

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
FACULTE DES SCIENCES
UNIVERSITE FERHAT ABBES SETIF
DEPARTEMENT D'INFORMATIQUE



Vice rectorat chargé de la post graduation
Ecole doctorale d'informatique

Option
Ingénierie des Systèmes Informatiques

Mémoire
Présenté pour l'obtention du
Diplôme de Magister
par
MAACHE SALAH

Thème

**Apport des Ontologies pour les Placements
Financiers Intelligents**

Membres du Jury :

Président : Dr KHABABA.A	Maître de conférences A (U.F.A SETIF)
Rapporteur : Dr TOUAHRIA.M	Maître de conférences A (U.F.A SETIF)
Examineur : Dr MOUSSAOUI.A	Maître de conférences A (U.F.A SETIF)

Année : 2011

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE 1	INTRODUCTION ET PROBLEMATIQUE	1
1	CONTEXTE SCIENTIFIQUE	2
2	DOMAINES CONCERNES	4
2.1	<i>Placements Financiers</i>	4
2.2	<i>Ingénierie des connaissances</i>	5
2.3	<i>Ingénierie ontologique</i>	5
2.4	<i>Web Sémantique</i>	6
3	PROBLEMATIQUE SCIENTIFIQUE ET ENJEUX	6
4	ORGANISATION DU MEMOIRE	10
5	CONCLUSION	10
CHAPITRE 2	INGENIERIE ONTOLOGIQUE ET LE WEB SEMANTIQUE	12
1	DE LA NOTION DE TERMINOLOGIE A CELLE D'ONTOLOGIE	13
1.1	<i>Terminologie</i>	13
1.2	<i>Glossaires</i>	13
1.3	<i>Classification</i>	14
1.4	<i>Nomenclature</i>	14
1.5	<i>Thésaurus</i>	15
1.6	<i>Taxinomie</i>	15
1.7	<i>Ontologie</i>	15
2	INTEGRATION D'ONTOLOGIE EN INFORMATIQUE	15
3	LES CONSTITUANTS D'UNE ONTOLOGIE	16
3.1	<i>Concepts</i>	17
3.2	<i>Propriétés</i>	17
3.3	<i>Relations</i>	17
4	TYPES D'ONTOLOGIES	19
4.1	<i>La classification faite par M. Uschold et M. Grüninger (1996)</i>	19
4.2	<i>La classification faite par A. Gómez-Pérez et al. (2004a) et N. Guarino (1998)</i>	19
4.3	<i>Classification en fonction du niveau de granularité</i>	21
4.4	<i>Classification selon Mizoguchi R. (1998) et de Bachimont B. (2000)</i>	22
5	LES METHODOLOGIES DE CONSTRUCTION D'ONTOLOGIES	22
5.1	<i>La méthode de d'Uschold M. et King M. (1995)</i>	22
5.2	<i>La méthode de Grüninger M. et Fox M.S. (1995)</i>	23
5.3	<i>La méthode KACTUS de (Bernaras A., Laresgoiti I. et Corera J., 1996 The KACTUS Booklet version 1.0, 1996)</i>	23
5.4	<i>METHONTOLOGY [Fernandez et al., 1997; Lopez et al., 1999]</i>	23

5.5	<i>La méthodologie de N. Guarino et C. Welty</i>	24
5.6	<i>La méthode On-To-Knowledge [Sure et al., 2002]</i>	25
5.7	<i>La méthode ARCHONTE [Bachimont B., 2000; Bachimont et al., 2002]</i>	26
5.8	<i>La méthode OntoSpec [G. Kassel, 2002]</i>	26
6	L'UTILISATION DES ONTOLOGIES	27
6.1	<i>Les ontologies dans les systèmes à base de connaissances</i>	27
6.2	<i>Les ontologies dans Web sémantique</i>	28
6.2.1	Vers un Web interprétable par les machines.....	28
6.2.2	Architecture principale de World Wide Web.....	29
6.2.3	Problématique.....	30
7	LANGAGES POUR EXPLOITER DES ONTOLOGIES.....	31
7.1	<i>XML</i>	32
7.2	<i>RDF</i>	33
7.3	<i>OIL</i>	35
7.4	<i>DAML et DAML+OIL</i>	36
7.5	<i>OWL</i>	37
8	ÉDITEURS D'ONTOLOGIES.....	39
8.1	<i>PROTÉGÉ</i>	39
8.2	<i>OILed</i>	40
8.3	<i>ONTOEDIT</i>	41
8.4	<i>WebODE</i>	42
8.5	<i>DOE</i>	43
9	DISCUSSIONS	45
10	CONCLUSION	46
CHAPITRE 3 ETAT DE L'ART SUR L'APPORT DES ONTOLOGIES POUR LES PLACEMENTS FINANCIERS		48
1	NORMES XML POUR LE CONTENU FINANCIER	49
1.1	<i>XBRL (eXtensible Business Reporting Language)</i>	49
1.2	<i>IFX</i>	50
1.3	<i>FpML</i>	51
1.4	<i>FIX Protocol ()</i>	51
1.5	<i>ebXML</i>	51
1.6	<i>RIXML ()</i>	52
1.7	<i>OFX</i>	52
2	ONTOLOGIE DANS LE DOMAINE DE FINANCE	52
2.1	<i>Les travaux de [P. Castells & al, 2004]</i>	53
2.2	<i>Les travaux de [M. M. Montes & al., 2005]</i>	55
2.3	<i>Les travaux de [Bai Li, Liu Min. 2009]</i>	56
2.4	<i>Les travaux de [L. Shue & al., 2009]</i>	59

3	DISCUSSIONS	61
4	CONCLUSION	62
CHAPITRE 4 CONCEPTION DE LA PLATEFORME SEMANTIQUE POUR LES PLACEMENTS FINANCIERS		63
1	GENERALITES SUR LES PLACEMENTS FINANCIERS	64
1.1	<i>Produit d'épargne</i>	64
1.1.1	Dépôt à terme :	64
1.1.2	Livret bancaire	64
1.2	<i>Instruments Financiers</i>	64
1.2.1	Action.....	64
1.2.2	Les obligations	65
1.2.3	OPCVM.....	67
1.3	<i>Placement d'or</i>	68
1.3.1	Certificat d'or :	68
1.3.2	Fonds placement orientés or :	68
1.3.3	Or physique :	68
2	CONSTRUCTION D'UNE ONTOLOGIE DANS LE DOMAINE DES PLACEMENTS FINANCIERS.....	69
2.1	<i>Type d'ontologie</i>	69
2.2	<i>Etape spécification</i>	69
2.2.1	Le but de l'application.....	70
2.2.2	Acquisition des connaissances.....	70
2.2.2.1	Identifier les termes importants.....	71
2.3	<i>Etape conceptualisation</i>	73
2.3.1	Construction de dictionnaire des concepts (classes).....	73
2.3.1.1	Construire la taxonomie de concepts.....	74
2.3.1.2	Description des propriétés d'objets.....	78
2.3.1.3	Les propriétés de types de données	79
2.3.1.4	Tables des individus.....	80
2.3.1.5	Formalisation et Langage de représentation de notre ontologie :	81
3	ENRICHISSEMENT DE NOTRE ONTOLOGIE PAR DES REGLES SEMANTIQUES	83
3.1	<i>Le langage des règles Web sémantique (SWRL)</i>	83
3.2	<i>Le langage de requête pour OWL [SQWRL]</i>	84
3.3	<i>Construction des règles SWRL pour notre ontologie</i> :	84
3.3.1	Démarche d'écriture des règles selon les types d'atome:	84
3.3.2	Tables des règles	85
4	CONCEPTION DE LA PLATEFORME SEMANTIQUE	86
4.1	<i>Architecture logique générale de la plateforme sémantique des placements financiers</i>	86
4.2	<i>Description du système</i>	86
4.3	<i>Expression initiale des besoins</i>	86
4.4	<i>Spécification des exigences fonctionnelles d'après les cas d'utilisation</i>	87

4.5	<i>Spécification détaillée des exigences</i>	89
4.5.1	Créer un compte client :.....	89
4.5.2	S'authentifier.....	90
4.5.3	Chercher dans l'ontologie.....	91
4.5.4	Demander un conseil.....	92
4.5.5	Créer des gestionnaires d'ontologies.....	93
4.5.6	Créer classe, individus, propriétés.....	94
4.5.7	Créer des règles.....	95
4.6	<i>Réalisation des cas d'utilisation : classes d'analyse</i>	96
4.7	<i>Exigences non fonctionnelles</i>	96
4.7.1	Exigences de qualité :.....	96
4.7.2	Exigences de performance :.....	96
5	CONCLUSION.....	97
CHAPITRE 5 IMPLEMENTATION DE LA PLATEFORME SEMANTIQUE POUR LES PLACEMENTS FINANCIERS ..		98
1	FORMALISATION ET OPERATIONNALISATION DE L'ONTOLOGIE.....	99
1.1	<i>Implémentation des concepts, propriétés, individus</i>	100
1.2	<i>Implémentation des règles</i> :.....	103
1.2.1	Edition des règles pour notre ontologie :.....	104
1.2.2	Les règles de décision.....	104
1.2.3	Graphe des règles.....	105
1.2.4	Exécution des règles sous Protégée.....	106
1.3	<i>Évaluation de l'ontologie</i>	107
1.3.1	Test de consistance.....	107
1.3.2	Test de classification.....	108
1.3.3	Test OWL.....	110
1.4	<i>Documentation de l'ontologie</i>	110
2	IMPLEMENTATION DE LA PLATEFORME.....	111
2.1	<i>L'architecture logique du système implémenté sur La plateforme Java Enterprise Edition (JEE)</i>	111
2.2	<i>Séparation du système par le paradigme MVC</i>	112
2.3	<i>Développement sous Eclipse</i>	113
2.4	<i>Réalisation et fonctionnement du système de gestion de l'ontologie</i>	114
2.5	<i>Réalisation et fonctionnement du système de conseil</i>	115
2.6	<i>Réalisation et fonctionnement du système de recherche</i>	118
2.7	<i>Recherche par l'exploitation de l'arborescence</i>	120
CONCLUSION GENERALE		121
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....		I
ANNEXE.....		V

LISTE DES FIGURES & TABLEAUX

Figure 1.1 Interdisciplinarité de l'Ingénierie ontologique, du Web sémantique, et du Placements financiers	4
Figure 1.2 une comparaison entre architecture applicative classique et sémantique.	7
Figure 2.1 Exemple de la relation de subsomption.	18
Figure 2.2 Classification des ontologies selon N. Guarino (1998).	19
Figure 2.3 Taxinomie de concepts généraux, extraite et adaptée de l'ontologie SUMO	20
Figure 2.4 Processus de la méthode d'Uschold et King.....	23
Figure 2.5 Processus de METHONTOLOGY	24
Figure 2.6 Processus de On-To-Knowledge	25
Figure 2.7 Proposition d'architecture distribuée qui conduira au World Wide Web [Berners-Lee, 1989].....	29
Figure 2.8 Architectural principles of the World Wide Web	30
Figure 2.9 Ontology markup languages, [Gómez-Pérez, 2004].....	32
Figure 2.10 Le schéma de RDF(S).....	34
Figure 2.11 Le « cake » de Tim Berners Lee.	38
Figure 2.12 Extrait de l'ontologie biomédicale issue du tutoriel d'A. Rector et al. vue avec OILED centré sur le concept MacroOrganism.....	40
Figure 2.13 ONTOEDIT fait le lien entre la hiérarchie de concepts et les « questions de compétences».....	42
Figure 2.14 Extrait de l'ontologie de la pneumologie [Audrey Baneyx, 2007] vue avec DOE, centré sur le concept Curietherapie.	44
Figure 3.1 Architecture IFX	50
Figure 3.2 composantes de la plateforme proposée par [P. Castells & al, 2004].....	54
Figure 3.3 Recherche sémantique pour le concept "Feria"	55
Figure 3.4 concepts de l'ontologie financière de [M. M. Montes & al., 2005] sous Protégé2000.....	56
Figure 3.5 An Ontology-augmented XBRL Model.....	57
Figure 3.6 ontologie augmentée XBRL sous Protégé	57
Figure 3.7 System Architecture for Finance Analysis	59
Figure 3.8 Class taxonomy on Protégé.....	59
Figure 3.9 Decision rules for rating four ratios of operating efficiency.....	60
Figure 3.10 The system Framework.....	61

Figure 4.1	PLACEMENT FINANCIER : CLASSEMENT SELON LE NIVEAU DE RISQUE, RENDEMENT.....	68
Figure 4.2	Extrait du diagramme de classe UML utilisé pour développer la taxonomie.....	76
Figure 4.3	Extrait de la taxonomie des concepts utilisés dans notre ontologie vu avec le plugin OWLViz de PROTÉGÉ.....	77
Figure 4.4	Une partie du fichier OWL de l'ontologie des placements financiers.....	82
Figure 4.5	Architecture générale de la plateforme sémantique des placements financiers.....	86
Figure 4.6	Diagramme de cas d'utilisation UML Générale de la plateforme PSPF.....	88
Figure 4.7	Diagramme de séquence UML du cas d'utilisation Créer un compte client.....	89
Figure 4.8	Diagramme de séquence UML du cas d'utilisation S'authentifier.....	90
Figure 4.9	Diagramme de séquence UML du cas d'utilisation Chercher dans l'ontologie.....	91
Figure 4.10	Diagramme de séquence UML du cas d'utilisation Demander un conseil.....	92
Figure 4.11	Diagramme de séquence UML du cas d'utilisation Créer des gestionnaires d'ontologies.....	93
Figure 4.12	Diagramme de séquence UML du cas d'utilisation Créer classe, individus, propriétés.....	94
Figure 4.13	Diagramme de séquence UML du cas d'utilisation Créer des règles.....	95
Figure 5.1	Formulaire de saisie d'un individu de type Epargne sous Protégé.....	100
Figure 5.2	Extrait de notre ontologie vu avec le plugin OWLViz de PROTÉGÉ.....	101
Figure 5.3	Liste des propriétés d'objet de notre ontologie sous Protégé.....	102
Figure 5.4	Environnement de développement pour travailler avec les règles SWRL dans Protege-OWL.....	103
Figure 5.5	Formulaire de saisie des règles sous SWRLTab.....	104
Figure 5.6	Extrait de paraphrase des règles SWRL sous le plugin Axiome.....	105
Figure 5.7	Graphe des relations entre les règles.....	106
Figure 5.8	Résultat d'exécution de requête sous SQWRLQuery.....	107
Figure 5.9	Résultat de test de consistance.....	108
Figure 5.10	Résultat de test de classification.....	109
Figure 5.11	Résultat de test OWL d'ontologie.....	110
Figure 5.12	Documentation de notre ontologie générée par Protégé.....	110
Figure 5.13	Spécification JEE.....	111
Figure 5.14	L'architecture de la plateforme implémentée sous JEE.....	112
Figure 5.15	Notre plateforme sous MVC.....	112
Figure 5.16	notre plateforme PSPF ouverte sous Eclipse.....	113

Figure 5.17 Interface de création d'une nouvelle classe.....	114
Figure 5.18 Interface de création d'une nouvelle propriété d'objet nommée offrirActionOrdinaire	115
Figure 5.19 Enregistrement d'un nouveau client.....	116
Figure 5.20 Questionnaire de conseil financier.....	117
Figure 5.21 Résultat du questionnaire de demande un conseil	118
Figure 5.22 interface de recherche rapide	119
Figure 5.23 Interface de recherche avancée	120
Tableau 1 Extrait du glossaire des termes utilisés dans notre ontologie.....	71
Tableau 2 Extrait du dictionnaire de concepts utilisés dans notre ontologie	73
Tableau 3 Extrait de la liste des propriétés d'objets.....	78
Tableau 4 une partie de liste des DATATYPE	79
Tableau 5 Extrait de la liste des individus de l'ontologie des placements financiers	80
Tableau 6 Extrait des règles SWRL utilisées dans l'ontologie des placements financiers	85

Chapitre 1 Introduction et problématique

Ce chapitre est une introduction à notre mémoire de magistère. Nous y abordons successivement le contexte scientifique dans lequel nous avons mené nos recherches, puis nous apportons des précisions sur les domaines concernés par nos travaux, puis nous situons la problématique scientifique de notre travail, et ses enjeux, en expliquant quels étaient nos objectifs, enfin, nous détaillerons le plan de ce mémoire.

1 Contexte scientifique

L'Intelligence artificielle (IA) ou l'informatique cognitive est la recherche de moyens susceptibles de doter les systèmes informatiques de capacités intellectuelles comparables à celles des êtres humains. L'Intelligence artificielle intervient dans une variété de domaines tels que : les banques avec des systèmes experts d'évaluation de risque lié à l'octroi d'un crédit, le militaire, avec les systèmes autonomes tels que les drones, les systèmes de commandement et l'aide à la décision, les jeux, la médecine, avec les systèmes experts d'aide au diagnostic etc.

L'Ingénierie des Connaissances (IC) est une branche de l'IA, discipline étudiant l'extraction et la formalisation de connaissances provenant d'un expert humain en vue de leur intégration dans des systèmes experts.

Nées des besoins de représentation des connaissances, les ontologies sont à l'heure actuelle au cœur des travaux menés en Ingénierie des Connaissances (IC). Visant à établir des représentations à travers lesquelles les machines puissent manipuler la sémantique des informations, la construction des ontologies demande à la fois une étude des connaissances humaines et la définition de langages de représentation, ainsi que la réalisation de systèmes pour les manipuler. Ingénierie ontologique un nouveau domaine de recherche ayant pour but la construction et l'exploitation d'ontologies l'un des plus importants projets d'Ingénierie ontologique à ce jour consiste à ajouter au web une sur couche de connaissances qui permettrait de faire de la recherche d'informations au niveau sémantique et non plus seulement au niveau syntaxique. Le «Web sémantique » se veut un web dont le contenu peut être exploité et surtout appréhendé par des machines.

Le champ d'économie et finances est un domaine conceptuellement riche où l'information est complexe, énorme dans le volume. Une quantité massive d'information précieuse est produite tous les jours, mais son traitement est une tâche dure et prenante du temps. La nouvelle génération de techniques de gestion est nécessaire à une information

économique et financière afin de permettre une production efficace, une gestion et consommation de grandes ressources d'information complexes. Actuellement, la plupart des informations du domaine placements financiers produites par les fournisseurs d'information est essentiellement textuelle et, par conséquent, il ne peut pas être interprétées et traitées par ordinateurs. Cela conduit aux mêmes problèmes de la gestion de contenu Web en cours est la présentation de nos jours. Les technologies du Web sémantique peuvent naturellement être appliquées dans ce domaine en vue de surmonter ses limitations actuelles en matière de gestion de l'information.

Dans ce mémoire, notre réflexion a porté sur *la collecte, l'organisation, la représentation et la formalisation des connaissances* en finances, tout particulièrement, dans le domaine du placement financier. Pour cela l'objectif principal consiste à mettre au point une ontologie dans le domaine de placements financiers pour faciliter, d'une part, la représentation des connaissances relatives au domaine, d'autre part, l'aide aux investisseurs de bénéficier d'un conseil financier.

La méthode de travail adoptée est une démarche expérimentale courante dans le domaine de l'Ingénierie des connaissances. Il s'agit d'une démarche ascendante qui consiste à partir des problématiques concrètes rencontrées pour aller vers la résolution des questions scientifiques sous-jacentes.

Nous nous intéressons ensuite à démontrer par une plateforme Web distribuée l'apport des ontologies pour :

- un système informatique à base de connaissances qui propose une aide active «intelligente» aux utilisateurs, ce conseil est fondé sur une analyse des actions et des productions de l'expert intégrées dans cette ontologie.
- le domaine de la recherche d'information et sa contribution dans la résolution du problème de la sémantique des requêtes. Le filtrage, la recherche et la navigation efficaces sont les mécanismes nécessaires aux consommateurs d'information pour accéder au contenu, et d'exécuter par eux d'une manière efficace. Les systèmes de recherche d'information actuels basés sur des mots-clés considèrent une requête comme une séquence de caractères. Ils ignorent les relations sémantiques entre les mots comme la synonymie et par conséquent manquent un ensemble conséquent de documents. De ce fait, les utilisateurs du web rencontrent des obstacles dans la recherche d'information concernant les placements financiers.

