu est la somme de ses connaissances théoriques, pratiques et ses aptitudes cognitives et attitudinales manifestées dans des situations diverses de travail. « La compétence est l'ensemble de savoirs et de savoir-faire intégrés et mobilisés par l'individu en fonction de sa personnalité et son attitude dans un contexte évolutif de socialisation, incertain et dynamique pour accomplir avec succès des tâches ou des missions afin de satisfaire les besoins des clients »(Chaabouni et Jouini, 2005).

Les définitions du concept de compétence abondent. Hélas, elles divergent sur plusieurs points notamment l'étendue (plus ou moins grande de la notion), l'orientation

³ <http://littrereverso.net/dictionnaire-francais/>

⁴ <http://www.lerobert.com/decouvrez-gratuitement-nos-dictionnaires.html>

(behavioriste ou cognitive), l'approche (universaliste ou contingente) (Bouteiller et Gilbert., 2009).

Nous allons sélectionner quelques unes:

Selon (Trichet, 2003), « A competency is the effect of combining and implementing Resources in a specific Context (including physical, social, organizational, cultural and/or economical aspects) for reaching an Objective (or fulfilling a mission) ».

Trois types de ressources se distinguent dans cette définition:

- les connaissances théoriques ou procédurales,
- les habiletés (*skills*): incluant le know-how formalisé (ex. l'application de procédures de travail) et le know-how empirique (ex, habiletés, talents)
- les aptitudes comportementales (*behavior aptitudes*) se référant au potentiel à réaliser une activité voire les caractéristiques inhérentes au comportement de l'individu au travail.

Selon (Sveiby., 1997) « The competence is the capacity to act in a wide variety of situations to create both tangible and intangible assets ». Le facteur humain peut utiliser la connaissance de manière à améliorer la performance organisationnelle.

Pour (Zarifian., 2001), « La compétence est la prise d'initiative et de responsabilité de l'individu pour des situations professionnelles auxquelles il est confronté. Elle est avant tout une sorte de label comme une marque sur un produit reconnu par sa qualité et ses caractéristiques intrinsèques ».

La compétence constitue de nos jours une source de l'avantage compétitif et de création de valeur ajoutée pour l'entreprise et pour la nation. Elle renvoie à des aptitudes d'action dans des situations difficiles et de réactions à des problèmes. Les savoirs sont les connaissances théoriques qui portent sur les concepts, les liaisons entre les concepts et l'explication des phénomènes. Les savoir-faire naissent de la confrontation entre les connaissances théoriques et les situations réelles pratiques du travail. Les savoirs-être permettent une adaptabilité et un comportement efficace aux situations problèmes dans le contexte du travail, mesurant la réactivité envers un environnement organisationnel (M'barek., 2007).

Pour Le Boterf, « les compétences sont les résultantes de trois facteurs : le savoir agir qui suppose de savoir combiner et mobiliser des ressources pertinentes ; le vouloir agir qui se

réfère à la motivation de l'individu et au contexte plus ou moins incitatif ; le pouvoir agir qui renvoie à l'existence d'un contexte, d'une organisation de travail, de choix de management, de conditions sociales qui rendent possibles et légitimes la prise de responsabilité et la prise de risques de l'individu ».

Les différentes définitions du concept de compétence semblent toutes s'accorder autour de trois caractéristiques fondamentales (Harzallah et al., 2002) : les ressources, les contextes et les objectifs. Une compétence est constituée à partir de ressources structurées en catégories. Considèrent trois catégories principales: connaissance, savoir-faire et comportement. La connaissance est quelque chose que nous acquérons et stockons intellectuellement. Le savoir-faire est lié à l'expérience personnelle et les conditions de travail. Il est acquis par la mise en pratique de connaissances dans un contexte spécifique. Le comportement est un caractère individuel qui mène quelqu'un à agir ou réagir d'une certaine façon dans certaines circonstances. Le contexte de compétence est lié à l'environnement dans lequel la compétence s'exprime. Il représente les conditions et les contraintes dans lesquelles les compétences doivent être mobilisées. Une compétence est motivée par un objectif. Il est caractérisé par l'obtention d'un but ou l'accomplissement d'une ou plusieurs tâche(s).

Pour (Leboyer., 2009), les compétences sont des répertoires de comportements que certaines personnes maîtrisent mieux que d'autres, ce qui les rend efficaces dans une situation donnée. Ces comportements sont observables dans la réalité quotidienne du travail, ainsi que dans des situations de test. Ils mettent en œuvre de manière intégrée des aptitudes, des traits de personnalité, des connaissances acquises. Les compétences ne doivent pas être réduites à des aptitudes, des traits de personnalité ou des connaissances. Elles concernent directement les activités de travail elles mêmes.

Selon (Defelix., 2003), « une compétence est une combinaison de ressources, dans une situation donnée, rendant capable de... ». Cette définition présente l'avantage d'être générique. Elle peut s'appliquer tout aussi bien à un individu qu'à un groupe (compétence collective) ou à une organisation (compétence clé ou stratégique). La notion de combinaison de ressources laisse entendre que ces dernières peuvent être très variées (données, informations mises à la disposition ou détenues par les personnes; d'outils, d'instruments, de routines organisationnelles ; de connaissances ou de savoir-faire acquis par la formation, par l'expérience ; d'attitudes, de traits de personnalités, de motivations, de savoir-être, d'éléments culturels (valeurs, identités), etc.

Selon le HR-XML Consortium⁵, une compétence peut être définie comme «A specific, identifiable, definable, and measurable knowledge, skill, ability and /or other deployment-related characteristic (e.g. attitude, behavior, physical ability), which a human resource may possess and which is necessary for, or material to, the performance of an activity within a specific business context». Donc les compétences, selon le groupe HR-XML sont spécifiques, identifiables, définissables et des connaissances mesurables, compétences, aptitudes et / ou d'autres liés au déploiement des caractéristiques (par exemple attitude, comportement, aptitude physique) d'une ressource humaine peut posséder et qui est nécessaire pour, ou matériel à l'exercice d'une activité au sein d'un contexte d'affaires spécifiques. La modélisation des compétences est donc un processus de détermination de l'ensemble des compétences qui sont nécessaires pour une excellente performance dans un rôle particulier.

« 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) ou une habilité (habilité cognitive, Physique, sensationnelle). 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 » lié à une spécialité spécifique, quant au niveau d'expertise, il peut avoir l'une des valeurs suivantes: Notion, Application Maîtrise ou Expert » (Amourache et al., 2009).

La notion de compétence a été définie selon plusieurs approches disciplinaires telles que la psychologie, la sociologie, l'éducation, la gestion, etc. Le (tableau1) retrace les différentes approches et conceptions de la compétence selon chaque discipline (cité dans Chaabouni et Jouini., 2005).

⁵ http://ns.hr-xml.org/2_3/HR-XML-2_3/CPO/Competencies.html

Approche compétence	Principaux auteurs	Spécificités
Psychologie	David Mc, Celand, Bouatzis, Bernand,	La compétence fait référence à des attitudes, des traits de la personnalité et des connaissances.
Sociologie	Witorski, Zarifian, Stroqbants	La compétence se situe à l'intérieur des trois champs : la formation, l'expérience, le parcours de socialisation.
Education	Malgalaire	La compétence est la capacité à faire usage des savoirs
Stratégique Gestion -GRH	Hamel, Parahalad, Le Boterf, Martinet, Silem	La compétence comme source de l'avantage compétitif / création de la valeur ajoutée. La compétence comme savoir agir face à des situations problèmes en respectant des critères de performance.

Tableau1 : La compétence selon les différentes disciplines (Chaabouni et Jouini., 2005).

Les diverses approches véhiculent des visions différentes de la compétence. Toutefois, une définition claire et simple que nous trouvons la plus appropriée à notre cas d'étude est celle présentée dans le prochain point.

4. Définition de travail

« Une compétence est l'ensemble des savoirs et/ou savoir-faire et/ou savoir-être et/ou avoir une/des ressource(s) physique ou autre, mobilisés par l'individu et efficace pour accomplir avec succès de(s) tâche(s) ou de(s) mission(s) de l'organisation ». Nous avons ajouté « avoir une ou des ressources physiques », car dans notre travail ; avoir une ressource physique ; présente une valeur ajoutée. Une ressource peut être : livre, logiciel, documentation, télescope, atelier, outils, appareil photo, caméra...etc. Car, à titre d'exemple, si nous trouvons un « photographe » et nous n'avons pas un « appareil photo », ce dernier sera inutile et nous ne pouvons pas réaliser notre tâche.

5. Typologies de compétences

Les compétences humaines peuvent se répartir en différentes manières. Dans certaines typologies, on évoque la connaissance, le savoir, la motivation, les attitudes, les valeurs et les habilités. D'autres typologies mentionnent le savoir, le vouloir et le pouvoir. Sur ce point, nous présentons les différentes typologies existantes dans la littérature, ainsi que notre typologie proposée.

5.1 Typologie de (Batal, 1998)

Les compétences peuvent être classées suivant une logique qui distingue la catégorisation suivante : (Batal., 1998).

- *Compétences générales ou transversales*, c'est-à-dire celles qui ne sont pas spécifiques à un métier, donc qui sont utiles dans de nombreux emplois (exemple: savoir mettre en œuvre les méthodes de synthèse).
- *Compétences professionnelles*, c'est-à-dire celles qui sont propres à une filière de métier (exemple : connaître les différentes méthodes pédagogiques et leur mode d'usage).
- *Compétences spécifiques*, c'est-à-dire celles qui sont propres à une structure, un domaine et qu'on ne retrouve pas ailleurs (exemple : connaître la procédure de gestion des incidents techniques propres à telle structure).
- *Compétences collectives* font référence aux compétences des différents postes de travail, et sont liées à la qualité d'interface qui existe entre les situations de travail, donc entre les individus qui les occupent.

5.2 Typologie de (Divonne et Aymar, 2003)

- *Compétences individuelles* : sont produites par un agent dans une situation professionnelle donnée. Elle est directement liée à un contexte et s'observe en situation de travail. Elle est définie et validée par l'environnement direct. Elle doit être référée à un résultat attendu.
- *Compétences de l'organisation* : représentent ce que l'entité sait faire, notamment ce sur quoi elle est (elle doit être) la plus performante ; c'est ce qui lui permet d'exister et d'avoir un «avantage concurrentiel » par rapport à d'autres organisations.

- *Compétences d'un collectif de travail* : un collectif de travail est un groupe d'individus (internes ou externes à la structure) travaillant ensemble en vue d'atteindre un résultat donné, dans un délai imparti, avec des moyens spécifiques (groupe projet, groupe de travail, équipe...).

5.3 Typologie de (Beirendonk, 2006)

- *Compétences spécialisées ou liées aux connaissances* : sont celles qui impliquent que la connaissance et la compréhension forment la base indispensable à une pratique efficace. Beirendonk a défini la compétence spécialisée comme la connaissance et l'application de cette connaissance (par exemple, savoir utiliser Word) (Beirendonk., 2006).
- *Compétences Comportementales* : expriment les valeurs, la motivation personnelle et les compétences sous la forme d'un comportement qui contribue à un fonctionnement efficace. (Par exemple, la force de persuasion). Parmi les compétences comportementales, Beirendonk a distingué trois autres types à savoir, les compétences liées aux valeurs, les compétences propres à une famille et les compétences spécifiques à une fonction.
- *Compétences Techniques ou Cognitives* : sont relativement facile à décrire et à mesurer. Il suffit d'établir une liste des compétences cognitives ou techniques nécessaires pour une fonction ou un rôle.

5.4 Typologie de travail

Après lire sur les différentes typologies de compétences existantes, nous adoptons la typologie suivante inspirée des compétences existantes dans notre lieu d'étude.

- *Compétences générales* : ensemble de connaissances et de savoirs générale dans un ou plusieurs domaines, ses compétences sont considéré comme moins performant car dans la plupart des ces cas sont insuffisants pour la réalisation d'une mission ou une tâche donnée. Ces compétences font parties d'une culture générale ou du savoir théorique d'une personne.
- *Compétences de base* : c'est un ensemble de connaissances, de savoirs et de savoirs faire essentielles et suffisants pour exercer une activité, résoudre un problème ou réaliser une fin. Ce savoir peut être acquis par une formation, expérience ou un ancien

travail dans un domaine donné. Ce type est considéré comme performant. Car l'entité peut réaliser son activité d'une manière acceptable.

- *Compétences spécifiques* : ensemble de connaissances, savoir faire, savoir être. Ici non seulement faire une chose mais savoir être aussi (savoir comportemental). C'est à dire, pouvoir s'adapter dans une situation par des attitudes et des motivations, mettre le problème dans son environnement et pouvoir prendre des décisions. Ce type est considéré comme très performant à cause de la valeur ajoutée qui est le comportement, donc il est considéré comme très acceptable.

6. Principales approches de compétences

Compte tenu de la confusion terminologique et conceptuelle entourant la notion de compétence ; il existe plusieurs approches proposées ; nous citons les principales d'entre elles. Selon (Le Deist et Winterton., 2005), trois approches sont dominantes :

6.1 Approche behaviouriste

Tradition américaine, le terme compétence est introduit pour décrire les caractéristiques d'une personnalité associées à une supérieure performance et une haute motivation. C'est l'interaction effective de l'individu avec l'environnement. Les principaux auteurs qui appartiennent à cette approche : McClelland, Hay McBer groupe, Boyatzis, spencer et spencer, dooley, etc. Pour eux, les compétences comprennent : les motivations, les traits, les attitudes ou les valeurs, la connaissance de contenu, compétences cognitive ou comportementale. Toute caractéristique individuelle qui peut être mesurée ou comptée de manière fiable.

6.2 Approche fonctionnelle

Tradition britannique, dans cette approche, l'accent est mis sur les compétences fonctionnelles et la capacité de démontrer les performances selon les normes requises d'emploi dans un contexte de travail.

6.3 Approche multi dimensionnelle et holistique

Tradition Européenne (France, Allemagne & Autriche). Dans cette approche, la compétence se réfère à la capacité d'une personne d'agir et elle interprète non seulement les connaissances et les capacités, mais aussi les habiletés.

Nous avons présenté les principales approches de compétences proposées par le Diest nous passons maintenant à la gestion de compétence.

7. Gestion des compétences

La Gestion des Ressources Humaines (GRH) est la gestion stratégique des employés, qui, contribuent individuellement et collectivement à la réalisation des objectifs stratégiques de l'organisation. De nombreuses études discutent de l'importance de l'intangible comme des sources d'avantages concurrentiels, et en particulier, l'impact stratégique des systèmes de GRH sur la performance de l'entreprise (Becker et Huselid., 2006). La gestion des compétences (Compétence Management), est un sujet de recherche important dans le domaine de la gestion des ressources humaines et la gestion des connaissances.

Gérer des compétences, au sein d'une entreprise, vise à identifier les connaissances et les compétences individuelles requises pour effectuer les activités commerciales des organisations afin qu'elles puissent être développées pour répondre aux demandes de la vie du travail réelle. « 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 » (Rousseau et Roche, 2004).

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 (Berio, 2005).

La gestion des compétences ouvre la voie à quatre grands axes de recherche, l'identification, le développement, l'évaluation et l'utilisation de compétences. Dans les deux points qui suivent nous allons détailler seulement le développement et l'évaluation de compétences.

7.1 Développement des compétences

Le développement constitue, en effet, une nécessité pour l'entreprise pour une meilleure performance économique et une chance supplémentaire pour l'employé pour développer ses compétences « L'entreprise, en développant son personnel des compétences recherchées et diversifiées, aura à tout moment et à sa disposition les compétences nécessaires pour suivre l'évolution des technologies et des marchés du travail et cela renforce sa performance économique » (Bader., 2005). Il ajoute dans son discours que « Les salariés peuvent aussi y trouver une opportunité en développant des compétences recherchées par les entreprises, ils accroissent un capital de savoir faire, qui leur donne une sorte de protection sociale et un élément de sécurité sur le marché du travail ».

L'entreprise, pour pouvoir gagner le pari de la compétitivité et s'adapter au mieux aux différents changements tant économiques qu'organisationnels et technologiques, devrait miser, selon l'avis partagé de tous les auteurs, sur les compétences des ressources humaines. C'est en effet, les compétences disponibles au sein de l'organisation peuvent aller de l'avant et réaliser les objectifs dans de bonnes conditions vu leur savoir-faire et leurs aptitudes aux différentes situations même les plus difficiles.

Il est fort admis que la formation professionnelle constitue l'un des moyens les plus efficaces pour développer les compétences des salariés. La formation professionnelle continue pour qu'elle ait des effets positifs sur les compétences acquises devrait avoir une vision stratégique c'est-à-dire selon une planification de moyen et long terme.

7.2 Evaluation des compétences

La compétence des ressources humaines étant l'un des actifs immatériels les plus importants de l'organisation, il est donc primordial d'en fournir une évaluation. Sont cités ci-après quelques indicateurs de base qui permettent d'avoir une vision et de proposer une évaluation de la compétence présente dans l'organisation (Sveiby., 2000). Ces indicateurs sont :

- ***Années d'exercice de la profession*** : une mesure simple et utile de la compétence est le nombre d'années pendant lesquelles les experts de l'organisation ont exercé leur profession.

- **Niveau de formation** : il influe sur l'évaluation de leurs compétences et, de ce fait, sur la capacité de l'organisation du savoir à réussir dans l'avenir. Le niveau de formation initiale est un indicateur valable.
- **Investissements en formation** : la formation continue devrait être un poste d'investissements massifs.
- **Evaluation** : en général, le niveau de formation ne décrit pas la compétence avec une précision suffisante. Il est donc préférable de réaliser une évaluation de celle-ci.
- **Apport des projets à la compétence** : étant donné que les experts passent la majeure partie de leur temps à travailler sur des projets et étant donné que ceux-ci sont la première source de perfectionnement des compétences, on rassemblera de précieuses informations en mesurant la proportion de missions qui contribuent à un perfectionnement. Il est généralement facile de rassembler ces informations si on demande aux employés de citer les projets qu'ils estiment formateurs.
- **Ancienneté** : l'ancienneté correspond au nombre d'années d'emploi dans la même organisation. L'ancienneté des experts est un indicateur de la stabilité de la compétence.
- **Turnover des experts** : Le turnover est généralement considéré comme un indicateur de la stabilité et il est facile à calculer et à comparer avec celui des autres organisations. Un turnover très faible suggère que la situation est stable mais statique. Un fort turnover révèle en règle générale que le personnel est insatisfait. Le taux de turnover doit rester dans les limites d'une fourchette donnée. Un changement soudain affectant ce taux indique généralement que quelque chose a changé à l'intérieur de l'organisation. Le turnover peut se calculer de la façon suivante : le nombre de démissions enregistré au cours de l'année est divisé par le nombre de personnes employées au début de la même année. Cette mesure du turnover peut être plus ou moins sophistiquée. Elle peut se subdiviser par exemple entre turnover externe (le personnel qui quitte la société) et turnover interne (changements de postes au sein de l'organisation) ou, entre turnover des experts et turnover du personnel administratif.

7.3 Evaluation “ 360° ”

Originnaire des Etats-Unis, la méthode d'évaluation à 360° (360° assessment) s'inscrit très bien dans la logique de la compétence collective. Le principe est simple, mais révolutionnaire pour nombre d'organisations, il consiste à faire évaluer un collaborateur par :

- Lui-même,
- Son chef,
- Ses pairs.

L'évaluation se fait sur une grille de questions si possible assez fermées (c'est-à-dire permettant une réponse par oui/non ou par une note de 1 à 10 pas trop équivoque).

L'enquête est anonyme et le traitement statistique des réponses permet ainsi plus d'objectivité ; le premier destinataire est l'intéressé lui-même ainsi l'évaluation devient un outil de développement personnel (Prax., 2007). Cette méthode d'évaluation a l'air d'être utile, simple, convaincante et facile à réaliser. Mais qu'est ce qu'une compétence collective ? Et qu'est ce qu'une intelligence collective ?

8. Intelligence collective et compétence collective

8.1 Intelligence collective

Dès l'antiquité, Aristote posait déjà la question de l'intelligence collective : Une décision, une action est-elle de meilleure qualité si on monopolise l'intelligence de plusieurs personnes pour la concevoir ? Est-ce que l'union fait la force ? Faut-il réfléchir avant d'agir ? Faut-il chercher des informations avant de réfléchir ?etc.

D'après (Zara., 2008), ces questions permettent d'aborder deux concepts : l'intelligence collective (IC) et le Knowledge Management (KM). L'enjeu du KM et de l'IC est que la performance collective soit supérieure à la somme des performances individuelles.

L'intelligence collective peut se définir comme la capacité à unir nos intelligences et nos connaissances pour atteindre un objectif ainsi que la capacité d'un collectif à se poser des questions et à chercher les réponses ensemble.

La biologie nous enseigne que notre intelligence propre résulte moins du nombre de neurones que du nombre de synapses qui interconnectent ces neurones (IC) et à l'acquis

d'informations accumulé dès notre naissance (KM). C'est donc la richesse des interconnexions, des échanges qui forgent l'intelligence de l'être humain sur le fondement de ce qu'il sait. Le parallèle avec une organisation démontre la nécessité d'accroître les « synapses », les interconnexions entre les membres et les entités de cette organisation pour développer son intelligence et de capitaliser les informations qui sont nécessaires à ces synapses.

Comme l'explique Richard McDermott, président de McDermott consulting, cité dans (Zara., 2008) « L'intelligence humaine dépend des connexions neuronales. L'intelligence organisationnelle, quant à elle, dépend des connexions interpersonnelles ». Ce qui est valable entre les membres d'une organisation, l'est également entre l'organisation et son environnement. Il s'agit du concept de « l'organisation étendue » dans le cadre de relations, d'interconnexions plus nombreuses avec l'extérieur.

8.2 De l'intelligence collective aux compétences collectives

Pour (Amherdt et al., 2000) « L'intelligence collective est le résultat en quelque sorte de la mobilisation des compétences individuelles afin de créer des synergies concourant à la poursuite d'un objectif commun. Cette intelligence collective peut être développée en particulier par les technologies de l'information (IT) et par une organisation appropriée aux activités exercées ». Il ajoute « les IT favorisent le développement de savoirs en temps réel ». Pour cet auteur, le concept compétence collective (CC) n'est pas nouveau mais ces applications sont actuelles grâce aux (IT).

Pour nous, les compétences collectives sont la somme des compétences des individus de l'organisation.

9. Modélisation de compétences

Plusieurs modèles de compétences sont proposés dans un nombre important de travaux. Chacun entre eux est reposé et modélisé selon la définition de la notion de compétence proposée ou inspirée par l'auteur.

9.1 Introduction : Comment construire un modèle de compétences ?

Selon (Beirendonk., 2006), « Le développement d'un modèle de compétence ou dictionnaire de compétences est idéalement le résultat d'une méthodologie qui satisfait aux normes de qualité suivants » :

1. Chaque compétence doit être observable et mesurable.
2. Chaque compétence doit pouvoir s'interpréter de la même manière par tout un chacun.
3. Le lexique de compétences doit refléter les besoins des départements de l'entreprise.
4. Le rapport entre les compétences ne peut être exclu.
5. Les compétences du dictionnaire doivent pouvoir s'exploiter de manière générale.
6. L'utilisation des découverts découlant des recherches scientifiques récentes en matière de compétences peut améliorer l'efficacité du modèle.

Chaque modèle de compétence regroupe un ensemble de compétences et découle de certaines hypothèses pour ce qui est de la composition et des rapports réciproques. Certaines modèles distinguent des niveaux hiérarchiques pour une compétence, d'autre s'en tiennent à l'existence de sous-groupes sans leur supposer de rapport hiérarchique.

Chaque modèle possède ainsi son propre système pour regrouper les multiples comportements en clusters ou facteurs indépendants. Parmi l'ensemble des modèles proposés on trouve par exemple :

9.2 Modèle de compétences du consortium HR-XML

(Dorn et Pichlmair., 2007), ont décrit le modèle du consortium HR-XML⁶, qui suppose qu'une compétence a un nom et un nombre d'attributs. Puisque les noms des compétences peuvent être définis différemment par différentes organisations, une identification unique est obtenue en faisant référence à une taxonomie dans laquelle le décrit de compétence est définie. Un autre attribut peut être une affirmation si la compétence est requise. Cela se rapporte à l'environnement où la compétence est modélisée. Si la compétence décrit un profil d'emploi, l'attribut obligatoire serait un état qu'un demandeur d'emploi doit avoir cette compétence.

⁶ www.hr-xml.org

9.3 Modèle de compétence de (Marques et al., 2010)

Un modèle de compétence a été proposé par (Marques et al., 2010). Ce modèle des entités et des relations montre que les compétences et les ressources peuvent être organisées dans une structure tridimensionnelle composée par : des actions, ressources et buts.

Ces dimensions permettent d'interconnecter les compétences à différents points de vue. La (figure 2) illustre la façon dont le modèle de compétence proposé est lié à l'organisation et des vues économiques.

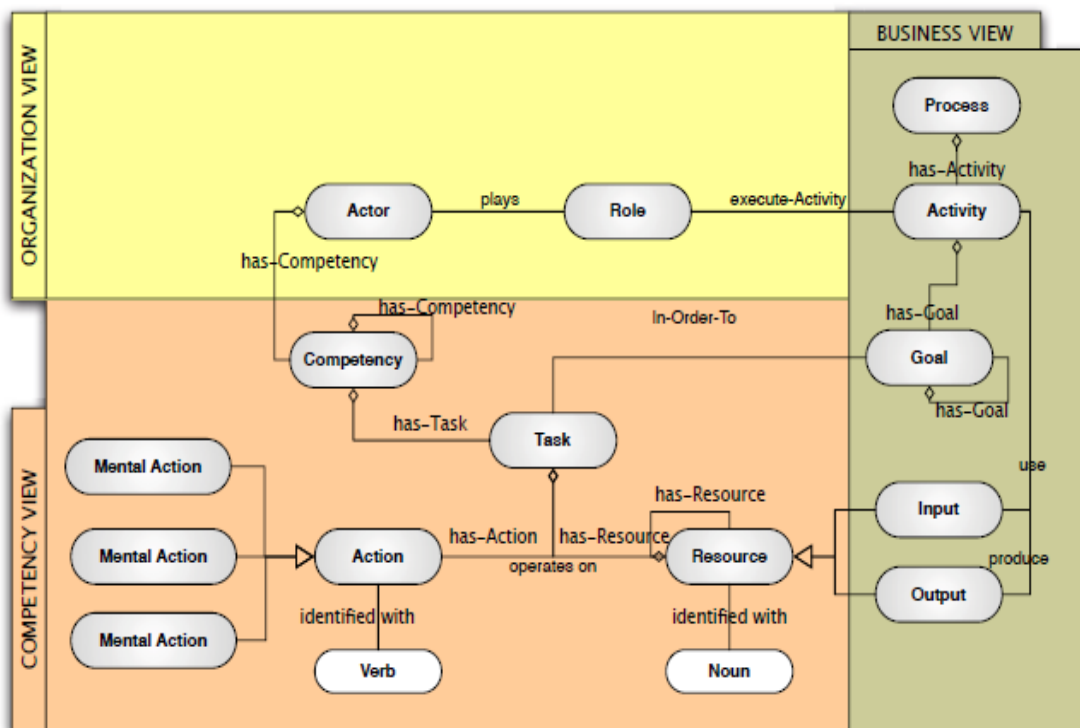


Figure 2 : Modèle de compétence (Marques et al., 2010).

Les Acteurs fournissent des compétences à des activités à travers les rôles qu'ils jouent dans l'exécution de ces activités. Le point de vue économique décrit les activités composant les processus d'entreprises, leurs objectifs, les entrées / sorties, ainsi que leurs mécanismes de coordination. Les activités ont des objectifs officiellement reconnu par l'organisation. Le but des compétences est d'aider à atteindre les objectifs de l'activité.

10. Recherches récentes sur la notion de compétence

Les recherches basées sur la notion de compétences comme un facteur de succès dans les organisations a gagné un substantiel important, ainsi, qu'une augmentation croissante au cours de cette décennie passée. On voici quelques recherches qui ont été réalisé sur cette dernière dans les différents domaines.

- (Brinckman., 2007), dans son ouvrage nommé “Compétence of top management teams and succes of new technology based firms”, a recherché la création et le développement des nouvelles entreprises spécialement dans les pays qui parlent l'allemand. Dans ce flot de recherche, la perspective compétence a une importance spécifique, comment les compétences des fondateurs déterminent les activités qu'ils entreprennent, et comment ils exécutent leurs activités. Une question clé souvent posée par les entrepreneurs : qu'elles sont les compétences critiques requise à créer et cultiver une nouvelle entreprise ? le Dr a bien traité cette question fondamentale et il l'a examiné d'une manière empirique.
- (Le Boterf., 2008), son ouvrage « Repenser la compétence », dont l'objectif est de proposer quinze façons de raisonner les projets compétences, en alternative à une quinzaine de raisonnements qui lui semble devoir être abandonnés. Ces quinze propositions sont autant de raisonnements pour gagner en *efficacité*, en *fiabilité* et en *faisabilité*.
- (Leboyer., 2009), dans son ouvrage « La gestion des compétences », où il a présenté une démarche essentielle pour la compétitivité des entreprises, il a proposé une définition à la thématique compétence qui est mentionné précédemment, résolu plusieurs points de base comme identification, l'évaluation, le développement de compétence, ainsi que des compétences individuelles et des compétences organisationnelles.
- (Janev et Sanja., 2011), ont écrit un article qui présente un processus de conception et d'implémentation d'un système de gestion de compétence dans le domaine de la technologie de l'information et de la communication, en utilisant les outils du web sémantique et le vocabulaire public commun des ressources humaines afin de construire un modèle de compétence sous forme d'une base de données ontologique « ontology data-base », dans le cas d'étude « institut de Mihaljo Pupin ».

11. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons fait l'effort de présenter un état de l'art exhaustif sur la notion de compétence à partir d'une étude bibliographique très patiente.

Nous avons commencé par un bref historique sur le mot « compétence » pour savoir son origine. Nous avons présenté les différentes définitions citées dans la littérature dans des différents champs disciplinaires.

Toutefois, une définition synthétique claire et simple que nous avons adoptée : « *une compétence est l'ensemble de savoirs et/ou savoir-faire et/ou savoir-être et/ou avoir une/des ressource (s) mobilisés par l'individu et efficace pour accomplir avec succès de(s) tâche(s) ou de(s) mission(s) de l'organisation* ».

Après explication du sens du mot, nous avons abordé les principales approches à savoir (approche comportementale, approche fonctionnelle et approche multi dimensionnelle). Puis, les différentes typologies existantes dans la littérature et la proposition de notre typologie de travail.

Ensuite, nous sommes passés à la gestion des compétences. Cette gestion qui représente donc, une priorité qui implique non seulement de savoir identifier les compétences, mais aussi d'être capable de les développer, les évaluer et surtout les utiliser et encore, non seulement les compétences individuelles mais aussi, les compétences collectives.

Finalement, nous avons terminé ce chapitre par la présentation de quelques travaux de recherche considérés comme nouveaux.

A partir du dernier point de ce chapitre, vous remarquerez que notre travail de recherche s'inscrit dans le quatrième axe de recherche décrit précédemment. Car à notre tour, nous devons modéliser notre modèle de compétence selon la définition que nous avons présentée précédemment et construire une ontologie d'application basée sur ce dernier. En utilisant les outils du web sémantique et le vocabulaire public commun des ressources humaines. Ce modèle et cette ontologie seront détaillés dans les chapitres suivants.

Chapitre 2 : Ontologies de Compétences

1. Introduction

Les ontologies, structures de connaissances dont l'idée remonte à Aristote, représentent un moyen d'expression, de partage, de mutualisation et de réutilisation des connaissances. Elles sont idéalement utilisables à la fois par les machines et par les humains. L'utilité des ontologies est maintenant reconnue, notamment au sein de la mouvance du web sémantique. Toutefois, leur élaboration reste une tâche fastidieuse et complexe qui requiert à la fois une expertise du domaine que l'on souhaite modéliser et des connaissances en modélisation.

La gestion des compétences humaines est un facteur clé de succès pour toute organisation. Il est évident donc de construire une ontologie de compétences pour assurer l'utilisation d'un référentiel commun et de décrire formellement et explicitement les compétences humaines.

Ce chapitre a pour objectif de présenter les deux éléments sur lesquels la suite de notre travail va reposer, à savoir les ontologies en général et les ontologies des compétences existantes en particulier. Car il est toujours utile de prendre en considération ce que d'autres personnes ont fait et d'examiner si nous pouvons exploiter et élargir des sources existantes et les affiner pour répondre aux besoins de notre domaine. Plusieurs ontologies sont déjà disponibles sous forme électronique (voir section 2 de ce chapitre).

2. Ontologies

Ontologie est un terme de philosophie qui signifie « doctrine ou théorie de l'être en tant qu'être ⁷ ». Le mot ontologie, introduit aux alentours du XVIe siècle, est plus récent que la discipline qu'il désigne. Cette discipline fut étudiée par les Grecs. Bien plus tard, l'informatique a repris ce terme pour désigner une hiérarchie de concepts organisés par des relations de subsomption. L'histoire de l'ontologie en informatique prend racine dans les

⁷. D'après l'Encyclopædia Universalis.

recherches menées en logique, en intelligence artificielle et en sciences cognitives. Le terme ontologie a été employé pour la première fois dans le domaine de l'informatique en 1980 par John McCarthy. Ce dernier affirmait que « les personnes qui concevaient des systèmes en intelligence artificielle devraient au préalable lister les éléments qui existent dans le monde, produisant de fait une *ontologie* de notre monde » (Smith et Welty., 2001).

2.1 Définitions

Les Ontologies sont des formalisations logiques, structurées et relativement exhaustives des connaissances pour un domaine donné et réalisées en fonction d'un usage spécifique. Une ontologie informatique est créée afin de faciliter le partage et la réutilisation des connaissances par l'homme et par la machine.

Plusieurs auteurs ont tenté de donner une définition de l'ontologie. La plus connue est celle de (Gruber., 1993) : « une ontologie est une spécification explicite d'une conceptualisation ». Cette définition est cependant trop vague et trop générique (Smith et Welty., 2001). Elle a été étendue par (Borst., 1997) : « une ontologie est une spécification formelle d'une conceptualisation partagée ».

En 1997, Guarino accentue l'ambiguïté du terme conceptualisation qui doit être pris dans son sens intuitif « les ontologies sont des spécifications partielles et formelles d'une conceptualisation commune ». 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.

Puis par (Studer et al., 1998) : « Une ontologie est une spécification formelle, explicite d'une conceptualisation partagée ». Une discussion complète de la signification des termes de cette définition est proposée en introduction de (Staab et Studer., 2009). Nous en retiendrons qu'une conceptualisation « est une vue abstraite et simplifiée du monde que l'on souhaite représenter dans un but donné », qu'une spécification formelle explicite est la transposition de la conceptualisation dans un langage qui soit utilisable par une machine et enfin que la notion

de partage renvoie à une notion de compromis dans la modélisation. Et pour mieux expliquer à partir du cours de (Desmoulins., 2011)⁸ :

- Une conceptualisation est une représentation abstraite d'un univers par un choix de concepts et leurs relations. Elle est indépendante du vocabulaire utilisé et de situations particulières.
- Partagée : l'ontologie représente la connaissance consensuelle d'un groupe de personnes. L'ontologie fixe la limite de ce que la communauté se reconnaît en commun
- Formelle : l'ontologie est interprétable par un ordinateur, en respectant la sémantique qu'y met l'humain.
- Explicite : Une représentation externe à l'ordinateur et à l'humain.

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.

2.2 Pourquoi développer une ontologie ?

Une ontologie définit un vocabulaire commun pour les chercheurs qui ont besoin de partager l'information dans un domaine. Elle inclut des définitions lisibles en machine, de concepts de base de domaine et leur relation (Noy et McGuinness., 2004) ; en voici quelques raisons pour développer une ontologie :

- Partager la compréhension commune de la structure de l'information entre personnes, on les fabricants des logiciels.
- Permettre la réutilisation du savoir sur un domaine.
- Expliciter ce qui est considéré comme implicite sur un domaine.
- Distinguer le savoir sur un domaine du savoir opérationnel.
- Analyser le savoir sur un domaine.

2.3 Composants d'une ontologie

La connaissance dans les ontologies est principalement formalisée en utilisant les cinq types de composants: classes (ou concepts), relations entre concepts, fonctions, axiomes et instances (Gruber., 1993).

⁸. Cyrille Desmoulins, Mai 2011, ESI, Alger, Algérie.

2.3.1 Classes ou Concepts

Les connaissances portent sur des objets auxquels on fait référence à travers des concepts qui sont habituellement organisés sous forme hiérarchisée dans l'ontologie. Un concept peut représenter un objet matériel, une notion, une idée (Uschold et King., 1995).

2.3.2 Relations

Représentent un type d'interaction entre les concepts du domaine. Elles lient les concepts primitifs (ou simples) entre eux pour construire des représentations conceptuelles complexes. Elles sont formellement définies comme n'importe quel sous ensemble d'un produit de n-ensemble : R dans $C_1 \times C_2 \times \dots \times C_n$. Les principales relations de modélisation d'une ontologie sont: «instance-de », « sorte-de », « appartenance-a », « dépendance » et « subsomption (is-a) ». Cette dernière est implicite et a un statut particulier car elle définit un lien de généralisation qui structure la hiérarchie ontologique (Guarino et Giaretta., 1995).

2.3.3 Fonctions

Cas spécial de relations dans lesquelles le nième élément de la relation est unique pour les n-1 éléments précédents. Formellement, des fonctions sont définies comme: $F: C_1 \times C_2 \times \dots \times C_{n-1} \rightarrow C_n$.

2.3.4 Axiomes

Utilisés pour modéliser les phrases qui sont toujours vraies. Ils peuvent être inclus dans une ontologie pour plusieurs buts, tels que définir la signification de composants d'ontologie, définir les contraintes complexes sur les valeurs des attributs, les arguments de relations, etc., vérifier l'exactitude d'informations indiquées dans l'ontologie ou déduire une nouvelle information.

2.3.5 Instances

Instances d'un concept sont utilisées pour représenter les éléments spécifiques, singuliers. Par exemple : base de données est une instance du concept module.

2.4 Familles d'ontologies

Une fois que les premières ontologies furent construites, des chercheurs ont commencé à vouloir définir des catégories qui permettraient de les caractériser. On a vu ainsi émerger différents axes de classification des ontologies. Ontologies regroupées selon : les objets modélisés, le degré d'expressivité, le degré de granularité et le degré de formalisme.

2.4.1 Objets modélisés

Les ontologies ont été regroupées dans (Guarino., 1998), en se basant sur les objets modélisés par l'ontologie afin de répondre à un but précis :

- **Ontologies de haut niveau** : dites aussi ontologies « *superieur* » et « *fondationnelles* ». Elles sont universelles, réutilisables et *référéncable* à partir des concepts des autres niveaux d'ontologies. Elles visent de présenter les concepts de sens commun. Ex : OpenCyc⁹ est une ontologie de haut niveau à vocation encyclopédique issue du projet Cyc¹⁰.
- **Ontologies du domaine** : les ontologies du domaine sont plus spécifiques. Elles cherchent, comme leur nom l'indique, à modéliser les connaissances d'un domaine particulier, comme la médecine par exemple.
- **Ontologie de tâche** : les ontologies de tâche utilisées 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 (Guarino., 1998). 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 plus spécifique à une tâche donnée. Elles combinent une ou des ontologies de haut niveau et une ou des ontologies plus spécifiques, ainsi que les connaissances requises par l'application visée (Mondary., 2011). Elle contient des concepts dépendants d'un domaine et d'une

⁹ <http://www.opencyc.org/> Cyc: contient des connaissances de sens communs.

¹⁰ <http://www.cyc.com>

tâche particulière, 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 (Guarino., 1998).

2.4.2 Degré d'expressivité

Les ontologies peuvent également être catégorisées selon le degré de formalisation explicite qu'elles interprètent, c'est-à-dire par leur capacité à contraindre leur interprétation. (Uschold et Gruninger., 2004) propose la dénomination d'ontologie *légère* pour les ontologies qui ne contiennent pas (ou peu) d'axiomes, par opposition aux ontologies dites *lourdes*.

2.4.3 Degré de granularité

Un autre axe de différenciation des ontologies est la granularité de la description conceptuelle et du niveau de détails atteint par les concepts. Cet axe se justifie par le but et le public visés par l'ontologie : à titre d'exemple, une ontologie des deux-roues destinée aux utilisateurs contiendra moins de détails que la même ontologie destinée aux constructeurs.

- **Granularité fine** : granularité fine correspondant à des ontologies très détaillées, possédant ainsi un vocabulaire plus riche capable d'assurer une description détaillée des concepts pertinents d'un domaine ou d'une tâche (Fürst., 2004).
- **Granularité large** : granularité large correspondant à un vocabulaire moins détaillé. Les ontologies de haut niveau ont une granularité large, du fait que les notions sur lesquelles elles portent peuvent être raffinées par des notions plus spécifiques (Fürst, 2004).

2.4.4 Degré de formalisation

Uschold et Gruninger ont identifié quatre types d'ontologies: les *ontologies informelles*, les *ontologies semi-informelles*, les *ontologies semi-formelles* et les *ontologies rigoureusement formelles* [Uschold et Gruninger., 1996].

- **Les ontologies hautement informelles** : exprimées en langage naturel
- **Les ontologies semi-informelles** : elles sont exprimées sous une forme limitée, restreinte et structurée du langage naturel (en utilisant des modèles), c'est à dire des patrons ont été mis en œuvre.

- *Les ontologies semi-formelles* : exprimées dans un langage défini artificiellement et formellement.
- *Les ontologies rigoureusement formelles* : exprimées dans un langage contenant une sémantique formelle, des théorèmes et des preuves de propriétés telles que la robustesse, l'exhaustivité, la complétude et la consistance.

Dans ce mémoire, nous nous plaçons dans un cadre de construction d'une ontologie d'application à partir d'une autre ontologie existante, nous allons l'adapter selon les besoins de notre système de localisation des compétences « ESI_Clever_Network ».

2.5 Méthodologies de construction d'ontologies

Plusieurs méthodologies de construction des ontologies ont vu le jour tel que NeOn Methodology élaborée par (Gomèz et al., 2009), d'autres méthodologies générales, inspirées des expériences de construction d'ontologies dans le domaine de la gestion des entreprises (Uschold et King., 1995).

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, Methontology et dernièrement NeOn Methodology sont les méthodologies les plus représentatives pour construire des ontologies.

2.5.1 Tove

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 (Gruninger et Fox., 1995).

2.5.2 Enterprise

(Uschold et King., 1995) 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,

- ✓ Construire l'ontologie : identifier les concepts et les relations fondamentaux et présenter 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.

2.5.3 Methontology

Cette méthode est développée au laboratoire d'intelligence artificielle (Fernandez et al., 1997). 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.

2.5.4 NeOn Methodology

Cette méthodologie a été développée au sein du projet NeOn en 2006, ce projet inclut la méthodologie « Neon Methodology », l'outil « NeOn tool kit » et des techniques telles que « ORSD » à savoir document de spécification des besoins. Elle a été construite à base de comparaison des trois autres méthodologies (Methontology, On-To-Knowledge et Diligent) (Gomèz et al., 2009). Elle est composée de neuf scénarios ; les scénarios possible pour la construction des ontologies ; qui sont les suivants : Le scénario 1 : de la spécification à l'implémentation, Le scénario 2 : la réutilisation et la réingénierie des ressources non ontologiques, Le scénario 3 : la réutilisation des ressources ontologiques, Le scénario 4 : la réutilisation et la réingénierie des ressources ontologiques, Le scénario 5 : la réutilisation et la fusion des ressources ontologiques, Le scénario 6 : la réutilisation, la fusion et la réingénierie des ressources ontologiques, Le scénario 7 : la réutilisation des ontologies de modèle de conception (ODP), Le scénario 8 : la restructuration des ressources ontologiques, Le scénario 9 : la localisation des ressources ontologiques (voir la figure 3).

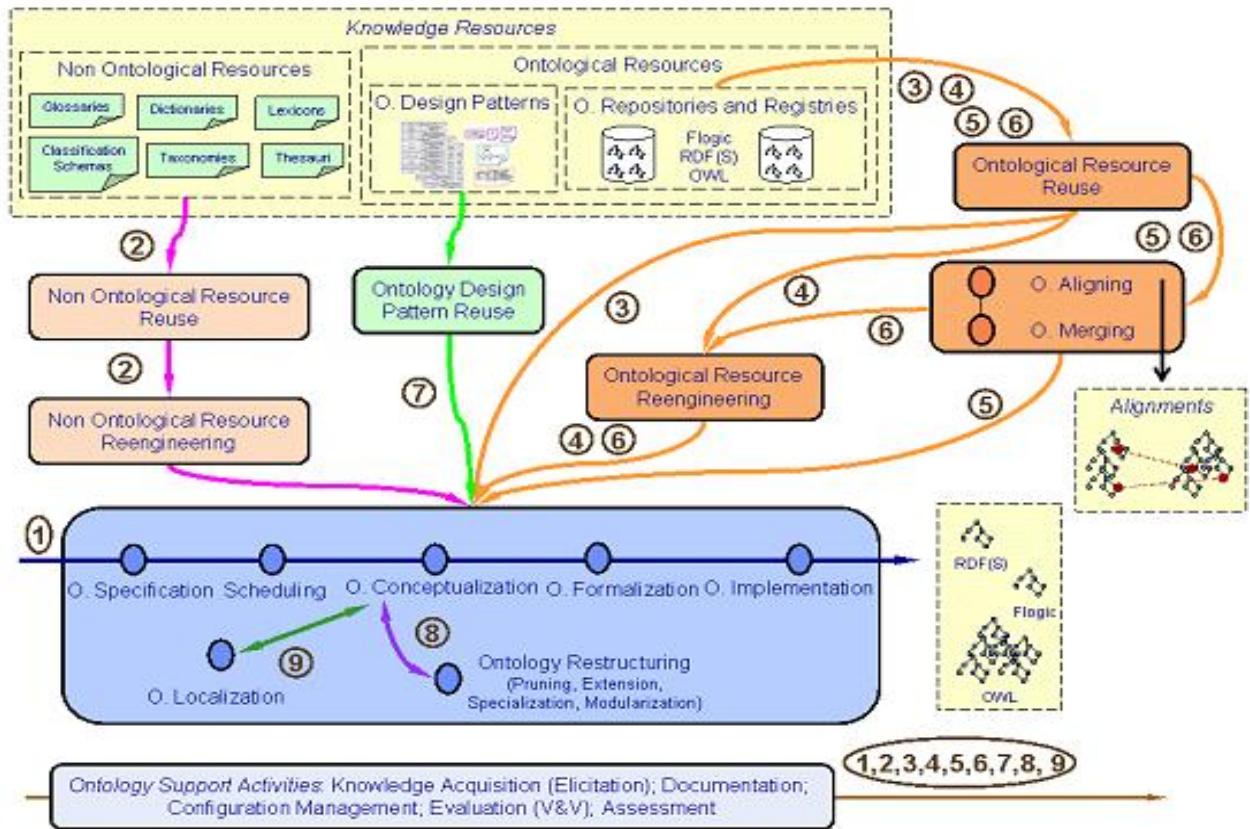


Figure 3: Scénarios pour la construction des ontologies (Gomèz et al., 2009).

Nous avons constaté que la méthodologie « NeOn Methodology » présente un certain nombre de techniques, scénarios et phase spécifiées de manière très détaillée, notamment le scénario 4 qui formule bien notre cas de travail. De ce fait, nous allons adopter cette méthodologie pour notre travail.

2.6 Processus de construction d'ontologies

Le processus de construction peut se résumer aux phases suivantes :

- **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 : le dictionnaire de donnée, les arbres, les diagrammes des relations binaires, 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 en la codification de l'ontologie formelle dans un langage opérationnel du Web Sémantique.

2.7 Langages de spécification d'ontologies

Plusieurs langages de spécification d'ontologies (ou langages d'ontologies) ont été développés pendant les dernières années, parmi les langages développés pour les ontologies et les plus fréquemment utilisés sont : XML, RDF, RDFS et OWL (Lacot., 2005).

- **XML** : recommandation du W3C depuis 1998, le langage XML (eXtensible Markup Language) connaît depuis ses débuts un succès indéniable. Défini dès son origine comme un métalangage facilitant l'élaboration de langage à balises spécialisés. Les normes strictes qui gèrent la syntaxe et la structure de XML rendent le langage et son utilisation plus aisés.
- **RDF** : «Resource Description Framework»¹¹. La création du RDF par W3C a été motivée par la perspective d'applications suivante :
 - ✓ Manipulation et classification des métadonnées Web.
 - ✓ Optimisation de la coopération entre applications, en permettant de combiner les données de plusieurs applications, pour générer de nouvelles informations.
 - ✓ Faciliter le traitement automatique de l'information du Web par des agents logiciels,

RDF est un modèle conceptuel formel, permettant de décrire des ressources.

Une ressource peut être une page HTML, une partie d'une page HTML, un ensemble de page, un objet ou toute entité qui peut être accédée par un identificateur (URI pour Uniform Resource Identifier).

¹¹ Resource Description Framework (RDF) <http://www.w3.org/RDF/>

- **RDFS (RDF Schéma) :** le modèle RDF Schéma, fondé sur RDF, permet de définir des vocabulaires. Il permet d'enrichir RDF de quelques types de ressources prédéfinies (Resource, Class et Relation) et de quelques relations prédéfinies (subClassOf, range et domain). Dans le web sémantique, un vocabulaire (appelé « vocabulaire contrôlé ») représente un ensemble de termes utilisés pour étiqueter, décrire des choses.
- **DAML et OIL :** DAML (DARPA Agent Markup Language et Ontology Interchange Language)¹² est un langage permettant la représentation d'ontologies. Il a été développé par la DARPA aux États-Unis dans le but de développer des langages et des outils permettant de rendre les contenus de documents accessibles et exploitables par des machines, pour réaliser le projet de «web sémantique». DAML est une combinaison de XML et de RDF permettant de spécifier des objets mais également les relations entre ces objets. Après DAML-ONT, le langage a évolué pour tenir compte des avancées fournies par OIL et former le langage (DAML+OIL).
- **OWL¹³ et OWL2¹⁴ :** OWL (Ontology Web Language), est un langage de balisage sémantique pour publier et partager des ontologies sur le Web, élaboré par le W3C. Le langage OWL est développé comme une extension de vocabulaire de RDF et dérivé de la fusion de deux langages d'ontologie Web DAML+OIL. Une ontologie OWL est composée d'un en-tête (métadonnées), d'axiomes et de faits. Les axiomes concernent la définition complète ou partielle de concepts et de relations (ou priorités), la spécification de propriétés sur les relations (propriétés algébriques) et la définition d'axiomes sur les classes et les relations (équivalence, expression booléenne) (Lacot., 2006).

OWL2¹⁵ est la nouvelle mouture d'OWL. Elle offre de nouvelles constructions permettant une plus grande expressivité des restrictions (par exemple la disjonction des propriétés) et facilitant l'écriture des motifs fréquemment rencontrés en OWL (par exemple : un concept union de concepts disjoints).

OWL et OWL2 étant devenus des standards c'est tout naturellement que nous choisissons de les utiliser dans cette thèse.

¹² <http://www.daml.org/2001/03/reference.html>

¹³ <http://www.w3.org/OWL/>

¹⁴ <http://www.yoyodesign.org/doc/w3c/owl-ref-20040210/index.html#ref-rdf-vocabulary>

¹⁵ <http://www.w3.org/TR/owl2-overview/>

3. Ontologies de compétence existantes

Il existe des bibliothèques d'ontologies réutilisables sur le Web et dans la littérature. Par exemple, nous pouvons utiliser la bibliothèque des ontologies Ontolingua (<http://www.ksl.stanford.edu/software/ontolingua/>), la bibliothèque de Protégé http://protegewiki.stanford.edu/index.php/protege_ontology_library, ou bien, les moteurs de recherche du web sémantique tel que SWOOGLE <http://swoogle.umbc.edu>, SINDICE <http://sindice.com/> et WATSON <http://watson.kmi.open.ac.uk/WatsonWUI/>. Pour trouver des ontologies sous format électronique.

Plusieurs travaux menés dans le cadre de construction des ontologies de gestion des compétences des ressources humaines se sont apparus ces dernières années. Nous tenons à spécifier que nous nous sommes basés essentiellement dans notre recherche sur la littérature et les résultats du moteur de recherche *SWOOGLE*¹⁶.

Dans cette section, nous présentons une synthèse sur les travaux des ontologies existantes basées compétence pour le développement de la gestion des ressources humaines.

- (Amourache et al., 2009) ont proposé une ontologie pour la modélisation du contenu sémantique des CVs/Offres d'emploi en termes de leurs acquis (CV) ou requis (Offre d'emploi). L'ontologie construite se concentre sur une modélisation explicite de la compétence. Les auteurs se sont basés sur des référentiels existants O*NET¹⁷ et CIGREF¹⁸ pour identifier les compétences requises pour un métier donné. L'ontologie construite est composée des sous ontologies suivantes: *AquiRequi*, *Personne*, *Diplôme*, *Métier*, *Compétence*. L'implémentation de l'ontologie construite dans le cadre de ce travail, est faite en OWL (Ontology Web Language), sous Protégé 3.1.
- (Szekely., 2010) a développé une ontologie spécifique de gestion de compétence des ressources humaines. Cette ontologie fournit un support pour la modélisation d'un vocabulaire propre pour ceux qui partagent les informations sur les ressources humaines. Le but ultime du développement de cette ontologie est l'augmentation de l'efficacité dans le champ appliqué. Cette ontologie fournit un glossaire commun pour les spécialistes qui s'occupent de la gestion des ressources

¹⁶ <http://swoogle.umbc.edu/>

¹⁷ <http://www.onetonline.org/>

¹⁸

humaines. Elle fournit également une compréhension commune des structures d'information entre les personnes ou entre les agents logiciels et offre la possibilité de réutiliser les connaissances du domaine.

- (Dorn et Pichlmair., 2007) ont développé une ontologie contenant les concepts de gestion de ressources humaines pour deux projets différents: un moteur de méta-recherche pour la recherche d'un emploi dans les portails d'emploi et un système de gestion de compétence pour les universités. Cette ontologie est caractérisée par son intégration de la description d'un emploi, des concepts d'identification et de validation des compétences dans les différents niveaux. La définition de compétence est alignée avec la définition de HR-XML. L'implémentation de l'ontologie, construite dans le cadre de ce travail, est faite en OWL (Ontology Web Language) sous Protégé. Cette ontologie est publique et elle est décrite dans la carte descriptive (O3) du (tableau 2).
- Une ontologie similaire est présentée dans (Schmidt et Kunzmann., 2007), où ils ont élaboré un modèle de référence pour les approches à base d'ontologie axé sur le développement des compétences des ressources humaines. Ce modèle conceptuel est construit avec l'idée d'intégrer les compétences en gestion en offrant des occasions d'apprentissage pour les employés. Cette ontologie est publique et elle est décrite dans la carte descriptive (O3) du (tableau 2).

Autres significative références avec des idées similaires peuvent être trouvés dans (Niculescu et Trausan-Matu., 2009).

Nous décrivons par la suite ces ontologies à l'aide d'un document de description des ontologies ; cartes descriptives ; contenant des informations nécessaires sur chacune des ontologies existantes (URI de l'ontologie, Namespace, Label, Date version, nombre de classes, nombre de propriétés, nombre de restrictions et une description textuelle). L'extraction de ces informations s'est fait à l'aide des outils tel que NeOn Toolkit¹⁹ et des plugins (Owl Doc)²⁰ et Owl Validator²¹.

¹⁹ <http://www.neon-project.org/>

²⁰ <http://www.co-ode.org/downloads/owldoc/>

²¹ <http://www.mygrid.org.uk/OWL/Validator>

Document de description des ontologies existantes dans les bibliothèques	
Ontologie : O1	
URI	http://sw.opencyc.org/2009/04/07/concept/en/CertificationOfCompetence http://umbel.org/umbel/sc/CertificationOfCompetence
Namespace	http://sw.cyc.com/CycAnnotations_v1
Label	CertificationOfCompetence
Date version	07/04/2009
Nombre de classes	8
Nombre de propriétés	0
Nombre de restrictions	0
Nombre d'instances	5
Langage	XML
Description	Une ontologie qui représente une collection de certifications. Chaque élément de Certification de Compétence est une déclaration (résumé), par une autorité compétente, que la personne est compétente pour effectuer un certain type de travail ou une tâche.
Ontologie : O2	
URI	http://sw.opencyc.org/concept/Mx4rvVit4JwpEbGdrcN5Y29ycA
Namespace	http://sw.cyc.com/CycAnnotations_v1
Label	Competence
Date version	07/04/2009
Nombre de classes	8
Nombre de propriétés	2
Nombre de restrictions	0
Nombre d'instances	6
Langage	XML
Description	Dans cette ontologie la compétence est un des attributs les plus généraux pour décrire le niveau de performance d'un agent, avec quelle manière il effectue une tâche.
Ontologie : O3	
URI	http://professional-learning.eu/files/competency.owl
Namespace	http://www.professional-learning.eu/ontologies/competence.owl
Label	competence.owl
Date version	25/06/2006
Nombre de classes	26
Nombre de propriétés	18
Nombre de restrictions	0
Nombre d'instances	0

Langage	OWL
Description	Cette ontologie est pour l'application de la gestion de compétence et pour les systèmes d'apprentissage orienté compétence. Elle est développée par Andrea Shmidt et Christine Kunzmann, Germany.
Ontologie : O4	
URI	http://purl.org/ontology/cco/20100926/cognitivecharacteristics.owl
Namespace	http://purl.org/ontology/cco/core
Label	Cognitive characteristics
Date version	26/09/2010
Nombre de classes	8
Nombre de propriétés	32
Nombre de restrictions	-
Nombre d'instances	-
Langage	OWL
Description	Ontologie de spécification fournit un vocabulaire pour décrire le schéma cognitif dans des contextes, de leurs dynamiques temporelles et de leurs origine sur/ pour le web sémantique.
Ontologie : O5	
URI	http://sw.opencyc.org/concept/Mx4rvVicTZwpEbGdrcN5Y29ycA
Namespace	http://sw.cyc.com/CycAnnotations_v1
Label	Feeling of competence
Date version	07/04/2009
Nombre de classes	7
Nombre de propriétés	1
Nombre de restrictions	0
Nombre d'instances	4
Langage	XML
Description	Ontologie pour décrire les compétences de faire confidences en soi et aux sentiments personnelles positifs par rapport à un certain type de tâche ou domaine d'expertise. Par exemple : j'ai le pressentiment qu'il va pleuvoir.
Ontologie : O6	
URI	http://kmm.lboro.ac.uk/ecos/1.0#
Namespace	http://www.w3.org/2002/12/cal/ical http://www.w3.org/2004/02/skos/core http://www.w3.org/2003/06/sw-vocab-status/ns
Label	Ecos
Date version	01/11/2011
Nombre de classes	35

Nombre de propriétés	10
Nombre de restrictions	0
Nombre d'instances	3
Langage	XML
Description	Ecos: Enterprise Competence Organization Schema. Cette ontologie est définie pour exprimer et partager les compétences. Son développement contribuera à une métadonnée pour la carte de visite électronique pour les entreprises.
Ontologie : O7	
URI	http://acm.rkbexplorer.com/ontologies/akt-portal.owl
Namespace	http://www.aktors.org/ontology/support http://www.aktors.org/ontology/portal
Label	AKT Reference Ontology (Portal Ontology)
Date version	10/02/2003
Nombre de classes	161
Nombre de propriétés	104
Nombre de restrictions	37
Nombre d'instances	63
Langage	OWL
Description	AKT ²² (Advanced Knowledge Technologies) ontologie de référence a été conçue pour soutenir le démonstrateur AKT-2 (le portail actif) et des activités ultérieures dans le but d' e-recrutement. Elle est conçue par le groupe AKT-2 et codifiée par Enrico Motta, France.
Ontologie : O8	
URI	http://swrc.ontoware.org/ontology#InProceedings
Namespace	http://swrc.ontoware.org/ontology
Label	swrc_v0.3.xml
Date version	-
Nombre de classes	55
Nombre de propriétés	44
Nombre de restrictions	68
Nombre d'instances	0
Langage	XML
Description	Ontologie décrit l'ensemble des projets, publications, sujets et évènements d'une personne dans une organisation.