2 Domaines concernés

Notre sujet se situe à la croisée de plusieurs domaines de recherche tels que l'ingénierie des connaissances plus précisément la représentation des connaissances, la modélisation informatique, ingénierie ontologique, le web sémantique, les placements financier (comme illustré dans la Figure 1.1).

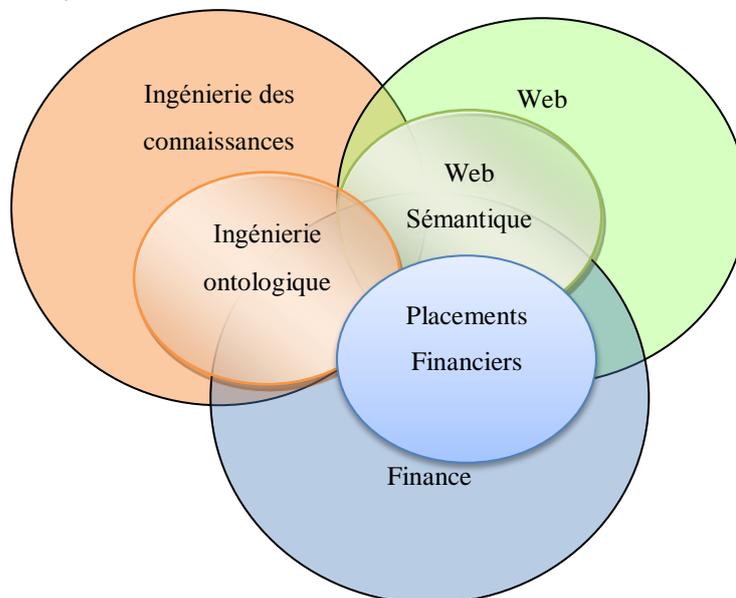


Figure 1.1 Interdisciplinarité de l'Ingénierie ontologique, du Web sémantique, et du Placements financiers

Nous nous sommes spécifiquement intéressés à deux domaines à savoir : *l'ingénierie des connaissances* et à l'une de ses spécialisations, *l'ingénierie ontologique* et le domaine du *web sémantique*, en considérant ces domaines par rapport aux problématiques de l'informatique posés aux placements financiers. Avant de détailler notre problématique, nous présentons brièvement ces principaux champs de recherche auxquels ce travail apporte sa contribution la plus significative.

2.1 Placements Financiers

Le placement financier est un sous domaine de la finance très important et très varié et dynamique à cause de l'importance qu'il a dans l'évolution de la vie. Le nombre des connaissances disponibles dans ce domaine s'accroît, dans une optique d'épargne, le particulier a accès à de nombreux produits : *livrets, actions, obligations, OPCVM, contrats d'assurance-vie* ainsi que les produits qui peuvent lui être proposés au sein de son entreprise. Ces produits présentent des caractéristiques distinctes et sont soumis à des textes réglementaires spécifiques. Afin de faire le choix de ses placements, le particulier doit se poser un certain nombre de questions en fonction de ses besoins (qui dépendent notamment de

sa situation familiale, de son âge...), de sa connaissance des produits et de son appétence au risque. Les définitions des différents de terminologie produits, services, questions, couramment utilisée dans les documentations officiels, dans les sites web des établissements financiers pour qualifier les produits d'épargne et les placements financiers (disponibilité de l'épargne, horizon de placement, risque financier...) sont présentées dans le chapitre 4. Il regroupe également des termes généraux relatifs aux opérations sur les produits d'épargne (compte-titres, transfert, frais, taux d'intérêt).

2.2 Ingénierie des connaissances

L'Ingénierie des connaissances est un domaine de recherche de l'Intelligence artificielle qui historiquement s'intéressait à la conception et à la réalisation de systèmes experts et de systèmes à base de connaissances. Il s'agit d'une science récente et pluridisciplinaire qui étudie les concepts, méthodes et techniques qui permettent de modéliser ou d'acquérir des connaissances [Charlet, 2005].

2.3 Ingénierie ontologique

Nées des besoins de représentation des connaissances, les ontologies sont à l'heure actuelle au cœur des travaux menés en Ingénierie des Connaissances (IC). Visant à établir des représentations à travers lesquelles les machines puissent manipuler la sémantique des informations, la construction des ontologies demande à la fois une étude des connaissances humaines et la définition de langages de représentation, ainsi que la réalisation de systèmes pour les manipuler.

Au fur et à mesure des expérimentations, des méthodologies de construction d'ontologies et des outils de développement adéquats sont apparus. Émergeant des pratiques artisanales initiales, une véritable ingénierie se constitue autour des ontologies, ayant pour objectifs la construction d'ontologies, leur exploitation, leur maintenance et, de manière générale, leur gestion tout au long de leur cycle de vie [Gandon, 2006]. Exemple de développement d'ontologies dans des domaines aussi variés que la finance [Le Moigno et al., 2002b], le droit [Lame, 2002], la biochimie [Gene Ontology Consortium, 2001], l'indexation de séquences audiovisuelles [Troncy, 2004], l'électronique [Bellatreche et al., 2006], la médecine [PertoMed, 2007]. . .

Dans le domaine de l'Ingénierie ontologique, notre travail contribue à faire connaître l'intérêt des ontologies dans le milieu des placements financiers, à préciser une méthodologie de construction générique qui s'adresse à un ingénieur des connaissances.

2.4 Web Sémantique

Le Web sémantique désigne un ensemble de technologies visant à rendre le contenu des ressources du World Wide Web accessible et utilisable par les programmes et agents logiciels, grâce à un système de métadonnées formelles, utilisant notamment la famille de langages développés par le W3C.

Dans le domaine Web sémantique, notre travail contribue à construire une application web sémantique qui repose sur une ontologie et qui répond aux besoins particuliers d'une communauté d'utilisateurs.

3 Problématique scientifique et enjeux

D'après nos études sur le marché financier au réseau national, nous avons trouvés que les sites web des établissements financiers contiennent de l'information financière non standardisées et fournissent des services de placements financiers différents, plus que leurs environnement informatisé et basé sur serveur de base de données traditionnelles n'est pas guidé par une sémantique. Cela donne une difficulté pour le gestionnaire afin de gérer ses informations notamment *la maintenance*, *la réutilisation*, et *le dialogue* avec d'autre service financier, même chose pour le client et l'utilisateur qui cherche des informations fiables et des conseils en matière de placement financier.

Alors comment aider ses établissements de trouver une solution pour combiner *l'ingénierie ontologique* et *le web sémantique* et *les plateformes des placements financiers* existant basées sur des SGBD traditionnel et des pages web simple pour répondre aux ambitions des gestionnaires et clients?

Si ces sites partagent et publient tous la même ontologie, qui est à la base des termes qu'ils utilisent, alors les agents informatiques peuvent extraire et agréger l'information de ces différents sites. Les agents peuvent utiliser cette information agrégée pour pouvoir répondre aux interrogations des utilisateurs ou comme données d'entrée pour d'autres applications, la Figure 1.2 clarifie une comparaison entre architecture applicative classique et sémantique.

Citons chaque problématique trouvée sur l'architecture actuelle des placements financiers avec la solution appropriée proposée dans ce mémoire :

- Problème de standardisation des termes entre les sites des placements, absence de représentation des connaissances et par conséquent des problèmes de réutilisation du savoir sur le domaine et problème d'analyse du savoir.

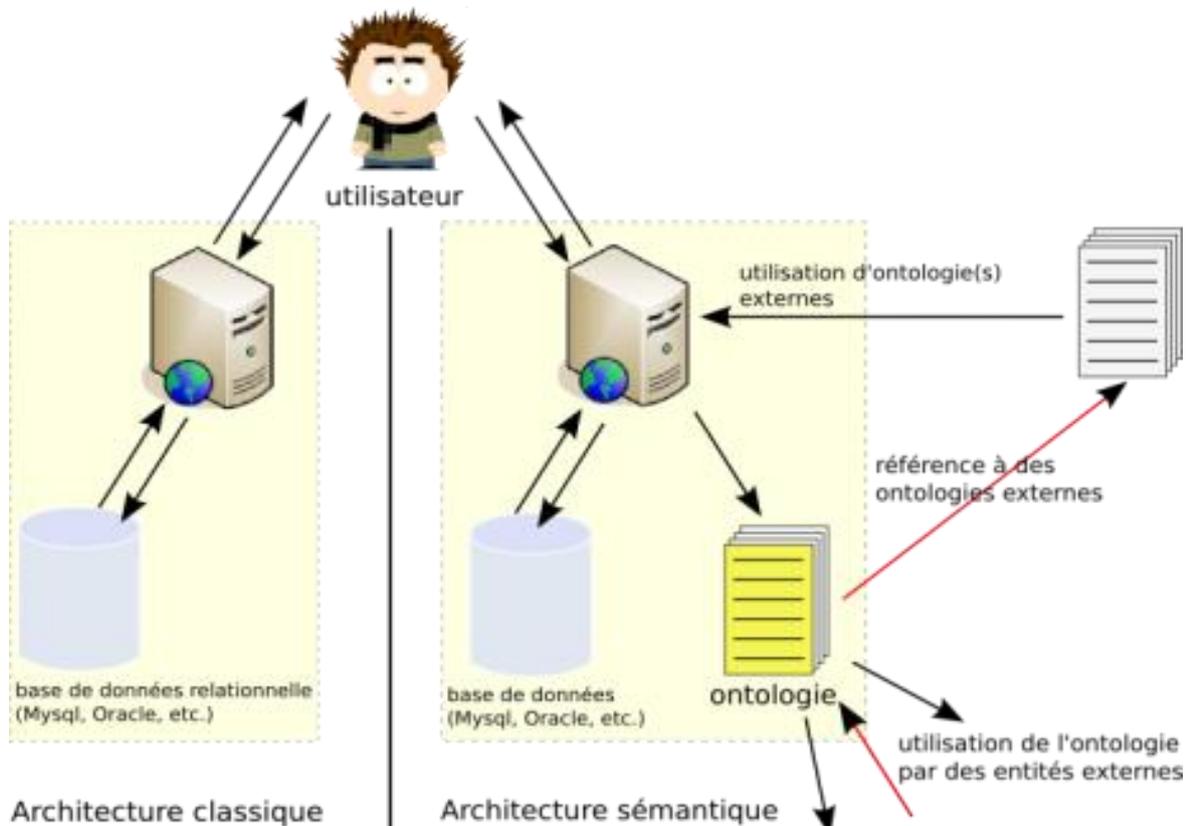


Figure 1.2 une comparaison entre architecture applicative classique et sémantique.

L'interopérabilité représente un grand défi. Elle se produit lorsque différentes organisations financières ont besoin de communiquer et d'échanger de l'information afin d'atteindre l'objectif de faciliter les transferts d'information entre ses organisations.

Objectif : Plusieurs disciplines développent actuellement des ontologies normalisées utilisables par les experts de domaines pour partager et commenter l'information dans leurs domaines. Conception d'une ontologie qui englobe plusieurs termes de même sens.

Une ontologie définit un vocabulaire commun pour les chercheurs qui ont besoin de partager l'information dans un domaine. Elle inclue des définitions lisibles en machine des concepts de base de ce domaine et de leurs relations.

Les ontologies contribuent à faciliter la compréhension et l'interprétation des informations échangées, en se présentant comme un format d'échange.

Les ontologies permettent la réutilisation des connaissances, la réutilisation d'une ontologie de haut niveau dans les domaines de finance vient guider la réorganisation d'une première

structuration des concepts. L'ontologie de domaine et les concepts supérieurs sont soit des concepts manifestement du domaine, soit des concepts plus généraux, ayant une signification ou des instanciations particulières dans le domaine finance.

- Problème de compréhension et ambiguïté des termes, les consommateurs confrontés à la tâche de passer par un grand volume d'informations afin d'obtenir l'information nécessaire, les recherches sont imprécises, ce qui donne un nombre excessif de correspondances.

Exemple :

- le mot carnet dans le site traditionnel de la CNEP on ne trouve aucun résultat parce que la CNEP donne la notion de livret sur leur site.

- le placement sur l'internet ne donne aucun résultat si le mot n'est pas mentionné sur le site des banques.

Objectif : La communication peut avoir lieu entre les hommes et/ou les systèmes. Les ontologies permettent alors le partage de la compréhension et la communication dans des contextes particuliers et selon les besoins. Ainsi, on peut utiliser l'ontologie pour créer un réseau de relations qui définit les connexions entre les composants du système. Cette caractéristique de communication est offerte grâce à la non-ambiguïté des termes utilisés et définis par l'ontologie dans les systèmes.

La recherche sémantique en termes de l'ontologie informations des placements financiers simplifie cette communication avec un moteur de recherche guidée par les relations sémantiques de l'ontologie et améliorer la qualité des résultats.

Le Web sémantique vise à surmonter les problèmes résumés ci-dessus en fournissant une représentation explicite de la sémantique sous-jacente des sources d'information. Il fournisse une sémantique par machine des données et des sources d'information qui peuvent être communiquées entre les différents agents. L'information est compréhensible pour l'ordinateur, aidant ainsi les gens à chercher, d'extraire, d'interpréter et de traiter l'information.

Partager la compréhension commune de la structure de l'information entre les personnes ou les fabricants de logiciels est une des raisons les plus courantes qui conduit à développer des ontologies (Musen 1992 ; Gruber 1993).

- Problème de transfert et changement d'information entre plusieurs sites des placements.

Objectif : L'un des objectifs fondamentaux du Web sémantique est l'échange de ressources entre machines, afin de permettre l'exploitation de grands volumes d'informations et de services. Les ontologies jouent ici un rôle important car elles permettent la réalisation du Web sémantique. Elles permettent de fournir des vues structurées et partageables des ressources et de définir une sémantique formelle pour l'information et le domaine et de implémenter l'ontologie en langage de médiation XML.

- Problème d'orientation de l'utilisateur vers le placement approprié et souhaité

Objectif : enrichissement de notre ontologie par des règles sémantiques fondées sur des actions et des productions de l'expert.

- l'utilisation des ontologies sur le web sur plusieurs sites donne un problème de manipulation et maintenance à distance, la modification par plusieurs utilisateurs en même temps.

Objectif : la gestion des connaissances formalisées dans le cadre des systèmes distribués par une construction d'un éditeur spécifique basé sur les technologies web pour ajouter, modifier, supprimer des concepts au niveau de l'ontologie, cette solution permet un développement de l'ontologie de façon collaboratif et spécifique.

Enfin on peut conclure que le but de notre travail est de parvenir à une amélioration de la pratique courante sur Internet des informations de gestion des placements financiers en adoptant des technologies du Web sémantique et les normes dans un contexte réel. On va construire une ontologie de contenu dans ce domaine enrichie par des relations sémantiques et de règles de production, proposer aux placements financiers un environnement web distribués reposant sur le modèle conceptuel de notre ontologie pour permettre une visualisation hypermédia des connaissances à base de système de navigation, la gestion à distant, recherche, conseils financiers.

L'ontologie financière se compose de plusieurs ontologies à différents niveaux d'abstraction: *les services et produits*, et *les canaux*, *les établissements financiers*, *les utilisateurs* et *les devises*. Elles sont toutes décrites dans le chapitre 4. L'ontologie ne vise pas à couvrir le domaine financier dans son ensemble mais se concentre essentiellement sur la modélisation conceptuelle du domaine placements financiers. L'ontologie a été conçue pour être modulaire suffisante pour permettre des améliorations dans le cadre du domaine actuelle et ses prolongements vers d'autres domaines dans le domaine financier.

4 Organisation du mémoire

Le chapitre 2 est consacré à l'état de l'art sur l'ingénierie ontologique et le web sémantique, principalement aux solutions terminologiques et ontologiques. Comment est-on passé de la notion de classification à celle d'ontologie ? Quels sont les rapports entre terminologie, thésaurus et ontologie ? Comment construit-on une ontologie ? À partir de quelles décisions théoriques ? Quels sont les principes à suivre ? Quels langages de représentation des connaissances peut-on adopter et pour quels usages ? Quels sont les différents outils qui peuvent nous aider à développer une ontologie ? Nous répondrons à ces questions en faisant un état de l'art des formalismes de représentation et des méthodes de construction d'ontologies qui s'intéressera également, aux langages existants pour exprimer les ontologies et, enfin les différents types d'outils d'Ingénierie ontologique.

Le chapitre 3 est consacré à l'état de l'art sur *l'apport des ontologies pour les placements financiers Intelligent*, quelles sont les ressources structurées existantes en finances? Dans quelle mesure paraissent-elles adéquates et utilisables ? Présente un bilan des ressources terminologiques et ontologiques existantes dans le domaine de la finance de façon générale, enfin on présente les travaux de recherche dans le domaine des ontologies financières.

Le chapitre 4 introduire de façon générale les placements financiers, les sections suivantes présentent les différentes étapes méthodologiques qui mènent à l'élaboration de notre ontologie. Une fois le modèle de l'ontologie construite, comment l'adapter et comment l'exploiter dans une application informatique ? On modélise cette application sémantique pour la préparer à l'implémentation.

Le chapitre 5 l'implémentation de notre ontologie et le système d'exploitation approprié Est-ce un plus ? Nous souhaitons montrer dans ce chapitre ce qu'implique, en termes d'ingénierie, l'utilisation d'une ontologie dans une application.

5 Conclusion

Nous venons, dans ce chapitre, de présenter le contexte général dans lequel s'inscrit notre sujet de magistère. Dans la section 1, nous avons apporté des précisions sur le contexte scientifique qui nous a servi de cadre et dans lequel nous avons travaillé. Dans la section 3 nous avons présenté les quatre domaines de recherche qui concernent notre travail : *l'ingénierie des connaissances*, plus spécifiquement *l'ingénierie ontologique* et *le web*

sémantique, ayant comme cadre applicatif l'informatique pour les placements financiers. La section 3 est entièrement consacrée à la problématique et aux enjeux de notre travail. Nous présentons une synthèse de notre problématique, précisons les faiblesses des systèmes informatiques actuels pour les placements financiers, puis nous avons présenté les solutions appropriées et les objectifs du projet.

Chapitre 2 Ingénierie ontologique et le web sémantique

Ce chapitre propose, de façon non exhaustive, un état de l'art en matière de représentation des connaissances. Nous essayons de synthétiser les acquis des différents sujets abordés. La section 1 s'intéresse aux notions clés du domaine en adoptant un point de vue épistémologique et précise la place de chacune de ces notions au sein du processus de représentation. Les sections suivantes s'intéressent à l'introduction de la notion ontologie en informatique (cf. section 2), Les constituants d'une ontologie (cf. section 3), la classification des différents types d'ontologie (cf. section 4), méthodes et méthodologies de construction (cf. section 5), enfin dans la section (6,7,8) les domaines d'utilisation des ontologies et nous présentons les langages pour exploiter les ontologies et les outils appropriés.

1 De la notion de terminologie à celle d'ontologie

1.1 Terminologie

Une terminologie présente l'ensemble des termes, rigoureusement définis, qui sont spécifiques d'une science, d'une technique, d'un domaine particulier de l'activité humaine. (Larousse¹)

Lefèvre, dans son livre sur la recherche d'informations (2000), propose une définition plus précise : « *Les terminologies sont des listes de termes d'un domaine ou sujet donné représentant les concepts ou notions les plus fréquemment utilisés ou les plus caractéristiques, cette liste étant ou non structurée.* ».

La terminologie, considérée comme science, s'intéresse au recensement des concepts d'un domaine et des termes qui le désignent pour faciliter l'échange de connaissances.

Le principal intérêt des terminologies est de réduire, voire de supprimer, l'ambiguïté. En effet, puisque par définition, une terminologie de référence spécifie une norme pour un domaine donné, alors le sens de chaque terme est figé et il n'existe qu'une interprétation possible pour l'utilisateur.

1.2 Glossaires

Un glossaire est un ensemble de termes avec leur signification. La définition de chaque terme est donnée en langage naturel. Cette représentation apporte plus d'informations car une

¹ <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/terminologie>

personne peut lire la définition, cependant elle n'est pas interprétable par l'ordinateur [Lassila, 2001].

1.3 Classification :

Selon J. Charlet (2002), une classification est l'action de distribuer par classes et par catégories.

D. Bourigault (2004) offre une définition allant dans le même sens mais plus complète : « *une classification est la répartition systématique en classes, en catégorie d'êtres, de choses ou de notions ayant des caractères communs notamment afin d'en faciliter l'étude. C'est aussi le résultat de cette opération.* ».

Les classifications portant sur un domaine particulier de la connaissance sont généralement bien admises par les spécialistes du domaine. Une classification correspond à une catégorisation récursive du domaine selon un critère qui s'applique à l'ensemble des éléments d'une classe, les critères se succédant de classe en sous-classe par ordre d'importance décroissante. Le lien sémantique qui préside à la catégorisation peut être un lien de spécification-généralisation (type «est-un », par exemple : « compte chèque est un compte non rémunère ») ou de partition (type « faitpartie-de », par exemple : «Le titre de créance fait partie du Portefeuille »).

1.4 Nomenclature :

Ensemble des mots en usage dans une science, un art, ou relatifs à un sujet donné, présentés selon une classification méthodique (Larousse²). Il n'y a aucun agencement particulier des termes ni de définition explicite, l'objectif recherché étant l'exhaustivité. Il s'agit d'un recueil ouvert de données dont l'intérêt est de recenser tous les concepts d'un domaine, sans se restreindre à un objectif spécifique. La principale différence entre les notions de classification et de nomenclature tient à la précision de l'objectif poursuivi. En effet, la classification est clairement orientée vers un objectif précis tandis que la nomenclature a pour seul but l'exhaustivité.

Par exemple la nomenclature des produits existe au niveau d'une banque.

² <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/Nomenclature>

1.5 Thésaurus

Un thésaurus est un ensemble structuré de termes d'un vocabulaire, par exemple les termes techniques utilisés en médecine, représentés de façon normalisée par des descripteurs ou des mots clés [Foskett, 1997].

Un thésaurus est donc un ensemble organisé de termes, choisis pour leur capacité à faciliter la description d'un domaine et à harmoniser la communication et le traitement de l'information.

1.6 Taxinomie :

Le mot taxinomie vient du grec taxis, rangement, et de nomos, loi. Larousse définit la taxinomie comme étant la science des lois de la classification. Le terme taxonomie fut inventé, sous cette orthographe, par Augustin Pyrame de Candolle pour définir la théorie des classifications. L'orthographe fut corrigée en taxinomie par Émile Littré mais l'autre forme reste pourtant très répandue.

1.7 Ontologie :

À la fin du XIX^{ème} siècle l'ontologie, en tant que pratique, a été définie par Aristote comme étant la science de l'Être. En général pour l'informatique, l'Ontologie désigne l'étude de ce qui existe, c'est à dire l'ensemble des connaissances que l'on a sur le monde [WEL, 2001].

2 Intégration d'ontologie en informatique :

L'émergence de la notion d'ontologie en informatique résulte en partie des travaux de recherches en intelligence artificielle. Comment formaliser des connaissances pour qu'elles puissent être interprétées par les machines est une problématique centrale de ce domaine qui a motivé de nombreux travaux sur les représentations par objets. L'utilisation conjointe des systèmes à bases d'objets et de logiques a mené à la constitution d'ontologies formelles. Depuis 2001, l'émulation autour du Web Sémantique participe au développement de standards pour les ontologies et à la multiplication de leur utilisation.

Depuis le début des années 90, l'Ingénierie des connaissances a grandement contribué à diffuser le terme « ontologie ». T.R. Gruber reprend ce terme – précédemment utilisé par J.F. Sowa, C.S. Pierce et R.J. Brachman – et l'introduit en informatique.

En 1993, T.R. Gruber propose une première définition et introduit la notion de conceptualisation : « une ontologie est une spécification partagée d'une conceptualisation », [Gruber, 1993].

Les travaux menés par N. Guarino et C. Welty permettent de définir cette notion de conceptualisation [Guarino & Welty, 2000a]. Il s'agit, d'une part, de préciser la notion de domaine d'application ou de discours en distinguant parmi les entités peuplant un domaine, les individus et les propriétés, et, d'autre part, de préciser quelles sont les propriétés essentielles, unicité, identité . . .

Contrairement aux définitions précédentes, la définition proposée par B. Bachimont s'appuie directement sur la représentation des connaissances en tant que domaine d'étude et sur la formalisation en tant que moyen de mise en œuvre.

Dans ce contexte, l'ontologie réconcilie la dimension sémantique et la dimension syntaxique nécessaire aux langages formels informatisés [Bachimont, 2000] : « *Définir une ontologie pour la représentation des connaissances, c'est définir, pour un domaine et un problème donnés, la signature fonctionnelle et relationnelle d'un langage formel de représentation et la sémantique associée.* »

L'ontologie doit être opérationnelle pour l'utiliser en informatique. Elle devient, dans ce but, un ensemble de concepts et de relations spécifiques du domaine et atteint un niveau d'abstraction supplémentaire. Pour cela J. Charlet propose une définition rigoureuse précise les précédentes et affinée de ce qu'est une ontologie [Charlet, 2002]. C'est cette définition que nous retiendrons dans la suite de ce mémoire. « *Une ontologie implique ou comprend une certaine vue du monde par rapport à un domaine donné. Cette vue est souvent conçue comme un ensemble de concepts – e.g. entités, attributs, processus –, leurs définitions et leurs interrelations. On appelle cela une conceptualisation. ... Une ontologie peut prendre différentes formes mais elle inclura nécessairement un vocabulaire de termes et une spécification de leur signification. ... Une ontologie est une spécification rendant partiellement compte d'une conceptualisation.* » Cette définition introduit ce que sont les constituants de l'ontologie.

3 Les constituants d'une ontologie

Comme nous l'avons dit précédemment, les ontologies rassemblent les connaissances propres à un domaine donné. Nous détaillons ci-dessous les différents composants de l'ontologie considérée en tant qu'objet informatique.

3.1 Concepts :

Les connaissances portent sur des objets auxquels on fait référence à travers des concepts (également appelés classes dans certains travaux). Un concept peut représenter un objet matériel (par exemple, une banque), une notion (par exemple, le prix) ou bien une idée [Uschold & King, 1995].

Un concept peut être divisé en trois parties :

- un terme (que nous désignerons sous le nom de label est l'expression linguistique utilisée couramment pour y faire référence.
- La notion désigne ce qui est appelé, au sens de la représentation des connaissances, l'intension du concept. Elle contient sa sémantique qui est définie à l'aide de propriétés, d'attributs, de règles et de contraintes.
- L'ensemble d'objets forme ce qui est appelé l'extension du concept. Il s'agit des objets auxquels le concept fait référence, autrement dit, de ses instances.

Par exemple, le label de concept « banque » renvoie aussi bien à la notion de banque en tant que lieu où l'on investit qu'à l'ensemble des objets de ce type : CNEP de Sétif, CPA centrale...

3.2 Propriétés :

Les propriétés sont des caractéristiques évaluées attachées aux concepts. Une des grandes difficultés de l'ingénieur des connaissances qui développe une ontologie est de choisir si une connaissance doit être modélisée sous la forme d'une propriété ou bien à l'aide d'une relation liant un autre concept. Une solution courante est de choisir la propriété lorsque la valeur de la connaissance est un entier ou une chaîne de caractères. Les valeurs que peut admettre une relation sont d'un genre plus complexe puisqu'il s'agit d'un autre concept présent dans l'ontologie.

3.3 Relations :

Les relations représentent un type d'interaction entre les concepts d'un domaine. Elles lient les concepts primitifs (ou simples) entre eux pour construire des représentations conceptuelles complexes que nous appelons concepts définis. Elles sont caractérisées par un terme, voire plusieurs, et une signature qui précise le nombre d'instances de concepts que la relation lie, leurs types et l'ordre de ces concepts, c'est-à-dire la façon dont la relation doit être lue. Par exemple, la relation « diagnostique » lie une instance du concept « personnelMedical » et une

instance du concept « pathologie », dans cet ordre. Des exemples de relations binaires sont : « observepar », « associe-a », « qualifie-de », ou encore « connecte-a ». G. Kassel (2002) et N. Guarino et al. (1995) formalisent les principales relations jugées utiles à la modélisation d'une ontologie : « instance-de », « sorte-de », « appartenance-a », « dépendance » . . . Le point de vue que nous venons de présenter sur les relations est influencé par les logiques de description. Il est propre à notre modèle d'ontologie (et aux graphes conceptuels) mais n'est pas le seul que l'on pourrait choisir.

La relation de subsomption « est-un » (is-a) a un statut particulier car elle structure la hiérarchie ontologique. À ce titre, elle est implicite. Un concept C1 (concept père) subsume un concept C2 (concept fils) si toute propriété sémantique de C1 est également une propriété sémantique de C2 et si C2 est plus spécifique que C1 (comme illustré dans la Figure 2.1). Ainsi, l'extension d'un concept est forcément plus réduite que celle de son concept père. Son intension est par contre plus riche. La relation de subsomption est définie dans la littérature de plusieurs manières :

- Définition intensionnelle : un concept C1 subsume un concept C2 si tout individu décrit par C2 l'est aussi par C1, autrement dit si l'ensemble des propriétés d'un individu dont la description est définie par C2 contient l'ensemble des propriétés spécifiées par C1.
- Définition extensionnelle : un concept C1 subsume un concept C2 si l'ensemble des individus dénotés par C1 contient l'ensemble des individus dénotés par C2.
- Définition logique : un concept C1 subsume un concept C2, si être un individu décrit par C2 implique être un individu décrit par C1. La relation de subsomption n'est pas la seule relation qui permette de structurer la hiérarchie ontologique.

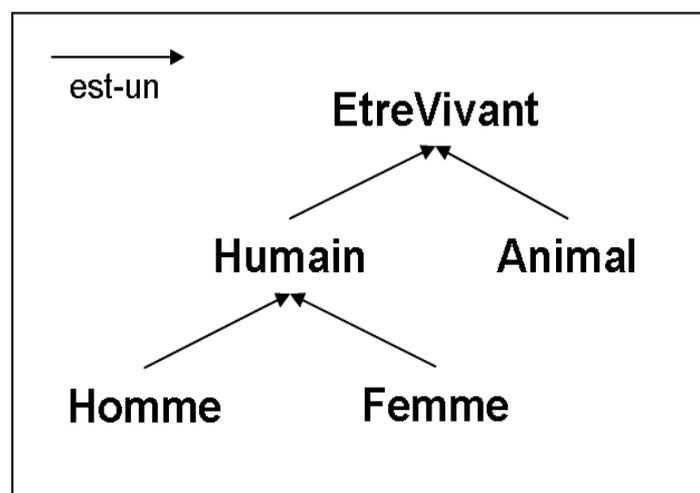


Figure 2.1 Exemple de la relation de subsomption.

4 Types d'ontologies

Il existe de nombreuses classifications des ontologies selon des critères variés :

4.1 La classification faite par M. Uschold et M. Grüninger (1996)

Distingue les ontologies en fonction du degré de formalisme de la représentation :

- les ontologies hautement informelles sont des ontologies opérationnelles écrites en langage naturel ;
- les ontologies semi-informelles utilisent un langage naturel structuré et limité ;
- les ontologies semi-formelles définissent les concepts dans un langage artificiel et défini formellement ;
- les ontologies rigoureusement formelles sont définies dans un langage contenant une sémantique formelle, des théorèmes et des preuves de propriétés telles que la robustesse et l'exhaustivité.

4.2 La classification faite par A. Gómez-Pérez et al. (2004a) et N. Guarino (1998) :

La classification peut également se faire en fonction des objets que modélisent les ontologies (comme illustré dans la Figure 2.2)

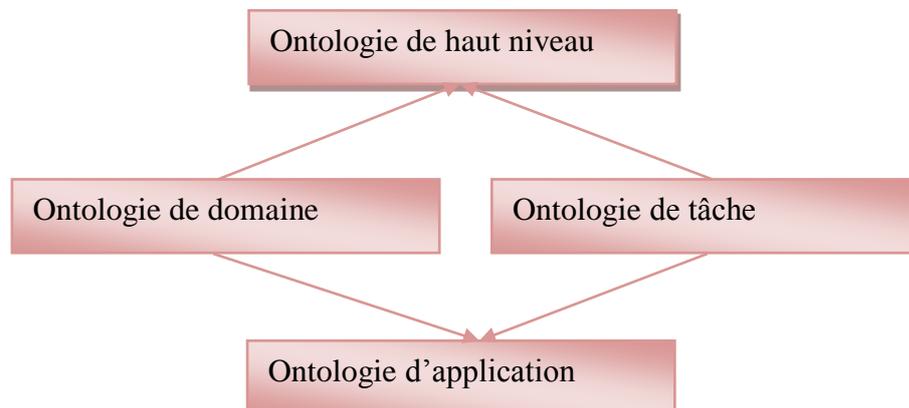


Figure 2.2 Classification des ontologies selon N. Guarino (1998).

- Les ontologies de haut niveau (top-level ontology ou upper-ontology) portent sur des concepts de haut niveau qui décrivent des notions très générales. Elles sont destinées à une grande communauté d'utilisateurs et d'applications. et peuvent se diviser en deux catégories :

1. Les ontologies pour la représentation des connaissances décrivent des notions utilisées dans toutes les ontologies pour spécifier les connaissances.

Exemple : La Frame Ontology [Gruber, 1993] du projet Ontolingua³ définit, de manière formelle, les concepts utilisés principalement dans des langages à base de frames : classes, sous-classes, attributs, valeurs, relations et axiomes

2. Les ontologies génériques (ou ontologies générales) décrivent des concepts très généraux qui sont indépendants d'un domaine ou d'un problème particulier (espace, temps, événement). Elles peuvent être utilisées pour amorcer la construction d'une ontologie ou pour compléter une ontologie existante mais incomplète.

Exemple : L'ontologie SUMO [Niles & Pease, 2001] développée par le groupe de travail SUO WG (Standard Upper Ontology Working Group)⁴.

En Figure 3 est présenté un échantillon des concepts les plus génériques de SUMO (comme illustré dans la Figure 2.3), ayant pour racine le concept Entité. Le rôle de ces concepts est de définir les principales distinctions qu'il est possible de réaliser entre des entités pouvant faire l'objet de raisonnements.

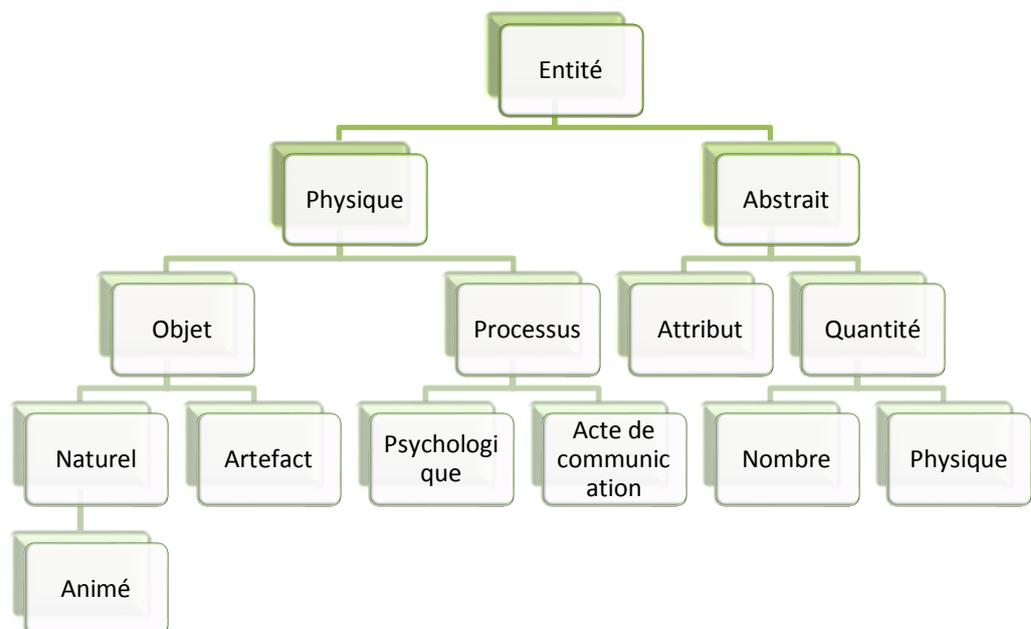


Figure 2.3 Taxinomie de concepts généraux, extraite et adaptée de l'ontologie SUMO

³ Ontolingua, <http://www.ksl.stanford.edu/software/ontolingua/>

⁴ Cette ontologie peut être éditée à l'adresse : <http://suo.ieee.org>

L'ontologie méréologique (Mereology Ontology) est un exemple classique d'ontologie générique [Borst, 1997].

- Les ontologies de domaine décrivent les connaissances d'un domaine particulier (domaine de l'automobile, du monde hospitalier, etc.). Les concepts et les relations d'une ontologie de domaine renvoient à des objets du domaine. Ils peuvent être obtenus en spécialisant des concepts issus d'une ontologie générique. Les relations d'une ontologie de ce type décrivent des liens inter-concepts qui sont présents et valides dans le domaine considéré. Comme exemples d'ontologies de domaine, nous pouvons citer Menelas [Zweigenbaum & al. 1995] ou Galen [Rector & al. 1994] dans le domaine médical, PhysSys [Borst & al. 1997] pour la Physique, ou encore les ontologies TOVE [Fox 1992] [Kim & al. 1999] et Entreprise [Uschold & al. 1998] dans le domaine de la Mémoire d'Entreprise (domaine ayant fait l'objet de plusieurs recherches en Ingénierie des Connaissances [Dieng-Kuntz & al. 2001] qui ont abouti au développement de méthodes et d'outils spécifiques de construction, de gestion et d'exploitation d'ontologies, comme par exemple la méthode SAMOVAR [Golebiowska 2002] pour la mémoire d'un projet de conception de véhicule) ;

- Les ontologies de tâche décrivent des connaissances liées à une tâche ou une activité particulière (vendre, naviguer, etc.). À l'instar des ontologies de domaine, les concepts des ontologies de tâches peuvent être obtenus par spécialisation des concepts d'une ontologie générique. Les ontologies de tâche rendent explicite le rôle joué par chaque concept dans l'activité modélisée. Plusieurs ontologies de tâches ont été élaborées dans le cadre du projet Ontolingua ;

- Les ontologies d'application sont les ontologies les plus spécifiques. Elles mettent en jeu des concepts spécifiques à un domaine et à une activité particulière. Une ontologie d'application peut être vue comme une double spécialisation d'une ontologie de domaine et d'une ontologie de tâche. Ici, les concepts décrivent souvent des objets du domaine liés à une activité particulière. On peut citer les travaux sur la modélisation de ressources pour des applications d'e-formation [Benayache & al.2004] [Chaput & al. 2004]. Les ontologies d'application sont en général utilisées pour élaborer des applications concrètes mais ne doivent pas être confondues avec des bases de connaissances.

4.3 Classification en fonction du niveau de granularité

Niveau de granularité, c'est-à-dire du niveau de détail des objets de la conceptualisation. En fonction de l'objectif opérationnel, une connaissance plus ou moins fine du domaine est

nécessaire et des propriétés considérées comme accessoires dans certains contextes peuvent se révéler indispensables pour d'autres applications :

- 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.
- 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 dans d'autres ontologies de domaine ou d'application [Fürst, 2004a].