²² <http://www.aktors.org/publications/ontology/>

Ontologie : O9	
URI	http://vlab.uoc.edu/downloads/owl/ontology.owl
Namespace	http://www.owl-ontologies.com/Ontology1181030216.owl
Label	Ontology1181030216
Date version	06/11/2008
Nombre de classes	47
Nombre de propriétés	36
Nombre de restrictions	121
Nombre d'instances	0
Langage	OWL
Description	Ontologie représente les concepts utilisés dans Vlab (laboratoire virtuel), décrit ces ressources (humaine, technologique, pédagogique et stratégique), les compétences, les tâches, le niveau professionnelle et les activités particulières.
Ontologie : O10	
URI	http://www.cs.helsinki.fi/u/viljanen/trust.owl
Namespace	http://www.cs.helsinki.fi/~viljanen/trust
Label	TrustOntology
Date version	14/03/2005
Nombre de classes	17
Nombre de propriétés	13
Nombre de restrictions	5
Nombre d'instances	0
Langage	OWL
Description	Ontologie pour décrire « la confiance » en se basant sur les concepts : compétence, capacité, contexte et action.
Ontologie : O11	
URI	http://jelenajovanovic.net/ontologies/loco/competency-model.rdf
Namespace	http://jelenajovanovic.net/ontologies/loco/competency-model/ns http://www.w3.org/2004/02/skos/core
Label	competency-model
Date version	21/11/2008
Nombre de classes	2
Nombre de propriétés	5
Nombre de restrictions	0
Nombre d'instances	0
Langage	RDF
Description	Une petite ontologie pour modéliser les compétences. Ces concepts sont : « competency » et « concept ».

Ontologie : O12	
URI	http://jelenajovanovic.net/ontologies/loco/papi-performance.rdf
Namespace	http://jelenajovanovic.net/ontologies/loco/papi-performace/ns http://jelenajovanovic.net/ontologies/loco/alocom-core/ns
Label	Ns
Date version	21/11/2008
Nombre de classes	3
Nombre de propriétés	4
Nombre de restrictions	0
Nombre d'instances	0
Langage	RDF
Description	Cette ontologie construite pour représenter les compétences et les performances des étudiants. Ces trois concepts sont : « competency », « content unit » et « performance ».
Ontologie : O13	
URI	http://i2geo.net/ontologies/dev/GeoSkills.owl
Namespace	http://www.inter2geo.eu/2008/ontology/GeoSkills
Label	GeoSkills
Date version	20/10/2008
Nombre de classes	681
Nombre de propriétés	23
Nombre de restrictions	59
Nombre d'instances	2895
Langage	OWL
Description	Ontologie représente les compétences mathématiques et le niveau d'éducation pour les écoles européennes.
Ontologie : O14	
URI	http://www.ontoprise.de/documents/bizon_competency.rdf
Namespace	http://www.ontoprise.de/bizon/competency
Label	bizon_competency
Date version	21/02/2003
Nombre de classes	6
Nombre de propriétés	13
Nombre de restrictions	1
Nombre d'instances	6
Langage	RDF
Description	Ontologie pour définir la « competence » et l'« evidence », où la <i>competence</i> prend la définition de HR-XML et le concept <i>evidence</i> représente les preuves, les certificats et les diplômes.

Ontologie : O15	
URI	http://semantics.eng.it/ontologies/processes/BusinessProcessOntology.owl
Namespace	http://www.owl-ontologies.com/unnamed.owl
Label	Unnamed
Date version	09/01/2007
Nombre de classes	324
Nombre de propriétés	1
Nombre de restrictions	16
Nombre d'instances	0
Langage	OWL
Description	Ontologie pour décrire le processus business, ce qui concerne la gestion des ressources humaines dans le domaine du marketing et vente : production, service, vente, approvisionnement et la logistique en fuite et en entrée.
Ontologie : O16	
URI	http://fivo.cyf-kr.edu.pl/ontologies/test/VOTours/TravelCNO.owl
Namespace	http://fivo.cyf-kr.edu.pl/ontologies/test/VOTours/TravelCNO.owl http://kt.ijs.si/software/CNOntology.owl http://www.daml.org/services/owl-s/1.1/Profile.owl http://www.daml.org/services/owl-s/1.1/Service.owl
Label	TravelCNO
Date version	04/08/2009
Nombre de classes	35
Nombre de propriétés	0
Nombre de restrictions	0
Nombre d'instances	0
Langage	OWL
Description	L'ontologie présente les concepts utilisés dans l'organisation CNO (Collaborative Network Organisation) comme les compétences, les capacités et les business opportunités. Où les compétences sont les habilités, expériences, études, apprentissages afin d'exécuter des processus d'affaire et de fournir des produits et des services.
Ontologie : O17	
URI	http://semSPACE.mindswap.org/2004/submit-rdf/382.rdf
Namespace	http://lurch.hq.nasa.gov/pops
Label	Nasa Pops Ontology
Date version	18/01/2006

Nombre de classes	9
Nombre de propriétés	10
Nombre de restrictions	0
Nombre d'instances	0
Langage	RDF
Description	Ontologie dont les principaux concepts sont : agent, personne, projet, document, chose spatial et le type de compétence. Elle est développée pour l'agence spatiale « Nasa ».
Ontologie : O18	
URI	http://semSPACE.mindswap.org/rdf/dump/
Namespace	http://www.mindswap.org/2004/owl/menu
Label	Nasa Shuttle Mission
Date version	11/11/2004
Nombre de classes	196
Nombre de propriétés	156
Nombre de restrictions	-
Nombre d'instances	835
Langage	XML
Description	Ontologie qui importe d'autres ontologies telle que Foaf (friend of friend) dont les concepts principaux sont : personne, organisation, projet, navette, navette mission et le type de compétence. Elle est développée pour l'agence spatiale « Nasa ».
Ontologie : O19	
URI	http://purl.org/weso/ontologies/scowt
Namespace	http://purl.org/weso/ontologies/scowt http://purl.org/weso/ontologies/scowt.owl http://kaste.lv/~captSolo/semweb/resume/cv.rdfs http://purl.org/goodrelations/v1 http://usefulinc.com/ns/doap http://purl.org/wai
Label	Semantic COmpetences for Worker Training
Date version	15/03/2011
Nombre de classes	54
Nombre de propriétés	42
Nombre de restrictions	6
Nombre d'instances	50
Langage	OWL
Description	Ontologie pour décrire les compétences professionnelles pour recruter les employés au sein des organisations.

Ontologie : O20	
URI	http://www.competencies.at/Ontologies/Competence/Competence.owl
Namespace	http://www.competencies.at/Ontologies/Competence/Competence.owl
Label	Competence
Date version	23/08/2007
Nombre de classes	297
Nombre de propriétés	13
Nombre de restrictions	2
Nombre d'instances	0
Langage	OWL
Description	Ontologie pour décrire les compétences qui doivent avoir les universitaires pour un emploi donné dans le domaine d'informatique.
Ontologie : O21	
URI	http://www.recruitment-ontologies.com/job.owl
Namespace	http://www.recruitment-ontologies.com/job.owl
Label	job.owl
Date version	2007
Nombre de classes	188
Nombre de propriétés	12
Nombre de restrictions	19
Nombre d'instances	218
Langage	OWL
Description	Ontologie pour le recrutement basé compétences des candidats dans le domaine d'informatique.
Ontologie : O22	
URI	http://mayor2.dia.fi.upm.es/oeg-upm/files/hrmontology/hrmontology.zip
Namespace	webode://mccarthy.dia.fi.upm.es/Skill_Ontology http://www.wsmo.org/wsml/wsml-syntax webode://mccarthy.dia.fi.upm.es/Competence_Ontology
Label	Skill Ontology
Date version	17/05/2007
Nombre de classes	131
Nombre de propriétés	-
Nombre de restrictions	-
Nombre d'instances	-
Langage	WSML
Description	Ontologie de gestion des ressources humaine. Elle contient la sous ontologie « Skill Ontology » qui modélise les connaissances dans le domaine de technologie d'information.

Ontologie : O23	
URI	http://rdfs.org/resume-rdf/
Namespace	http://purl.org/captsolo/resume-rdf/0.2/cv# http://purl.org/captsolo/resume-rdf/0.2/base http://kaste.lv/~captsolo/semweb/resume/cv.rdfs# http://kaste.lv/~captsolo/semweb/resume/base.rdfs http://protege.stanford.edu/system
Label	ResumeRDF ontology
Date version	10/01/2007
Nombre de classes	16
Nombre de propriétés	72
Nombre de restrictions	0
Nombre d'instances	0
Langage	RDF
Description	Ontologie développée pour exprimer les informations contenues dans un CV dans le web. Elle décrit les informations sur le travail, l'expérience académique, les compétences, etc.
Ontologie : O24	
URI	http://www.institutepupin.com/skills.owl
Namespace	http://www.institutepupin.com/skills.owl
Label	Skills.owl
Date version	15/03/2011
Nombre de classes	22
Nombre de propriétés	17
Nombre de restrictions	-
Nombre d'instances	123
Langage	OWL
Description	Ontologie basée gestion de compétence. Elle permet aux étudiants de l'institut <i>Mihajlo Pupin</i> d'exprimer leurs compétences et facilite leur intégration dans l'espace européen de la recherche d'emploi.
Ontologie : O25	
URI	http://ramonantonio.net/doac/0.1/
Namespace	http://ramonantonio.net/doac/0.1/
Label	Doac
Date version	2005
Nombre de classes	20
Nombre de propriétés	10
Nombre de restrictions	-
Nombre d'instances	0
Langage	RDF

Description	L'ontologie DOAC (Description Of A Career) offre un vocabulaire pour décrire la carrière professionnelle des employés.
-------------	--

Tableau 2: Cartes descriptives des ontologies existantes.

Il existe d'autres ontologies qui modélisent la compétence, mais leurs liens web sont indisponibles tel que l'ontologie de référence SEEMP²³ (Single European Employment Market Place). Le projet intelEO²⁴ (intelligent Learning Extended Organisation) supporte un ensemble d'ontologies: competences²⁵, competence management²⁶, activities,... et autres. Il est en cours de développement et ces ontologies ne sont pas disponibles à ce moment dans un langage formel.

4. Conclusion

Nous avons détaillé dans ce chapitre la notion d'ontologie, en présentant certaines définitions. Nous avons montré aussi les principales familles d'ontologies ainsi que les méthodologies les plus représentatives de leur construction. Et finalement, nous avons présenté les langages de représentation.

Nous nous sommes intéressées par la suite à la recherche des ontologies de compétence existantes dans le web, nous avons vu qu'il existe une gamme assez importante des ontologies de compétence dans les différents domaines. Nous les avons mentionnées à l'aide des textes et des cartes descriptives.

A partir de cette dernière section, nous allons sélectionner une ontologie - la plus appropriée à notre domaine - et la réutiliser pour la construction de notre future ontologie.

²³ <http://www.seemp.org/>

²⁴ <http://intelleo.eu/index.php?id=183>

²⁵ <http://intelleo.eu/ontologies/competences/20110320/>

²⁶ http://www.intelleo.eu/ontologies/competence-management/spec/#term_Accepted

Chapitre 3 : Construction d'une Ontologie d'Application dédiée aux Compétences intra-organisationnelle.

Cas : ESI

1. Introduction

L'objectif de ce chapitre est de présenter notre contribution au problème posé par ce mémoire, à savoir le développement d'une ontologie d'application pour la localisation des compétences au sein de l'école ESI (école nationale supérieure d'informatique) baptisée ECAO (ESI Competence Application Ontology) . Nous décrirons d'abord le système de localisation des compétences de l'ESI « ESI_Clever_Network » (ses objectifs, son architecture et ces insuffisances). Pour pallier à ces insuffisances l'architecture existante sera revisitée par l'intégration de la nouvelle ontologie de compétence. La suite de ce chapitre sera consacrée à la description et au déroulement de la démarche de la construction de l'ontologie « ECAO » qui est largement inspirée de la méthodologie « NeOn²⁷ » (Gomez et al., 2009).

2. Système de localisation de compétence (qui sait quoi? qui fait quoi?)

2.1.Système de localisation de compétence

Système de localisation de compétence, aussi appelé répertoire d'experts, répertoire d'expertises, répertoire d'habiletés, catalogue des capacités, pages blanches, pages jaunes d'expertise, ou système de localisation d'expertise (en anglais ELS pour « Expertise Location System »), met en place des outils pour identifier et organiser les domaines de connaissance et les profils d'expert, de manière à mettre en relation tout individu cherchant de l'information dans un domaine particulier avec la personne la plus compétente dans le domaine en question (Balmisse., 2003).

²⁷ http://www.neon-project.org/nw/Neon_Methodology_Tutorial_at_ISWC_2009

La mise en place d'un tel outil optimise l'échange et le partage de connaissances tacites, non documentées, entre individus et accroît ainsi le capital intellectuel (connaissances et compétences) de l'organisation. Outre l'échange et le partage des connaissances tacites, la localisation d'expertise contribue à l'augmentation de la productivité, l'amélioration de la qualité du travail et l'optimisation de la gestion du personnel (Balmisse., 2003).

Un système de localisation de compétence (ESI_Clever_Network) a été réalisé (Hadjem., 2010). Dont ces objectifs, son schéma conceptuel et relationnelle de la base de données sont détaillés dans les prochains points.

2.2. Objectifs du système de localisation de compétences

La mise en place des outils de localisation d'expertise permet une automatisation du processus de mise en relation des utilisateurs. Au-delà du partage de la connaissance tacite, ces outils poursuivent trois objectifs :

1. Améliorer la qualité du travail :
 - Identification de la personne la plus compétente pour réaliser une tâche,
 - Collaboration facilitée.
2. Améliorer la productivité :
 - Réduction du temps nécessaire pour réaliser une tâche,
 - Capitalisation des questions les plus fréquentes.
3. Améliorer la gestion du capital humain :
 - Vision globale des compétences présentes dans l'organisation,
 - Evaluation des risques induits par le turn-over.

2.3. Architecture du Système adopté

L'architecture logique du système adopté est illustrée dans (Figure 5). Elle est de type « Architecture 3-Tier ». L'architecture 3-tier (de l'anglais *tier* signifiant étage ou niveau) est un modèle logique d'architecture applicative qui vise à séparer très nettement trois couches logicielles au sein d'une même application ou système, à modéliser et présenter cette application comme un empilement de trois couches, étages, niveaux ou strates dont le rôle est clairement défini :

- **La présentation des données** : correspondant à l'affichage, la restitution sur le poste de travail, le dialogue avec l'utilisateur ;
- **Le traitement métier des données** : correspondant à la mise en œuvre de l'ensemble des règles de gestion et de la logique applicative ;
- **L'accès aux données persistantes** : correspondant aux données qui sont destinées à être conservées sur la durée, voire de manière définitive (Hadjem., 2010).

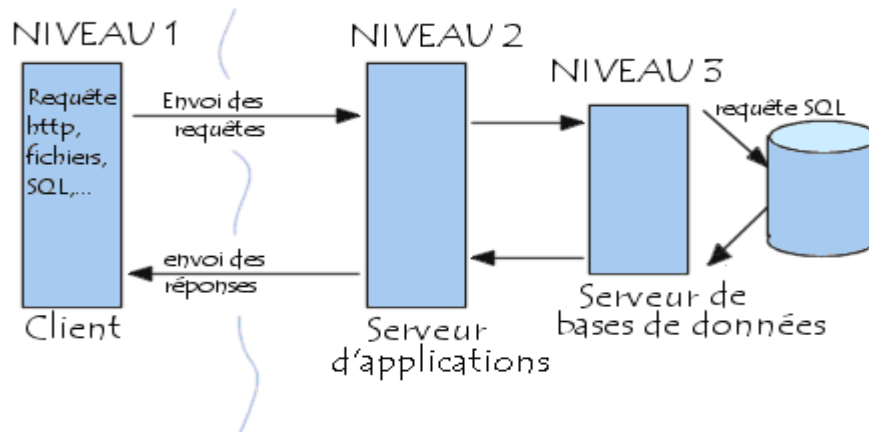


Figure 4: Répartition des couches dans une architecture trois tiers.

2.4. Schéma conceptuel de la base de données du système

Le schéma conceptuel « diagramme de classe » de la base de données du système « ESI_Clever_Network » est présenté dans la figure 4. Ce diagramme montre qu'un membre a une ou plusieurs : expérience professionnelle, projet de recherche, encadrement, ouvrage, publication, communication, participation organisme, activité pédagogique, diplôme, autre Fonction, et autre compétence. Cette dernière « autre compétence » est représentée par la classe nommée « tagging » ; dans cette zone le membre peut déclarer les compétences jugées utiles à travers un ensemble des tags (mots clés) (Hadjem, 2010).

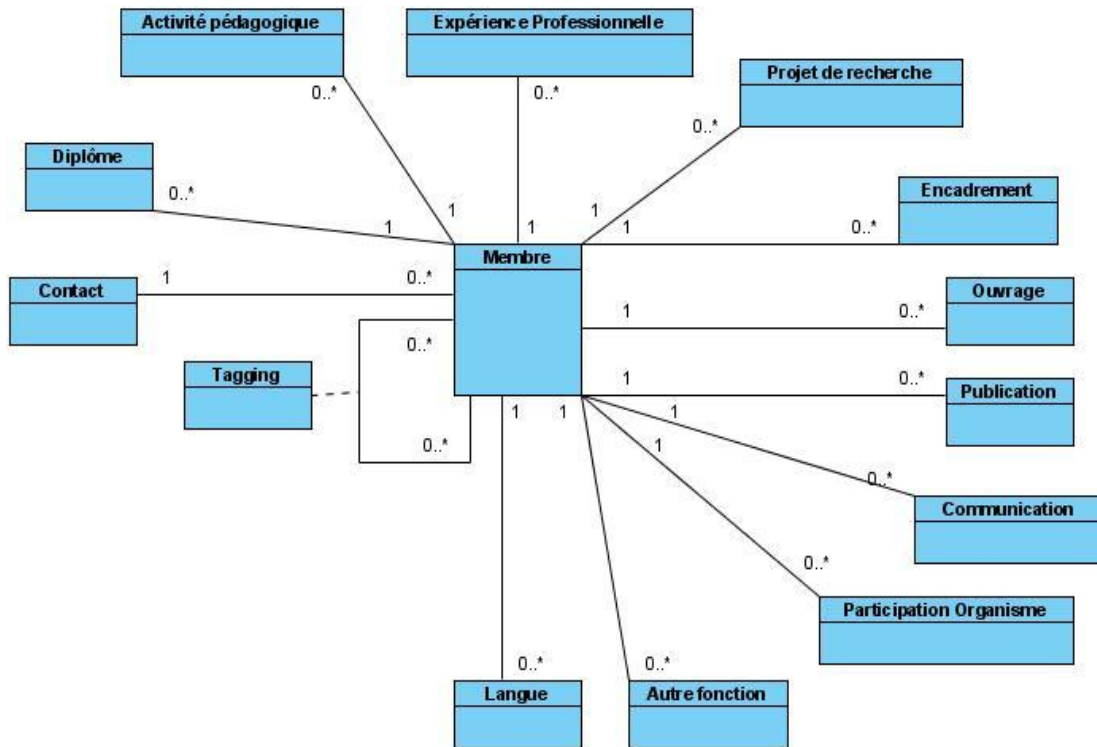


Figure 5: Diagramme de classes représentant la base des compétences (Hadjem., 2010).

2.5. Schéma physique de la base de données

Table	Champ	Type de champ
Membre	id_membre	int(10)
	email_membre	varchar(255)
	password_membre	varchar(255)
	nomFamille_membre	varchar(255)
	nomJeuneFille_membre	varchar(255)
	premierPrenom_membre	varchar(255)
	secondPrenom_membre	varchar(255)
	sexe_membre	varchar(255)
	dateNaissance_membre	varchar(255)
	lieuNaissance_membre	varchar(255)
	nationalite_membre	varchar(255)
	etatCivil_membre	varchar(255)
	adresseProRueNum_membre	varchar(255)
	adresseProCodePostal_membre	varchar(255)
	adresseProVille_membre	varchar(255)
	adresseProPays_membre	varchar(255)
	telProFixe_membre	varchar(255)
	telProMobile_membre	varchar(255)
	fax_membre	varchar(255)
	siteWebPerso_membre	varchar(255)
fonctionActuelle_membre	varchar(255)	
dateCreationCompte_membre	varchar(255)	

	etatCompte_membre	varchar(255)
	raisonSuspension_membre	varchar(255)
	statut_membre	varchar(255)
	autresCompetences_membre	text
	autorisationMessages_membre	int(10)
	abonnementRSS_membre	int(10)
	photoProfilChargee_membre	int(10)
	participationSondage_membre	int(10)
Comptes Speciaux	password_administrateur	varchar(255)
	email_administrateur	varchar(255)
	password_secretaire	varchar(255)
Pays	nom_pays	varchar(255)
	nationalite_pays	varchar(255)
Tagging	id_tagging	int(10)
	idMembreSource_tagging	int(10)
	idMembreDestination_tagging	int(10)
	Tag	varchar(255)
	nombreOccurences_tagging	int(10)
Diplomes	id_diplome	int(10)
	id_membre	int(10)
	nature_diplome	varchar(255)
	specialite_diplome	varchar(255)
	etablissement_diplome	varchar(255)
	ville_diplome	varchar(255)
	pays_diplome	varchar(255)
	anneeObtention_diplome	varchar(255)
	rang_diplome	int(10)
ActivitesPédagogiques	id_activite	int(10)
	id_membre	int(10)
	anneeDebut_activite	varchar(255)
	anneeFin_activite	varchar(255)
	etablissement_activite	varchar(255)
	ville_activite	varchar(255)
	pays_activite	varchar(255)
	module_activite	varchar(255)
	cours_activite	int(10)
	td_activite	int(10)
	tp_activite	int(10)
	rang_activite	int(10)
ExperiencesProfessionnelles	id_experience	int(10)
	id_membre	int(10)
	dateDebut_experience	varchar(255)
	dateFin_experience	varchar(255)
	fonction_experience	varchar(255)

	nomOrganisme_experience	varchar(255)
	typeOrganisme_experience	varchar(255)
	ville_experience	varchar(255)
	pays_experience	varchar(255)
	rang_experience	int(10)
ProjetsRecherche	id_projet	int(10)
	id_membre	int(10)
	intitule_projet	varchar(255)
	type_projet	varchar(255)
	role_projet	varchar(255)
	organisme_projet	varchar(255)
	ville_projet	varchar(255)
	pays_projet	varchar(255)
	dateDebut_projet	varchar(255)
	dateFin_projet	varchar(255)
	description_projet	text
	rang_projet	int(10)
Encadrements	id_encadrement	int(10)
	id_membre	int(10)
	nature_encadrement	varchar(255)
	intitule_encadrement	varchar(255)
	organismeAccueil_encadrement	varchar(255)
	anneeSoutenance_encadrement	varchar(255)
	rang_encadrement	int(10)
Ouvrages	id_ouvrage	int(10)
	id_membre	int(10)
	titre_ouvrage	varchar(255)
	domaine_ouvrage	varchar(255)
	role_ouvrage	varchar(255)
	maisonEdition_ouvrage	varchar(255)
	annee_ouvrage	varchar(255)
	rang_ouvrage	int(10)
Publications	id_publication	int(10)
	id_membre	int(10)
	titre_publication	varchar(255)
	revue_publication	varchar(255)
	resume_publication	text
	dateParution_publication	varchar(255)
	rang_publication	int(10)
Communication	id_communication	int(10)
	id_membre	int(10)
	titre_communication	varchar(255)
	resume_communication	text
	cadre_communication	varchar(255)
	ville_communication	varchar(255)

	pays_communication	varchar(255)
	date_communication	varchar(255)
	rang_communication	int(10)
ParticipationOrganismes	id_organisme	int(10)
	id_membre	int(10)
	nom_organisme	varchar(255)
	ville_organisme	varchar(255)
	pays_organisme	varchar(255)
	dateDebut_organisme	varchar(255)
	dateFin_organisme	varchar(255)
	fonction_organisme	varchar(255)
	rang_organisme	int(10)
AutresFonctions	id_fonction	int(10)
	id_membre	int(10)
	intitule_fonction	varchar(255)
	dateDebut_fonction	varchar(255)
	dateFin_fonction	varchar(255)
	organisme_fonction	varchar(255)
	ville_fonction	varchar(255)
	pays_fonction	varchar(255)
	rang_fonction	int(10)
Langues	id_langue	int(10)
	id_membre	int(10)
	intitule_langue	varchar(255)
	lecture_langue	int(10)
	parler_langue	int(10)
	ecrit_langue	int(10)
	rang_langue	int(10)
Contact	id_contact	int(10)
	id_membre	int(10)
	nomFamille_contact	varchar(255)
	prenom_contact	varchar(255)
	sexe_contact	varchar(255)
	fonctionActuelle_contact	varchar(255)
	parcoursSituationPro_contact	text
	age_contact	varchar(255)
	nationalite_contact	varchar(255)
	etatCivil_contact	varchar(255)
	telFixe_contact	varchar(255)
	telMobile_contact	varchar(255)
	adresseRueNum_contact	varchar(255)
	adresseCodePostal_contact	varchar(255)
	adresseVille_contact	varchar(255)
	adressePays_contact	varchar(255)

	fax_contact	varchar(255)
	email_contact	varchar(255)
	siteWeb_contact	varchar(255)
PublicationRessource	id_publicationress	int(10)
	id_membre	int(10)
	url_publicationress	varchar(255)
	titre_publicationress	varchar(255)
	type_publicationress	varchar(255)
Tache	id_tache	int(10)
	jourCreation_tache	int(10)
	moisCreation_tache	int(10)
	anneeCreation_tache	int(10)
	heureCreation_tache	int(10)
	minuteCreation_tache	int(10)
	email_membre	varchar(255)
	nomFamille_membre	varchar(255)
	nomJeuneFille_membre	varchar(255)
	premierPrenom_membre	varchar(255)
	secondPrenom_membre	varchar(255)
	sexe_membre	varchar(255)
	dateNaissance_membre	varchar(255)
	lieuNaissance_membre	varchar(255)
	nationalite_membre	varchar(255)
	etatCivil_membre	varchar(255)
	adresseProRueNum_membre	varchar(255)
	adresseProCodePostal_membre	varchar(255)
	adresseProVille_membre	varchar(255)
	adresseProPays_membre	varchar(255)
	telProFixe_membre	varchar(255)
	telProMobile_membre	varchar(255)
	fax_membre	varchar(255)
	siteWebPerso_membre	varchar(255)
	fonctionActuelle_membre	varchar(255)
	autresCompetences_membre	text

Tableau 3: Tableau décrivant la structure des tables de la base de données (Hadjem., 2010).

2.6. Limites du système ESI_Clever_Network

Le système conçu présente certaines limites qu'il va falloir surmonter notamment :

1. La déclaration à travers le texte libre (tagging) présente des limites :
 - Vocabulaire non contrôlé.
 - Possibilité de fautes d'orthographe.
 - Utilisation des synonymes.

- Recherche d'information difficile et inefficace.
2. L'utilisation des mots clés (ou les tags) n'est pas vraiment suffisante à cause de :
- Espace de nuage des tags très petit.
 - Absence de la sémantique (sens) des termes utilisés.

La (figure 6), expose une interface (curriculum vitae), une des interfaces du ESI_Clever et apparait les zones concernées par les insuffisances.