4.4 Classification selon Mizoguchi R. (1998) et de Bachimont B. (2000)

La classification est faite selon le niveau de représentation des connaissances, L'appellation niveaux de représentation des connaissances ainsi que leur interprétation peuvent varier selon les auteurs :

- Mizoguchi R. (1998) propose une typologie très axée sur le processus d'ingénierie ontologique (niveau conceptuel, niveau formel, niveau opérationnel) ;
- Bachimont B. (2000) propose une typologie très axée sur la construction de la signification (Niveau sémantique (ou interprétatif), niveau formel (ou référentiel), niveau opérationnel (ou computationnel)) ;

5 Les méthodologies de construction d'ontologies

5.1 La méthode de d'Uschold M.et King M. (1995)

Est la première méthode de construction d'ontologies. La Figure 2.4 présente le processus de la méthode :

- identification du but et de la portée de l'ontologie, spécifier le domaine concerné.
- construction de l'ontologie comprenant d'une part, les concepts et les relations clés, et, d'autre part, produire des définitions textuelles précises et non ambiguës de ces concepts et de ces relations ; coder les connaissances en les intégrant à d'autres ontologies qui préexistent ;
- évaluation de l'ontologie ;
- Documentation de l'ontologie.



Figure 2.4 Processus de la méthode d'Uschold et King

5.2 La méthode de Grüninger M. et Fox M.S. (1995)

La méthode se compose de six étapes :

- capturer les scénarios motivants
- formuler les questions de compétence, de façon informelle
- spécification de la terminologie de l'ontologie en langage naturel : obtenir une terminologie informelle, spécification d'une terminologie formelle
 - formuler les questions de compétence, de façon formelle, en utilisant la terminologie de l'ontologie
 - spécification des axiomes et des définitions pour les termes de l'ontologie en langage naturel
 - établir des conditions pour caractériser la complétude de l'ontologie.

5.3 La méthode KACTUS de (Bernaras A., Laresgoiti I. et Corera J., 1996 The KACTUS Booklet version 1.0. , 1996)

Est conditionnée par le développement d'applications. Par conséquent, chaque fois qu'une application est construite, l'ontologie qui représente la connaissance requise pour l'application est construite.

5.4 METHONTOLOGY [Fernandez et al., 1997; Lopez et al., 1999]

Elle a été proposée pour la construction d'ontologies par la FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agent). La Figure 2.5 présente le processus de la méthode.

La méthode comprend deux étapes :

- identification du processus de développement de l'ontologie avec activités de gestion de projet, activités orientées-développement, et activités d'aide.
- cycle de vie de l'ontologie basé sur des prototypes évolutifs.

Cette méthodologie intègre la construction d'ontologies dans un processus de gestion de projet complet, comprenant aussi bien les étapes de spécification des besoins et de planification que celles, par exemple, de la réalisation, de la maintenance et de la documentation.

METHONTOLOGY est partiellement soutenu par l'environnement WebODE.

Plusieurs ontologies ont été créées à partir de cette méthode dont les plus connues sont :

- CHEMICALS, qui contient des connaissances dans le domaine de la chimie.
- (KA)2, qui contient des connaissances (scientifiques, sujets de recherche, projets, universités, etc.) à propos de la communauté scientifique dans le domaine de l'acquisition des connaissances.

De là, les trois principales applications créées sont : (Onto)2Agent, Chemical OntoAgent, et Ontogeneration.

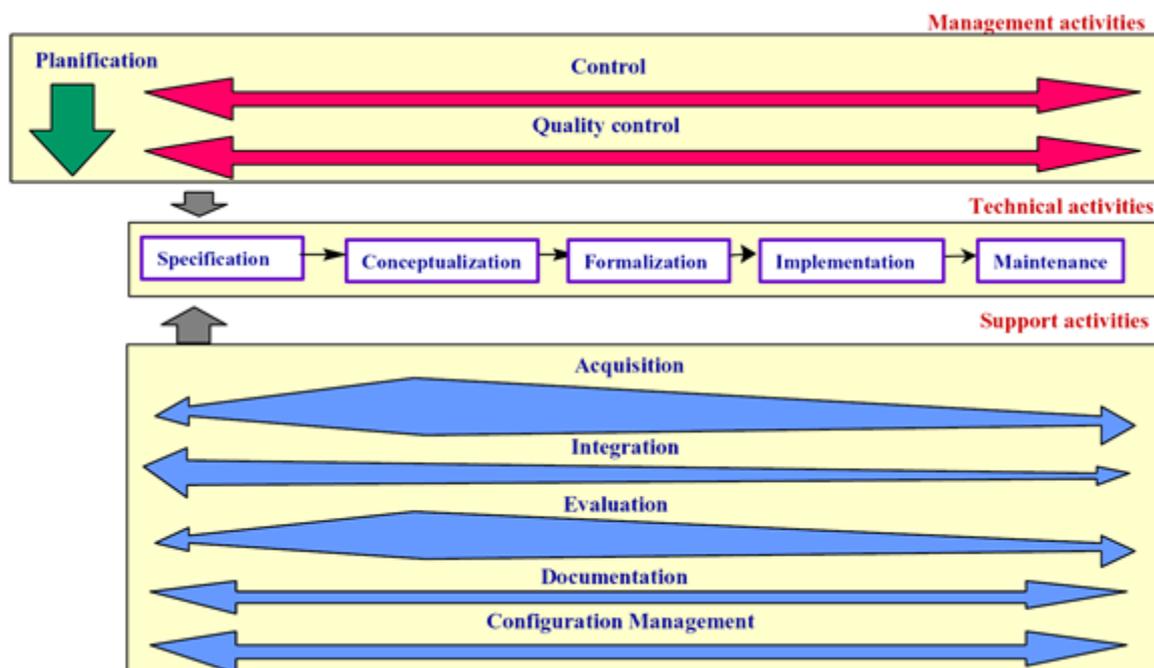


Figure 2.5 Processus de METHONTOLOGY

5.5 La méthodologie de N. Guarino et C. Welty

La méthodologie mise au point par N. Guarino et C. Welty (2000b) permet de corriger les hiérarchies taxinomiques construites de manière plus ou moins anarchique. Les auteurs ne proposent pas de guide méthodologique à proprement parler mais une étape de vérification et de correction à intégrer dans le cycle de vie de l'ontologie. Cette méthode repose sur des

distinctions entre concepts (ex : type, rôle, attribution) résultant de la combinaison de différentes propriétés formelles (ex : rigidité, dépendance, identité, . . .) et sur des principes de cohérence logique pour les liens de subsomption qui découlent de ces distinctions [Welty & Guarino, 2001]. Ces distinctions prennent la forme d'une ontologie de propriétés [Guarino & Welty, 2000a] que l'on peut assimiler à une ontologie « formelle », par opposition à « matérielle » [Bachimont B., 2001]. Ces propriétés formelles permettent à l'ingénieur des connaissances de vérifier la cohérence et le respect des règles de subsomption. Le module ODEClean fonctionnant avec l'outil WebODE⁵ est une implémentation de cette méthodologie.

5.6 La méthode On-To-Knowledge [Sure et al., 2002]

Un éditeur d'ontologies est associé à cette méthode, il s'agit d'OntoEdit, La Figure 2.6 présente le processus de la méthode se fait en cinq étapes.

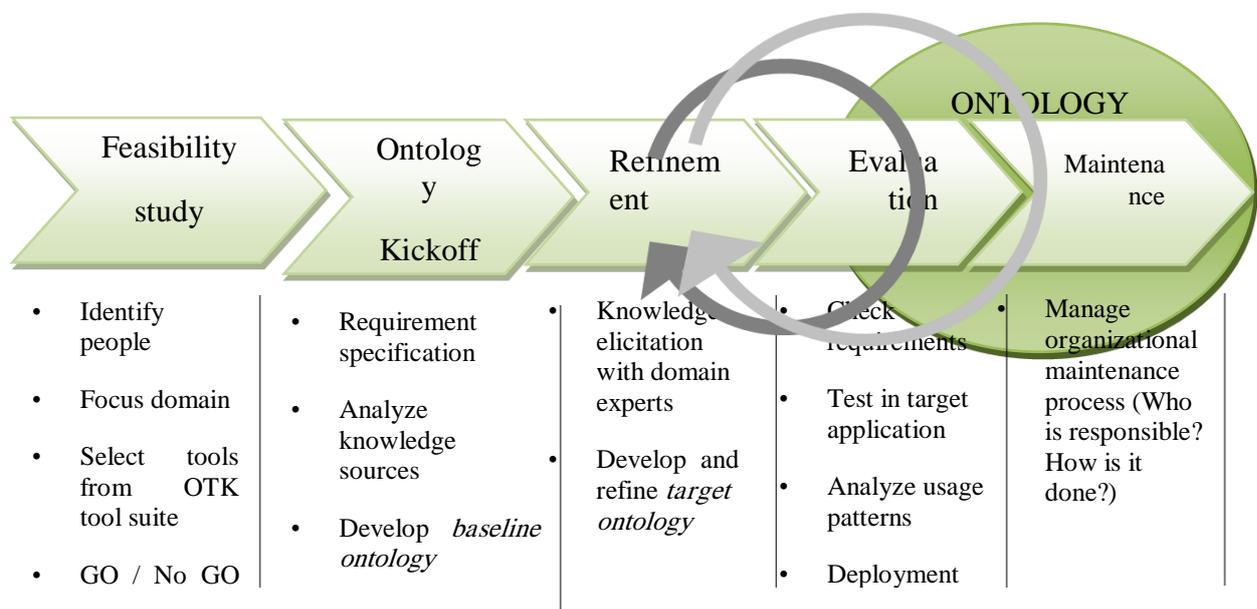


Figure 2.6 Processus de On-To-Knowledge

La première étape porte sur l'identification du problème à résoudre alors que les quatre dernières portent sur le développement de l'ontologie :

- Étude de faisabilité avec identification du problème, étude d'opportunité, choix de la cible de l'ontologie ;
- Conceptualisation avec spécification des requis, analyse des sources d'information, création d'une ontologie initiale ;

⁵ <http://webode.dia.fi.upm.es/WebODEWeb/index.html>

- Raffinement avec extraction des concepts auprès des experts, développement de la taxonomie de base, conceptualisation et formalisation, ajout de relations et axiomes ;
- Évaluation avec révision et extension fondées sur les rétroactions, analyse des utilisations de l'ontologie, analyse des questions de compétence de l'ontologie ;
- Maintenance de l'ontologie.

5.7 La méthode ARCHONTE [Bachimont B., 2000; Bachimont et al., 2002].

La méthode ARCHONTE (ARCHitecture for ONTological Elaborating) proposée par B. Bachimont pour construire des ontologies s'appuie sur la sémantique différentielle, comporte trois étapes :

- choisir les termes pertinents du domaine et normaliser leur sens puis justifier la place de chaque concept dans la hiérarchie ontologique en précisant les relations de similarités et de différences que chaque concept entretient avec ses concepts frères et son concept père.
- formaliser les connaissances, ce qui implique par exemple d'ajouter des propriétés à des concepts, des axiomes, de contraindre les domaines d'une relation . . .
- l'opérationnalisation dans un langage de représentation des connaissances.

5.8 La méthode OntoSpec [G. Kassel, 2002]

Une méthode de spécification semi-informelle d'ontologies repose sur :

- un préalable à la construction du modèle de l'organisation : Le modèle de l'organisation repose sur des concepts, comme les concepts de « rapport intermédiaire », « document confidentiel », « projet », « réunion », « directeur d'équipe », etc. La construction d'une ontologie rassemblant les définitions pour l'ensemble de ces concepts. L'objectif d'OntoSpec est de pousser l'ontologue à passer par une phase initiale de modélisation des connaissances.
- Pour exprimer ces définitions, la méthode propose de recourir à un mode de spécification semi-informelle : c'est-à-dire à de la langue naturelle fortement structurée et contrôlée. L'ontologie conceptuelle en résultant sert de base à un travail collaboratif entre l'ontologue et l'expert.
- La suite logique de la définition d'une ontologie conceptuelle est la définition d'une ontologie formelle qui puisse être utilisée en tant que telle dans un système informatique. OntoSpec s'attache donc à ce que l'élaboration d'une ontologie formelle passe par celle d'une ontologie conceptuelle porteuse d'une modélisation précise et rigoureuse des connaissances. Exemples de définitions de concepts et de relations spécifiées en OntoSpec

Employé : **[PE/LSD]** Un EMPLOYÉ est une PERSONNE qui TRAVAILLE POUR LE COMPTE d'un EMPLOYEUR. **[PE/LR]** Tout EMPLOYÉ EST PAYÉ PAR l'EMPLOYEUR qui l'emploie. **[COM/AS]** Le concept d'EMPLOYÉ se spécialise en INGÉNIEUR et CHERCHEUR, selon la nature du travail réalisé par l'EMPLOYÉ.

Document électronique : **[PE/LSD]** Un DOCUMENT ÉLECTRONIQUE est un DOCUMENT qui A UN SUPPORT électronique. **[PE/LR]** Tout DOCUMENT ÉLECTRONIQUE A POUR FORMAT un FORMAT. **[PE/LEM]** Les DOCUMENTS ÉLECTRONIQUES sont distincts des DOCUMENTS PAPIER.

6 L'utilisation des ontologies

Loin de n'être qu'un objet de laboratoire, les ontologies trouvent aujourd'hui des applications dans tous les systèmes à base de connaissances. L'objet de cette section est de présenter quelques applications intégrant des ontologies, et, en particulier, le projet de Web sémantique.

6.1 Les ontologies dans les systèmes à base de connaissances

La principale application des ontologies reste la gestion de données au niveau connaissance. De nombreux projets plus ou moins opérationnels existent dans différents domaines. On peut par exemple citer le projet MENELAS, mené dans les services informatiques de l'ASSISTANCE PUBLIQUE - HOPITAUX DE PARIS, et qui vise la gestion des rapports médicaux et leur analyse par un système utilisant le modèle des graphes conceptuels [ZWEIGENBAUM P. 1999]. Les graphes, qui représentent les connaissances médicales incluses dans les rapports, sont générés à partir des textes et stockés dans une structure ad-hoc. L'utilisation de mécanismes de raisonnement adaptés permet alors la consultation interactive de la connaissance, le système disposant des moyens d'aiguiller la recherche de l'utilisateur par des questions et/ou des propositions.

D'autres projets, tournés vers la gestion des mémoires d'entreprise, sont actuellement en cours. Le projet TOVE (TORONTO VIRTUAL ENTERPRISE [GRUNINGER M. 95]) a pour but de créer un modèle d'entreprise exprimé dans une ontologie, permettant à un système utilisant cette ontologie de gérer les connaissances liées à l'organisation et aux activités des entreprises. Le projet COMMA [GANDON F 2002], mené à l'INRIA de Sophia-Antipolis, vise également à permettre la gestion d'une mémoire partagée des connaissances à l'intérieur d'une entreprise. Les scénarios auxquels le système doit pouvoir s'appliquer sont l'apport d'information à un nouvel employé et le support au processus de veille technologique.

L'utilisation d'ontologies au sein de systèmes offrant de réelles possibilités de raisonnement est encore peu développée, du fait que les langages de représentation sont encore peu outillés à ce niveau. Certains projets ont cependant été lancés, comme le projet GINA (Géométrie

Interactive et Naturelle) de l'Ecole des Mines de Nantes, auquel l'IRIN est associé. Le but de ce projet est de développer un système de conception assistée par ordinateur qui soit interactif et dialogue avec l'utilisateur au niveau connaissance. Ce dialogue peut servir à l'analyse de la scène en cours de conception, le système pouvant répondre à des questions du type « y a-t-il des droites parallèles à telle droite ? ». Le système doit également pouvoir détecter les erreurs de conception commises par l'utilisateur et lui suggérer des modifications.

Le projet GINA nécessite donc la construction d'une ontologie de la géométrie, incluant les connaissances de raisonnement, c'est-à-dire les axiomes de la géométrie. L'ontologie de l'axiomatique de la géométrie projective a déjà été représentée à l'aide du modèle des graphes conceptuels et validée par son utilisation dans un système de preuve automatique de théorèmes [FÜRST F., 2003, FÜRST F., 2002, LECLERE M., 2002a, LECLERE M., 2002b].

6.2 Les ontologies dans Web sémantique

Le Web sémantique n'est pas un Web distinct mais une extension de l'actuel, dans lequel l'information est bien définie, permettant les ordinateurs et les gens de mieux travailler en coopération [The Semantic Web – Scientific American, May 2001].

6.2.1 Vers un Web interprétable par les machines

En 1989, Tim Berners-Lee imagine pour le CERN⁶ une architecture informatique distribuée permettant d'interconnecter les différents éléments du système d'information interne [Berners-Lee, 1989]. Il représente alors celui-ci comme un graphe où les nœuds, tout comme les arcs, sont typés et peuvent ainsi représenter (pour les nœuds) des outils, des documents, des projets ou des personnes ou bien encore (pour les arcs) des relations de production, d'inclusion ou d'appartenance.

Afin de faciliter la navigation dans un tel système, sa proposition se base sur l'utilisation de l'hypertexte, tel que défini par Ted Nelson dès les années 60 au sein du projet Xanadu⁷ [Nelson, 1965]. C'est cette proposition d'architecture décentralisée qui donnera par la suite naissance au World Wide Web tel que nous le connaissons aujourd'hui (comme illustré dans la Figure 2.7).

⁶ Organisation européenne pour la recherche nucléaire – <http://public.web.cern.ch/public/Welcome-fr.html>

⁷ <http://www.xanadu.com/>

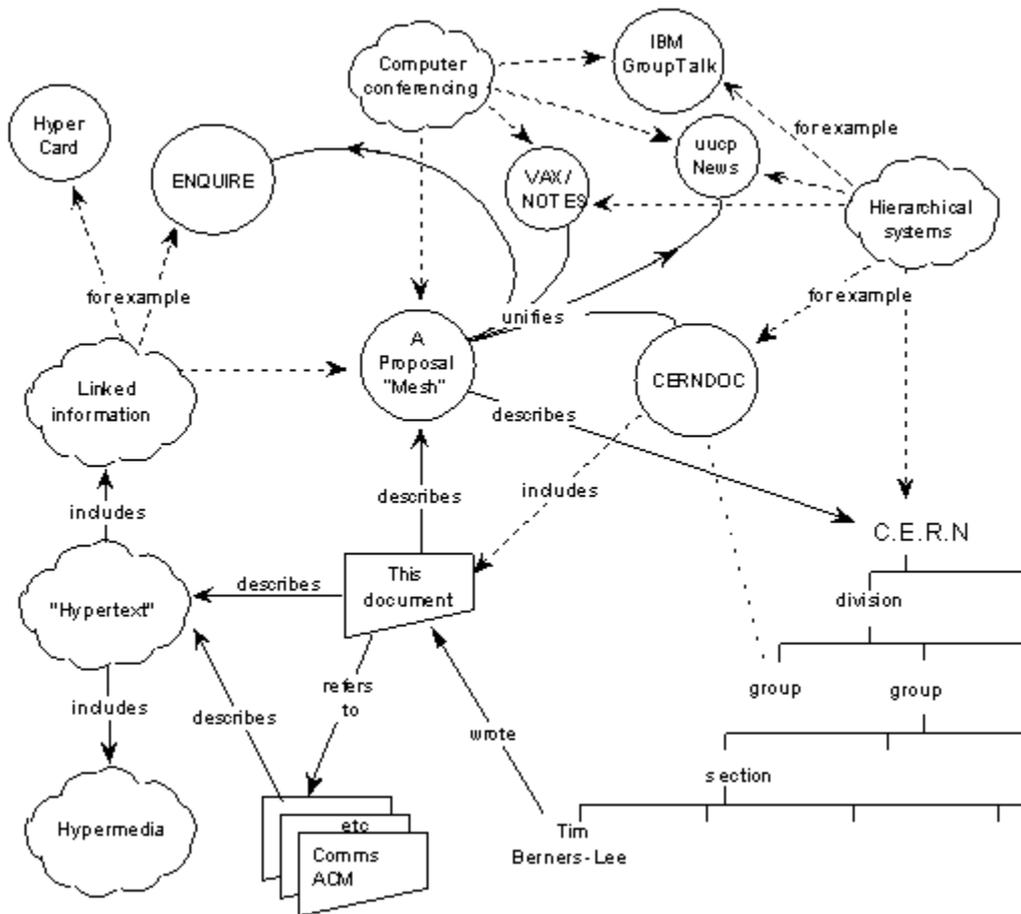


Figure 2.7 Proposition d'architecture distribuée qui conduira au World Wide Web [Berners-Lee, 1989]

6.2.2 Architecture principale de World Wide Web

En 1989, Tim Berners-Lee imagine pour le CERN2 une architecture informatique distribuée permettant d'interconnecter les différents éléments du système d'information interne [Berners-Lee, 1989]. Il représente alors celui-ci comme un graphe où les nœuds, tout comme les arcs, sont typés et peuvent ainsi représenter (pour les nœuds) des outils, des documents, des projets ou des personnes ou bien encore (pour les arcs) des relations de production, d'inclusion ou d'appartenance.