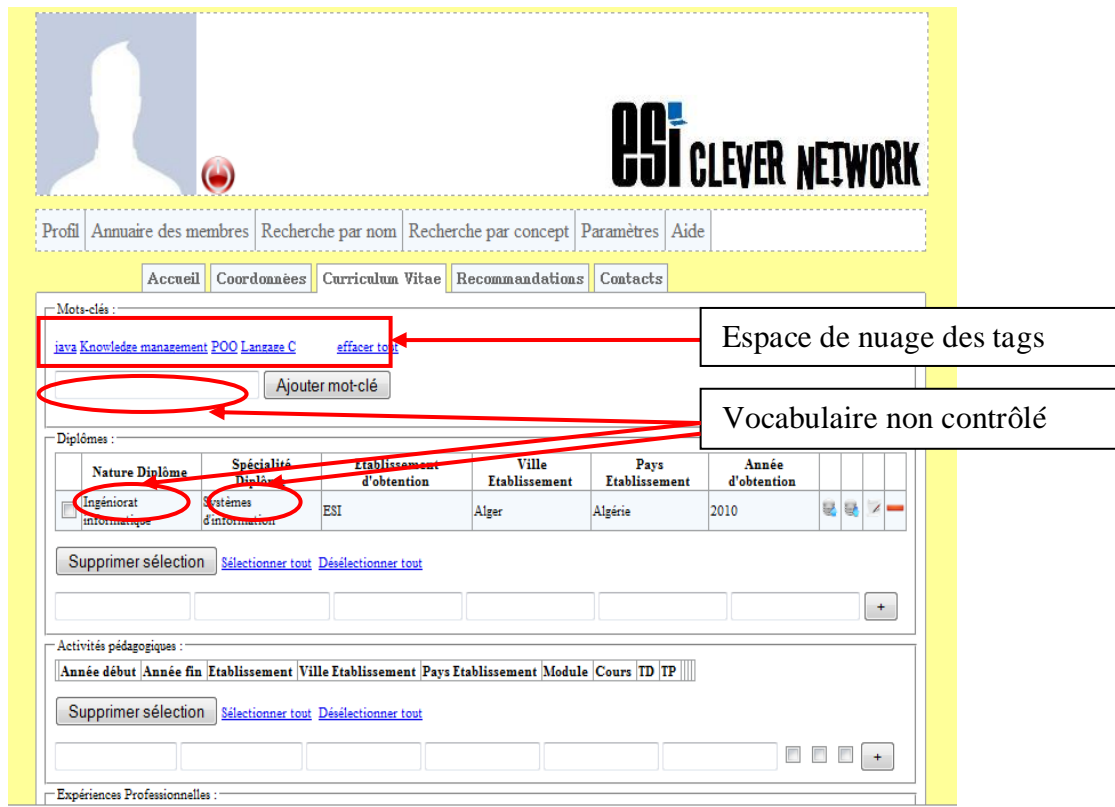


Figure 6: Limites du système ESI_Clever_Network.

3. Solution proposée : Architecture basée ontologie d'application

La solution proposée afin de remédier aux insuffisances du système « ESI_Clever_Network » est une ontologie d'application pour la localisation des compétences intra organisationnelles. Elle est amenée à éliminer les insuffisances signalées précédemment et garantir les avantages suivants :

- Utilisation d'un vocabulaire contrôlé : mêmes termes pour tous les membres de l'organisme.
- Présence du sens des termes.
- Recherche et gestion efficace des compétences, etc.

Nous présentons dans ce qui suit la nouvelle architecture proposée (Figure 7) pour le système de localisation des compétences « ESI_Clever_Network 2.0».

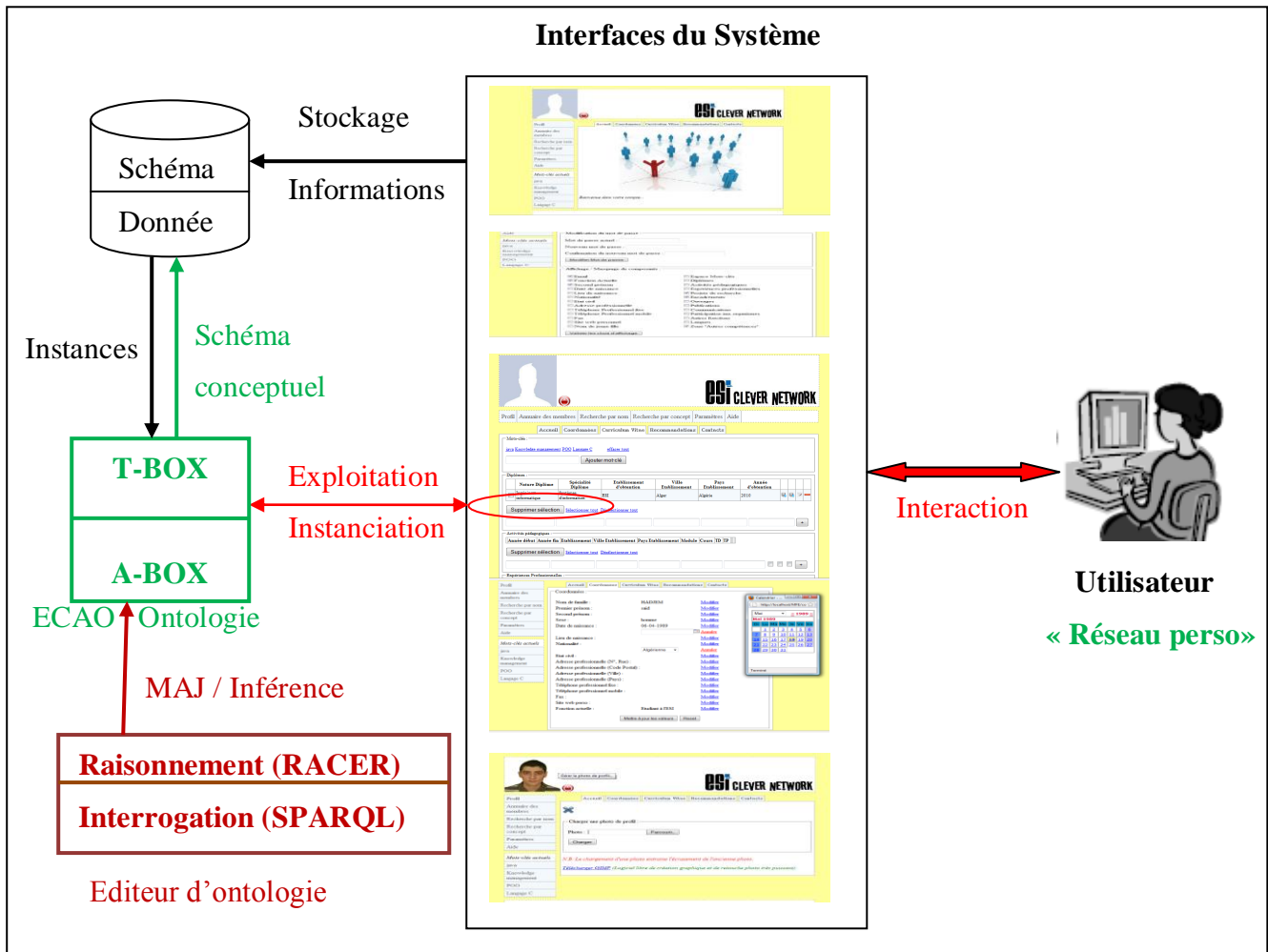


Figure 7: Architecture basée ontologie adapté au système « ESI_Clever_Network 2.0 ».

Cette nouvelle architecture est constituée des nouveaux composants suivants :

- L'ontologie ECAO : permet d'offrir un vocabulaire commun pour les membres de l'organisme et assister la déclaration des compétences avec ces deux parties A-BOX et T-BOX (voir le point 5.3.3).
- Editeur d'ontologie (Protégé 4.2) : il permet la création et la manipulation de l'ontologie en utilisant le raisonneur (RACER) et le système de requête (SPARQL).

4. Processus général suivi pour la construction de l'ontologie d'application

Nous avons adopté le Scénario 4 de la méthodologie « Neon Methodology » dans le développement de l'ontologie « ECAO » comme nous avons dit dans le chapitre précédent. Pour ce scénario, nous partons de document de spécification des besoins (ORSD)²⁸ et nous arrivons à une ontologie pour la localisation de compétence opérationnelle représentée par le langage OWL. Le scénario suivi est composé de trois processus: processus de réutilisation, processus de réingénierie et processus de construction. Chacun de ces processus contient un ensemble des activités (voir figure 8).

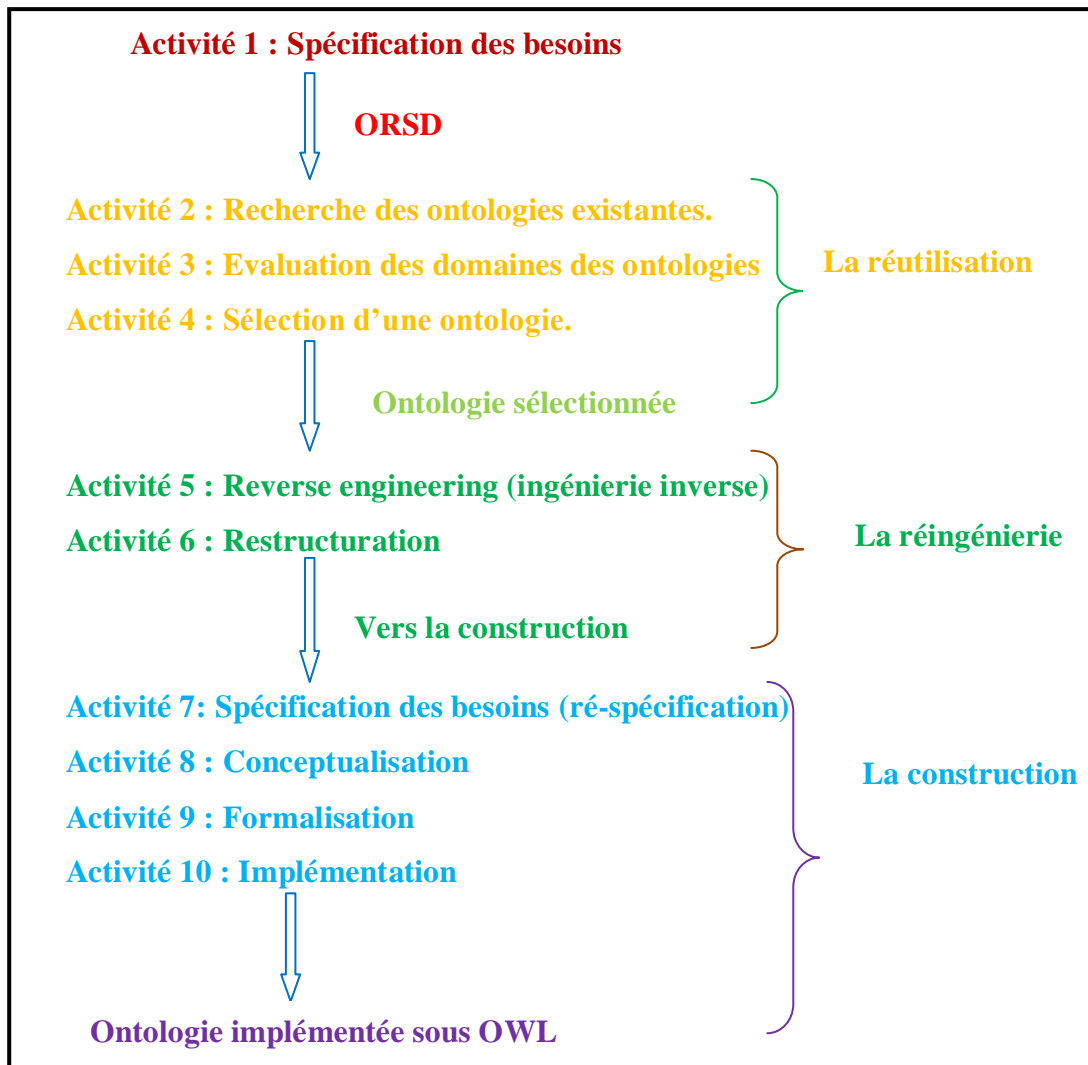


Figure 8: Scénario 4 « NeOn Methodology » adapté de (Gomèz, 2009).

²⁸ ORSD : Ontology Requirement Specification Document

5. Description détaillée de la démarche de construction de « ECAO »

Pour construire notre ontologie « ESI Competence Application Ontology », nous devons accomplir les trois processus mentionnés précédemment (figure 8) : processus de réutilisation, processus de réingénierie et de construction. Mais avant de commencer dans le processus de réutilisation, il est nécessaire d'établir le document (ORSD) à savoir document de spécification des besoins (ou cahier de charge) pour pouvoir circonscrire notre domaine de recherche.

5.1 Réutilisation des ressources ontologiques

Ce processus consiste à réutiliser les ressources ontologiques existantes dans les répertoires et les moteurs de recherche des ontologies. Pour ce faire, nous devons réaliser les activités de 1 à 4 (voir figure 8).

5.1.1 Spécification des besoins de « ECAO »

Pour commencer le processus de réutilisation, nous entamons d'abord par la phase de spécification qui consiste à établir un document de spécification des besoins (ORSD). Au sein de ce document, nous décrirons l'objectif, la portée, l'utilisation prévue, les utilisateurs et le langage d'implémentation de l'ontologie toute en suivant les lignes directives de la méthodologie « NeOn Methodology ».

Tâche 1 : identifier l'objectif, la portée et le niveau de formalité

L'objectif de construire notre ontologie est de fournir un vocabulaire commun qui peut être utilisé par les membres de l'organisme. Et de contrôler sémantiquement les connaissances communiquées dans le cadre d'un système de localisation des compétences pour une école d'ingénieurs. Le langage d'implémentation de cette ontologie sera le langage OWL.

Tâche 2 : identifier les utilisateurs prévus

Les utilisateurs de cette ontologie sont tous les membres qui participent au système de localisation de compétence. Qui peuvent être :

- Utilisateur 1 : les étudiants en post graduation.
- Utilisateur 2 : les enseignants.
- Utilisateur 3 : les anciens de l'école.

- Utilisateur 4 : les professionnels (expert, formateur, évaluateur..).

Tâche 3 : identifier les utilisations prévues

Les principales utilisations de l'ontologie sont :

- Utilisation 1 : une zone de compétence bien remplie par des termes communs et compréhensibles par tous les membres de l'organisme.
- Utilisation 2 : une recherche facile et efficace des compétences.
- Utilisation 3 : publier un profil à travers le système « ESI_Clever_Network ».
- Utilisation 4 : rechercher (ou localiser) une personne possédant une ou des compétences particulières.

Document de Spécification des Besoins d'Ontologie « ECAO »	
1	Objectif
	L'objectif de construire cette ontologie est de fournir un modèle de connaissances consensuel sur les compétences pour les membres de notre organisme.
2	Portée
	Cette ontologie se focalise sur les compétences implicites existantes dans notre organisme et surtout dans le domaine de l'informatique. Le niveau de granularité est directement relié par les questions de compétences et les termes identifiés.
3	Niveau de formalité
	L'ontologie sera implémentée par le langage OWL.
4	Utilisateurs prévus
	Utilisateur 1 : les étudiants en post graduation. Utilisateur 2 : les enseignants. Utilisateur 3 : les anciens de l'école. Utilisateur 4 : les professionnels (expert, formateur,..).
5	Utilisations prévues
	Utilisation 1 : une zone de compétence bien remplie par des termes communs et compréhensibles par tous les membres de l'organisation. Utilisation 2 : une recherche facile et efficace des compétences. Utilisation 3 : publier un profile à travers le système « ESI_Cleaver_Network» Utilisation 4 : rechercher (ou localiser) une personne a une ou des compétences particulières.

Tableau 4: ORSD de l'ontologie « ECAO », Slot 1à5.

Tâche 4 : identifier les besoins de l'ontologie

Pour spécifier les besoins de l'ontologie nous utilisons la technique de la liste des questions de compétences selon la méthodologie « Neon Methodology » toujours. Cette dernière est sauvegardée dans un fichier Excel (voir Figure 9). Et après nous les réécrivons dans l'outil « Freemind map » qui apparait dans la (Figure 10). Dans le total, nous avons identifié quarante questions de compétence. Et voilà des exemples de quelques questions de compétence.

- Quels sont les contacts d'un membre ?
- Quelles sont les compétences sociales d'un membre ?
- Quelles sont les diplômes obtenus par un membre ?
- Quelles sont les compétences linguistiques d'un membre ?
- Quelles sont les modules qui peuvent enseigner un membre?
- Quels sont les projets de recherche auxquels a participé un membre?
- Quelles sont les publications d'un membre?
- Dans quelle revue a publié un membre?

	B	C
1	Questions de compétences	Réponses
2	quels sont les contacts d'un membre?	Tel: 021213214, Email: M_hidouci@esi.dz
3	à quelle organisme appartient un membre?	ESI, USTHB, UMC, ...
4	quel statut a un membre dans l'organisation?	enseignant, etudiant PG, professeur, maitre de conférence,....
5	quel poste(s) administratif(s) a occupé un membre par le passé?	directeur des études, secrétaire général, régisseur,...
6	quels sont les secteurs d'activité dans lesquels a activé un membre?	enseignement supérieur, hydrocarbures, agriculture, télécommunications, ..
7	quels sont les modules que peut enseigner un membre?	urbanisation, siad, kM, autre
8	quelles sont les formations certifiantes d'un membre?	cisco, microsoft, apple, autre
9	quelles sont les traits de personnalité d'un membre?	ponctualité, autonomie, perfectionnisme,...

Figure 9: Extrait des questions de compétences et réponses dans un fichier Excel.



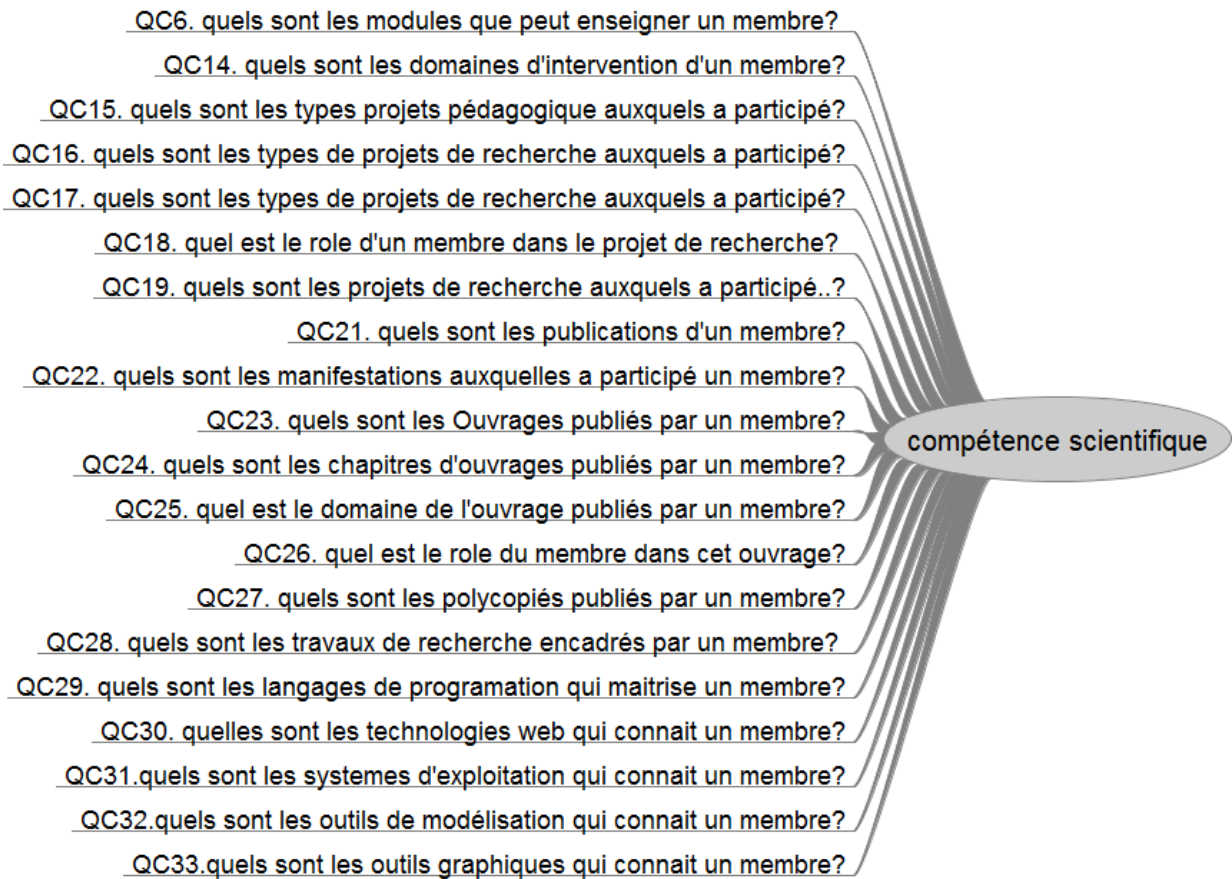


Figure 13: Compétence Scientifique Questions de Compétence.

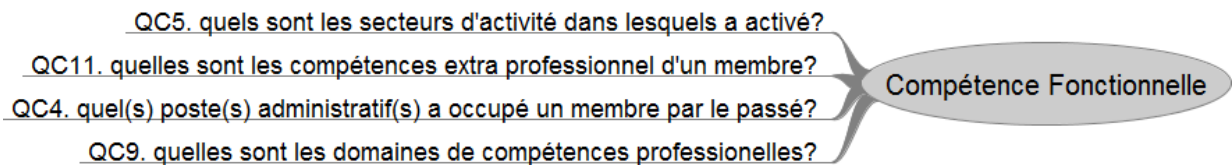


Figure 14: Compétence Fonctionnelle Questions de Compétence.

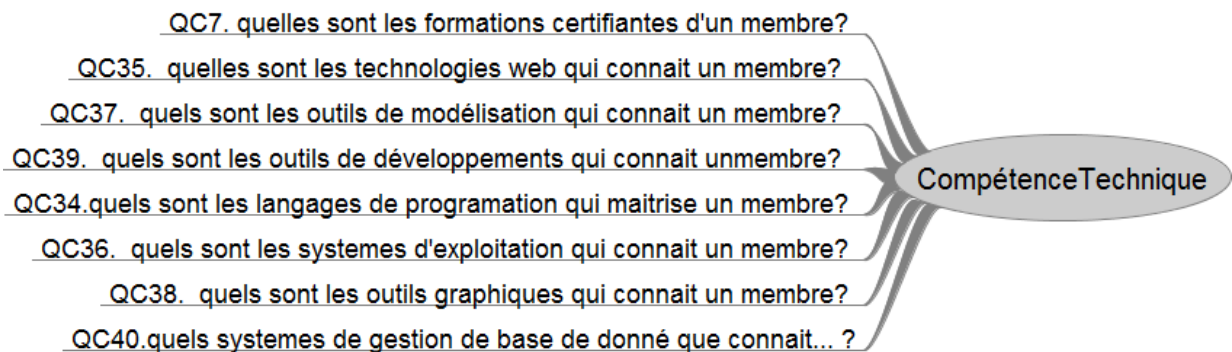


Figure 15: Compétence Technique Questions de Compétence.

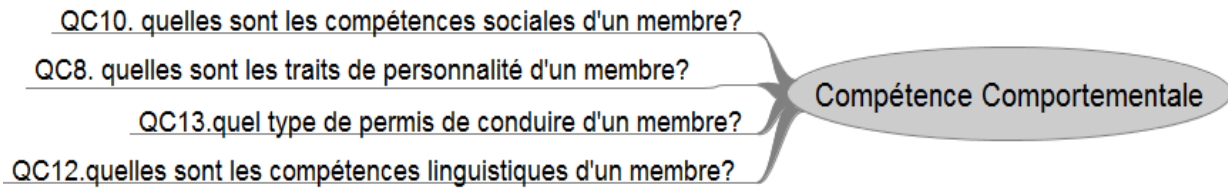


Figure 16: Compétence Comportementale Questions de Compétence.

Tâche 6 : validation de l'ensemble des besoins

Cette tâche consiste à valider l'ensemble des besoins avec les experts et les utilisateurs finaux. Pour cette fin, nous avons validé la liste des questions de compétence avec un expert du domaine et les utilisateurs finaux. Nous avons envoyé à ces derniers l'ensemble des questions de compétence pour qu'ils répondent aux questions et nous envoient leurs remarques.

6	Groupe des questions de compétences
	<p style="text-align: center;">QCG1. Expert</p> <p>QC1. Quels sont les contacts d'un membre? QC2. A quel organisme appartient un membre? QC3. Quel statut a un membre dans l'organisation? QC20. Est ce que le membre possède un site perso ?</p>
	<p style="text-align: center;">QCG2. Compétence Scientifique</p> <p>QC6. Quels sont les modules qui peuvent enseigner un membre? QC16. Quels sont les diplômes obtenus par un membre? QC14. Quelle est la nature du diplôme d'un membre? QC15. Quelle est la spécialité du diplôme d'un membre? QC17. Quels sont les domaines d'intervention d'un membre? QC18. Quels sont les types projets pédagogique auxquels a participé un membre? QC19. Quel est le champ de spécialisation IT d'un membre? QC21. Quels sont les projets de recherche auxquels a participé un membre? QC22. Quels sont les types de projets de recherche auxquels a participé un membre? QC23. Quel est le rôle d'un membre dans le projet de recherche? QC24. Quelles sont les publications d'un membre? QC25. Dans quelle revue a publié un membre? QC26. Quels sont les manifestations auxquelles a participé un membre? QC27. Quels sont les Ouvrages publiés par un membre? QC28. Quels sont les chapitres d'ouvrages publiés par un membre? QC29. Quel est le domaine de l'ouvrage publié par un membre? QC30. Quel est le rôle du membre dans cet ouvrage? QC31. Quels sont les photocopiés publiés par un membre? QC32. Quels sont les travaux de recherche encadrés par un membre? QC33. Quelle est la nature des travaux de recherche encadrés par un membre?</p>

QCG3. Compétence Fonctionnelle
QC4. Quel(s) poste(s) administratif(s) a occupé un membre par le passé? QC5. Quels sont les secteurs d'activité dans lesquels a activé un membre? QC9. Quels sont les domaines de compétences professionnelles d'un membre? QC11. Quelles sont les compétences extra professionnelles d'un membre? (...)
QCG4. Compétence Technique
QC7. Quelles sont les formations certifiant d'un membre? QC34. Quels sont les langages de programmation qui maitrisent un membre? QC35. Quelles sont les technologies web qui connaissent un membre? QC36. Quels sont les systèmes d'exploitation qui connaissent un membre? QC37. Quels sont les outils de modélisation qui connaissent un membre? QC38. Quels sont les outils graphiques qui connaissent un membre QC39. Quels sont les outils de développements qui connaissent un membre? QC40. Quels sont les systèmes de gestion de base de données qui connaissent un membre?
GQC5 Compétence Comportementale
QC8. Quels sont les traits de personnalité d'un membre? QC10. Quelles sont les compétences sociales d'un membre? QC12. Quelles sont les compétences linguistiques d'un membre? QC13. Quel type de permis de conduire a un membre?

Tableau 5: ORSD de l'ontologie « ECAO », Slot 6.

Tâche 7 : Spécification des priorités des besoins

Cette tâche a pour objectif de donner les différents niveaux des priorités pour les groupes des questions de compétence. C'est une tâche optionnelle. Dans notre cas, nous ne donnons pas des niveaux de priorités pour les groupes des questions de compétence car le développement de toutes les questions sera fait dès la première version de développement de notre ontologie.

Tâche 8 : extraire des terminologies et leurs fréquences

L'objectif de cette tâche est d'extraire à partir de la liste des questions de compétence un pré-glossaire des termes pour l'utiliser dans l'activité de conceptualisation.

Cette tâche a comme entrée, la liste des questions des compétences identifiée et leurs réponses. À la sortie, nous obtenons une liste des termes les plus utilisés. Donc à partir des besoins sous forme d'une liste des questions de compétence, nous pouvons extraire la terminologie (noms, adjectif et verbe). Cette dernière sera représentée formellement dans l'ontologie (voir tableau 6).