Les principes fondamentaux de l'architecture du World Wide Web (comme illustré dans la Figure 2.8) qui permettent son universalité sont les normalisations de :

- Identification – Uniform Resource Identifiers (URIs) [T. Berners-Lee 94]⁸: soit littéralement identifiant uniforme de ressource, est une courte chaîne de caractères identifiant une ressource sur un réseau (par exemple une ressource Web)

⁸ <http://tools.ietf.org/html/rfc1630>

- Interaction – Hypertext Transfer Protocol version 1.0 [T. Berners-Lee 96]⁹: Le protocole d'interaction le plus couramment utilisé est le système http.
- Format – Hypertext Markup Language version 2 [T. Berners-Lee 95]¹⁰: généralement abrégé HTML, est le format de données conçu pour représenter les pages web.

Berners-Lee a insisté pour que seules ces trois protocoles ont été requises, et rien de plus [T. Berners-Lee. Weaving the Web. 2000.].

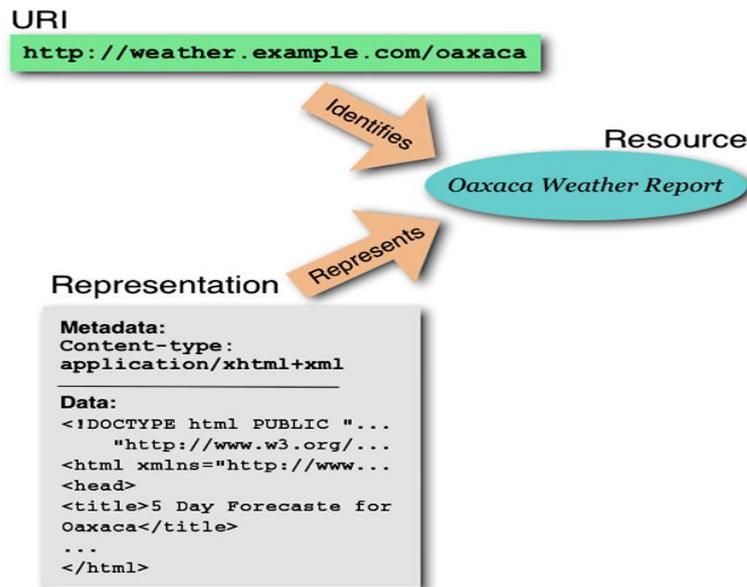


Figure 2.8 Architectural principles of the World Wide Web

Berners-Lee s'est rendu compte qu'il n'était pas possible de proposer un espace universel et en même temps garder le contrôle de celui-ci; pour que le Web devienne universel, il a été nécessaire pour être un système ouvert, et cela a été la caractéristique la plus révolutionnaire de l'architecture les principes du Web.

6.2.3 Problématique

Si l'on observe le schéma correspondant à la vision d'origine du Web et que l'on prend en compte l'état actuel de celui-ci, on ne peut s'empêcher de constater que là où la proposition initiale fait état de ressources et de liens fortement typés, le Web tel que nous le connaissons aujourd'hui ne considère que des documents, qu'ils soient textuels ou multimédia et des liens hypertextes non typés pour établir des relations entre ceux-ci.

⁹ <http://tools.ietf.org/html/rfc1945>

¹⁰ <http://tools.ietf.org/html/rfc1866>

Ainsi, si un utilisateur est en mesure d'identifier le concept induit par un document (une personne ou un projet donné ...) ainsi que la nature du lien défini entre deux concepts (à partir des liens entre documents), cette identification n'est pas réalisable de manière simple par un agent logiciel. En effet, celui-ci ne considère que des documents plein-texte (encodés dans un langage dont il ne sait pas interpréter la sémantique) connectés entre eux par des hyperliens unidirectionnels non typés. De plus, les métadonnées associées à ces documents (auteur, date de création ...) sont elles aussi difficilement interprétables. Enfin, même pour un utilisateur, ces interprétations peuvent-être biaisées puisqu'elles font appel à l'expérience, la culture, et l'affect mental de celui-ci, qui peut différer selon les personnes pour un même document.

Ainsi se pose le problème d'un Web interprétable non seulement par les humains mais surtout par les machines. C'est en ce sens que se situe l'initiative du Web Sémantique qui vise à résoudre cette problématique d'interprétation des données par les agents logiciels [Berners-Lee et al., 2001].

C'est donc bien d'extension et non pas de refonte dont il est question pour définir ce Web compréhensible par les machines, La machine n'interprétant qu'une succession de 0 et 1, il est délicat de parler réellement de compréhension par les machines. On devrait plutôt parler de contraintes d'interprétation, comme le souligne [Bachimont, 2000] en évoquant la notion d'engagement ontologique. On utilisera cependant ce terme compréhension par abus de langage au sein de ce mémoire.

7 Langages pour exploiter des ontologies

Une des principales décisions à prendre dans le procédé de développement d'ontologies consiste à choisir le langage (ou l'ensemble de langages) dans lequel l'ontologie sera exprimée et utilisée. L'ingénieur des connaissances a des exigences concernant ces langages :

- la lisibilité : le langage doit être compréhensible pour un utilisateur humain et doit donc avoir une certaine continuité avec le langage naturel ;
- la portabilité : le langage choisi doit être le plus standard possible afin de pouvoir être réutilisé dans d'autres systèmes et
- la possibilité de faire des inférences : le langage doit permettre le traitement informatique des données en vue de calculer les déductions logiques possibles.

Par ailleurs, dans le cadre de ses travaux sur le Web sémantique, le W3C a mis en place en 2002 un groupe de travail dédié au développement de langages standards pour modéliser des ontologies utilisables et échangeables sur le Web (comme illustré dans la Figure 2.9).

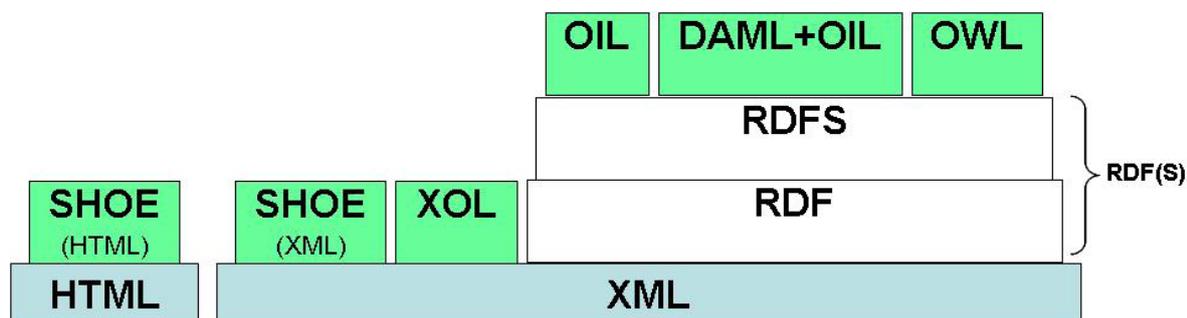


Figure 2.9 Ontology markup languages, [Gómez-Pérez, 2004].

S'inspirant de langages précédents comme DAML+OIL et des fondements théoriques des logiques de description, ce groupe a publié en 2004 une recommandation définissant le langage OWL (Web Ontology Language), fondé sur le standard RDF et en spécifiant une syntaxe XML. Plus expressif que son prédécesseur RDFS, OWL a rapidement pris une place prépondérante dans le paysage des ontologies et est désormais, de facto, le standard le plus utilisé.

7.1 XML

XML (eXtensible Markup Language)¹¹ est un métalangage dérivé de SGML (Standart General Markup Language) utilisé pour définir des langages de marquage comme XHTML. Ces langages de marquage permettent la structuration des documents du Web non plus sur la base d'une structure figée, comme le permettait HTML, mais en laissant la possibilité au concepteur de distinguer les données selon leur sens et leur contenu. Un document XML se présente sous la forme de données taggées par un ensemble de balises, chacune pouvant comporter des attributs et des valeurs. Il n'y a pas de définition figée des balises. Donc, leur grammaire peut être consignée dans une DTD séparée (Document Type Definition). Cette DTD n'a aucune vocation à traiter de sémantique et ne sert qu'à définir des conventions de syntaxe. Les schémas XML, normalisé par le W3C en 2001, permettent de la même façon que les DTD, de modéliser et de valider les documents et leurs données. Ces schémas XML sont cependant beaucoup plus précis que les DTD car ils permettent de donner des contraintes plus strictes aux valeurs.

¹¹ <http://www.w3.org/XML/>

Une des contradictions fondamentales entre XML et les ontologies réside dans le fait qu'XML ne traduit finalement que des grammaires tandis que les ontologies s'attachent à représenter la sémantique des objets d'un domaine en déterminant les concepts et les relations qui le peuplent. De la même façon et concernant les schémas XML, la logique de classe, nécessaire à la représentation d'une ontologie, ne peut être traduite. Seul un programme effectuant des tâches sur des données XML est donc en mesure d'en extraire une quelconque sémantique, et celle-ci n'est pas formelle. Par conséquent, XML est un bon moyen de décrire des données et de les stocker mais ne permet pas d'interpréter ces mêmes données. Il ne peut donc être utilisé en tant que tel pour décrire une ontologie.

Un langage a pourtant été défini sur la base de XML avec pour principal objectif l'échange d'ontologies. XOL (XML-based Ontology exchange Language)¹² tente de répondre à deux impératifs, d'une part, la nécessité d'avoir un langage de représentation des connaissances orienté objet, et d'autre part, la nécessité d'avoir une syntaxe XML permettant l'interopérabilité et intégrant les capacités des parsers XML. Il faut noter que, l'objet même de XOL n'est pas la représentation d'ontologies mais bien leur échange. XOL peut toutefois être utilisé comme langage intermédiaire lors du transfert d'ontologies dans différents systèmes de bases de données [Corcho & Gómez-Pérez, 2000].

7.2 RDF

RDF (Ressource Description Framework)¹³ est un modèle de représentation sémantique des informations du Web qui utilise la syntaxe d'XML. Ces représentations comportent des métadonnées sur les ressources du Web comme les auteurs de pages Web, leur date de création . . . Les ressources du Web sont l'élément de base de RDF. Chaque ressource est pourvue d'un identifiant uniforme de ressource (Uniform Resource Identifier, URI). Initialement recommandé par le W3C dans le but de standardiser les définitions et les usages des métadonnées, RDF est également utile à la représentation de données en elles-mêmes. Les éléments principaux de RDF sont les objets, leurs attributs et les valeurs de ces attributs. L'intérêt principal de RDF est de définir un mécanisme permettant de décrire des données indépendamment de tout domaine et de toute spécificité. De même qu'avec XML, RDF ne permet pas la déclaration de propriétés particulières ; leur définition est totalement libre. Pour spécifier que la page d'adresse «www.adresse-de-la-page.com» a été écrite par «auteur-de-la-page» qui a pour mail «mail-de-l'auteur», on écrira :

¹² <ftp://smi.stanford.edu/pub/bio-ontology/xol.doc>

¹³ <http://www.w3.org/RDF/>

```

< ?xml version="1.0" ?>
< !- Référence à la page décrivant la syntaxe rdf ->
xmlns :rdf="http ://www.w3c.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
< !- Déclaration de deux espaces de noms ->
xmlns :s=http ://description.org/schema
xmlns :v=http ://description.org/identity
<rdf :RDF
<rdf :Description about="http ://www.adresse-de-la-page.com">
< !- La propriété CreatedBy appartient à l'espace de noms "s" ->
<s :CreatedBy>auteur-de-la-page</s :CreatedBy>
</rdf :Description>
<rdf :Description about="auteur-de-la-page.com">
< !- La propriété Email appartient à l'espace de noms "v" ->
<v :Email>mail-de-l'auteur</v :Email>
</rdf :Description>
</rdf :RDF>

```

Les schémas RDF (RDFS)¹⁴ permettent de définir le vocabulaire utilisé dans les descriptions RDF. Ils confèrent un formalisme de représentation riche, incluant des classes, sous-classes, propriétés, sous-propriétés, des règles d'héritage de propriétés . . . , mais ne normalisent pas les inférences que l'on pourrait faire avec. La structure objet-classe des RDFS permet de représenter un modèle du domaine en définissant des objets du domaine et leurs relations pour rendre compte d'une ontologie.

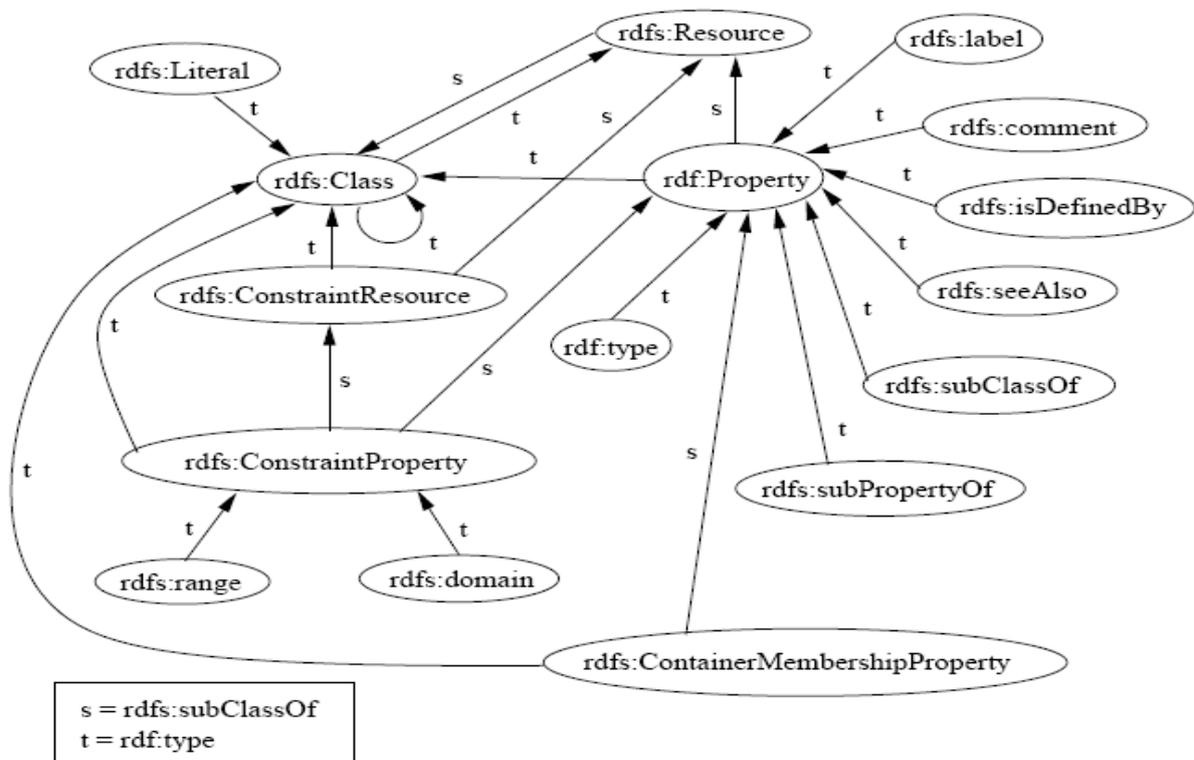


Figure 2.10 Le schéma de RDF(S).

¹⁴ <http://www.w3.org/TR/rdf-schema/>

Pour décrire n'importe quel type de connaissances à l'aide de ce formalisme, on doit d'abord décrire en RDF le modèle sémantique à utiliser. Par exemple, pour décrire des connaissances en termes de concepts et de relations hiérarchisés, l'introduction des types «concepts» et «relations » et des propriétés de subsomption et d'instanciation est nécessaire. Un schéma de base incluant les primitives sémantiques généralement utilisées a ainsi été ajouté au RDF et constitue le RDF(S). La Figure 2.10 montre les primitives incluses dans le RDF(S). Les concepts et relations sont déclarés dans un document RDF(S) comme instances de « Class » et de « Property ».

7.3 OIL

OIL (Ontology Inference Layer)¹⁵ est un langage de représentation d'ontologie qui dérive de RDF. Les principaux fondements du langage OIL sont les langages de frame (tels que OKBC, XOL ou RDF) et les logiques de descriptions. OIL a été défini dans l'objectif de permettre la spécification et l'échange d'ontologies. Le premier objectif prévalant à la création de la langue OIL, projet financé par la Communauté Européenne, était d'en faire un langage largement intuitif pour l'homme. Le langage devait également avoir une sémantique formelle bien définie et enfin, pour des raisons d'interopérabilité, être lié aux langages existants tels que XML ou RDF. Pour résumer, le défi des concepteurs du langage OIL était de réunir dans un même langage :

- la richesse épistémologique de la modélisation objet (frame-based logic),
- la sémantique formelle et un support de raisonnement efficace porté par la logique de description,
- et enfin les standards d'échanges de la communauté Web.

OIL permet la description d'ontologie sur la base des éléments de la logique de frame [Chabert-Ranwez, 2000] : les classes, les propriétés de classes, les relations entre les classes etc. Les classes s'organisent en hiérarchie incluant des classes et des sous-classes. Elles peuvent se combiner par le biais d'expressions logiques : intersection, union, etc. Les propriétés se déclarent de la même façon que les axiomes logiques. Elles peuvent être fonctionnelles (functional), c'est à dire n'avoir qu'une seule et même valeur, transitives ou symétriques. Des restrictions peuvent être apportées sur le type des propriétés ainsi que sur le nombre de valeurs qu'elles peuvent, le cas échéant, prendre.

¹⁵ <http://www.ontoknowledge.org/oil/>

Un des aspects fondamentaux d'OIL est sa sémantique formelle, Ainsi, chaque classe est organisée en ensemble d'objets et chaque propriété en ensemble de paires d'objets, cette organisation devant bien évidemment se conformer aux contraintes spécifiées lors de la définition des classes et des propriétés.

OIL est organisé en couches hiérarchisées (ever-increasing layers) de différents sous-langages. Chaque couche, ou niveau, ajoute des fonctionnalités et partant, de la complexité au niveau précédent. Un agent, humain ou machine, traitant spécifiquement d'une ontologie définie par un sous-langage d'un certain niveau est ainsi en mesure de comprendre partiellement une ontologie définie dans un sous-langage de niveau supérieur. Les différentes couches d'OIL sont les suivantes :

- Standard OIL : permet d'exprimer les principales primitives de modélisation de façon suffisamment expressive et compréhensible. La sémantique est spécifiée, ainsi que les règles d'inférence.
- Instance OIL : permet de spécifier une modélisation plus profonde. Cette couche rend possible la spécification complète d'une base de données.
- Heavy OIL : est en cours de développement et devrait posséder des capacités encore supérieures de représentation et de raisonnement notamment la définition des règles et de méta-classes.

Le choix entre les différents sous-langages OIL de description d'ontologies dépend de la complexité même de l'ontologie en question. Il ne sert à rien d'exprimer une ontologie dans un sous-langage OIL comportant plus d'expressivité et de complexité que nécessaire. Une ontologie exprimée en OIL est elle-même annotée avec des données propres telles que le titre de l'ontologie, son ou ses créateurs, sa date de création, sa date de réactualisation, etc.

OIL suit les spécifications du W3C Dublin Core Standard pour exprimer ces métadonnées sur l'ontologie elle-même. L'objectif d'OIL est de permettre la définition d'environnements complets de gestion des connaissances (knowledge management) dans le cadre d'intranets.

7.4 DAML et DAML+OIL

DAML (DARPA Agent Markup Language)¹⁶ 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

¹⁶ <http://www.daml.org/>

exploitables par des machines. DAML est une combinaison de XML et de RDF permettant de spécifier des objets mais également les relations entre ces objets. La dernière version de DAML se combine avec OIL (DAML+OIL)¹⁷. Ce nouveau langage supporte désormais les types de données primitifs (tels qu'on les trouve dans la norme XML Schéma) et la définition d'un certain nombre d'axiomes comme l'équivalence de classes ou de propriétés.

7.5 OWL

OWL (OntologyWeb Language)¹⁸, créé en 2001 par le W3C, hérite du langage DAML+OIL et doit permettre de représenter des ontologies sur le Web. OWL est destiné à être utilisé lorsque les informations contenues dans les documents doivent être traitées par des applications logicielles, c'est-à-dire lorsqu'elles ne sont pas simplement « montrées » à l'utilisateur. 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). Parmi les relations, on distingue celles dont le domaine de valeur sera de type primitif (attribut) de celles dont le domaine de valeur sera un autre concept (relation). Les faits concernent des individus pour lesquels on donne des valeurs aux propriétés des classes dont ils sont les instances. OWL fournit en fait trois sous-langages, d'expressivité croissante, nommés OWL Lite, OWL DL et OWL Full.

- Le langage OWL Lite peut être vu comme une extension du langage RDFS, mais auquel on aurait enlevé certaines fonctionnalités. Le principal intérêt de ce langage est de permettre la modélisation d'ontologies simples, d'une complexité formelle peu élevée, de sorte qu'il soit facile d'implémenter des raisonneurs corrects et complets.

- Le langage OWL DL contient des constructeurs supplémentaires, mais il ne peut être utilisé qu'avec certaines restrictions. Par exemple, une classe ne peut pas être une instance d'une autre classe. Il en résulte un langage un peu plus expressif mais toujours décidable, c'est à dire que les conséquences sont toujours calculables en un temps fini.

- Le langage OWL Full dispose des mêmes constructeurs qu'OWL DL mais il les interprète de manière plus large. Ainsi, une classe peut cette fois être vue comme un ensemble d'individus (définition extensionnelle) ou comme un individu à lui tout seul (définition intensionnelle) qui pourra, par exemple, donner une valeur à une propriété. À ce titre OWL

¹⁷ <http://www.w3.org/TR/daml+oil-reference>

¹⁸ <http://www.w3.org/TR/owl-features/>

Full devient clairement un sur-ensemble de RDF. Cette expressivité accrue est gagnée au détriment de la complexité : le langage OWL Full n'est plus décidable.

La sémantique d'OWL est basée sur une hypothèse de monde ouvert qui est particulièrement bien adaptée au Web. Concrètement, cela signifie que le système est capable d'effectuer des raisonnements même s'il n'a pas une connaissance complète du monde, puisque tout fait absent de la base n'est pas systématiquement considéré comme faux. À l'instar de DAML + OIL, le langage dispose d'une sémantique en théorie des modèles (compatible avec celle de RDFS pour OWL Full) et d'une axiomatique (une traduction en logique du premier ordre est possible).

La vision d'un Web sémantique, dans lequel l'information serait accessible et manipulable automatiquement par la machine, s'appuie sur une pile de langages jouant chacun un rôle particulier (comme illustré dans la Figure 2.11).

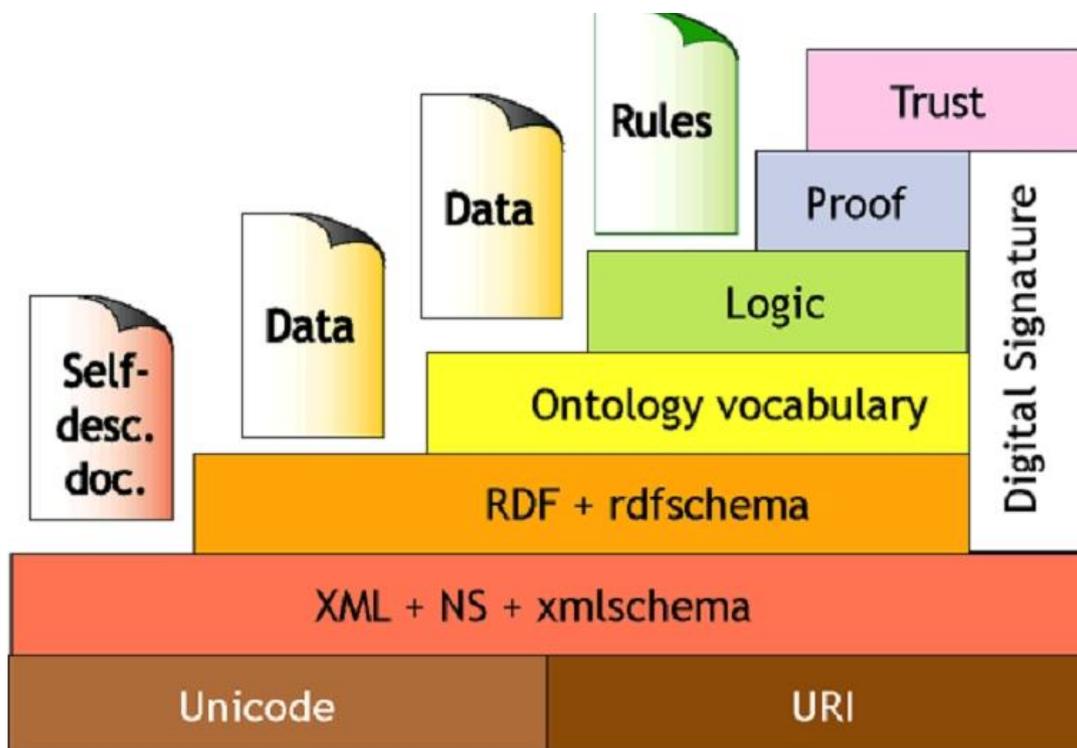


Figure 2.11 Le « cake » de Tim Berners Lee.

- XML fournit une manière de représenter des documents structurés, mais il n'impose aucune contrainte sémantique sur les documents produits ;
- XML Schéma permet de contraindre la structure des documents XML;

- RDF est un modèle de données simple, fondé sur des ressources et des relations entre ces ressources, équipé d'une sémantique et qui peut se représenter en XML;
- RDF Schema permet de définir le vocabulaire pour décrire des classes et des propriétés, hiérarchisées en taxinomies ;
- OWL fournit d'avantage de primitives de modélisation pour décrire des ontologies plus riches sur le web.

8 Éditeurs d'ontologies

Il existe un certain nombre d'outils permettant de construire des ontologies. Nous allons en premier présenter des outils d'ingénierie ontologique qui permettent à l'utilisateur de créer la ressource «à la volée», de manière indépendante des langages de représentation, et de prendre en charge la phase d'opérationnalisation de l'ontologie en l'exportant dans des langages informatisés standards.

8.1 PROTÉGÉ

PROTÉGÉ¹⁹ a été développé par le Stanford Medical Informatics de l'université de médecine de Stanford depuis 1995. Il est construit autour d'un modèle de connaissances inspiré par le paradigme des frames : classes, slots (attributs) et facets (contraintes sur les attributs) sont les primitives de modélisation proposées. Ce modèle autorise une liberté de conception importante, puisque le contenu des formulaires de spécification des classes peut être modifié suivant les besoins, via un système de méta-classes, qui constituent des sortes de « patrons » pour les classes du modèle du domaine. Il est adapté à la construction d'ontologies depuis la version PROTÉGÉ 2000. L'interface très complète ainsi que l'architecture logicielle bien pensée permettant l'insertion de plugins, notamment des plugins pour gérer les représentations sous forme graphique, par exemple OWLViz²⁰, ont grandement contribué au succès de PROTÉGÉ.

En quelques années, cet éditeur s'est imposé comme la référence, avec une communauté d'utilisateurs extrêmement importante et active. Ses nombreuses extensions lui permettent en particulier de gérer des langages standards comme RDF et surtout OWL [Knublauch et al.,2004], de créer des axiomes formels de manière intuitive, d'accéder aux ontologies par des interfaces graphiques évoluées, de comparer et fusionner des ontologies avec la suite

¹⁹ Auparavant appelé PROTÉGÉ 2000, cet éditeur a repris le nom de l'outil d'acquisition des connaissances qui l'a précédé. PROTÉGÉ est disponible à l'adresse suivante : <http://protege.stanford.edu/>.

²⁰ OWLViz est téléchargeable à l'adresse:http://www.co-ode.org/downloads/binaries/OWLViz_Build_17.zip.

PROMPT²¹ [Noy & Musen, 2003] . . . Il est également possible de faire fonctionner des raisonneurs, comme RACER²² (Renamed ABox and Concept Expression Reasoner) pour le langage OWL par exemple, pour vérifier la cohérence et la consistance de la structure ontologique.

8.2 OILED

L'éditeur OILED²³ a été développé par l'université de Manchester pour éditer des ontologies dans les langages de représentation OIL, puis DAML+OIL, les précurseurs d'OWL [Bechhofer et al., 2001]. Il est donc explicitement orienté vers la représentation en logique de description expressive et, à ce titre, fournit tous les éléments d'interface permettant de spécifier des hiérarchies de concepts et de rôles, ainsi que la construction des expressions complexes définissant ces entités.

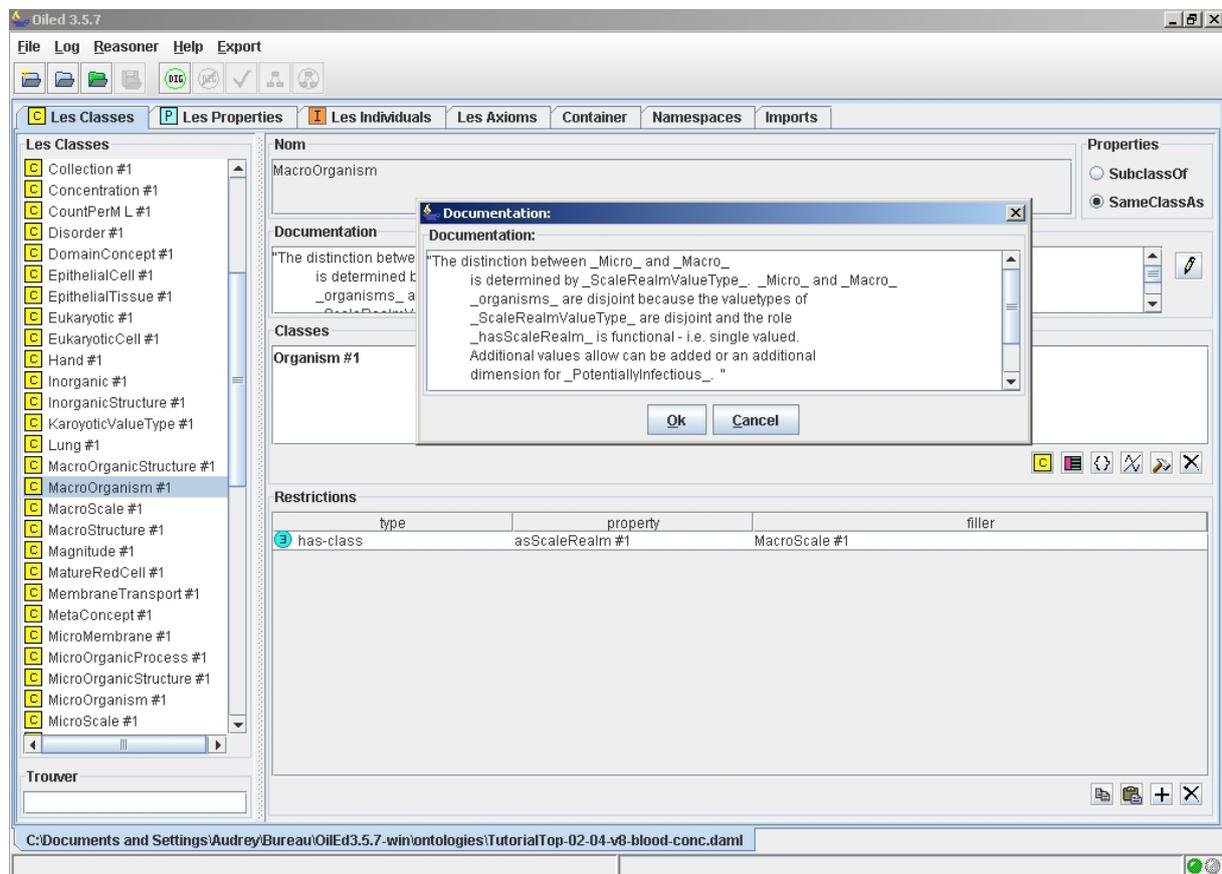


Figure 2.12 Extrait de l'ontologie biomédicale issue du tutoriel d'A. Rector et al. vue avec OILED centré sur le concept MacroOrganism.

²¹ La suite PROMPT est disponible à l'adresse suivante :<http://protege.cim3.net/cgi-bin/wiki.pl?Prompt>.

²² <http://www.racer-systems.com/products/racerpro/index.phtml>.

²³ <http://oiled.man.ac.uk/>.

À l'origine, il n'a pas d'autre ambition que d'illustrer les vertus du langage pour lequel il a été créé. Les versions disponibles d'OILEd ne constituent pas un environnement complet pour le développement d'ontologies d'envergure. En effet, cet outil n'implémente pas la migration et l'intégration d'ontologies, ne gère pas les différentes versions et autres activités impliquées dans la construction d'ontologies. Néanmoins, la simplicité, la robustesse de cet outil et la présence d'un raisonneur de logique de description FaCT²⁴, capable de tester la satisfiabilité des ontologies construites ou d'expliquer de nouvelles relations de subsomption entre concepts complexes, en font un outil de référence relativement populaire avec plus de 2 000 téléchargements. Comme le soulignent les concepteurs, il s'agit plutôt d'un «bloc-notes» offrant assez de fonctionnalités pour permettre à des utilisateurs de construire des ontologies et de démontrer comment il est possible d'employer le raisonneur de FaCT pour examiner les ontologies et en assurer l'uniformité. La Figure 2.12 illustre la hiérarchie des concepts obtenue à la fin du tutoriel d'A. Rector et al. vue avec OILEd centré sur le concept MacroOrganism. OILEd permet d'exporter les ontologies construites dans des langages standards tels que DAML+OIL, RDFS ou OWL.

8.3 ONTOEDIT

ONTOEDIT est un outil mis au point par l'institut AIFB de l'université de Karlsruhe et qui est maintenant commercialisé par la société Ontoprise GmbH. Il s'inspire de l'approche par frames mais gère de nombreux formats libres de la communauté Web sémantique (FLogic, DAML+OIL, RDFS) et a le mérite de s'appuyer sur une réflexion méthodologique significative, celle d'On-To- Knowledge [Sure et al., 2002]. Il s'est en effet le premier intéressé à la modélisation « intuitive » des axiomes, indépendamment d'un formalisme ou d'un autre, pour faciliter la traduction d'un langage de représentation à un autre. Cet outil met à disposition de l'utilisateur plusieurs vues graphiques correspondant aux différentes phases de conception de l'ontologie. Il permet d'éditer une hiérarchie de concepts ou de classes. Ces concepts peuvent être abstraits ou concrets, ce qui indique s'il est permis d'instancier le concept en question.

S'efforçant de mettre en œuvre les propositions du Projet On-To-Knowledge, il propose également une gestion originale des « questions de compétences ». Il s'agit des questions auxquelles les connaissances ontologiques doivent apporter une réponse. Un petit outil compare au niveau lexical les termes extraits des différentes questions pour en déduire

²⁴ FAst Classification of Terminologies, <http://www.cs.man.ac.uk/horrocks>.

automatiquement d'éventuelles subsomptions (comme illustré dans la Figure 2.13). Comme le fait remarquer R. Troncy (2002), ce procédé semble très peu fiable car il repose sur l'identification du nom du concept dans ses spécialisations. De plus, ONTOEDIT gère la synonymie en admettant plusieurs noms pour un même concept. Visiblement aucune distinction n'est faite entre le terme désignant le concept et ceux désignant les connaissances qu'il recouvre. ONTOEDIT est un des seuls éditeurs que nous connaissons, avec DOE, à s'attaquer au problème de la synonymie. La solution proposée par DOE nous semble plus intéressante. ONTOEDIT permet d'exporter les ontologies construites dans différents langages : RDF(S), OXML56, DAML+OIL et FLogic.

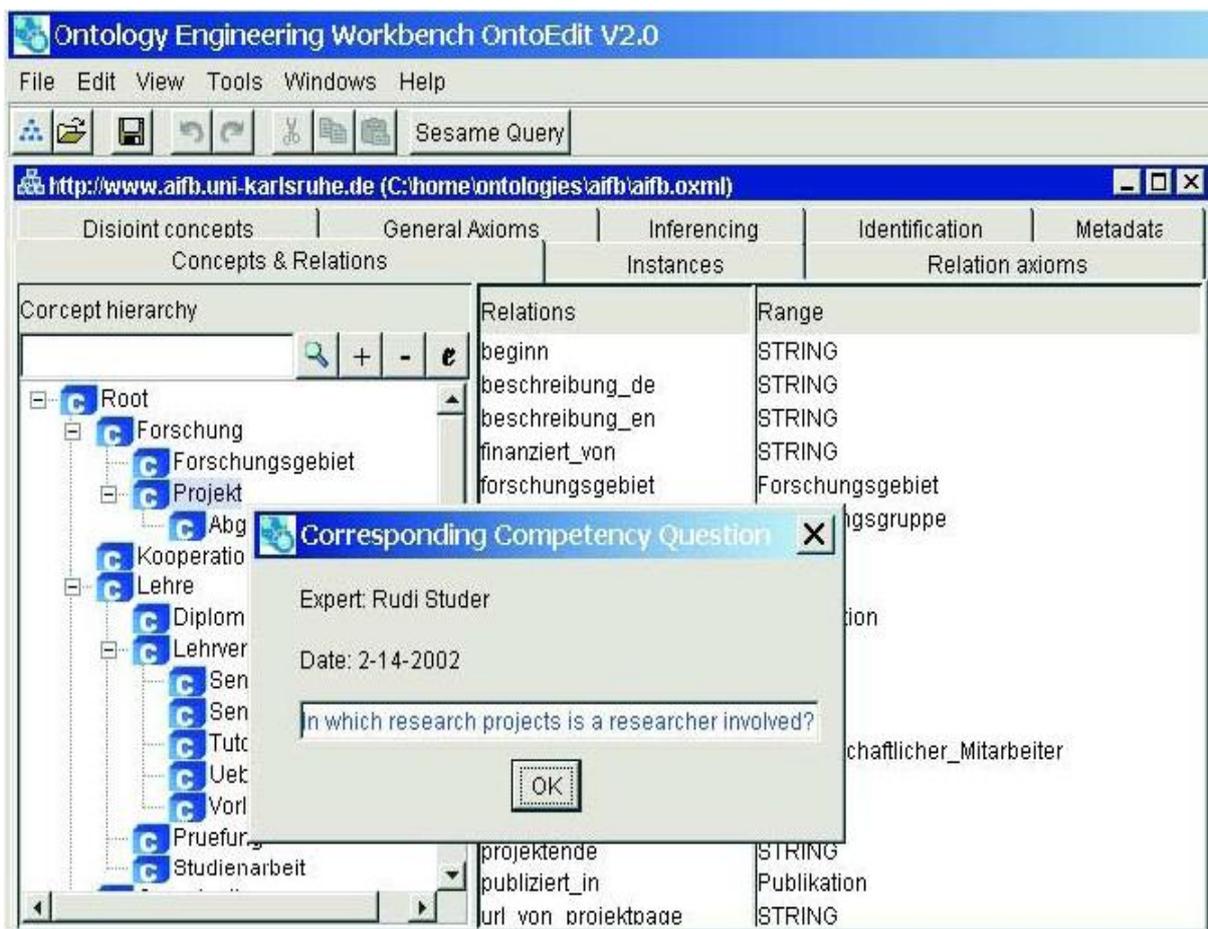


Figure 2.13 ONTOEDIT fait le lien entre la hiérarchie de concepts et les « questions de compétences ».