7 Pré-glossaire des termes	
Termes	Fréquence
a. Member	1
b. Organisme	1
c. Contact	4
d. Site perso	1
e. Compétence Scientifique	29
f. Diplôme	3
g. Nature diplôme	1
h. Spécialité diplôme	1
i. Domaine d'intervention	1
j. Projet pédagogique	3
k. Types de projets pédagogiques	1
l. Module	1
m. Spécialisation IT	1
n. Projet de recherche	3
o. Types de projets de recherche	1
p. Rôle dans le projet de recherche	1
q. Publication	1
r. Revue	1
s. Ouvrages	3
t. Chapitre ouvrage	1
u. Domaine ouvrage	1
v. Rôle dans l'ouvrage	1
w. Polycopiés	1
x. Manifestations	1
y. Travaux de recherche	1
z. Nature travaux de recherche	1
aa. Compétence professionnelle	5
bb. Poste administratif	1
cc. Secteur activité	1
dd. Domaines compétence professionnelle	1
ee. Compétences extra professionnel	1
ff. Compétence Technique	9
gg. Formations certifiées	1
hh. Langages de programmation	1
ii. Technologies web	1
jj. Systèmes d'exploitation	1
kk. Outils de modélisation outils	1
ll. Outils de développements	1
mm. Systèmes de gestion de base de données	1
nn. Compétences Comportementale	3
oo. compétences sociales	1
pp. compétences linguistiques	1
qq. type permis de conduire	1

Objets
<p>Les objets de l'univers de discours, qui sont les instances de :</p> <p><i>Organisme</i> : ESI, USTHB, UMC, CUK, ...</p> <p><i>Spécialité diplôme</i> : IRM, SIC, SI, SIQ, TI, ...</p> <p><i>Domaine d'intervention</i> : Assistance a maitrise d'ouvrage, Assistance a maitrise d'œuvre,...</p> <p><i>Statut</i> : Enseignant, Etudiant PG, Professeur, Directeur, ...</p> <p><i>formations certifiées</i> : Cisco, Microsoft, LPI, ...</p> <p><i>Systèmes de gestion de base de données</i> : PostgreSQL, Oracle, DerbyDB, IBM-DB2, MS-Access...</p> <p><i>Outils graphiques</i> : Java 3D, Open GL, ...</p> <p><i>Compétences linguistiques</i> : Anglais, Français, Allemand, ...</p> <p><i>Types projets pédagogiques</i> : Evaluation programmes, Réforme des stages,...</p> <p><i>Module</i> : Urbanisation, SIAD, KM,...</p> <p><i>Spécialisation IT</i> : Apprentissage en ligne, Architecture système, Bioinformatique, Calcule de grille, Géo informatique, Gestion connaissance, Informatique agricole, Informatique médicale</p> <p><i>Technologies web</i> : JAVA SERVLETS, AJAX, APACHE, BPEL, HTML, PHP, XSL, XSLT, ...</p> <p><i>Outils de développements</i> : Borland Delphi, Oracle web logic suite, Active-HDL, Jbuilder</p> <p><i>Compétences sociales</i> : Travailler en groupe, Négocier, ...</p> <p><i>Types de projets de recherche</i> : CNEPRU, PNR, Tassili, ...</p> <p><i>Poste administratif</i> : Directeur des études, Secrétaire général, Régisseur, ...</p> <p><i>Secteur activité</i> : Enseignement supérieur, Energies, Agriculture, Télécommunication,...</p> <p><i>Domaine de compétence</i> : Informatique, Finance, Communication, ...</p> <p><i>langages de programmation</i> : C, Prolog, HTML, C++, OWL, ...</p> <p><i>systèmes d'exploitation</i> : Dos, Linux, Solaris, PalmOs, Xenix, Windows</p> <p><i>Outils de modélisation</i> : Bpwin, StarUml, Ms_visio, ...</p>

Tableau 6: ORSD de l'ontologie « ECAO », Slot 7.

Une fois le document de spécification d'ontologie ECAO (ORSO) est établi, nous allons l'utiliser dans les activités suivantes : activité de vérification, de sélection et de conceptualisation.

5.1.2 Recherche des ontologies de compétence existantes

Toute une section du chapitre 2 a été consacrée pour réaliser cette activité d'une manière très détaillée (voir section 2 du chapitre 2). Un nombre important d'ontologies était décrites dans cette section.

5.1.3 Evaluation des domaines des ontologies

L'objectif de cette activité est de découvrir si les ontologies trouvées sont utilisables pour le développement de l'ontologie future. Comme entrée pour cette activité, nous avons l'ensemble des ontologies obtenues dans l'activité précédente. Puis, nous devons éliminer les ontologies non appropriées pour sélectionner l'ontologie élue.

Pour décider si une ontologie est utilisable ou non, nous devons analyser le domaine des ontologies candidates en se basant sur les actions suivantes :

- Vérifier si l'objectif et la portée établis dans le document ORSD sont similaires à ceux des ontologies candidates.
- Vérifier si les besoins fonctionnels QCs établis dans le document ORSD sont couverts (totalement ou partiellement) par les ontologies candidates.

Les (tableau 7, 8, 9 et 10) présentent la vérification des ontologies candidates.

Après la vérification des domaines des ontologies, nous éliminons tous les ontologies ayant un domaine différent que le notre. Ces dernières sont celles ayant la réponse « Non » pour les critères « Objectif Similaire » et/ou « Portée Similaire » et/ou « Besoin Fonctionnel couvert ». Toutes ces ontologies sont considérées non utilisables et elles sont éliminées de l'ensemble des ontologies candidates. Les autres ontologies restantes sont considérées comme utilisables. Nous devons par la suite sélectionner une parmi elles qui sera la base de notre travail.

Critères de sélection	Domaine des valeurs	Domaine d'Ontologies candidates						
		O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7
Objectif Similaire	[Oui, Non, Inconnu]	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	Oui
Portée Similaire	[Oui, Non, Inconnu]	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui
Besoin Fonctionnel couvert	[Oui totale, Oui partiel, Non, Inconnu]	Non	Non	Oui partiel	Non	Non	Non	Oui partiel

Tableau 7: Table de vérification des Ontologies O1 à O7

Critères de sélection	Domaine des valeurs	Domaine d'Ontologies candidates							
		O8	O9	O10	O11	O12	O13	O14	O15
Objectif Similaire	[Oui, Non, Inconnu]	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Portée Similaire	[Oui, Non, Inconnu]	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Besoin Fonctionnel couvert	[Oui totale, Oui partiel, Non, Inconnu]	Oui partiel	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui partiel

Tableau 8: Table de vérification des Ontologies O8 à O15.

Critères de sélection	Domaine des valeurs	Domaine d'Ontologies candidates					
		O16	O17	O18	O19	O20	O21
Objectif Similaire	[Oui, Non, Inconnu]	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Oui
Portée Similaire	[Oui, Non, Inconnu]	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui
Besoin Fonctionnel couvert	[Oui totale, Oui partiel, Non, Inconnu]	Oui partiel	Oui partiel	Oui partiel	Oui partiel	Oui partiel	Oui partiel

Tableau 9: Table de sélection pour les Ontologies O16 à O21.

Critères de sélection	Domaine des valeurs	Domaine d'Ontologies candidates			
		O22	O23	O24	O25
Objectif Similaire	[Oui, Non, Inconnu]	Oui	Oui	Oui	Oui
Portée Similaire	[Oui, Non, Inconnu]	Non	Oui	Oui	Oui
Besoin Fonctionnel couvert	[Oui totale, Oui partiel, Non, Inconnu]	Oui partiel	Oui partiel	Oui partiel	Oui partiel

Tableau 10: Table de sélection pour les Ontologies O22 à O25.

5.1.4 Sélection d'une ontologie

Parmi l'ensemble des ontologies considérées utilisables, nous devons sélectionner l'ontologie la plus appropriée à notre domaine. Pour cela, nous avons choisi les questions de compétences comme des critères de sélection de notre ontologie.

Le tableau de sélection (Tableau 11) comporte les ontologies résultantes de l'activité précédente et l'ensemble des questions de compétence. Les colonnes correspondent aux ontologies utilisables (O7, O8, O20, O21, O22, O24 et O25) et les lignes correspondent aux questions de compétence et nous avons affecté un poids à chaque question. Le poids 1 pour celle qui réponde à une question et le total des poids sera la base de notre sélection. Le poids le plus élevé est celui qui corresponde à l'ontologie sélectionnée.

N.B. parmi les 40 questions citées dans la liste QCs, nous avons maintenu uniquement celles qui sont significatives pour bien isoler l'ontologie la plus appropriée.

	O7	O8	O20	O21	O22	O24	O25
QC2	1	1	1			1	1
QC3	1	1	1			1	
QC4						1	
QC5				1	1	1	
QC7					1		
QC8				1	1	1	
QC9				1	1	1	
QC10			1		1	1	1
QC11					1		
QC12			1	1	1	1	1
QC13					1		1
QC16		1					
QC17							
QC18	1						1
QC19	1	1					1
QC21	1	1					
QC22	1	1					
QC23	1						
QC27		1					
QC28							
QC29	1		1	1		1	
QC30			1	1		1	
QC31	1		1	1	1	1	
QC32			1	1	1	1	
QC33			1	1	1	1	
QC34			1	1	1	1	
QC35			1	1	1	1	
Poids	9/40	7/40	11/40	11/40	13/40	15/40	6/40

Tableau 11: Table de sélection d'Ontologie.

A partir du tableau de sélection ci-dessus, nous remarquons que l'ontologie O24 est l'ontologie la plus appropriée car elle répond au plus grand nombre de questions de compétence.

5.1.5 Visualisation de l'ontologie sélectionnée

Nous avons présenté une visualisation de l'ontologie sélectionnée (l'ontologie O24) grâce à l'outil OWL-VIZ (Figure 17).

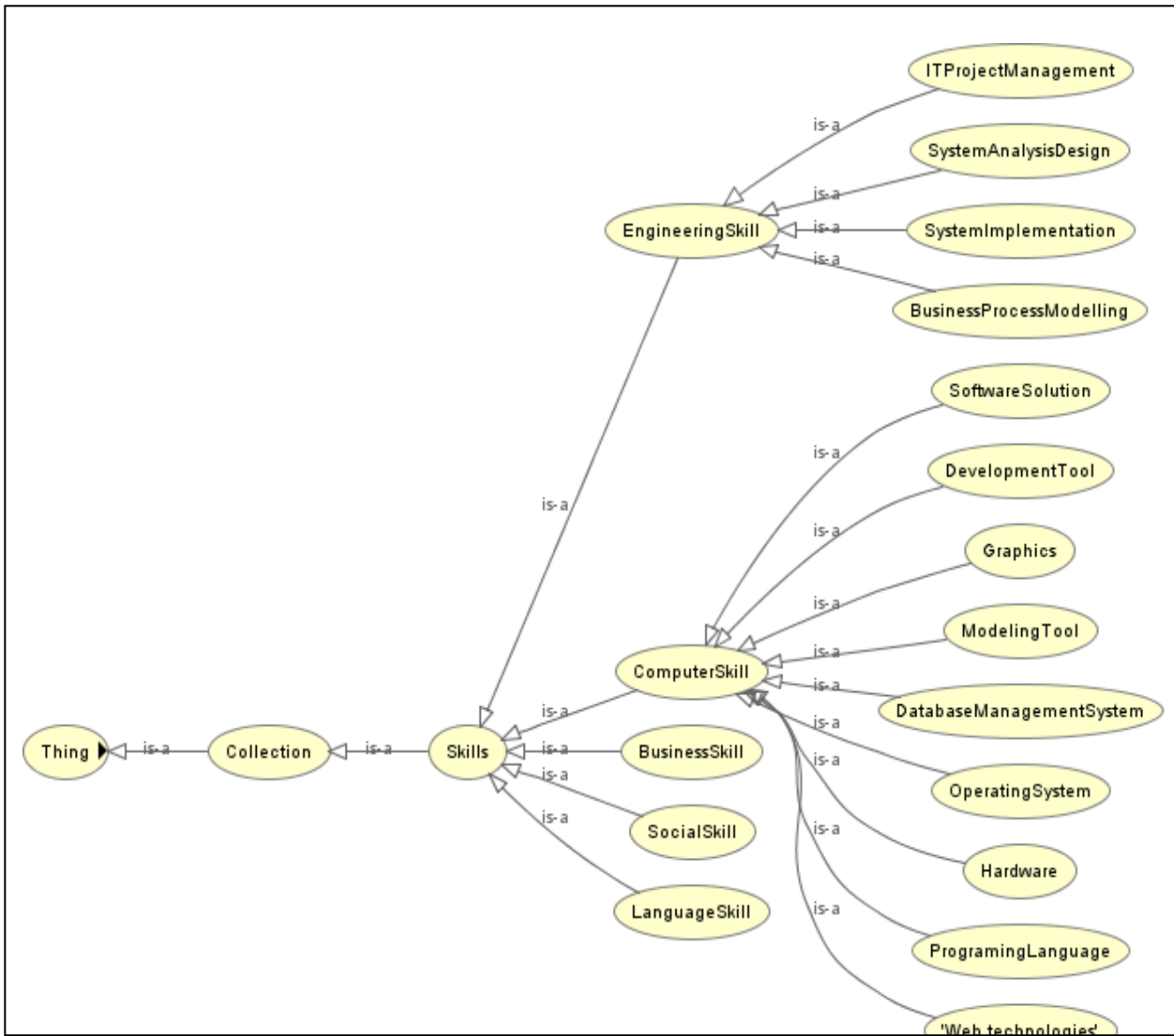


Figure 17: Sous ontologie « compétence » de 024 visualisée par OWL-VIZ.

5.2 Ré-engineering de l'ontologie sélectionnée

La réingénierie se réfère au processus de récupération et de transformation d'un modèle conceptuel d'une ontologie existante en un nouveau modèle conceptuel plus correct et plus complet (Baonza et al., 2010). Dans la méthodologie NeOn ce processus est composé de trois activités : *reverse engineering*, *restructuring* et *forward engineering* (Voir Figure 18).

Ce modèle suggère différents chemins pour la réingénierie d'une ressource ontologique et les développeurs doivent décider sur le niveau d'abstraction qu'ils ont besoin. Par exemple : dans le niveau de formalisation : *reverse engineering* (du code 1 à formalisation 1), *restructuring* (formalisation 1 pour obtenir formalisation 2) et *forward engineering* pour obtenir implémentation2).

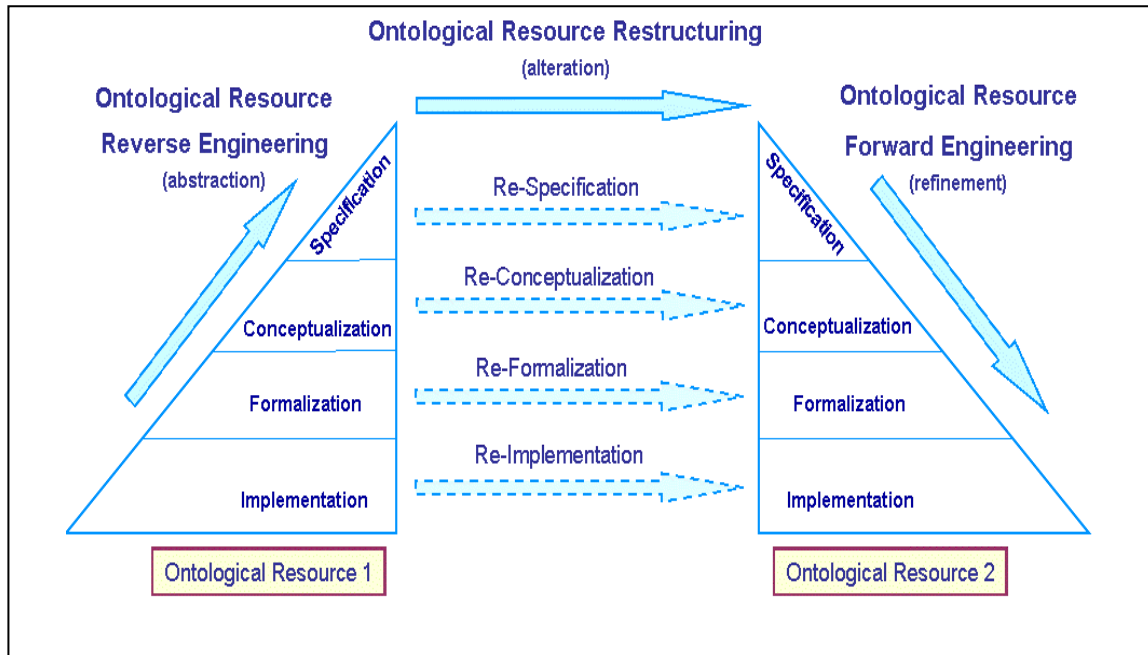


Figure 18: Modèle de ré-engineering des ressources ontologique (Baonza et al., 2010).

Dans notre cas nous avons choisi le niveau de conceptualisation. Donc reverse engineering (du code 1 à conceptualisation 1), restructuring (conceptualisation 1 pour obtenir conceptualisation 2) et vers l'engineering pour obtenir formalisation2 ou implémentation2).

5.2.1 Reverse engineering

Dans cette activité nous présentons le reverse engineering de l'ontologie sélectionnée, en partant de l'implémentation pour arriver à la conceptualisation.

- Implémentation : cette ontologie est implémentée en langage OWL.
- Conceptualisation : cette ontologie est une réutilisation des concepts publics (foaf : Person, foaf : Organisation, foaf : Document, doac : Education, doac : Skill, doac : Experience) (Janev et Sanja., 2011). Son schéma conceptuel est présenté à travers le graphe UML (voir Figure 19) et (Figure 20).

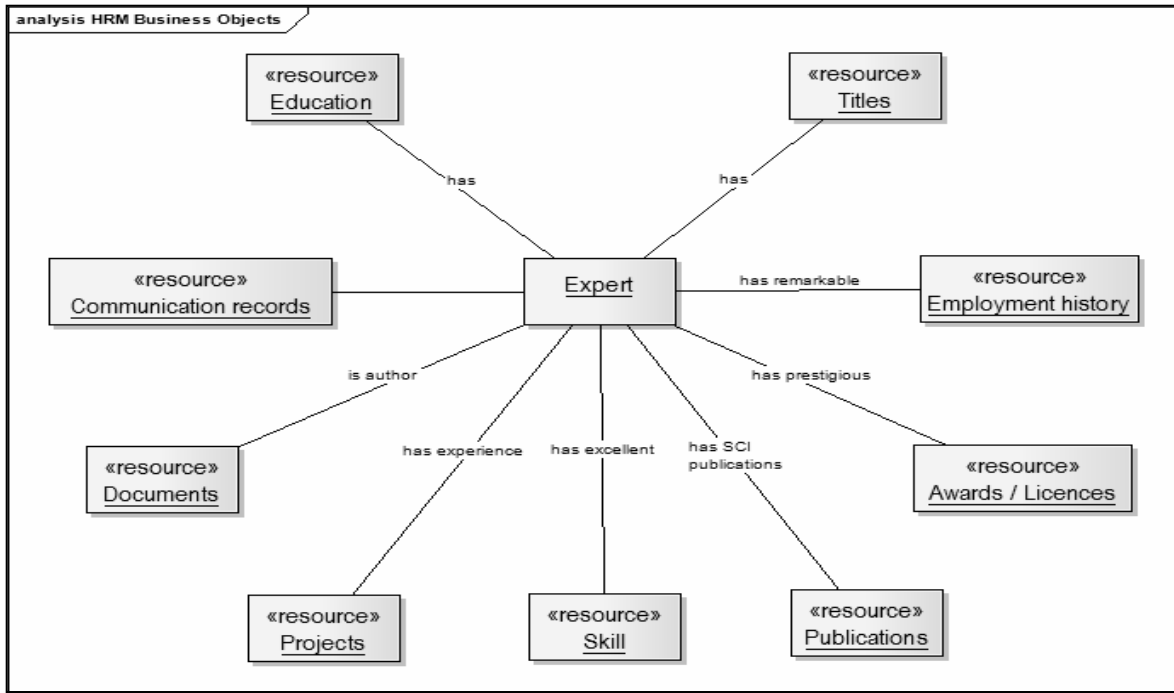


Figure 19: Modèle d'analyse UML pour le concept "Expert" (Janev et Sanja., 2011).

Un expert est un quelqu'un qui a un ensemble de ressource « éducation, communication, titres, publication, licence, historique d'emploi, auteur des documents, expérience en projets et excellente(s) compétence(s) » et qui appartient à une organisation où il a un travail.

Une compétence est l'ensemble des ressources « linguistique, affaire, sociale, informatique et de l'ingénierie ».

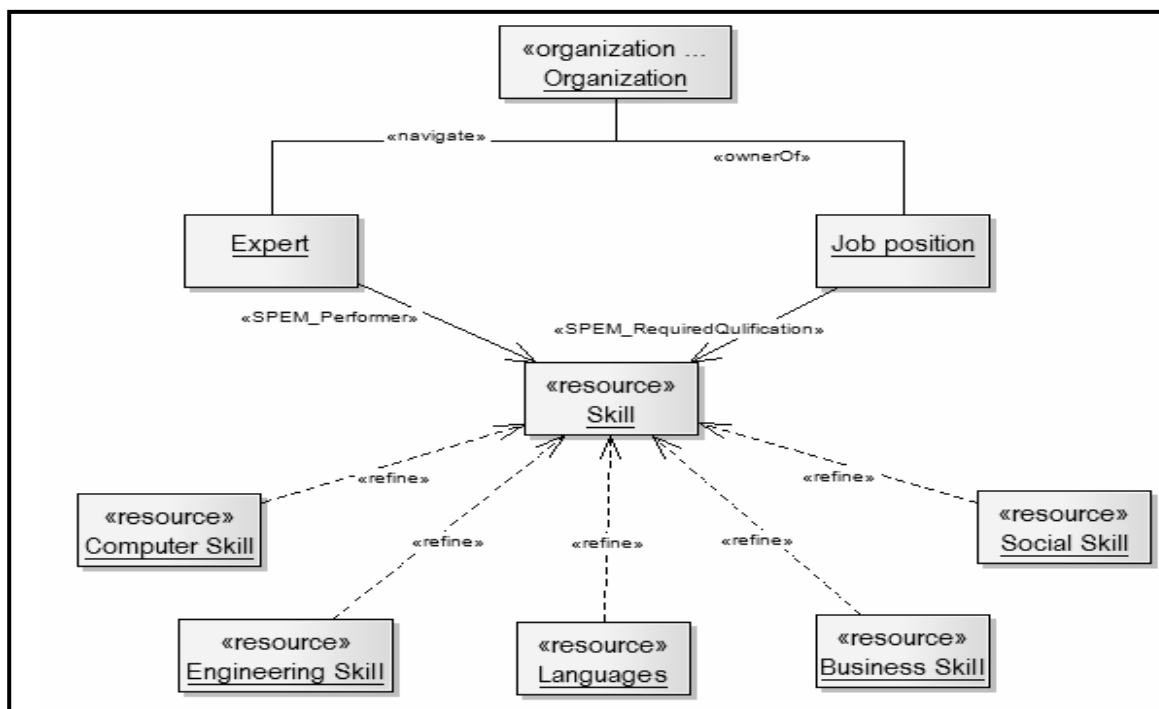


Figure 20: Représentation UML des compétences du domaine business (Janev et Sanja., 2011).

5.2.2 Restructuration de l'ontologie

Cette activité consiste à restructurer le schéma conceptuel de l'ontologie sélectionnée pour trouver le schéma conceptuel de la future ontologie. Mais dans notre cas nous devons construire notre schéma conceptuel à partir de :

- Le schéma conceptuel de l'ontologie sélectionnée.
- Le schéma conceptuel de la base de données « ESI_clever_network ».
- La base des questions de compétence.
- Et le schéma conceptuel d'un module de « HEROntology »²⁹ : ontologie de référence déjà existante à ESI.

1) Schéma conceptuel de la sous ontologie « travail de recherche »

HERO est une ontologie de référence pour l'éducation supérieure vise à produire une connaissance consensuelle sur le domaine de l'université. Une classification pour une sous ontologie « travail de recherche » a été modélisée dans cette ontologie. Nous voyons qu'il est nécessaire de respecter les travaux déjà existants au sein de notre école. Pour cela nous allons exploiter ce module, en réutilisant son schéma conceptuel. Le schéma conceptuel de la sous ontologie « travail de recherche » est présenté dans la (Figure 21).

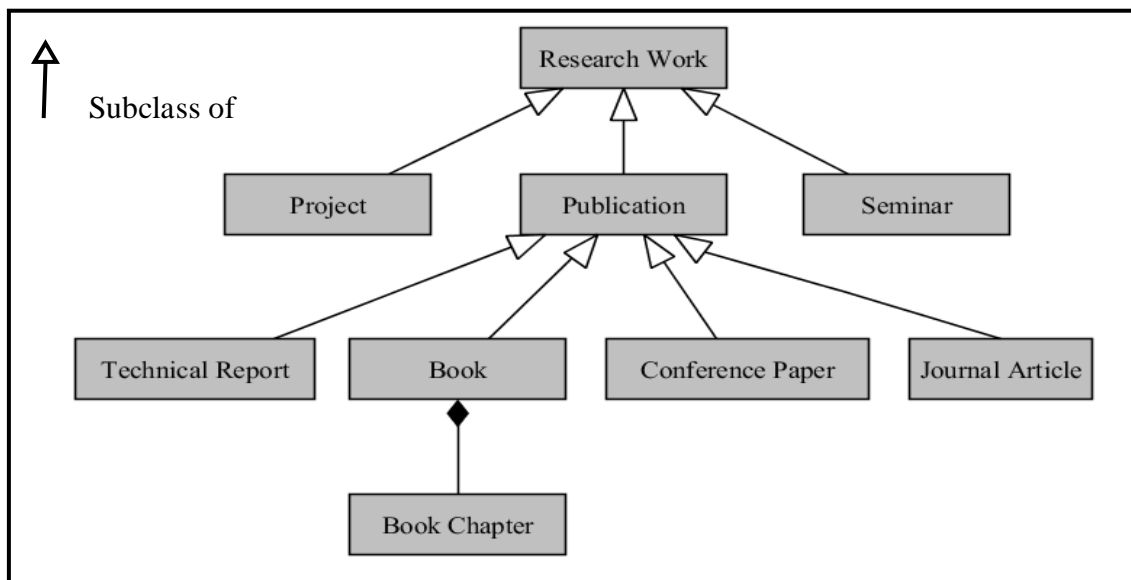


Figure 21: Représentation UML de la sous ontologie « research work ».

²⁹ URI : <http://sourceforge.net/projects/heronto/?source=directory>

2) Vers la proposition d'un schéma conceptuel pour l'ontologie « ECAO »

Pour construire notre schéma conceptuel, nous devons d'abord traduire les termes utilisés dans l'ontologie « MPI Ontology » et les termes utilisés dans le module « ResearchWork » de l'ontologie « HERO Ontology ». Ensuite, comparer les concepts ou les termes résultants avec les termes utilisés dans le schéma conceptuel de l'outil « ESI_Clever_Network » et les termes utilisés dans la base des questions de compétence afin de pouvoir sélectionner les termes que nous allons utiliser dans notre schéma conceptuel. Les étapes à suivre sont présentées par le schéma de (Figure 22).

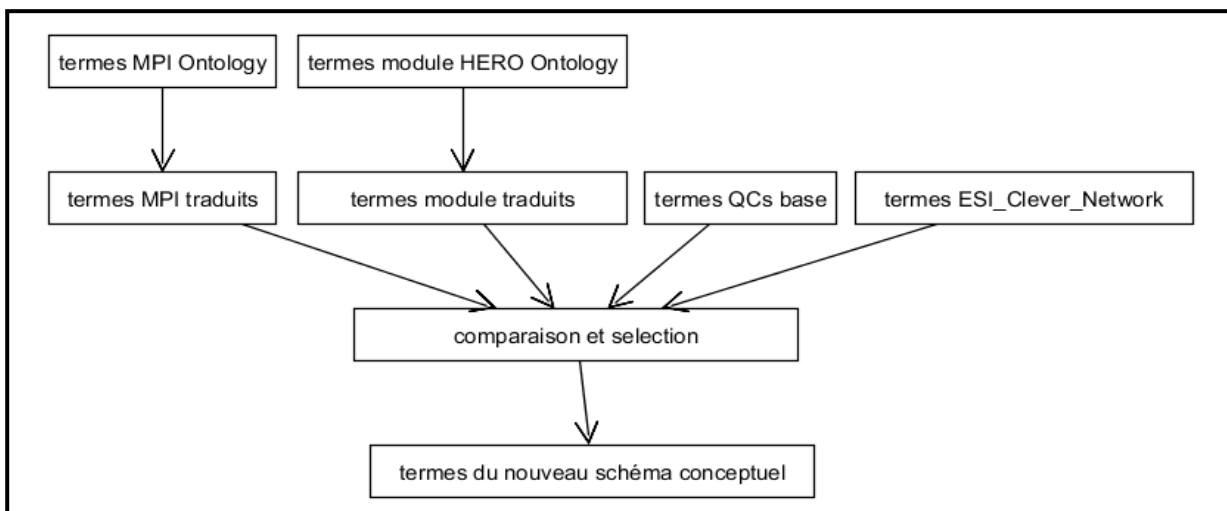


Figure 22: Etapes à suivre pour trouver les termes du nouveau schéma conceptuel.

3.1) Localisation des concepts des ontologies candidatent

La localisation de l'ontologie se réfère à l'activité d'adaptation du langage des concepts utilisés dans une ou plusieurs ontologie(s) à un autre langage et culture particuliers (Baonza et al, 2010). Le tableau 12 représente l'ensemble des termes originaux et des termes traduits des deux ontologies « MPI Ontology et HERO Ontology ».

3.2) Comparaison et Sélection des Concepts

Dans cette étape nous présentons les principaux termes utilisés dans les différentes ressources pour sélectionner les termes ou concepts à réutiliser dans notre ontologie (voir tableau 13).

- ressources ontologiques : « MPI Ontology » et le module « ResearchWork » de l'ontologie « HERO Ontology ».
- les termes de la base de données de l'outil « ESI_Clever_Network ».

- la base des questions de compétence « Base QCs » élaborée dans l'activité de spécification de besoins.
- Et enfin, les termes utilisés dans le schéma conceptuel et dans l'outil ESI_Clever_Network.

Traduction		Traduction	
MPI Ontology terms	MPI termes traduit	HERO module	HERO module traduit
Expert	Expert	Research work	Travaux de recherche
Job position	Poste de travail	Project	Projet
Skill	Compétence	Publication	Publication
Education	éducation	Seminar	Séminaire
Titles	Titres	Technical report	Rapport technique
Employment history	Historique emploi	Book	Livre
Awards/ licences	Prix/ licences	Conference paper	Papier de conférence
Publications	Publications	Journal article	Article de revue
Projects	Projets	Book chapter	Chapitre de livre
Documents	Documents		
Communication	Communication		
Computer skill	Compétence informatique		
Engineering skill	Compétence ingénierie		
Language	Langue		
Social skill	Compétence sociale		
Business skill	Compétence affaire		

Tableau 12: Traduction des termes.

Une fois que la majorité des connaissances est acquise, nous allons entamer la construction de l'ontologie d'application dédiée baptisée « ECAO ». La méthode suivie est toujours celle de (Gómez et al., 2009).

Document de sélection des termes				
MPI Ontology termes	HERO module	Base QC termes	ESI outil termes	Sélection Termes
Expert	—	Membre	Membre	Expert
Job position	—	Statut	Fonction actuelle	Statut
Organization	—	Organisme	Organisme	Organisme
—	—	Contact	Contact	Contact
Skill	—	Compétence	Compétence (tagging)	Compétence
Education	—	Diplôme	Diplôme	Diplôme
—	—	Nature Diplôme	—	Nature Diplôme
—	—	Spécialité diplôme	—	Spécialité diplôme
Titles	—	—	—	Titres
Employment history	—	Expérience Professionnelle	Expérience Professionnelle	Expérience Professionnelle
—	—	Poste administratif	—	Poste administratif
Awards/ licenses	—	Prix/ licence	—	Prix/ licence
—	—	Tâche	Tâche	Tâche
—	Research work	Travaux de recherché	Travaux de recherche	Travaux de recherche
—	—	Nature travaux de recherché	—	Nature travaux de recherche
—	—	Encadrement	Encadrement	Encadrement
Publications	Publication	Publication	Publications scientifiques	Publication
Projects	Project	Projet	Projets de recherche	Projet
—	—	Type projet	—	Type projet
—	—	Rôle dans le projet	—	Rôle dans le projet
—	Seminar	Séminaire	—	Séminaire
—	Technical report	Rapport technique	—	Rapport technique

—	Book	Ouvrage	Ouvrages	Ouvrage
—	—	Domaine de l'ouvrage	—	Domaine de l'ouvrage
—	—	Rôle dans l'ouvrage	—	Rôle dans l'ouvrage
Documents	Conference paper	Document de conference	—	Document de conférence
—	Journal article	Article de revue	Revue	Article de revue
—	—	Revue	—	Revue
—	Book chapter	Chapitre d'un ouvrage	—	Chapitre d'un ouvrage
—	—	Polycopié	—	Polycopie
Communication records	—	Communication	Communication	Communication
—	—	Manifestation	—	Manifestation
—	—	Participation organisme	Participation organisme	Participation organisme
—	—	Activités pédagogiques	Activités pédagogiques	Activités pédagogiques
—	—	Enseigner module	—	Enseigner module
Engineering skill	—	Compétence de l'ingénierie	—	Compétence de l'ingénierie
Language	—	Linguistique	Langue	Langue
Social skill	—	Compétence sociale	—	Compétence sociale
Business skill	—	—	—	—
Computer skill	—	Compétence informatique	—	Compétence informatique
—	—	Formation Certifiée	—	Formation Certifiée
—	—	Langage de programmation	—	Langage de programmation
—	—	Technologie web	—	Technologie web
—	—	Système d'exploitation	—	Système d'exploitation
—	—	Outil de modélisation	—	Outil de modélisation

---	---	Outil graphique	---	Outil graphique
---	---	Secteur d'activité	---	Secteur d'activité
---	---	Domaine de compétence professionnelle	---	Domaine de compétence Professionnelle
---	---	Domaine de compétence extra professionnelle	---	Domaine de compétence extra professionnelle
---	---	Traits de personnalité	---	Traits de personnalité
---	---	Permis de conduire	---	Permis de conduire
---	---	---

Tableau 13: Document de Sélection des termes.

5.3 Etapes de construction de l'ontologie « ECAO »

Cette activité de construction consiste à réaliser les cinq étapes suivantes :

- Etape 1 : Spécification des besoins (qui est déjà faite au début de ce chapitre),
- Etape 2 : Conceptualisation,
- Etape 3 : Formalisation,
- Etape 4 : Implémentation du modèle conceptuelle. Et nous rajoutons
- Etape 5 : Intégration.

5.3.1 Spécification des besoins

Nous avons effectué cette étape durant le premier processus (processus de réutilisation), nous ajoutons uniquement quelque modification sur le regroupement des questions de compétences ; car ce dernier est changé à cause de la classification des compétences proposée par l'ontologie à réutiliser. Nous présentons donc la ré-spécification selon le nouveau regroupement.

5.3.2 Conceptualisation

Dans cette activité, nous devons organiser et structurer les termes sélectionnés par l'utilisation 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 dictionnaire des données.
- Construction des arbres de classification de concepts.
- Construction du diagramme de relations binaires.
- 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.

- **Construction du Dictionnaire des Données**

Dans cette activité, nous essayons de capturer les connaissances de notre domaine d'étude par la construction du dictionnaire de données (DD). Ce dernier collecte et identifie les concepts du domaine, leurs descriptions, synonymes, attributs, instances et relations. Qui seront représentés dans l'ontologie finale. (Voir le Tableau 14) qui représente notre dictionnaire des données.

- **Arbres de classification des concepts**

Les arbres de classification des concepts organisent les concepts du domaine en taxonomies. Ils sont utilisés non seulement pour connaître comment les concepts sont reliés avec les autres, mais pour modulariser le domaine de connaissance dans des ontologies indépendantes (Gomèz et al., 2009) (voir les Figures : 23,24 et 25).

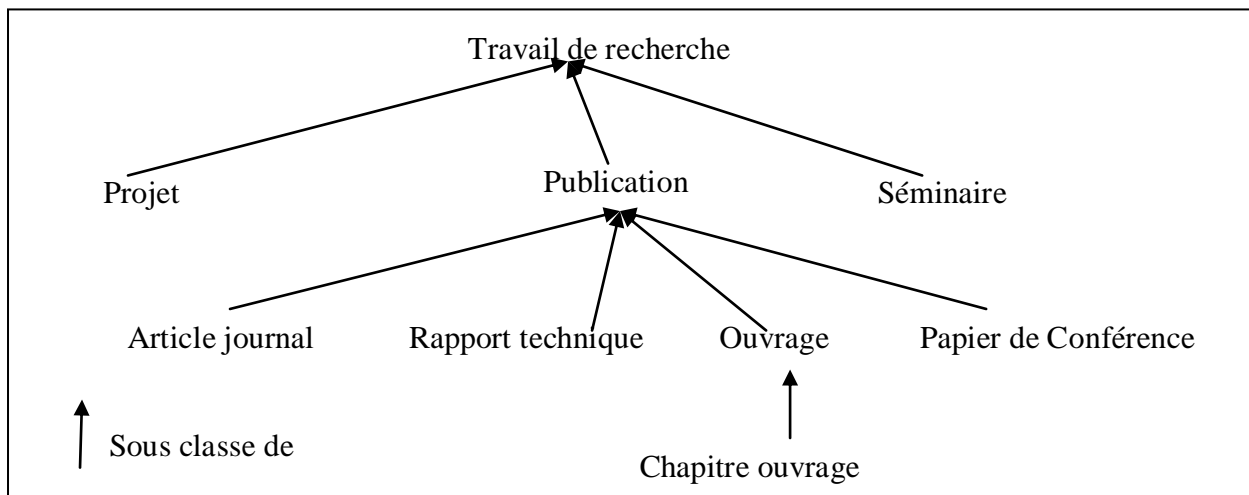


Figure 23: Arbre de classification du concept « travail de recherche ».

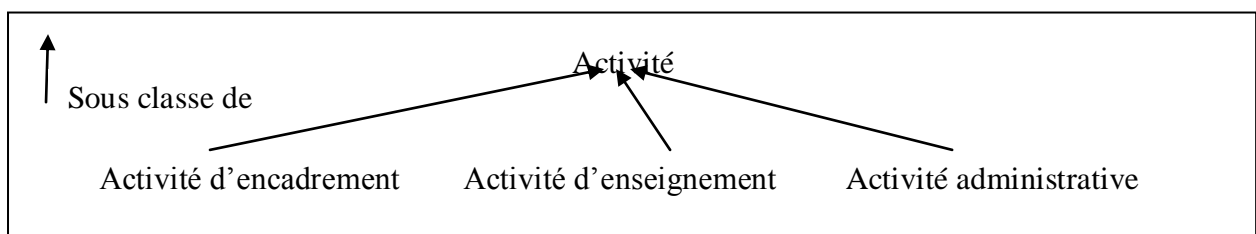


Figure 24: Arbre de classification du concept « Activité ».

Nom concept	Synonyme	Description	Relation	Attribut	Instance propriété
Expert	[En] Expert Membre Enseignant Chercheur Etudiant post-graduant Encadreur Doctorant Maître de conférences Maître assistant Professeur	Un expert est un membre de l'organisme ESI, effectuant une activité de gestion, enseignement ou/et d'encadrement et présentant des compétences dans différents domaines pas forcément pédagogiques ou scientifiques. Il peut également être un étudiant en post graduation.	aDiplôme aExpérience professionnelle aActivité aCompétence appartient à Organisme aiguilleur vers un autre Expert a /encadre travail de recherche aContact	Nom Prénom Adresse Nationalité Téléphone Fax	Benali Ali 12 Rue liberté Alger Algérienne 021230505 021230506
Contact	Les adresses emails	Les contacts d'un expert	—	Email Site web perso Gmail Yahoo Facebook	Benali@esi.dz www.benaliperso.dz
Diplôme	[En] Diploma Grade universitaire Degré, échelon	Décrit les diplômes universitaires obtenus par un expert.	Obtenu dans Organisme	Nature Spécialité	DEUA Ingénieur Magister Docteur Professeur
Expérience professionnelle	[En] Employment history. Carrière Profession Emploie	Décrit les expériences professionnelles d'un expert : l'ensemble des métiers et fonctions occupées.	Est une fonction Est un métier a Secteur d'activité	—	—

Fonction	[En] Function	Décrit l'ensemble des fonctions occupées par un expert.	—	—	Directeur Enseignant Gestionnaire ...
Métier	[En] Profession	Décrit l'ensemble des métiers exercés par un expert.	—	—	Entrepreneur Plâtrière Sablière Commerçant ...
Organisme	[En] Organism Organisation Etablissement	Décrit le ou les organismes où exerce un expert	—	—	ESI UMC CUK ...
Activité	[En] Activity	Décrit l'ensemble des activités effectuées par un expert : administrative, enseignement, encadrement et recherche.	—	—	—
Activité administrative	[En] Administrative activity	Décrit les activités administratives occupées par un expert.	—	—	Directeur général Responsable des relations extérieur Chef département Directeur post-graduation
Enseignement	[En] Teaching	Décrit les modules enseignés par un expert	—	module	Base de données Urbanisation Mathématique ...
Travail de recherche	[En] Research work Recherche	Décrit les travaux de recherche effectués par un expert : publication,	Est une	Titre Résumé	—

	scientifique	séminaire, projet de recherche, article, rapport technique, papier de recherche, ouvrage, chapitre ouvrage.			
Compétence	[En] Competence and competency Habilité, aptitude, connaissance,	Décrit l'ensemble des compétences d'un expert dans les différents domaines.	Est une	—	—
Compétence linguistique	[En] language skill Langue	Décrit les langues maîtrisées par un expert	—	Lire Parler Ecrire	Français Anglais Arabe Chinois Allemand
Compétence Informatique	[En] Computer skill Habilité en Informatique	Décrit l'ensemble des compétences en l'informatique : langage de programmation, technologie web, formation certifiante, outil de modélisation, outil graphique.	Est une	—	—
Langage de programmation		Les langages de programmation que maîtrise un expert.	—	—	Java, c, c++, prolog, ...
Technologie web		Les technologies web que maîtrise un expert	—	—	
Outil de modélisation		Les outils de modélisation que maîtrise un expert	—	—	
Outil graphique		Les outils graphiques que maîtrise un expert	—	—	
Formation certifiant		Décrit les formations certifiantes obtenues par un expert dans le domaine des l'informatique et	—	—	CCNA1, CCNA2. CCNA3, ...

		télécommunication.			
Compétence Sociale	[En] Social skill	Décrit les compétences sociales d'un expert.	Est une	—	
Compétence Ingénierie	[En] Engineering skill	Décrit les compétences d'ingénierie	Est une	—	
Autre Compétence	[En] Other skill	Décrit toutes autre compétence non citée avant.	Exprimer par Domaine	—	—
Domaine Compétence	Secteur activité [En]Competence domain Domaine d'activité	Exprime les compétences par les différents domaines existants : domaine de compétence professionnelle et domaine extra-professionnel.	—	—	—
Domaine Professionnel	[En] professional Domain	Décrit les compétences acquis en milieu professionnel.	—	—	Médecine Hydrocarbure Enseignement supérieur Agriculture
Domaine Extra-professionnel	[En]	Décrit les compétences extra-professionnelles.	—	—	Sport Théâtre Musique

Tableau 14: Dictionnaire des Données.

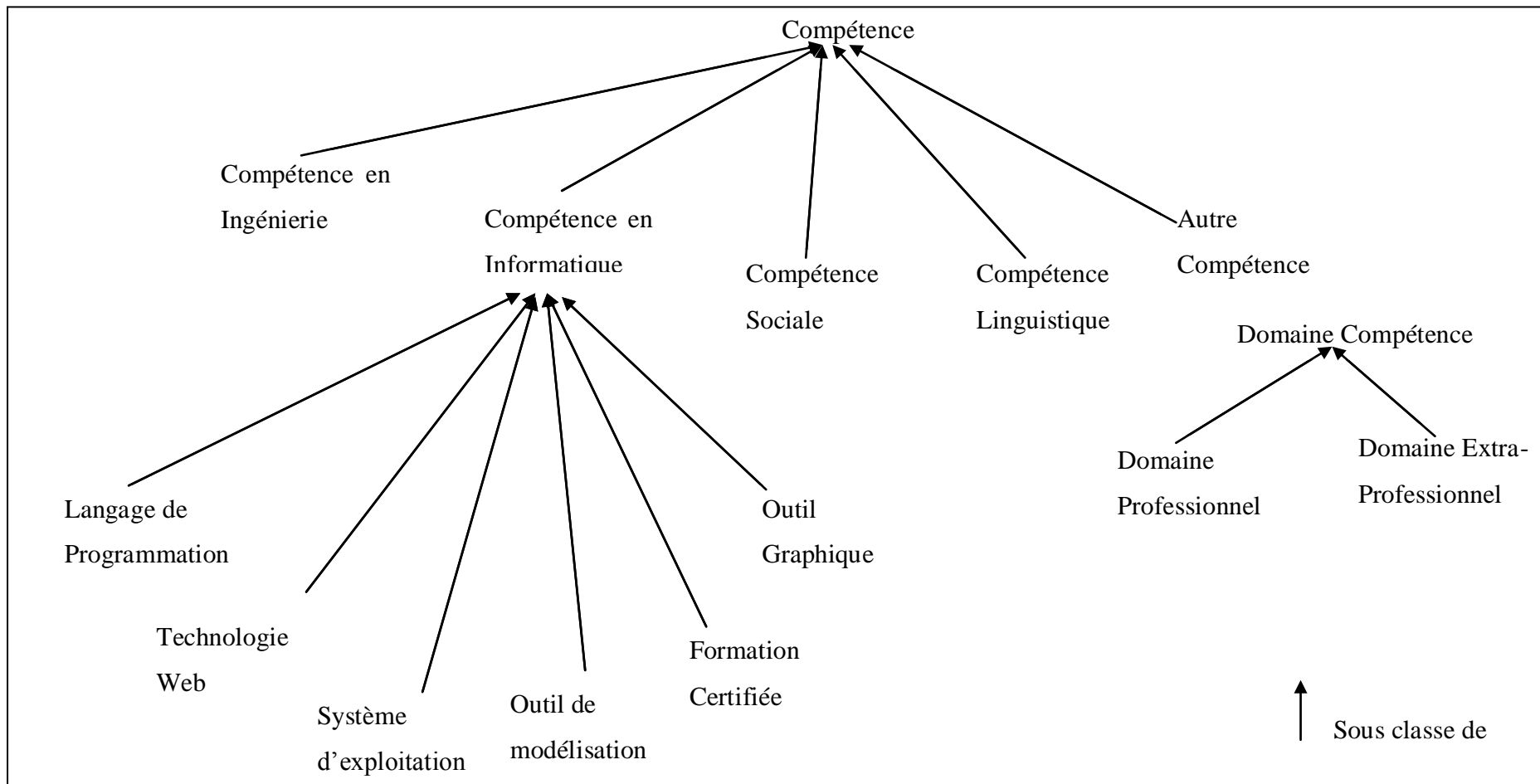


Figure 25: Arbre de classification du concept « Compétence ».

- **Construction du diagramme de relations binaires**

Dans cette étape, nous représentons les relations binaires et la hiérarchie entre les classes par un diagramme conceptuel UML (modèle conceptuel que nous proposons pour notre ontologie ECAO). Dans ce modèle, les classes sont représentées par des rectangles et les relations par des arcs (relient le domaine par le co-domaine) et étiquetés par le nom de la relation, ainsi la relation « classe-de » est représentée par un arc de généralisation (du classe-fille vers classe mère) (voir figure 26).

Description du diagramme :

Un expert représente une personne qui appartient à un ou plusieurs organisme(s) et qu'elle puisse être un aiguilleur vers d'autres experts et avoir :

- un (ou plusieurs) diplôme (s).
- un (ou plusieurs) contact (s).
- un (ou plusieurs) travail (x) de recherche.
- une (ou plusieurs) activité (s).
- une (ou plusieurs) expérience(s) professionnelles.
- une (ou plusieurs) compétence (s).

Une activité peut être une activité de :

- Encadrement des travaux de recherche.
- Enseignement.
- Activité administrative.

Une expérience professionnelle a un secteur d'activité et peut être :

- Fonction
- Métier

Une compétence peut être :

- Compétence dans le domaine d'informatique
- Compétence dans le domaine d'ingénierie
- Compétence sociale
- Compétence linguistique
- Autre compétence exprimée par secteur d'activité (domaine d'activité), soit professionnel ou extra professionnel.

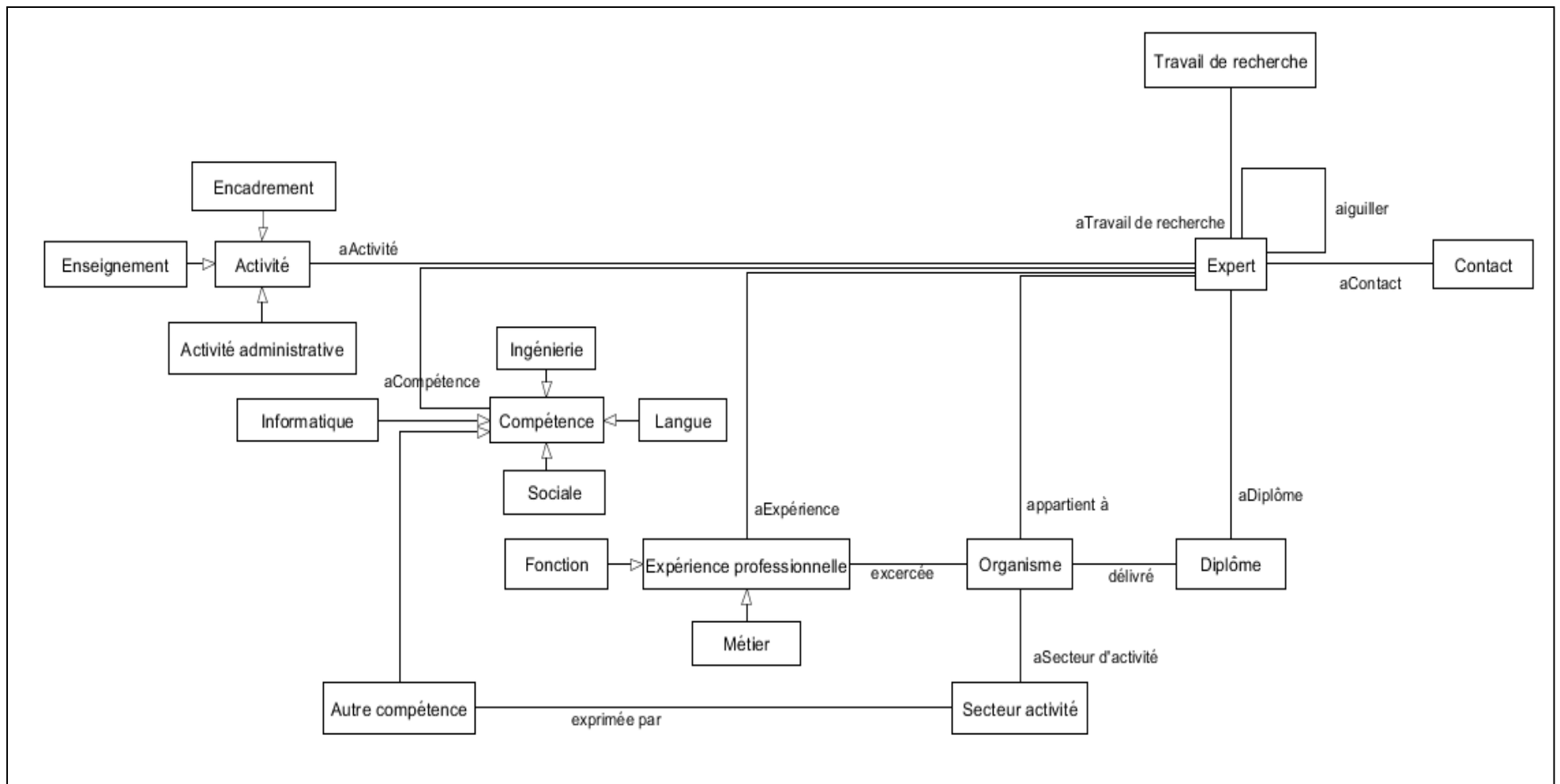


Figure 26: Modèle conceptuel UML pour l'ontologie « ECAO ».

- **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, nous définissons le nom, le nom du concept source, le nom du concept cible, la cardinalité et le nom de la relation inverse. Le (tableau 15) représente la table des relations binaires de l'ontologie.

Nom Relation	Concept(s) Source(s)	Concept(s) Cible(s)	Cardinalité		Relation Inverse
			Source	Cible	
aDiplôme	Expert	Diplôme	1	1..N	Obtenu par
aActivité	Expert	Activité	1	0..N	Est faite par
aTravail de recherche	Expert	Travail de recherche	1	0..N	Est réalisé par
Appartient à	Expert	Organisme	1	1..N	contient
aExpérience	Expert	Expérience professionnelle	1	0..N	Est effectué par
aCompétence	Expert	Compétence	1	1..N	Est compétence de
Exercer dans	Expérience professionnelle	Organisme	1..N	1..N	Est lieu de
aSecteur	Expérience professionnelle	Secteur activité	1	1	Est secteur de
obtenu dans	Diplôme	Organisme	1..N	1..N	Est lieu d'obtention de
aDomaine	Autre compétence	Domaine	1..N	1..N	Est domaine de

Tableau 15: Table des relations binaires de l'ontologie.

- **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, son type, sa cardinalité, sa valeur par défaut et l'intervalle de ses valeurs possibles. Le (tableau 16) représente la table des attributs des concepts de l'ontologie « ECAO ».

Attribut	Type	Cardinalité	Valeur par défaut	Range des valeurs
Nom	String	1	-	-
Prénom	String	1	-	-
Adresse	String	1	-	-
Nationalité	String	1	Algérienne	-
Téléphone	String	1..3	-	-
Fax	String	1	-	-
Email	String	1	-	-

Site web perso	String	1	-	-
Gmail	String	1	-	-
Yahoo	String	1	-	-
Facebook	String	1	-	-
Nature diplôme	String	1	-	-
Spécialité diplôme	String	1	-	-
Module	String	1..N	-	-
Titre	String	1	-	-
Résumé	String	1	-	-
Lire	Booléen	1	Faux	Vrai, Faux
Parler	Booléen	1	Faux	Vrai, Faux
Ecrire	Booléen	1	Faux	Vrai, Faux

Tableau 16: Table des attributs des concepts.

- **Construction de la table des axiomes**

La table des axiomes contient des définitions de concepts à l'aide des expressions logiques qui sont toujours vraies. Dans cette table nous définissons pour chaque axiome sa description en langage naturel, le nom du concept auquel l'axiome se réfère et l'expression logique. Le (tableau 17) représente un extrait des principaux concepts.

Concept	Expression Logique	Description
Expert	$\forall (X), \text{Expert}(X)$ $\exists D \text{ Diplôme}(D) \text{ aDiplôme}(X, D)$ $\exists E \text{ Expérience professionnelle}(E) \text{ aExpérience}(X, E)$ $\exists A \text{ Activité}(A) \text{ aActivité}(X, A)$ $\exists C \text{ Contact}(C) \text{ aContact}(X, C)$ $\exists T \text{ Travail de recherche}(T) \text{ aTravail}(X, T)$ $\exists O \text{ Organisme}(O) \text{ appartient à}(X, O)$ $\exists X \text{ Expert}(X) \text{ aiguilleur}(X, X)$.	Un expert appartient à un organisme, il peut avoir un diplôme(s), une expérience(s) professionnelle, une activité(s), un travail(s) de recherche, une compétence(s), contact(s), et il peut être un aiguilleur vers d'autre(s) expert.
Activité	$\forall (X), \text{Activité}(X)$ $\text{Activité administrative}(X) \vee$ $\text{Encadrement}(X) \vee \text{Enseignement}(X)$	Une activité peut être une activité administrative et/ou encadrement et ou enseignement.
Compétence	$\forall (X), \text{Compétence}(X)$ $\text{Langue}(X) \vee \text{Sociale}(X) \vee \text{Informatique}(X)$ \vee $\text{Ingénierie}(X) \vee \text{Autre compétence}(X)$	Une compétence peut être une compétence linguistique et/ou informatique et/ou sociale et/ou autre compétence.

Autre compétence	$\forall (X), \text{Autre compétence}(X)$ $\text{Compétence}(X) \wedge ((\neg \text{Langue}(X))$ $\wedge (\neg \text{Sociale}(X)) \wedge (\neg \text{Informatique}(X))$ $\wedge (\neg \text{Ingénierie}(X)))$ $\exists Y \text{Domaine}(Y) \text{ exprimer par } (X, Y)$	Autre compétence est une compétence. Elle est ni linguistique, ni sociale, ni informatique. Et exprimée par domaine.
Domaine	$\forall (X), \text{Domaine}(X)$ $\text{Professionnelle}(X) \vee \text{Extra-professionnelle}(X).$	Le domaine de compétence est soit professionnel soit extra professionnel.
Expérience professionnelle	$\forall (X), \text{Expérience professionnelle}(X)$ $\text{Métier}(X) \vee \text{Fonction}(X)$ $\exists S \text{Secteur activité}(Y) \text{ aSecteur}(X, S)$ $\exists O \text{Organisme}(O) \text{ exercé dans } (X, O).$	Une expérience professionnelle est soit un métier soit une fonction. Elle a un secteur d'activité, et exercée dans un organisme.
(...)	(...)	(...)

Tableau 17: Table des axiomes de concepts.

- **Construction de la table d'instances et les assertions**

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 18) illustre quelques instances pour chaque classe. Quelques assertions sur ces instances sont présentées dans la table des assertions (tableau 19).

Concept	Instance	Attribut	valeur
Organisme	ESI	Nom	Ecole Supérieur d'informatique
	UMC	Nom	Université Mentouri Constantine
	CUK	Nom	Centre Universitaire Khenchela
Secteur activité	Enseignement supérieur	Nom	enseignement supérieur
	Énergie	Nom	hydrocarbure
	Agriculture	Nom	agriculture
	télécommunication	Nom	télécommunication
Module	SIAD	Nom	Système d'Information Aide à la Décision
	KM	Nom	Gestion de Connaissance
	RI	Nom	Recherche d'Information
	RO	Nom	Recherche Opérationnelle
	BD	Nom	Base de Données
Métier	Peintre	Nom	Peintre
Fonction	Comptable	Nom	Comptable

Domaine professionnel	Enseignement	Nom	Enseignement
Domaine extra-professionnel	Théâtre	Nom	Théâtre
(...)	(...)	(...)	(...)

Tableau 18: Table des instances de concepts de l'ontologie.

Relation	Instance Source	Instance(s) cible(s)
aSecteur	Peintre	Industriel
aSecteur	Comptable	Comptabilité
appartient à	Ghomari	ESI
aDiplôme	Ghomari	Maître de conférences A
aActivité administrative	Ghomari	Chargé des relations extérieur
exercer dans	Enseignant	USTHB
exercer dans	Agent	Algérie télécom
exercer dans	Directeur	Sonalgaz
délivrer par	Magister	CUK
(...)	(...)	(...)

Tableau 19: Table des assertions.

5.3.3 Formalisation

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

- **Représentation de la partie terminologique (T-box)**

Les définitions des différents concepts sont illustrées dans le (tableau 20) où nous présentons les concepts relatifs à notre domaine, en utilisant les constructeurs fournis par les logiques de descriptions afin de donner des descriptions structurées aux concepts. Nous spécifions ainsi dans le (tableau 21) les relations de subsomption 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 21) représente les définitions de quelques rôles de notre ontologie.