8.4 WebODE

WebODE²⁵ est une plateforme en ligne développée par le groupe Ontological Engineering du département d'Intelligence artificielle de la faculté d'Informatique de l'université polytechnique de Madrid [Corcho et al., 2002]. Elle se place au niveau méthodologique dans

²⁵ ONTOEDIT's XML-based Ontology representation Language

la lignée d'ODE, un éditeur qui assurait le support de METHONTOLOGY, la méthodologie proposée par ce laboratoire. L'ambition nouvelle de WebODE par rapport à ODE est de considérer que les ontologies doivent être construites et mises à disposition via le web pour faciliter le développement d'application du Web sémantique. WebODE est composée de plusieurs modules : un éditeur d'ontologie qui intègre la plupart des services nécessaires à la construction d'ontologies (édition, navigation, comparaison, fusion, raisonnement . . .), un système de gestion des connaissances à base ontologique, un générateur automatique de portail du Web sémantique, un outil pour annoter les ressources du web et un éditeur de services pour le Web sémantique. La plateforme WebODE met l'accent sur la possibilité d'un travail collaboratif et sur la possibilité, comme dans PROTÉGÉ, d'étendre la plateforme à l'aide de modules complémentaires, comme un moteur d'inférences ou bien l'outil ODEClean, intégration dans WebODE de la méthode mise au point par C. Welty et N. Guarino. WebODE, similaire en cela aux autres éditeurs, accepte l'export et l'import d'ontologies en RDFS, DAML+OIL et OWL.

8.5 DOE

DOE²⁶ (Differential Ontologies Editor) a été développé à l'Institut National de l'Audiovisuel par R. Troncy et A. Isaac (2002). Si tous les outils précédemment présentés peuvent être considérés, en tout cas dans une première approche, comme satisfaisants en matière d'expressivité ou d'interface, il existe toujours un certain vide méthodologique. La structuration des taxinomies produites est, en particulier, très peu prise en charge : on ne peut pas dire que les outils existants guident réellement l'utilisateur lors de cette étape primordiale. La piste d'un traitement plus complet des informations véhiculées par le langage ne semble pas non plus pouvoir être suivie grâce à ces environnements, puisque les commentaires demeurent toujours accessoires. L'éditeur DOE offre des interfaces de création, modification et suppression de concepts et de relations, une représentation graphique de l'arbre ontologique, et des fonctionnalités de recherche et de navigation dans la structure créée. Il propose une interface ergonomique pour associer à chaque terme sa définition encyclopédique, ses éventuels synonymes et ses principes différentiels et cela en plusieurs langues (comme illustré dans la Figure 2.14). Cet outil n'a pas pour ambition de concurrencer les grands environnements existants, mais plutôt d'implémenter la méthodologie de structuration différentielle ARCHONTE en permettant à l'ontologue de bien faire la distinction entre ontologie différentielle et référentielle. L'outil assiste également la saisie des

²⁶ DOE est un logiciel libre sous licence GPL disponible à l'adresse : <http://opales.ina.fr/public>.

principes différentiels issus de la méthodologie en automatisant partiellement cette tâche. Le modèle de représentation de l'ontologie est finalement proche de celui du langage RDFS, à ceci près qu'il autorise la modélisation de relations n-aires. Dans le domaine formel, l'éditeur est capable de faire quelques inférences en vérifiant la consistance de l'ontologie (propagation de l'arité le long de la hiérarchie des relations et héritage des domaines par exemple).

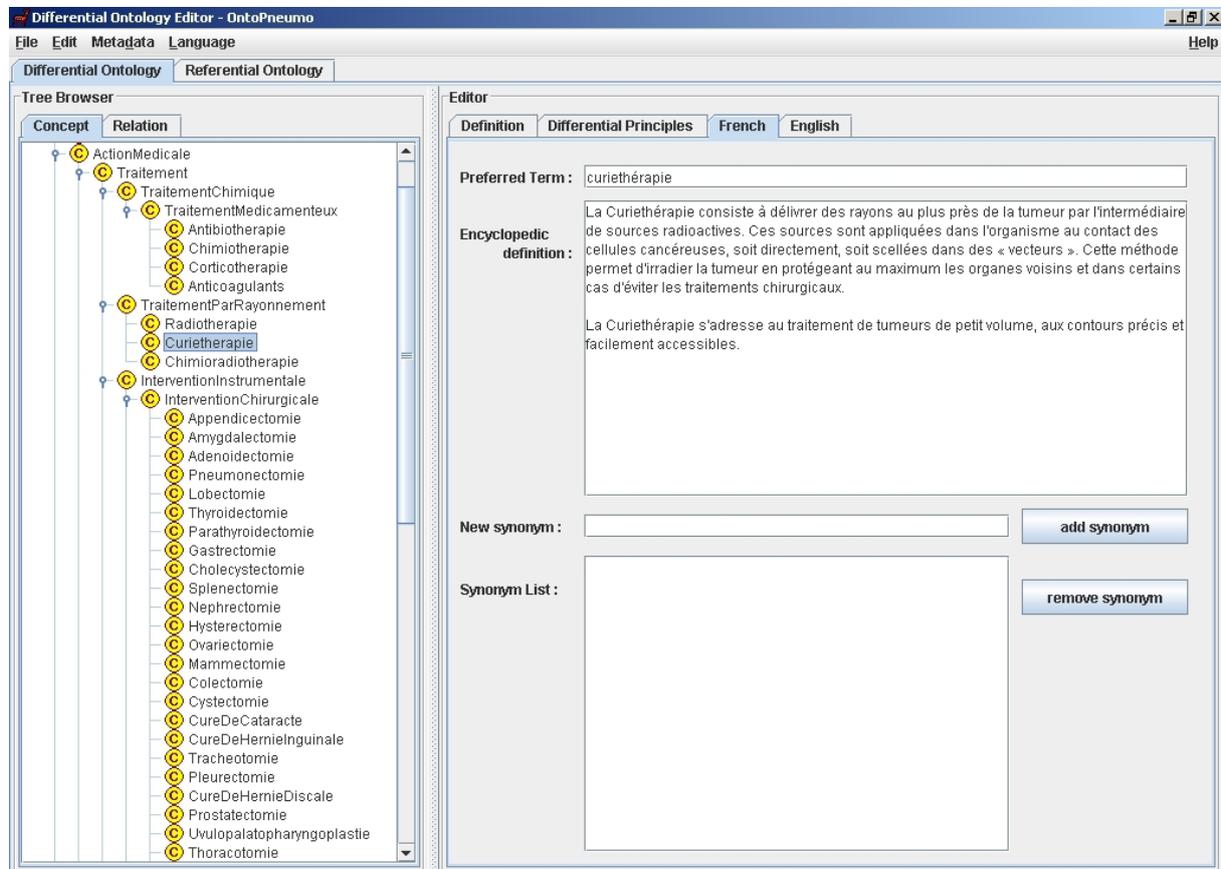


Figure 2.14 Extrait de l'ontologie de la pneumologie [Audrey Baneyx, 2007] vue avec DOE, centré sur le concept Curietherapie.

Cet éditeur permet également d'ajouter des individus à l'ontologie. Finalement, le passage à une ontologie computationnelle s'effectue par un export de l'ontologie formelle dans un certain nombre de langages opérationnels tels que RDFS, DAML+OIL, OWL et CGXML. Cette traduction s'effectue grâce à des feuilles de style XSLT appliquées au format de sauvegarde XML de l'éditeur. De la même façon, DOE peut importer des ontologies modélisées dans d'autres outils grâce à des feuilles XSLT dédiées. Pour être tout à fait complet, il faut noter que l'éditeur permet aussi de sauvegarder un certain nombre de métadonnées concernant l'ontologie elle-même. Il suit ici les propositions du Dublin Core. L'interopérabilité de DOE avec d'autres outils, tel que PROTÉGÉ par exemple, est nécessaire

dans la mesure où il ne met pas en œuvre les fonctionnalités d'expressivité formelle prises en charge par les autres environnements [Troncy et al., 2003].

9 Discussions

Dans les sections précédentes nous avons présenté les méthodes les plus représentatives pour construire des ontologies formelles, chacune d'entre elles suit une approche plus au moins différente. L'exposé des méthodes et méthodologies permet de distinguer deux grandes phases :

1. une modélisation pour donner du sens, autrement dit, une modélisation des connaissances ontologiques conduisant à la définition d'une ontologie conceptuelle ;
2. une modélisation pour implémenter un système conduisant à une ontologie computationnelle.

D'autres auteurs proposent un certain nombre de critères et d'étapes pertinents pour la construction d'une ontologie dynamique, interopérable, facilement maintenable et indépendante du contexte. Il n'y a pas une seule et unique manière de modéliser un domaine de connaissances, il n'y a que des alternatives plus ou moins réussies. La plupart du temps, le choix d'une méthodologie adéquate dépend des objectifs et des buts poursuivis ainsi que de l'outil de construction utilisé. Pour ces raisons-là, nous avons opté pour la méthode MENTHONTLOY et plus particulièrement l'étape de conceptualisation proposée par cette méthode, dans le cadre de notre travail.

Comparaison des outils et bilan, en dehors des caractéristiques techniques (architecture logicielle, développeurs, versions, ...), les critères utilisés pour évaluer un outil d'ingénierie ontologique portent sur le modèle de représentation de connaissance qu'il utilise, les fonctionnalités de raisonnements qu'il offre, son interopérabilité avec les autres outils, et sa facilité d'usage, en particulier l'utilisation d'interfaces graphiques. La plupart des outils utilisent pour paradigme de représentation de connaissances le modèle des Frames enrichi de formules de la logique du premier ordre (OntoEdit, ONTOLINGUA, Protégé2000, WebOnto, WebODE), ou celui des Logiques de description (OilEd, TERMINAE). Les seuls outils permettant l'édition d'ontologies dans le cadre du paradigme Entité/Relation sont KAON et DOE, mais ce dernier ne permet pas de spécifier la sémantique du domaine, et n'offre pas de fonctionnalités de raisonnement ou d'évaluation des ontologies. D'autre part, si de nombreux outils permettent de spécifier n'importe quel type d'axiome, aucun n'offre la possibilité

d'éditer ces axiomes au niveau conceptuel, c'est-à-dire sans imposer de sémantique opérationnelle aux axiomes. Ceci s'explique par le fait que, dans ces outils, l'utilisateur est censé spécifier des axiomes dans un but précis, souvent à des fins de validation de l'ontologie créée. Ainsi, le langage PAL, utilisé dans Protégé, permet de spécifier des contraintes afin de tester une base de connaissances.

L'utilisation d'interfaces graphiques, s'il elle est assez répandue pour la construction des hiérarchies de concepts, n'est pas non plus étendue à la spécification des axiomes. Les outils existants n'offrent donc pas les fonctionnalités permettant de bâtir des ontologies lourdes dont les représentations des axiomes soient véritablement indépendantes des usages opérationnels, et facilement éditables à l'aide d'une interface graphique.

Après avoir effectué une comparaison de langages d'implémentation :

- XML fournit une manière de représenter des documents structurés, mais il n'impose aucune contrainte sémantique sur les documents produits ;
- XML Schéma permet de contraindre la structure des documents XML;
- RDF est un modèle de données simple, fondé sur des ressources et des relations entre ces ressources, équipé d'une sémantique et qui peut se représenter en XML;
- RDF Schema permet de définir le vocabulaire pour décrire des classes et des propriétés, hiérarchisées en taxinomies ;
- OWL fournit d'avantage de primitives de modélisation pour décrire des ontologies plus riches sur le web.

L'éventail des choix possibles concernant les langages de représentation et de spécification d'ontologies est très large. Cependant, OWL tend à s'imposer. Le choix du langage est fondé principalement sur des critères techniques, notamment en fonction des degrés d'expressivité et de formalisme voulus, mais également dans un souci de portabilité, en fonction de la diffusion, de la visibilité et de l'intérêt que l'on veut susciter au sein d'une communauté de collègues et d'utilisateurs. Nous pouvons dire que le langage OWL est le plus répandu et que l'outil PROTÉGÉ s'impose comme référence.

10 Conclusion

A travers ce que nous avons présenté dans ce chapitre, il en ressort que la notion d'ontologie constitue une approche très efficace pour représenter les connaissances. Tout au long de ce chapitre, nous avons essayé d'éclaircir la notion d'ontologie en présentant certaines

définitions. Ensuite, nous avons exposé les composantes d'une ontologie, les différentes classifications. En outre, nous avons décrit plusieurs méthodologies de construction des ontologies. Certes, toutes les méthodologies initient le processus de construction par l'identification, puis l'organisation et la structuration des concepts et des relations à représenter mais aucune n'a à l'heure actuelle réussi à s'imposer comme standard. En dépit de cela, de nombreux critères et principes permettant de guider la construction d'ontologies ont été proposés. Enfin nous avons vu le web sémantique de façon détaillée, langages de représentation, outils, etc. Le chapitre suivant présente les contributions des chercheurs à l'apport des ontologies pour le domaine de finances.

Chapitre 3 Etat de l'Art sur l'apport des Ontologies pour les Placements Financiers

Ce chapitre propose, de façon non exhaustive, un état de l'art sur l'apport des ontologies pour les finances de façon générale. Nous essaierons de synthétiser les acquis des différents sujets abordés. La section 1 s'intéresse aux normes XML existant pour le contenu financier conçu pour simplifier l'automatisation et l'échange de l'information financière. La section suivante décrit les travaux réalisés pour construire des ontologies dans le domaine de finance et pour enrichir les normes existantes.

1 Normes XML pour le contenu financier

Dans la conférence XML en Florida [A. B. Coates. 2001] a démontré l'importance de XML pour La communauté financière dans son exposition The Role of XML in Finance. D'où un certain nombre de normes XML pour le contenu financières et commerciales ont été définies au cours des dernières années comme FpML, XBRL, RIXML, ebXML, NewsML, IFX, OFX, MarketsML, ISO 15022, swiftML, MDDL, pour décrire les processus d'affaires et les transactions, et d'échanger les informations financières entre / parmi les entreprises qui collaborent.

1.1 XBRL (eXtensible Business Reporting Language)

Est un vocabulaire XML conçu pour simplifier l'automatisation et l'échange de l'information financière. Il offre de nombreux avantages dans la préparation, l'analyse et la communication de l'information financière et est un outil très utile pour les experts en finances. Il se concentre sur la structure du contenu, et fournit un vocabulaire riche de termes pour la classification des contenus, et améliore la précision et la fiabilité à tous ceux qui sont impliqués dans la fourniture ou l'utilisation de l'information comptable et financière.

XBRL offre des liens qui permettent de calcul pour la description de la relation mathématique entre les différents éléments d'information (numérique). Toutefois, la version actuelle de la spécification XBRL a quelques limitations importantes et les vocabulaires en XBRL besoin extensions importantes face aux besoins réels des gestionnaires de contenu qui traitent de l'information financière de pointe. Sémantique plus perspicaces et plus nette au niveau de la représentation sont nécessaires pour décrire et d'exploiter des corpus d'informations complexes.

1.2 IFX

IFX²⁷ est un contenu riche, protocole de messagerie financière construit par l'industrie financière et leaders de la technologie avec des décennies d'expérience combinée, des experts qui ont soigneusement défini, modélisé et incorporé des cas d'utilisation de la vie réelle afin de produire des données pertinentes et utiles des objets métier. Le résultat est un framework intégrant mieux les principes de conception, un modèle objet commun, une architecture orientée service qui prend en compte les interactions entre ces objets et soigneusement définis.

IFX est construit avec la reconnaissance qu'aucune opération financière se dresse seule, mais fait partie intégrante de la relation entre toutes les parties communicantes: un paiement n'est pas complète jusqu'à ce qu'un versement est envoyé, un retrait n'est pas complète jusqu'à ce qu'un compte du client a été débité, et ainsi de suite.

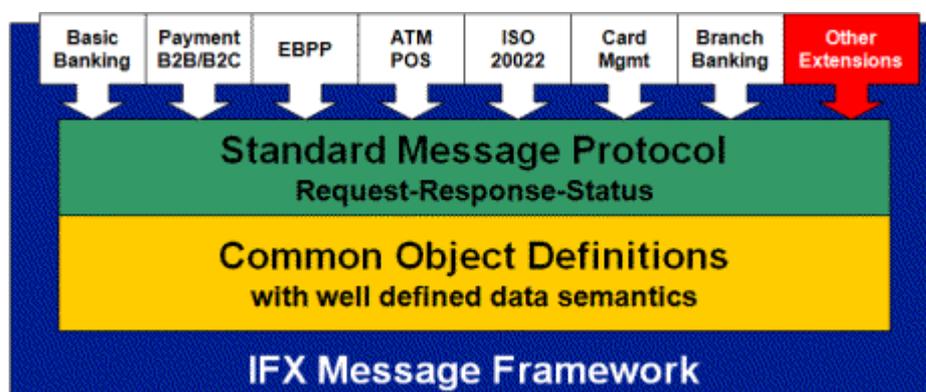


Figure 3.1 Architecture IFX

Actuellement IFX offre conversations riches en contenu dans les domaines de (Electronic Bill Presentment and Payment, Business to Business Payments, Business to Business Banking- such as balance and transaction reporting, remittance information-, Automated Teller Machine and Point of Sale communications, Branch Banking Services, Consumer to Business Payments, Consumer to Business Banking, Card Management and Services) (comme illustré dans la Figure 3.1).

IFX est spécifiquement conçu pour l'interopérabilité des systèmes qui cherchent à échanger de l'information financière interne et externe. Cela signifie que non seulement IFX répondre aux besoins d'échange de données pour les environnements définis ci-dessus, il permet également l'interopérabilité entre tous les secteurs d'activité.

²⁷ Interactive Financial eXchange <http://www.ifxforum.org/home/>

1.3 FpML

FpML²⁸ Est le protocole standard de l'industrie des produits financiers complexes. Il est basé sur XML (eXtensible Markup Language), la norme métalangage utilisé pour décrire les données partagées entre les applications.

FpML a été conçu pour être modulaire, facile à utiliser et en particulier intelligible aux praticiens dans le secteur financier. Il est appelé à devenir la norme pour l'industrie des produits dérivés en croissance rapide du domaine commerce électronique. Certains des avantages importants à utiliser FpML comprennent :

- Les instruments financiers sont spécifiés dans un format lisible par les ordinateurs et les humains. Cela permet la communication system-to-system dans les business-to-business applications e-commerce.
- L'information financière peuvent être facilement échangées entre divers ensembles d'applications, des applications sera fourni des informations sur support à base FpML.
- Les coûts de traitement seront réduits en raison de coûts de communication entre les applications et réduire les coûts de mise en œuvre du système.
- Le gros marché de des services financiers peut profiter de la technologie interactive pour réduire les risques opérationnels tout en augmentant les occasions d'affaires.

1.4 FIX Protocol ()

FIX²⁹ est une série de spécifications de messagerie pour la communication électronique de messages liés au commerce. Il a été développé grâce à la collaboration des banques, les courtiers, les échanges, les services publics et les associations de l'industrie, les investisseurs institutionnels, et les fournisseurs de technologies de l'information du monde entier. Ces acteurs du marché partagent une vision d'une langue commune, globale pour l'échange automatisé des instruments financiers.

1.5 ebXML

ebXML³⁰ est une suite modulaire de spécifications qui permet aux entreprises de toute taille et leur situation géographique, de faire des affaires sur Internet. En utilisant ebXML, les entreprises ont désormais une méthode normalisée d'échange de messages commerciaux, la

²⁸ Financial products Markup Language <http://www.fpml.org/>

²⁹ The Financial Information eXchange <http://www.fixprotocol.org/>

³⁰ Electronic Business using eXtensible Markup Language <http://www.ebxml.org/>

conduite des relations commerciales, de communiquer des données en termes communs et de définir et enregistrer des processus d'affaires.

1.6 RIXML ()

RIXML³¹ L'objectif principal de la spécification RIXML est de fournir des capacités étendues pour le marquage de contenu financière pour faciliter la recherche, sous n'importe quel forme ou le support avec les informations de métadonnées suffisantes pour permettre aux utilisateurs pour rechercher, trier et filtrer et de fournir des informations très pertinentes pour décideurs. RIXML utilise XML, la norme mondiale pour l'échange de données entre les applications Internet.