Nom Concept	Définition	Relation de Subsumption
Expert	\exists Nom.string \sqcap \exists Prénom.string \sqcap \exists Adress.String \sqcap \exists Nationalité.String \sqcap \exists Téléphone.String \sqcap \exists Fax.String \sqcap	Expert \sqsubseteq Thing
Contact	\exists Email.String \sqcap \exists Gmail.String \sqcap \exists Yahoo.String \sqcap \exists Facebook.String \sqcap \exists Site web perso.String	Contact \sqsubseteq Thing
Diplôme	\exists Nature.string \sqcap \exists Spécialité.String	Diplôme \sqsubseteq Thing
Expérience professionnelle	-	Expérience professionnelle \sqsubseteq Thing
Fonction	\exists NomFonction.String	Fonction \sqsubseteq Expérience professionnelle
Métier	\exists NomMétier.String	Métier \sqsubseteq Expérience professionnelle
Secteur activité	\exists Secteur activité.String	Secteur activité \sqsubseteq Thing
Organisme	\exists NomOrganisme.String	Organisme \sqsubseteq Thing
Activité	-	Activité \sqsubseteq Thing
Activité administrative	\exists NomActadmin.String	Activité administrative \sqsubseteq Activité
Enseignement	\exists NomModule.String	Enseignement \sqsubseteq Activité
Travail de recherche	\exists Titre.String \exists Résumé.String	Travail de recherche \sqsubseteq Thing
Compétence	-	Compétence \sqsubseteq Thing
Compétence linguistique	\exists Parler.Booléen \exists Ecrire.Booléen \exists Lire.Booléen	Compétence linguistique \sqsubseteq Compétence
(...)	(...)	(...)

Tableau 20: Définitions des concepts de l'ontologie « ECAO » (dans TBOX).

Rôle	Couple (domaine, Co-domaine)	Rôle Inverse
aDiplôme	(Expert, Diplôme)	Diplôme de
aActivité	(Expert, Activité)	Activité de
aTravail de recherche	(Expert, Travail de recherche)	Travail de
appartient à	(Expert, Organisme)	contient
aExpérience	(Expert, Expérience)	Expérience de
aCompétence	(Expert, Compétence)	Compétence de
exercer dans	(Expérience professionnelle,	-

	Organisme)	
aSecteur	(Expérience professionnelle, Secteur activité)	Secteur de
aContact	(Expert, Contact)	Contact de
(...)	(...)	(...)

Tableau 21: Définitions des rôles de l'ontologie « ECAO » (dans TBOX).

- **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 22 et 23) nous définissons quelques assertions.

Concept	Description
Langue	Chinois : Langue, Italien : Langue, Allemand : Langue,...
Domaine	Couturière : Domaine,
Langage de programmation	C : Langage de programmation, C++ : Langage de programmation, C-Sharp : Langage de programmation, Delphi : Langage de programmation, Lisp : Langage de programmation, x86_assembly_langage : Langage de programmation, ...
Technologie web	AJAX : Technologie web, BPEL : Technologie web, HTML : Technologie web, PHP : Technologie web, XML : Technologie web, XSL : Technologie web, XSLT : Technologie web, ...
Outil de modélisation	BPwin : Outil de modélisation, EclipsModelingFrameWork : Outil de modélisation, EnterpriseArchitect : Outil de modélisation, StartUML : Outil de modélisation, ...
Graphique	Java3D : Graphique, OpenGL : Graphique,...
Système d'exploitation	DOS : Système d'exploitation, Linux : Système d'exploitation, PalmOS : Système d'exploitation, Solaris : Système d'exploitation, UNIX : Système d'exploitation, Xenix : Système d'exploitation,...
Système de Gestion de Base de Données	PostgreSQL : Système de Gestion de Base de Données, Oracle : Système de Gestion de Base de Données, MySQL : Système de Gestion de Base de Données, ...
Outil de développement	Borland delphi : Outil de développement, Oracle weblogic suit : Outil de développement, Matlab : Outil de développement, JBuilder : Outil de développement, JCreator : Outil de développement, JEdit : Outil de développement, Photoshop : Outil de développement, ...
(...)	(...)

Tableau 22: Table 3.20 Description assertionnelle des concepts.

Relation	Description
aDiplôme	(Hidouci, Maître de conférences A) : aDilôme, (Nader, Maître de conférences B) : aDiplôme,...
appartient à	(Boukhalfa, ESI) : appartient à, (Boukhalfa, USTHB) : appartient à, ...
aExpérience	(Benlahreche, gérant commerciale) : aExpérience, ...
aCompétence	(Benali, java) :aCompétence, ...
exercer dans	(comptable, ministère des finances) : exercer dans, (agent de saisie, SAA) : exercer dans,...
aSecteur	(enseignant, formation continu) : aSecteur,...
aContact	(Benlahreche, k_benlahrech@esi.dz), ...
(...)	(...)

Tableau 23: Description assertionnelle des relations.

5.3.4 Implémentation

L'implémentation consiste à traduire l'ontologie 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. Pour implémenter l'ontologie nous avons suivie le guide de création d'ontologie (Noy et McGuinness., 2004). Le code source de l'ontologie implémentée se trouve dans l'annexe.

6. Intégration de l'ontologie « ECAO » dans « ESI_Clever_Network »

Pour intégrer notre ontologie construite « ECAO » dans le système « ESI_Clever_Network », nous devons tout d'abord, définir les changements à apporter sur la base de données et les interfaces du système.

6.1 Modification au niveau de la base de données

La base de données du système « ESI_Clever_Network » va évoluer de la manière suivante.

Nous devons rajouter trois autres tables : la table « compétence-membre », la table « aiguilleur » et la table « organisme » (voir le tableau 24).

- La table « compétence-membre » : rassemble toutes les compétences d'un expert dans les différents domaines (informatique, ingénierie, sociale, et autre plus ces ressources physiques partageables).

- La table « aiguilleur » : collectionne l'ensemble des experts inter organisation aiguillés par les experts d'intra organisation.
- La table « organisme » : identifie l'organisme, son nom, sa localisation, etc.

Compétence-membre	id_compétence	int(10)
	id_membre	int(10)
	intitule_compétence	varchar(255)
	nombre_occurences_compétence	int(100)
Aiguilleur	id_membre_aiguilleur	int(10)
	nom_organisme_aiguilleur	varchar(255)
	id_membre_aiguillé	int(10)
	nom_organisme_aiguillé	varchar(255)
	ville_organisme_aiguillé	varchar(255)
	pays_organisme_aiguillé	varchar(255)
Organisme	id_organisme	int(10)
	nom_organisme	varchar(255)
	ville_organisme	varchar(255)
	pays_organisme	varchar(255)
	tél_organisme	varchar(255)
	Fax_organisme	varchar(255)
	Mail_organisme	varchar(255)
	Statut_juridique_organisme	varchar(255)
	Taille_organisme	varchar(255)
	Secteur_activité_organisme	varchar(255)

Tableau 24: Tables à rajouter dans la base de données du système.

6.2 Modification au niveau des interfaces

Parmi les cinq interfaces du système (accueil, coordonnées, curriculum vitae, recommandation et contacts) nous apporterons des modifications sur les trois premiers. Interfaces où il existe une permission d'entrer un texte libre (vocabulaire non contrôlé). Nous remplaçons les zones de texte par des listes à choix multiple ayant un vocabulaire prédéfini (les instances de l'ontologie) (voir figure 27).

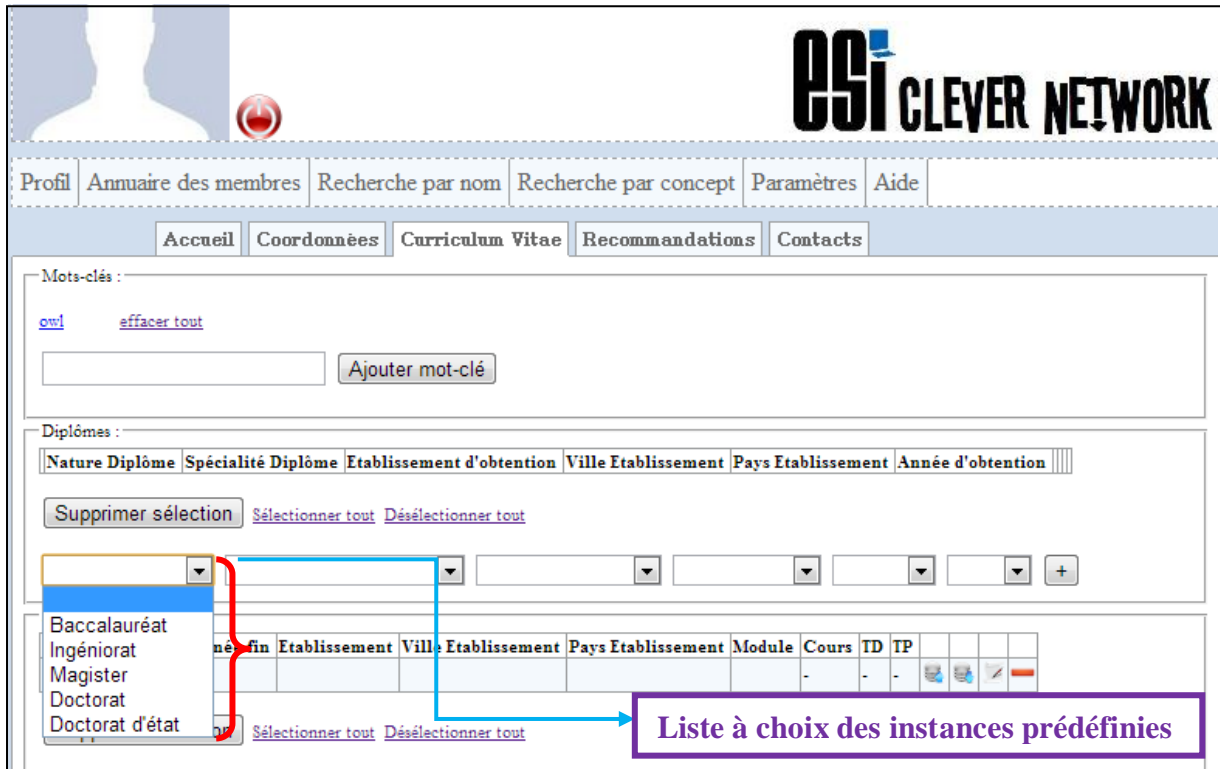


Figure 27: Exemple de modification sur l'interface curriculum vitae.

La liste à choix multiple permet aux utilisateurs du système (les experts) de choisir un vocabulaire (mot ou instance de l'ontologie) voulu et l'utilisé automatiquement sans le rédiger manuellement. Sinon si le mot voulu n'existe pas dans la liste à choix. Dans ce cas là, il peut le mentionner et il sera rajouté comme une nouvelle instance dans l'ontologie après appuyer sur le bouton (+).

6.3 Moteur d'inférence

Tout le travail que nous avons réalisé jusqu'à maintenant, consiste à représenter les connaissances et les compétences sous forme d'une ontologie d'application « ECAO », d'une part, et à apporter les modifications nécessaire sur la base de données et les interfaces du système « ESI_Clever_Network » d'autre part. Ce qui reste est de permettre au système de réaliser les raisonnements logiques nécessaires. L'intégration d'un moteur d'inférence s'impose donc, conformément à l'architecture proposée par (la figure7) au début du chapitre. Il existe une large variété de moteurs sur le Web tels que Racer (que nous avons utilisé pour vérifier l'ontologie), Jena, Fact++ et Rap Ceux-ci se différencient en général par leurs forces et leurs faiblesses, mais surtout par le langage sous lequel ils ont été développés.

6.3.1 L'outil RAP-RDF

Le moteur d'inférence RAP (*RDF API For PHP*) qui a été adopté et qui sera intégré en tant que module à part entière dans le système. Avant de définir ce dernier, il est très important de rappeler le contexte dans lequel il a été choisi. En effet, à partir du moment où nous avons arrivé à l'intégration de l'ontologie construite dans l'application existante, nous nous sommes posés comme restriction de travailler avec le langage PHP. Or, seul le moteur RAP est adapté à ce langage de programmation Web. RAP est par ailleurs défini comme étant un package de classes, permettant de compiler, chercher et manipuler des modèles RDF [RAP]. Il s'agit d'un outil conçu pour le web sémantique, à l'université de Freie, à Berlin, en 2002. Depuis ce jour, il a bénéficié de nombreuses contributions internes et externes au niveau de la programmation. RAP est maintenant un outil open source. Il peut être utilisé par quiconque sous les termes de la licence GNU Lesser General Public License (LGPL)³⁰.

Le fichier de l'ontologie doit être (.rdf). Un fichier (.rdf) représente en général l'annotation d'une ou plusieurs ressources web. Afin de pouvoir récupérer les descriptions contenues dans un tel fichier, le moteur d'inférence doit reproduire son contenu dans un modèle qu'il aura construit. Ce dernier est appelé arbre de déclarations. Le principe se résume donc en trois étapes :

- Créer un modèle vide.
- Récupérer le code RDF.
- Structurer le modèle selon l'organisation du RDF.

Il est très important de signaler, que dans le cadre de notre projet, c'est le « Model API » que nous utiliserons aussi bien pour récupérer de l'information d'un fichier RDF que pour annoter une ressource.

6.3.2 Langage d'interrogation SPARQL

Est un protocole qui permettra de rechercher, d'ajouter, de modifier ou de supprimer des données RDF. Son nom est un acronyme qui signifie SPARQL Protocol and RDF Query Language.

³⁰ <http://wifo5-03.informatik.uni-mannheim.de/bizer/rdfapi/>

7 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons exposé le processus suivi afin de pouvoir développer l'ontologie d'application « ECAO » dédiée au système de localisation des compétences au sein de l'ESI. En premier lieu, la méthode « NeOn Methodology » est adoptée pour la conceptualisation de l'ontologie afin d'atteindre un ensemble de représentations intermédiaires qui facilitent sa formalisation via une logique de description SHOIN.

En second lieu, et en se basant sur cette formalisation, nous nous sommes servi du 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 avons utilisé 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 subsumption d'un concept «classify taxonomy».

En dernier lieu, nous avons préparé le terrain pour l'intégration de cette ontologie dans le système concerné. Nous avons présenté les changements à apporter sur la base des données, sur les interfaces du système et aussi sur le code source en ajoutant RAP-RDF API. Ce dernier qui nous permettons de manipuler et exploiter notre ontologie.

Conclusion générale et perspectives

L'objectif de ce travail de recherche consistait en la construction d'une ontologie d'application pour la localisation de compétences intra organisationnelles, support au système de localisation des compétences. L'enjeu était un meilleur contrôle des connaissances communiquées par les utilisateurs que sont les enseignants-chercheurs (la sémantique) et ce pour rationalisation de l'utilisation des compétences existantes.

Cet objectif a été globalement atteint par la construction d'une ontologie d'application dédiée aux compétences intra-organisationnelle et plus particulièrement le cas d'une école d'ingénieurs comme L'ESI (Ecole Supérieure d'Informatique).

Un travail préalable a été effectué à travers une synthèse bibliographique sur la notion de compétence (définitions, typologies, approches, gestions et modélisations, suivie par la notion d'ontologie dans l'ingénierie des connaissances et enfin un benchmarking sur les ontologies de compétence existantes dans la littérature et dans les moteurs de recherche du web sémantique.

La troisième phase est d'une importance capitale et a consisté à effectuer une réingénierie sur l'architecture du système existant « ESI_Clever_Network ». L'ontologie d'application construite baptisée « ECAO » permet l'enrichissement et le contrôle des structures syntaxiques des interfaces de l'outil, avec leurs contenus sémantiques, permettant ainsi une meilleure gestion des compétences et des connaissances.

Le modèle de la compétence proposé décrit ce que représente l'entité *expert* au sein de l'organisme, ainsi que ses *compétences* (compétences linguistique, compétences en informatique, compétences en ingénierie, compétences sociales et autres compétences exprimées par secteur d'activité).

Pour construire notre ontologie, nous avons suivi une méthodologie précise et laborieuse « NeOn Methodology », qui nous a permis de conduire la construction afin d'atteindre un ensemble de représentations intermédiaires qui facilitent la formalisation via la logique de descriptions SHOIN. En suite nous avons utilisé l'éditeur graphique PROTEGE OWL, pour l'implémentation de l'ontologie formelle et pour produire un code OWL.

Par ailleurs, pour la vérification de l'ontologie OWL, durant le processus de développement, nous avons utilisé le système RACER.

Pour intégrer l'ontologie construite « ECAO » dans le système existant, nous avons apporté des modifications nécessaires sur sa base de données, ces interfaces et son code source. Nous avons fait appel à un outil (RAP-RDF API pour PHP) qui permet la manipulation, l'analyse et l'interrogation de l'ontologie à partir d'un document PHP.

Enfin, l'intégration du web sémantique dans le contexte du système de localisation des compétences est incontestablement bénéfique. Cette approche a répondu à tous les besoins enregistrés et qui s'articulent autour des faiblesses de l'ancien système. Ce projet permettra, de s'ouvrir sur une gestion plus intelligente du contenu et un plus grand partage des compétences à travers l'intra net de l'école.

Cependant, La nouvelle version de l'application résultante baptisée « ESI_Clever_Network 2.0 » reste ouverte à de nouvelles perspectives, dont la priorité doit être accordée à une représentation plus fidèle du contexte. Par ailleurs, il est fortement recommandé d'intégrer ce système au sein d'une plateforme collaborative globale. Cet outil serait ainsi une « composante » parmi d'autres et de généraliser son utilisation dans le plus grand nombre possible des organisations pour la localisation des compétences intra et inter organisationnelles.

Enfin, La réalisation de ce projet, a été marquée par deux points importants : Le premier concerne les nombreuses difficultés que nous avons rencontrées au début du travail (la recherche des ontologies de compétence existantes) et aussi vers la fin (pour intégrer l'outil RAP). Le second point à noter est positif et concerne l'automatisation de la saisie des compétences dans le profil des utilisateurs.

Références bibliographiques

(Amherdt et al., 2000) Amherdt C.H., Dupuich-Rabasse F., Emery Y., Giaque D., *Compétence collective dans les organisations : émergence, gestion et développement*, Les presses de l'université de Laval, 2000.

(Amourache et al., 2009) Amourache F., Boufaïda Z., Yahiaoui L., *Construction D'une Ontologie Basée Compétence pour l'annotation des Cvs/ Offres d'emploi*, Laboratoire LIRE, Université Montouri de Constantine, 2009.

(Bader., 2005) Bader F., *Le développement de l'employabilité des agents de maîtrise : une démarche vers le développement durable*, CEROG, Journée développement durable, 11-5-2005.

(Balmisse., 2003) Balmisse G., *La Localisation d'Expertise, Introduction*, Livre Blanc Knowledge CONSULT, Avril 2003.

(Baonza et al., 2010) Baonza M., Gómez Pérez A., Fernández López M., *NeOn Methodology for Building Ontology Networks: Specification, Scheduling and Reuse*, Thèse de Doctorat, Juin 2010.

(Batal., 1998) Batal C., *la GRH dans le secteur public*, Tome I, Editions d'organisation, p. 155 - p. 160, 1998.

(Becker et Huselid., 2006) Becker B.E., Huselid M.A., *Strategic Human Resources Management: Where Do We Go From Here?*, Journal of Management, p. 898-925, 2006.

(Beirendonk., 2006) Beirendonk L., *Tous compétents!*. Edition de Boeck université, paris, 2006.
<http://books.google.com/>

(Berio., 2005) Berio G., *Knowledge Management for Competence Management*, Département d'informatique, Université Torino, Italy, 2005.

(Borst., 1997) Borst W.N., *Construction of Engineering Ontologies for Knowledge Sharing and Reuse*. Thèse de Doctorat, Dutch Research School for Information and Knowledge Systems (SIKS), Université Twente, 1997.

(Bouteiller et Gilbert., 2009) Bouteiller D., Gilbert P., *Que nous a appris la gestion des compétences?*, XXe Congrès de l'Association francophone de gestion des ressources humaines (AGRH), 9 au 11 septembre, Toulouse, France, Actes du congrès, 2009.

(Brinckman., 2007) Brinckman. J., *Competence of top management teams and success of new technology-based firms*, 1st edition, Deutscher universität verlag, berline, germany, November 2007.

(Chaabouni et Jouini., 2005) Chaabouni. J., et Jouini. K., *Acquisition et développement des compétences dans les sociétés de services et d'ingénieries informatiques tunisiennes*, Revue Internationale sur le travail et la société, n°2, vol.3, octobre 2005, pp.218-249.

(Defelix., 2003) Defelix C., *Ce que gérer les compétences veut dire, Compétences et connaissances dans les organisations*, SEES et Revue Economique et Sociale, 2003, pp. 121-128.

(Divonne et Aymar., 2003) Divonne. P et Aymar G., *Fiche technique n° 27 Les différents niveaux de compétences dans les organisations*, Octobre 2003.

(Dorn et Pichlmair, 2007) Dorn J, Pichlmair M., *A competence management system for Universities*, Proceedings of the European conference on artificial intelligence, St Gallen, 2007.

(Fernandez et al., 1997) Fernandez M., Gomez-Perez A., et Juristo N., *Methontology, from ontological art towards ontological engineering*, in Proceedings of the Spring Symposium Series on Ontological Engineering (AAAI'97), AAAI Press, 1997.

(Fürst., 2004) Fürst F., *Opérationnalisation des ontologies : une méthode et un outil dans l'Ingénierie des Connaissances (IC)*, p. 199–210, Lyon, France. 2004.

(Gilbert., 2006) Gilbert. P, *La compétence : concept nomade, significations fixes Competence: travelling concept, fixed meanings*, 2006, pp.67-77.

(Gómez et al., 2007) Gómez-Pérez. A., Ramírez. J et Villazón-Terrazas. B., *An Ontology for Modelling Human Resources Management based on standards*. In Proceedings of The 11th International Conference on Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems, Osaka, Institute of Technology and Setsuan University, Vietri Sul Mare, Italy, 2007, pp534-541.

(Gomèz et al., 2008) Gomèz-Pérez. A., Mari Carmen Baonza., Boris Villazón., *NeOn Methodology for Building Ontology Networks: Ontology Specification*, NeOn Deliverable D5.4.1. NeOn Methodology for Building Contextualized Ontology Networks, NeOn Project. Available on <http://www.neon-project.org>, February 2008.

(Gomèz et al., 2009a) Baonza M., Gómez-Pérez A., et Villazón-Terrazas B., *How to Write and Use the Ontology Requirements Specification Document*, Ontology Engineering Group, Departamento de

Inteligencia Artificial, Facultad de Informática, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, Spain, 2009.

(Gomèz et al., 2009b) Gómez-Pérez A., Fernández M., *Towards a Method to Conceptualize Domain Ontologies* Laboratorio de Inteligencia Artificial, Facultad de Informática, Universidad Politécnica de Madrid, 2009, Madrid, Spain.

(Gruber., 1993) Gruber T., *A translation approach to portable ontology specifications*, Knowledge Acquisition, 199–220. 1993.

(Gruninger et Fox, 1995) Gruninger M., M.S. Fox. *The logic of enterprise modeling.*, In J. Brown et D.O. Sullivan, Eds. *Reengineering the Enterprise*: 83-98. London: Chapman & Hall, 1995.

(Guarino et Giaretta, 1995) Guarino N et Giaretta P. *Ontologies and knowledge bases. towards a terminological clarification.* In N. Mars, editor, *towards very large knowledge bases: knowledge building and knowledge sharing*, pages 25– 32, IOS Press, Amsterdam, 1995.

(Guarino, 1997) Guarino N., *Understanding, building and using ontologies.* International Journal of Human Computer Studies, 46:293–310, 1997.

(Guarino, 1998) Guarino N, *Formal ontologies and information systems.* In N. Guarino, editor, *Proceedings of FOIS'98*, IOS Press, Amsterdam, 1998.

(Hadjem, 2010) Hadjem S, *Conception et réalisation d'un système de localisation de compétences intra-organisation. Cas : ESI.* PFE, 2009/2010, ESI (Ecole nationale Supérieure d'Informatique), Oued Smar, Alger, Algérie.

(Hadjlaoui et al., 2009) Hadjlaoui K, Boucher X., Beigbeder M, Girardot J.J, *Competence ontology for Network Building* , PROVE 2009, IFIP AJCT 307, pp 282-289.

(Harzallah et al., 2002) Harzallah. M. et Vernadat. F., *IT-based competency modeling and management: from theory to practice in enterprise engineering and operations.* Computers In Industry, 2002.

(Janev et Sanja, 2011) Janev. V et Sanja. V., *Ontology-based Competency Management: the Case Study of the Mihajlo Pupin Institute*, Journal of Universal Computer Science, vol. 17, no. 7, 2011, 1089-1108, J.UCS. Belgrade, Serbia.

(Lacot, 2005) Lacot. X., *Introduction à OWL, un langage XML d'ontologies Web*, ebook disponible <http://www.livrespourtous.com/> Juin 2005.

(Lacot, 2006) Lacot. X., *Introduction à OWL, un langage XML d'ontologies web enjeux, objectifs et mise en oeuvre*, 2006.

(Le Boterf, 2001) Le Boterf. G., *Ingénierie et évaluation des compétences*, Edition d'Organisation, 2001.

(Le Boterf, 2008) Le Boterf. G., *Repenser la compétence : Pour dépasser les idées reçues : 15 propositions*, Eyrolles, 2008.

(Le Deist et Winterton., 2005) Le Deist. F., Winterton. J., *What is Competence ?*, Human Resource Development International, Vol. 8, No. 1, 27 – 46, March 2005.

(Leboyer., 2009) Lévy-Leboyer.C., *La gestion des compétences: une démarche essentielle pour la compétitivité des entreprises*, Deuxième édition, Eyrolles, 2009.

(Marques et al., 2010) Marques. J., Marielba. Z., and Tribol. J., *A Bottom-Up Competency Modeling Approach*, LNBIP 49, PP.50-64, 2010.

(M'barek., 2007) M'barek E., *Développement des compétences et mobilité professionnelle externe*, thèse de doctorat, Tunis, 2007.

(Mondary., 2011) Mondary T., *Construction d'ontologies à partir de textes*, Université Paris 13 - Paris-Nord, vendredi 27 mai 2011.

(Niculescu et Trausan-Matu., 2009) Niculescu. C et Trausan-Matu. S., *An Ontology-centered Approach for Designing an Interactive Competence Management System for IT Companies*, Informatica Economică, vol. 13, no. 4/2009.

(Noy et McGuinness., 2004) Noy N. et McGuinness. L., *Développement d'une ontologie 101 : Guide pour la création de votre première ontologie*, Université de Stanford, Stanford, CA, 94305. 2004.

(Parahalad et Hamel., 1990) Prahalad C.K et Hamel G., *The core competence of the corporation, Knowledge and Strategy*, 1990, Page s41-59.

(Parahalad et Hamel., 1994) Parahalad.C.K., Hamel G., *competing for the future*, 1994, <http://books.google.com/>,

(Prax., 2007) Prax J.Y., *Le manuel du Knowledge Management, Mettre en réseau les hommes et les savoirs pour créer de la valeur*, POLIA Editions, Dunod, 2007.

(Rousseau et Roche., 2004) Rousseau. M et Roche. C., *La gestion des compétences et des connaissances*, dossier technique des pays de Savoie, Salon solution RH, CNIT, France, 2004.

(Schmidt et Kunzmann., 2007) Schmidt. A et Kunzmann. C., *Sustainable Competency-Oriented Human Resource Development with Ontology-Based Competency Catalogs*. Ontology-based Competence Management for Healthcare, 2007.

(Smith et Welty., 2001) Smith. B et Welty C., *FOIS introduction: Ontology: Towards a New Synthesis*. Formal Ontology in Information Systems: Proceedings of the international conference on Formal Ontology in Information Systems- Volume 2001.

(Staab et Studer., 2009) Staab S. et Studer R., *Handbook on Ontologies*. Springer Verlag, 2009.

(Studer et al., 1998) Studer. R., Benjamins V.R. et Fensel.D., *Knowledge engineering : principles and methods*, Data & Knowledge Engineering, 25(1-2):161–197, 1998.

(Sveiby., 1997) Sveiby. K.E., *The new organizational wealth Managing et measuring knowledge-based assets*. San Francisco: Berrett-Koehler Publishers, Inc, 1997.

(Sveiby., 2000) Sveiby K.E, *Knowledge Management : la nouvelle richesse des entreprises*, MAXIMA, 2000.

(Szekely., 2010) Szekely. A., *An Approach to Ontology Development in Human Resources Management*. The 5th International Conference on Virtual Learning ICVL, 2010. Babes Bolyai University, University of Bucharest and University of Medicine and Pharmacy, Târgu-Mures Faculty of Economic Sciences and Business Administration.

(Trichet., 2003) Trichet. M., *A Framework for Building Competency-Based Systems Dedicated to human Resource Management*, in N. Zhong et al. (Eds.): ISMIS 2003, LNAI 2871, pp. 633–639, 2003.

(Uschold et Gruninger., 2004) Uschold. M. et Gruninger. M., *Ontologies and semantics for seamless connectivity*, ACM SIGMOD Record, 33(4):64, 2004.

(Uschold et Gruninger., 1996) Uschold M. et Grüninger M., *Ontologies: Principles, Methods and applications*, Knowledge engineering review, Vol.11, N.2, 1996.

(Uschold et King., 1995) Uschold M. et King M, *Towards a Methodology for Building Ontologies*. In Proceedings of the Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing. International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI'1995), 1995.

(Zara., 2008) Zara O., *Le management de l'intelligence collective, vers une nouvelle gouvernance*, M21 Editions, 2008.

(Zarifian., 2001) Zarifian.P, (2001), *Objectif compétence: pour une nouvelle logique*, Paris, Editions Liaisons.

Annexe : Extrait du code de l'ontologie ECAO.OWL

```
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE Ontology [
  <!ENTITY xsd "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#" >
  <!ENTITY xml "http://www.w3.org/XML/1998/namespace"
>
  <!ENTITY rdfs "http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#" >
  <!ENTITY rdf "http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-
ns#" >
]>

<Ontology xmlns="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xml:base="http://www.semanticweb.org/ECAO.owl"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:xml="http://www.w3.org/XML/1998/namespace"
  ontologyIRI="http://www.semanticweb.org/ECAO.owl">
  <Prefix name="xsd"
IRI="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"/>
  <Prefix name="owl"
IRI="http://www.w3.org/2002/07/owl#"/>
  <Prefix name="" IRI="http://www.w3.org/2002/07/owl#"/>
  <Prefix name="rdf" IRI="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-
syntax-ns#"/>
  <Prefix name="rdfs" IRI="http://www.w3.org/2000/01/rdf-
schema#"/>
  <Annotation>
    <AnnotationProperty abbreviatedIRI="rdfs:comment"/>
    <Literal xml:lang="fr"
datatypeIRI="&rdf;PlainLiteral">ECAO:
Esi_Competece_Application_Ontology
</Literal>
  </Annotation>
  <Declaration>
    <Class IRI="#Activité"/>
  </Declaration>
  <Declaration>
    <Class IRI="#ActivitéAdministrative"/>
  </Declaration>
  <Declaration>
    <Class IRI="#Affaire"/>
  </Declaration>
  <Declaration>
    <Class IRI="#Année"/>
  </Declaration>
  <Declaration>
    <Class IRI="#ArticleJournal"/>
  </Declaration>
  <Declaration>
    <Class IRI="#AutreCompétence"/>
  </Declaration>
  <Declaration>
    <Class IRI="#ChampSpécialisationIT"/>
  </Declaration>
  <Declaration>
    <Class IRI="#ChapitreOuvrage"/>
  </Declaration>
  <Declaration>
    <Class IRI="#Communication"/>
  </Declaration>
  <Declaration>
    <Class IRI="#Compétence"/>
  </Declaration>
  <Declaration>
    <Class IRI="#Contact"/>
  </Declaration>
  <Declaration>
    <Class IRI="#Date"/>
  </Declaration>
  <Declaration>
    <Class IRI="#Diplôme"/>
  </Declaration>
  <Declaration>
    <Class IRI="#DomaineCompétence"/>
  </Declaration>
  <Declaration>
    <Class IRI="#Encadrement"/>
  </Declaration>
  <Declaration>
    <Class IRI="#Enseignement"/>
  </Declaration>
  <Declaration>
    <Class IRI="#Expert"/>
  </Declaration>
  <Declaration>
    <Class IRI="#ExpérienceProfessionnelle"/>
  </Declaration>
  <Declaration>
    <Class IRI="#ExtraProfessionnel"/>
  </Declaration>
  <Declaration>
    <Class IRI="#Finance"/>
  </Declaration>
  <Declaration>
    <Class IRI="#Fonction"/>
  </Declaration>
  <Declaration>
    <Class IRI="#FormationCertifiantIT"/>
  </Declaration>
  <Declaration>
    <Class IRI="#GestionProjetIT"/>
  </Declaration>
  <Declaration>
    <Class IRI="#Graphique"/>
  </Declaration>
  <Declaration>
    <Class IRI="#ImplémentationSystème"/>
  </Declaration>
  <Declaration>
    <Class IRI="#Informatique"/>
  </Declaration>
  <Declaration>
    <Class IRI="#Ingénierie"/>
  </Declaration>
  <Declaration>
    <Class IRI="#Jour"/>
  </Declaration>
  <Declaration>
    <Class IRI="#LangageProgrammation"/>
  </Declaration>
  <Declaration>
    <Class IRI="#Langue"/>
  </Declaration>
  <Declaration>
    <Class IRI="#Lieu"/>
  </Declaration>
```

```

<Declaration>
  <Class IRI="#Module"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#Mois"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#Musique"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#OutilModélisation"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#Ouvrage"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#PapierConférence"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#Pays"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#Professionnel"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#Projet"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#Publication"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#RapportTechnique"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#SecteurActivité"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#Sociale"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#Sport"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#SystèmeAnalyseConception"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#SystèmeGestionBaseDonné"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#Séminaire"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#TechnologieWeb"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#Transport"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#TravailRecherche"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#TypePermiConduire"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#Ville"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#systèmeExploitation"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <ObjectProperty IRI="#aActivité"/>
</Declaration>
<Declaration>

```

```

<Declaration>
  <Class IRI="#Métier"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#Organisme"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#OutilDéveloppement"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <ObjectProperty IRI="#aContact"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <ObjectProperty IRI="#aDate"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <ObjectProperty IRI="#aDiplôme"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <ObjectProperty IRI="#aExpérienceProfessionnelle"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <ObjectProperty IRI="#aLieu"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <ObjectProperty IRI="#aSecteurActivité"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <ObjectProperty IRI="#aTravailRecherche"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <ObjectProperty IRI="#appartientà"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <ObjectProperty IRI="#délivrerPar"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <ObjectProperty IRI="#encadre"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <ObjectProperty IRI="#enseigner"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <ObjectProperty IRI="#exprimerPar"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <DataProperty IRI="#AnnéeObtention"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <DataProperty IRI="#AnnéeSoutenance"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <DataProperty IRI="#Cadre"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <DataProperty IRI="#DateDébut"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <DataProperty IRI="#DateFin"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <DataProperty IRI="#DateNaissance"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <DataProperty IRI="#DateParution"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <DataProperty IRI="#Description"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <DataProperty IRI="#DomaineOuvrage"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <DataProperty IRI="#Ecrire"/>

```

```

</Declaration>
<Declaration>
  <DataProperty IRI="#Fax"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <DataProperty IRI="#Lire"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <DataProperty IRI="#MaisonEdition"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <DataProperty IRI="#Nationalité"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <DataProperty IRI="#NatureDiplôme"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <DataProperty IRI="#NatureEncadrement"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <DataProperty IRI="#Nom"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <DataProperty IRI="#NomFonction"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <DataProperty IRI="#NomModule"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <DataProperty IRI="#NomMétier"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <DataProperty IRI="#NomOrganisme"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <DataProperty IRI="#Parler"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <DataProperty IRI="#Prénom"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Apprentissage_en_ligne"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Architecture_de_système"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#B"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#BPwin"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Base_de_donnée"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#BasketBall"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Bioinformatique"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#BorlandDelphi"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#C"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#C++"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#C-Sharp"/>
  <DataProperty IRI="#Revue"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <DataProperty IRI="#Résumé"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <DataProperty IRI="#RôleDansOuvrage"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <DataProperty IRI="#RôleDansProjet"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <DataProperty IRI="#SpécialitéDiplôme"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <DataProperty IRI="#Titre"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <DataProperty IRI="#Type"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <DataProperty IRI="#Téléphone"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#A"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Active-HDL"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Agriculture"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Aix"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Apache"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Apple"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#CISCO"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#CUK"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#DOS"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Delphi"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Directeur_des_études"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#ESI"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Eclipse"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#EclipseModelingFramework"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Enseignement_Supérieur"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#EnterpriseArchitect"/>
</Declaration>
<Declaration>

```

```

    <NamedIndividual IRI="#Football"/>
  </Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Gestion_de_connaissance"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Géo_informatique"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Habilité_à_enseigner"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Hydrocarbure"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Informatique_agricole_"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Informatique_médicale"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#JBuilder"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#JCreator"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#JEdit"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Java"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Java3D"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#JavaScript"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Linux"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Lisp"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#MS-VISIO"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#MatLab"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#MicroSoft"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#MySQL"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#OpenGL"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Oracle"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#OracleWeblogicSwite"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#PHP"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#PalmOS"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Pascal"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#PhotoShop"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#PostgreSQL"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#RapidMiner"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#RationalRose"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual
IRI="#Recherche_d'information"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Régisseur"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Secrétaire_Générale"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Solaris"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#StartUML"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Symbian"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Tennis"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Travailler_en_groupe"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#TypeA"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#TypeB"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#TypeC"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#TypeD"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Télécommunication"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#UMC"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#UML"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#USTHB"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Unix"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Urbanisme"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Windows"/>
</Declaration>
</Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#XML"/>
</Declaration>
</Declaration>

```



```

    <Class IRI="#LangageProgrammation"/>
  <Class IRI="#Informatique"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="#Langue"/>
  <Class IRI="#Compétence"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="#Module"/>
  <Class IRI="#Enseignement"/>
</SubClassOf>
  <Class IRI="#ExpérienceProfessionnelle"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="#OutilDéveloppement"/>
  <Class IRI="#Informatique"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="#OutilModélisation"/>
  <Class IRI="#Informatique"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="#Ouvrage"/>
  <Class IRI="#Publication"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="#PapierConférence"/>
  <Class IRI="#Publication"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="#Pays"/>
  <Class IRI="#Lieu"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="#Professionnel"/>
  <Class IRI="#DomaineCompétence"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="#Projet"/>
  <Class IRI="#TravailRecherche"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="#Publication"/>
  <Class IRI="#TravailRecherche"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="#RapportTechnique"/>
  <Class IRI="#Publication"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="#Sociale"/>
  <Class IRI="#Compétence"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="#Sport"/>
  <Class IRI="#ExtraProfessionnel"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="#SystèmeAnalyseConception"/>
  <Class IRI="#Ingénierie"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="#SystèmeGestionBaseDonnée"/>
  <Class IRI="#Informatique"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="#Séminaire"/>
  <Class IRI="#TravailRecherche"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="#TechnologieWeb"/>
  <Class IRI="#Informatique"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="#Mois"/>
  <Class IRI="#Date"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="#Musique"/>
  <Class IRI="#ExtraProfessionnel"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="#Métier"/>
  <Class IRI="#Transport"/>
  <Class IRI="#ExtraProfessionnel"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="#TypePermiConduire"/>
  <Class IRI="#Transport"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="#Ville"/>
  <Class IRI="#Lieu"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="#systèmeExploitation"/>
  <Class IRI="#Informatique"/>
</SubClassOf>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#OutilDéveloppement"/>
  <NamedIndividual IRI="#Active-HDL"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#SecteurActivité"/>
  <NamedIndividual IRI="#Agriculture"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#systèmeExploitation"/>
  <NamedIndividual IRI="#Aix"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#TechnologieWeb"/>
  <NamedIndividual IRI="#Apache"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#FormationCertifiantIT"/>
  <NamedIndividual IRI="#Apple"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#ChampSpécialisationIT"/>
  <NamedIndividual IRI="#Apprentissage_en_ligne"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#ChampSpécialisationIT"/>
  <NamedIndividual IRI="#Architecture_de_système"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#OutilModélisation"/>
  <NamedIndividual IRI="#BPwin"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#Module"/>
  <NamedIndividual IRI="#Base_de_donnée"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#Sport"/>
  <NamedIndividual IRI="#BasketBall"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#ChampSpécialisationIT"/>
  <NamedIndividual IRI="#Bioinformatique"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#OutilDéveloppement"/>

```

```

    <NamedIndividual IRI="#BorlandDelphi"/>
  </ClassAssertion>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#LangageProgrammation"/>
  <NamedIndividual IRI="#C"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#LangageProgrammation"/>
  <NamedIndividual IRI="#C++"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#LangageProgrammation"/>
  <NamedIndividual IRI="#C-Sharp"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#FormationCertifiantIT"/>
  <NamedIndividual IRI="#CISCO"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#Organisme"/>
  <NamedIndividual IRI="#CUK"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#systèmeExploitation"/>
  <NamedIndividual IRI="#DOS"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#LangageProgrammation"/>
  <NamedIndividual IRI="#Delphi"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#ActivitéAdministrative"/>
  <NamedIndividual IRI="#Directeur_des_études"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#Organisme"/>
  <NamedIndividual IRI="#ESI"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#OutilDéveloppement"/>
  <NamedIndividual IRI="#Eclipse"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <NamedIndividual IRI="#JBuilder"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#OutilDéveloppement"/>
  <NamedIndividual IRI="#JCreator"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#OutilDéveloppement"/>
  <NamedIndividual IRI="#JEdit"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#LangageProgrammation"/>
  <NamedIndividual IRI="#Java"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#Graphique"/>
  <NamedIndividual IRI="#Java3D"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#LangageProgrammation"/>
  <NamedIndividual IRI="#JavaScript"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#systèmeExploitation"/>
  <NamedIndividual IRI="#Linux"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#LangageProgrammation"/>
  <NamedIndividual IRI="#Lisp"/>
</ClassAssertion>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#OutilModélisation"/>
  <NamedIndividual IRI="#EclipseModelingFramework"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#SecteurActivité"/>
  <NamedIndividual IRI="#Enseignement_Supérieur"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#OutilModélisation"/>
  <NamedIndividual IRI="#EnterpriseArchitect"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#Sport"/>
  <NamedIndividual IRI="#Football"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#ChampSpécialisationIT"/>
  <NamedIndividual IRI="#Gestion_de_connaissance"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#ChampSpécialisationIT"/>
  <NamedIndividual IRI="#Géo_informatique"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#Sociale"/>
  <NamedIndividual IRI="#Habilité_à_enseigner"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#SecteurActivité"/>
  <NamedIndividual IRI="#Hydrocarbone"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#ChampSpécialisationIT"/>
  <NamedIndividual IRI="#Informatique_agricole_"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#ChampSpécialisationIT"/>
  <NamedIndividual IRI="#Informatique_médicale"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#OutilDéveloppement"/>
  <Class IRI="#OutilModélisation"/>
  <NamedIndividual IRI="#MS-VISIO"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#OutilDéveloppement"/>
  <NamedIndividual IRI="#MatLab"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#FormationCertifiantIT"/>
  <NamedIndividual IRI="#Microsoft"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#SystèmeGestionBaseDonnée"/>
  <NamedIndividual IRI="#MySQL"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#Graphique"/>
  <NamedIndividual IRI="#OpenGL"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#SystèmeGestionBaseDonnée"/>
  <NamedIndividual IRI="#Oracle"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#OutilDéveloppement"/>
  <NamedIndividual IRI="#OracleWeblogicSwite"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#TechnologieWeb"/>
  <NamedIndividual IRI="#PHP"/>
</ClassAssertion>

```

```

<ClassAssertion>
  <Class IRI="#systèmeExploitation"/>
  <NamedIndividual IRI="#PalmOS"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#LangageProgrammation"/>
  <NamedIndividual IRI="#Pascal"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#OutilDéveloppement"/>
  <NamedIndividual IRI="#PhotoShop"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#SystèmeGestionBaseDonnée"/>
  <NamedIndividual IRI="#PostgreSQL"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#OutilDéveloppement"/>
  <NamedIndividual IRI="#RapidMiner"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#OutilModélisation"/>
  <NamedIndividual IRI="#RationalRose"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#Module"/>
  <NamedIndividual
IRI="#Recherche_d'information"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#ActivitéAdministrative"/>
  <NamedIndividual IRI="#Régisseur"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#ActivitéAdministrative"/>
  <NamedIndividual IRI="#Secrétaire_Générale"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#systèmeExploitation"/>
  <NamedIndividual IRI="#Solaris"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#OutilModélisation"/>
  <NamedIndividual IRI="#StartUML"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#systèmeExploitation"/>
  <NamedIndividual IRI="#Symbian"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#Sport"/>
  <NamedIndividual IRI="#Tennis"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#Sociale"/>
  <NamedIndividual IRI="#Travailler_en_groupe"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#TypePermiConduire"/>
  <NamedIndividual IRI="#TypeA"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#TypePermiConduire"/>
  <NamedIndividual IRI="#TypeB"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#TypePermiConduire"/>
  <NamedIndividual IRI="#TypeC"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#TypePermiConduire"/>
  <NamedIndividual IRI="#TypeD"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#SecteurActivité"/>
  <NamedIndividual IRI="#Télécommunication"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#Organisme"/>
  <NamedIndividual IRI="#UMC"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#LangageProgrammation"/>
  <NamedIndividual IRI="#UML"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#Organisme"/>
  <NamedIndividual IRI="#USTHB"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#systèmeExploitation"/>
  <NamedIndividual IRI="#Unix"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#Module"/>
  <NamedIndividual IRI="#Urbanisme"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#systèmeExploitation"/>
  <NamedIndividual IRI="#Windows"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#TechnologieWeb"/>
  <NamedIndividual IRI="#XML"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#TechnologieWeb"/>
  <NamedIndividual IRI="#XSL"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#TechnologieWeb"/>
  <NamedIndividual IRI="#XSLT"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#systèmeExploitation"/>
  <NamedIndividual IRI="#Xenix"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#ChampSpécialisationIT"/>
  <NamedIndividual IRI="#calcul_de_grille"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#LangageProgrammation"/>
  <NamedIndividual IRI="#x86-assembly-language"/>
</ClassAssertion>
<ObjectPropertyAssertion>
  <ObjectProperty IRI="#enseigner"/>
  <NamedIndividual IRI="#Urbanisme"/>
  <NamedIndividual IRI="#Urbanisme"/>
</ObjectPropertyAssertion>
<DataPropertyAssertion>
  <DataProperty IRI="#NomModule"/>
  <NamedIndividual IRI="#Urbanisme"/>
  <Literal datatypeIRI="#&rdof:PlainLiteral"/></Literal>
</DataPropertyAssertion>
<ObjectPropertyDomain>
  <ObjectProperty IRI="#aActivité"/>
  <Class IRI="#Expert"/>
</ObjectPropertyDomain>
<ObjectPropertyDomain>
  <ObjectProperty IRI="#aContact"/>
  <Class IRI="#Expert"/>
</ObjectPropertyDomain>
<ObjectPropertyDomain>
  <ObjectProperty IRI="#aDate"/>
  <Class IRI="#Activité"/>

```

```

</ObjectPropertyDomain>
<ObjectPropertyDomain>
  <ObjectProperty IRI="#aDate"/>
  <Class IRI="#Diplôme"/>
</ObjectPropertyDomain>
<ObjectPropertyDomain>
  <ObjectProperty IRI="#aDate"/>
  <Class IRI="#ExpérienceProfessionnelle"/>
</ObjectPropertyDomain>
<ObjectPropertyDomain>
  <ObjectProperty IRI="#aDiplôme"/>
  <Class IRI="#Expert"/>
</ObjectPropertyDomain>
<ObjectPropertyDomain>
  <ObjectProperty IRI="#aExpérienceProfessionnelle"/>
  <Class IRI="#Expert"/>
</ObjectPropertyDomain>
<ObjectPropertyDomain>
  <ObjectProperty IRI="#aLieu"/>
  <Class IRI="#Activité"/>
</ObjectPropertyDomain>
<ObjectPropertyDomain>
  <Class IRI="#Diplôme"/>
</ObjectPropertyDomain>
<ObjectPropertyDomain>
  <ObjectProperty IRI="#encadre"/>
  <Class IRI="#Encadrement"/>
</ObjectPropertyDomain>
<ObjectPropertyDomain>
  <ObjectProperty IRI="#exprimerPar"/>
  <Class IRI="#AutreCompétence"/>
</ObjectPropertyDomain>
<ObjectPropertyRange>
  <ObjectProperty IRI="#aActivité"/>
  <Class IRI="#Activité"/>
</ObjectPropertyRange>
<ObjectPropertyRange>
  <ObjectProperty IRI="#aContact"/>
  <Class IRI="#Contact"/>
</ObjectPropertyRange>
<ObjectPropertyRange>
  <ObjectProperty IRI="#aDate"/>
  <Class IRI="#Date"/>
</ObjectPropertyRange>
<ObjectPropertyRange>
  <ObjectProperty IRI="#aDiplôme"/>
  <Class IRI="#Diplôme"/>
</ObjectPropertyRange>
<ObjectPropertyRange>
  <ObjectProperty IRI="#aExpérienceProfessionnelle"/>
  <Class IRI="#ExpérienceProfessionnelle"/>
</ObjectPropertyRange>
<ObjectPropertyRange>
  <ObjectProperty IRI="#aLieu"/>
  <Class IRI="#Lieu"/>
</ObjectPropertyRange>
<ObjectPropertyRange>
  <ObjectProperty IRI="#aSecteurActivité"/>
  <Class IRI="#SecteurActivité"/>
</ObjectPropertyRange>
<ObjectPropertyRange>
  <ObjectProperty IRI="#aTravailRecherche"/>
  <Class IRI="#TravailRecherche"/>
</ObjectPropertyRange>
<ObjectPropertyRange>
  <ObjectProperty IRI="#appartientà"/>
  <Class IRI="#Organisme"/>
</ObjectPropertyRange>
<ObjectPropertyRange>
  <ObjectProperty IRI="#délivrerPar"/>
  <Class IRI="#Organisme"/>
</ObjectPropertyRange>
<ObjectPropertyRange>
  <ObjectProperty IRI="#aLieu"/>
  <Class IRI="#Diplôme"/>
</ObjectPropertyDomain>
<ObjectPropertyDomain>
  <ObjectProperty IRI="#aLieu"/>
  <Class IRI="#ExpérienceProfessionnelle"/>
</ObjectPropertyDomain>
<ObjectPropertyDomain>
  <ObjectProperty IRI="#aSecteurActivité"/>
  <Class IRI="#ExpérienceProfessionnelle"/>
</ObjectPropertyDomain>
<ObjectPropertyDomain>
  <ObjectProperty IRI="#aTravailRecherche"/>
  <Class IRI="#Expert"/>
</ObjectPropertyDomain>
<ObjectPropertyDomain>
  <ObjectProperty IRI="#appartientà"/>
  <Class IRI="#Expert"/>
</ObjectPropertyDomain>
<ObjectPropertyDomain>
  <ObjectProperty IRI="#délivrerPar"/>
  <ObjectProperty IRI="#encadre"/>
  <Class IRI="#TravailRecherche"/>
</ObjectPropertyRange>
<ObjectPropertyRange>
  <ObjectProperty IRI="#exprimerPar"/>
  <Class IRI="#DomaineCompétence"/>
</ObjectPropertyRange>
<FunctionalDataProperty>
  <DataProperty IRI="#NatureDiplôme"/>
</FunctionalDataProperty>
<DataPropertyDomain>
  <DataProperty IRI="#AnnéeObtention"/>
  <Class IRI="#Diplôme"/>
</DataPropertyDomain>
<DataPropertyDomain>
  <DataProperty IRI="#AnnéeSoutenance"/>
  <Class IRI="#Encadrement"/>
</DataPropertyDomain>
<DataPropertyDomain>
  <DataProperty IRI="#Cadre"/>
  <Class IRI="#Séminaire"/>
</DataPropertyDomain>
<DataPropertyDomain>
  <DataProperty IRI="#DateDébut"/>
  <Class IRI="#Activité"/>
</DataPropertyDomain>
<DataPropertyDomain>
  <DataProperty IRI="#DateDébut"/>
  <Class IRI="#ExpérienceProfessionnelle"/>
</DataPropertyDomain>
<DataPropertyDomain>
  <DataProperty IRI="#DateFin"/>
  <Class IRI="#Activité"/>
</DataPropertyDomain>
<DataPropertyDomain>
  <DataProperty IRI="#DateFin"/>
  <Class IRI="#ExpérienceProfessionnelle"/>
</DataPropertyDomain>
<DataPropertyDomain>
  <DataProperty IRI="#DateNaissance"/>
  <Class IRI="#Expert"/>
</DataPropertyDomain>
<DataPropertyDomain>
  <DataProperty IRI="#DateParution"/>
  <Class IRI="#TravailRecherche"/>
</DataPropertyDomain>
<DataPropertyDomain>
  <DataProperty IRI="#Description"/>
  <Class IRI="#Projet"/>
</DataPropertyDomain>
<DataPropertyDomain>

```



```

</DataPropertyRange>
<DataPropertyRange>
  <DataProperty IRI="#Nom"/>
  <Datatype abbreviatedIRI="xsd:string"/>
</DataPropertyRange>
<DataPropertyRange>
  <DataProperty IRI="#NomFonction"/>
  <Datatype abbreviatedIRI="xsd:string"/>
</DataPropertyRange>
<DataPropertyRange>
  <DataProperty IRI="#NomModule"/>
  <Datatype abbreviatedIRI="xsd:string"/>
</DataPropertyRange>
<DataPropertyRange>
  <DataProperty IRI="#NomMétier"/>
  <Datatype abbreviatedIRI="xsd:string"/>
</DataPropertyRange>
<DataPropertyRange>
  <DataProperty IRI="#NomOrganisme"/>
  <Datatype abbreviatedIRI="xsd:string"/>
</DataPropertyRange>
<DataPropertyRange>
  <DataProperty IRI="#Parler"/>
  <Datatype abbreviatedIRI="xsd:boolean"/>
</DataPropertyRange>
<DataPropertyRange>
  <DataProperty IRI="#Prénom"/>
  <Datatype abbreviatedIRI="xsd:string"/>
</DataPropertyRange>
<DataPropertyRange>
  <DataProperty IRI="#Revue"/>
  <Datatype abbreviatedIRI="xsd:string"/>
</DataPropertyRange>
<DataPropertyRange>
  <DataProperty IRI="#Résumé"/>
  <Datatype abbreviatedIRI="xsd:string"/>
</DataPropertyRange>
<DataPropertyRange>
  <DataProperty IRI="#RôleDansOuvrage"/>
  <Datatype abbreviatedIRI="xsd:string"/>
</DataPropertyRange>
<DataPropertyRange>
  <DataProperty IRI="#RôleDansProjet"/>
  <Datatype abbreviatedIRI="xsd:string"/>
</DataPropertyRange>
<DataPropertyRange>
  <DataProperty IRI="#SpécialitéDiplôme"/>
  <Datatype abbreviatedIRI="xsd:string"/>
</DataPropertyRange>
<DataPropertyRange>
  <DataProperty IRI="#Titre"/>
  <Datatype abbreviatedIRI="xsd:string"/>
</DataPropertyRange>
<DataPropertyRange>
  <DataProperty IRI="#Type"/>
  <Datatype abbreviatedIRI="xsd:string"/>
</DataPropertyRange>
<AnnotationAssertion>
  <AnnotationProperty abbreviatedIRI="rdfs:comment"/>
  <IRI#AnnéeObtention</IRI>
  <Literal
    datatypeIRI="&rdf;PlainLiteral">Année d&apos;obtention du
    diplôme</Literal>
  </AnnotationAssertion>
</AnnotationAssertion>
  <AnnotationProperty abbreviatedIRI="rdfs:comment"/>
  <IRI#CUK</IRI>
  <Literal
    datatypeIRI="&rdf;PlainLiteral">Centre
    Universitaire Khenchela</Literal>
  </AnnotationAssertion>
</AnnotationAssertion>
  <AnnotationProperty abbreviatedIRI="rdfs:comment"/>
  <IRI#DateNaissance</IRI>
  <Literal
    datatypeIRI="&rdf;PlainLiteral">Date naissance d&apos;un
    expert</Literal>
  </AnnotationAssertion>
</AnnotationAssertion>
  <AnnotationProperty abbreviatedIRI="rdfs:comment"/>
  <IRI#ESI</IRI>
  <Literal
    datatypeIRI="&rdf;PlainLiteral">Ecole Supérieur
    d&apos;Informatique</Literal>
  </AnnotationAssertion>
</AnnotationAssertion>
  <AnnotationProperty abbreviatedIRI="rdfs:comment"/>
  <IRI#NatureDiplôme</IRI>
  <Literal
    datatypeIRI="&rdf;PlainLiteral">Nature du diplôme</Literal>
  </AnnotationAssertion>
</AnnotationAssertion>
  <AnnotationProperty abbreviatedIRI="rdfs:comment"/>
  <IRI#Nom</IRI>
  <Literal
    datatypeIRI="&rdf;PlainLiteral">Nom
    d&apos;un expert</Literal>
  </AnnotationAssertion>
</AnnotationAssertion>
  <AnnotationProperty abbreviatedIRI="rdfs:comment"/>
  <IRI#SpécialitéDiplôme</IRI>
  <Literal
    datatypeIRI="&rdf;PlainLiteral">Spécialité
    du diplôme</Literal>
  </AnnotationAssertion>
</AnnotationAssertion>
  <AnnotationProperty abbreviatedIRI="rdfs:comment"/>
  <IRI#UMC</IRI>
  <Literal
    datatypeIRI="&rdf;PlainLiteral">Université
    Montouri Constantine</Literal>
  </AnnotationAssertion>
</AnnotationAssertion>
  <AnnotationProperty abbreviatedIRI="rdfs:comment"/>
  <IRI#USTHB</IRI>
  <Literal
    datatypeIRI="&rdf;PlainLiteral">Université
    Science et Technologie Houari Boumediene</Literal>
  </AnnotationAssertion>
</AnnotationAssertion>
  <AnnotationProperty abbreviatedIRI="rdfs:comment"/>
  <IRI#Urbanisme</IRI>
  <Literal
    datatypeIRI="&rdf;PlainLiteral">Unité
    d&apos;enseignement</Literal>
  </AnnotationAssertion>
</Ontology>
<!-- Generated by the OWL API (version 3.2.5.1912)
http://owlapi.sourceforge.net -->

```