1.7 OFX³²

OFX Est une spécification unifiée formater en XML pour l'échange électronique de données financières entre institutions financières, les entreprises et les consommateurs via l'Internet. Créé par CheckFree, Intuit et Microsoft au début de 1997, OFX prend en charge un large éventail d'activités financières, y compris des consommateurs et les services bancaires aux petites entreprises (également avec le téléchargement de l'image et de prêt et de téléchargement d'amortissement), consommateurs et aux petites entreprises le paiement de factures, de présentation de factures et des investissements, y compris les actions, obligations et fonds communs de placement, et de télécharger d'impôt. Autres services financiers, y compris la planification financière et des assurances, peuvent être ajoutés dans le futur. Open Financial Exchange, qui soutient sites Web transactionnels, les clients légers et logiciels de gestion financière, rationalise le processus d'institutions financières ont besoin de se connecter à de multiples interfaces client, les transformateurs et les intégrateurs de systèmes. Il permet l'échange standardisé de données financières entre systèmes hétérogènes. Ce format est ouvert, basé sur SGML³³ et est utilisé par des institutions financières, des éditeurs de logiciels, etc. Un cas d'utilisation typique est l'importation de relevés de compte bancaire dans un logiciel de comptabilité personnelle.

2 Ontologie dans le domaine de finance

Les chercheurs ont pensés qu'il était important de donner un véritable formalisme à ces normes et aux notions implicites de finance car elles sont décrites par des textes laissant de

³¹ Research Information eXchange Markup Language <http://www.rixml.org/>

³² Open Financial eXchange Open Financial eXchange <http://www.ofx.net/>

³³ Standard Generalized Markup Language <http://www.w3.org/Markup/SGML/>

nombreuses libertés d'interprétation, et sont conçues essentiellement pour des comptables et financiers. Pour cela on pense de représenter sous la forme d'une ontologie, on va maintenant citer quelques travaux de ces recherches.

2.1 Les travaux de [P. Castells & al, 2004]

Ce travail a été développé pour [Tecnología, Información y Finanzas (TIF)] fait partie d'une société qui génère beaucoup d'information économique (note de recherche l'équité, bulletins d'information, analyse, rapports sectoriels, recommandations), et fournit des solutions technologiques pour les consommateurs d'accéder à l'information, gérer, intégrer et publier ces informations dans les portails Web et les intranets d'entreprise.

Le profil du consommateur de ces informations est diverse, y compris les institutions financières, les banques, les PME (Petites et moyennes entreprises) qui utilisent l'information dans le processus décisionnel et l'activité du commerce extérieur, et les distributeurs qui publie les informations au premier rang des médias imprimés et numériques sur l'activité économique espagnole. Adequating les procédures d'information et de la prestation de tels besoins des clients hétérogènes, des intérêts et des canaux de sortie, est un grand défi.

Un grand nombre de professionnels et experts du domaine de la société est en charge de tous les jours à générer un large éventail d'informations économiques et financières utiles, y compris économiques, de marché, la banque, et des analyses financières, commerciales des rapports justes, offre d'importation / exportation et des nouvelles et des manuels , entre autres.

Un certain nombre de mesure basé sur le Web des systèmes de gestion de contenu sont utilisés pour les différents types d'informations générées dans l'organisation. Ils soutiennent l'utilisateur dans la création, édition et publication de ces données. Les informations obtenues sont introduites dans la base de données d'entreprise, qui alimente les systèmes de distribution automatique et sites web. Les systèmes personnalisés de gestion de contenu sont basés sur les formulaires Web qui demander les informations appropriées pour un type de contenu donné. Ces formulaires sont créés à la suite d'une procédure ad-hoc, et ils ne sont pas liés à un modèle conceptuel explicite dans l'entreprise, uniquement à la partie correspondante du schéma de base de données.

Dans ce contexte, l'évaluation de ce groupe est que les procédures suivies dans l'entreprise peuvent être grandement améliorée grâce à la construction d'une définition explicite et formelle du modèle conceptuel d'information de l'organisation. Un tel modèle permettrait sans

ambiguïté une vue uniforme de l'information stockée dans la société, ce qui pourrait apporter les avantages suivants: amélioration de la qualité des données, semi interprétation uniforme de l'information par les fournisseurs et les consommateurs, la réduction de l'effort de maintenance de l'information et automatique génération de portails web et de nouveaux systèmes de livraison basée sur le modèle conceptuel et les profils utilisateur. Afin de surmonter les limitations actuelles dans la gestion, l'accès et la recherche de l'information générée par TIF, ils ont développé une plate-forme basée sur les ontologies qui applique les technologies du web sémantique dans un contexte réel et montre l'utilité de ces technologies.

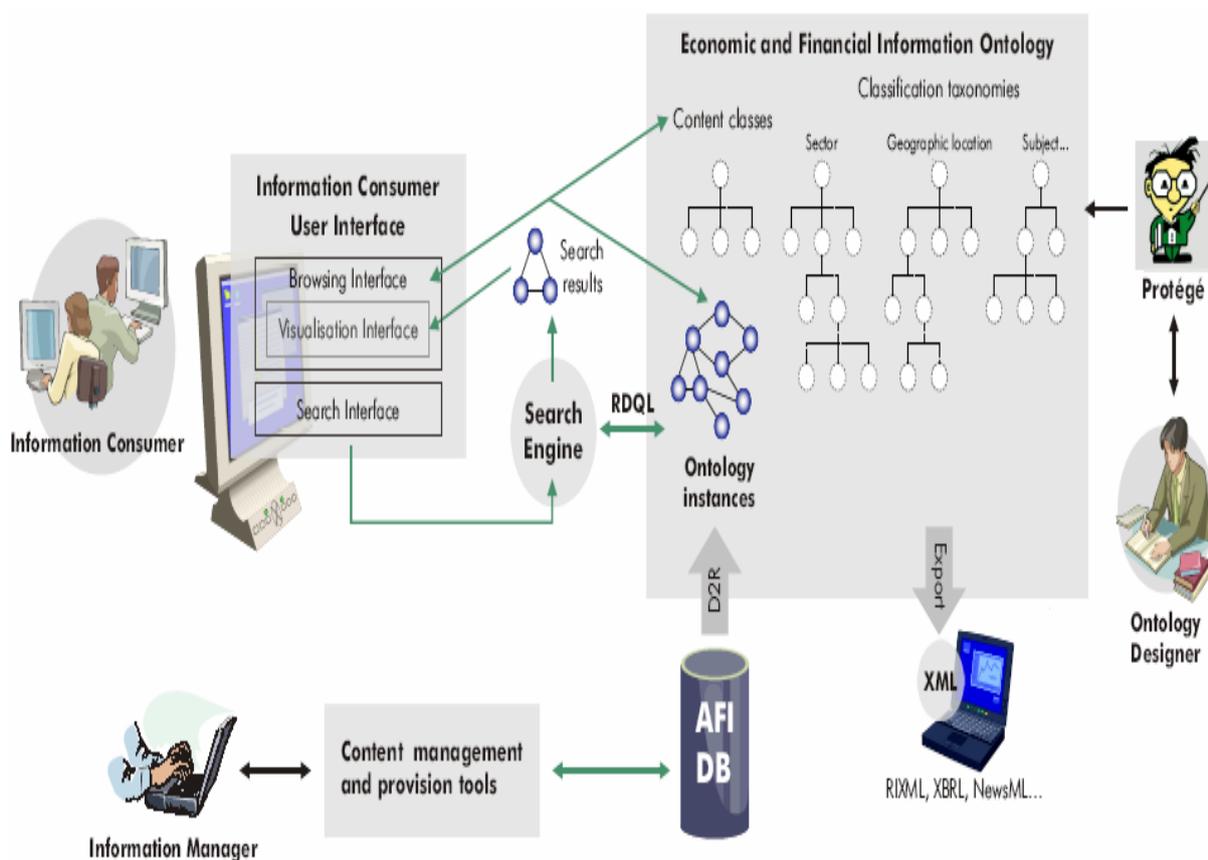


Figure 3.2 composantes de la plateforme proposée par [P. Castells & al, 2004]

Les principales composantes de la plateforme (comme illustré dans la Figure 3.2) sont:

- une base de connaissances axée sur l'ontologie d'information économique et financière où des produits d'information sont enrichis avec des descriptions sémantiques. La procédure suivie pour la conception de l'ontologie de domaine a été progressive, en interaction avec les experts du domaine afin de produire des versions raffinées de l'ontologie ;

- l'importation (à partir de la base de données TIF) et à l'exportation (différents formats) des installations ;
- la gestion du contenu et des outils de disposition ;
- l'interface de l'accès et l'administration et visualisation et le moteur de recherche (comme illustré dans la Figure 3.3)

The screenshot shows the Aniceto website interface. At the top left is the 'Project Aniceto' logo. To its right is a green box labeled 'Búsqueda general' containing a search bar with the text 'Buscar', a date range selector 'Fecha Entre' with two input boxes and '(dd/mm/aaaa)', and a 'Buscar' button. A checkbox 'Buscar en resumen' is also present. Below this is a navigation bar with links: 'Seleccione su perfil: Particulares | Bancos/Cajas | Sector Público | Empresa'. On the left, a sidebar shows 'Categoría del contenido' with 'Categoría: Cualquiera' and 'Contenido: Feria'. A 'BÚSQUEDA AVANZADA DE FERIA' section follows, with the instruction 'Seleccione sus criterios de búsqueda'. This section contains a form with fields for 'Localización' (set to 'Alicante'), 'Sector' (set to 'Calzado'), and 'Palabra clave'. It also includes 'Desde' and 'Hasta' date fields, a 'Buscar en resumen' checkbox, and a 'Buscar' button. An 'Imprimir' icon is visible on the right side of the sidebar area.

Figure 3.3 Recherche sémantique pour le concept “Feria”

2.2 Les travaux de [M. M. Montes & al., 2005]

Ce groupe a réalisé une ontologie financière qui a été élaboré pour la première étude de cas eBanking (simulateur de prêt hypothécaire / témoin). L'ontologie ne vise pas à couvrir le domaine financier dans son ensemble mais se concentre essentiellement sur la modélisation conceptuelle du domaine hypothécaire. Plusieurs sources de connaissances ont été utilisées pendant la phase d'acquisition de connaissances du processus de développement de cette ontologies Ce groupe a basé sur des informations fournies par les sites Web de 12 banques espagnoles, y compris les plus importantes à l'égard de l'hypothèque market2, qui sont: BBVA3, BSCH4, Caja Madrid, La Caixa5, Banco Popular6, iBanesto7, Patagon8, Bankinter9, Banco Pastor10, Banco Sabadell, BBK. Le groupe a élaboré l'ontologie suivant la méthodologie Methontology. Pour la phase de spécification, ils ont utilisé une technique

proposée dans le cadre de la phase de lancement de la méthodologie On-to-knowledge, qui s'est avérée utile pour obtenir la première série de concepts et de relations, et leur classification, de non experts en matière de représentation des connaissances. L'ontologie financière a été mise en œuvre dans OWL, il a été modélisé avec

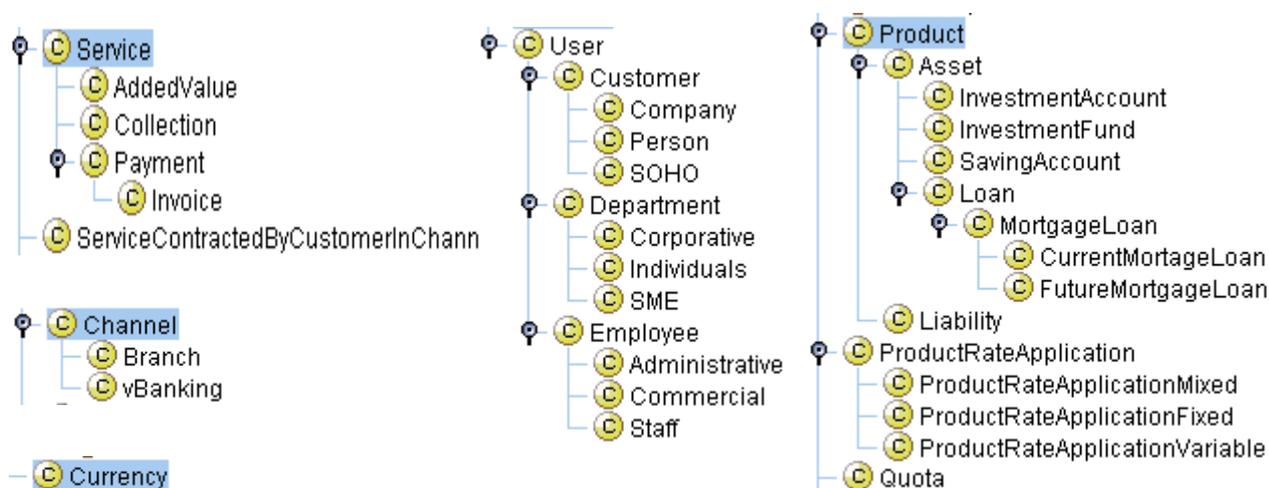


Figure 3.4 concepts de l'ontologie financière de [M. M. Montes & al., 2005] sous Protégé2000

Protégé2000 et OWL plug-in. Cette ontologie financière se compose de plusieurs ontologies à différents niveaux d'abstraction: les services et produits, et les canaux, les utilisateurs et les devises (comme illustré dans la Figure 3.4).

2.3 Les travaux de [Bai Li, Liu Min. 2009]

Li et Min ont proposé un nouveau modèle d'ontologie augmentée étendue de XBRL et une architecture de système pour analyser l'information complexe et énorme en volume et de grande valeur financière en adoptant des technologies du web sémantique pour fournir une sémantique plus perspicaces et plus nette au niveau de la représentation.

Le modèle ontologie augmentée d'XBRL construit pour une analyse et décision réelle de l'information financière, comme le montre la Figure 3.5, est conseillée par l'adoption du web sémantique, ontologie OWL et XBRL, après avoir étudié la structure des connaissances, des concepts et de ses relations dans le domaine financier. Ce modèle peut fournir un support de niveau ontologie pour résoudre la sémantique du langage XBRL insuffisante des concepts financiers et leur relation dans l'analyse et la prise de la déclaration et les rapports financiers.

Le modèle d'ontologie financière ci-dessus est construit de taxonomie, les ensembles de taxonomie, les métadonnées des bases de connaissances, de la terminologie des relations, ontologies et analyse et décision des états financiers réelles.

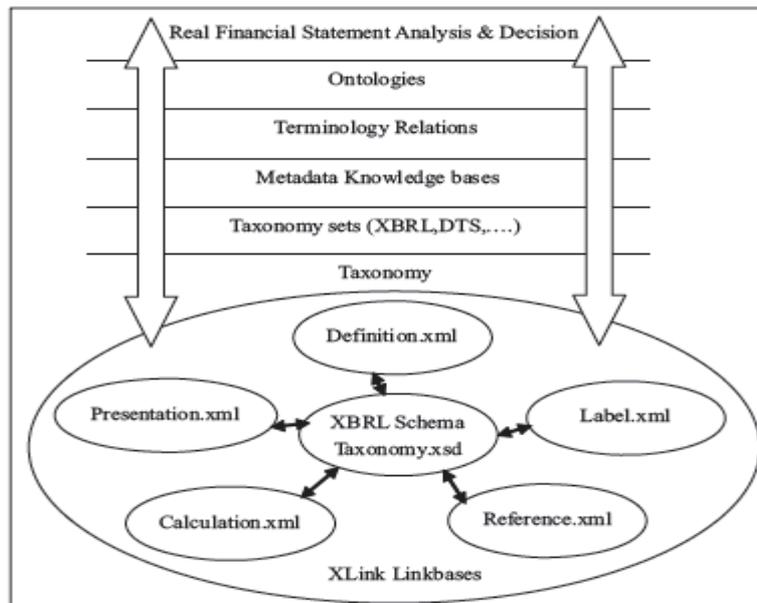


Figure 3.5 An Ontology-augmented XBRL Model

On peut voir une partie de cette ontologie sous Protégé (comme illustré dans la Figure 3.6)

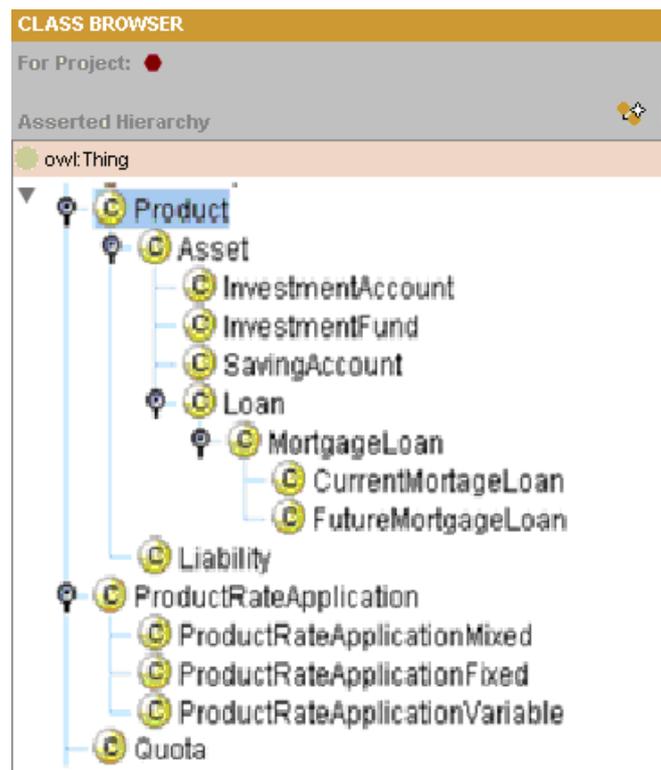


Figure 3.6 ontologie augmentée XBRL sous Protégé

Le document XML suivant est un extrait de l'ontologie Finances représentée par OWL.

```

<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF
  xmlns:protege="http://protege.stanford.edu/plugins/owl/protege"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns:daml="http://www.daml.org/2001/03/daml+oil#"
  xmlns="http://users.lixin.edu.cn/~accounting/finance.owl#"
  xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"
  xml:base="http://users.lixin.edu.cn/~accounting/finance.owl"
  <owl:Ontology rdf:about="">
    <owl:imports
      rdf:resource="http://protege.stanford.edu/plugins/owl/protege"/>
    <owl:Ontology>
      <owl:Class rdf:ID="Asset">
        <rdfs:comment xml:lang="en"> valuable items that is
      </rdfs:comment>
      </owl:Class>
      <owl:Class rdf:ID="Loan">
        <rdfs:subClassOf>
          <owl:Class rdf:about="#MortgageLoan"/>
        </rdfs:subClassOf>
      </owl:Class>
      <owl:Class rdf:ID="ProductRateApplicationVariable">
        <owl:disjointWith>
          <owl:Class rdf:about="#ProductRateApplicationFixed"/>
        </owl:disjointWith>
        <rdfs:subClassOf>
          <owl:Class rdf:about="#ProductRateApplication"/>
        </rdfs:subClassOf>
      </owl:Class>
      <owl:Class rdf:ID="Customer">
        <rdfs:comment xml:lang="en">enterprise client, who usual
contractual relationship with the enterprise</rdfs:comment>
        <rdfs:subClassOf rdf:resource="#User"/>
      </owl:Class>
    </owl:Ontology>
  </rdf:RDF>

```

Li et Min a proposé en suite sur la base de l'ontologie de finances et du Web sémantique une architecture du système pour la déduction et l'analyse des informations financières est représenté sur la Figure 3.7, Dans cette plateforme, les fonctions de système comprend ontologie des informations financières, convertisseur ontologique de RDBMS (Relationnal Database Management System), outil de conception de l'ontologie, l'importation et l'exportation (importations de bases de données d'entreprise; l'exportation vers XBRL, ebXML et services Web), moteur d'inférence basé sur l'ontologie (par exemple, Jena), des outils de visualisation pour les consommateurs d'information et de gestionnaires, de gestion de contenu et les outils de provision, Système de gestion de base de données.

Cette plateforme a été partiellement soutenue par le Conseil national de haute technologie et du développement du programme de la Chine Université de Commerce.

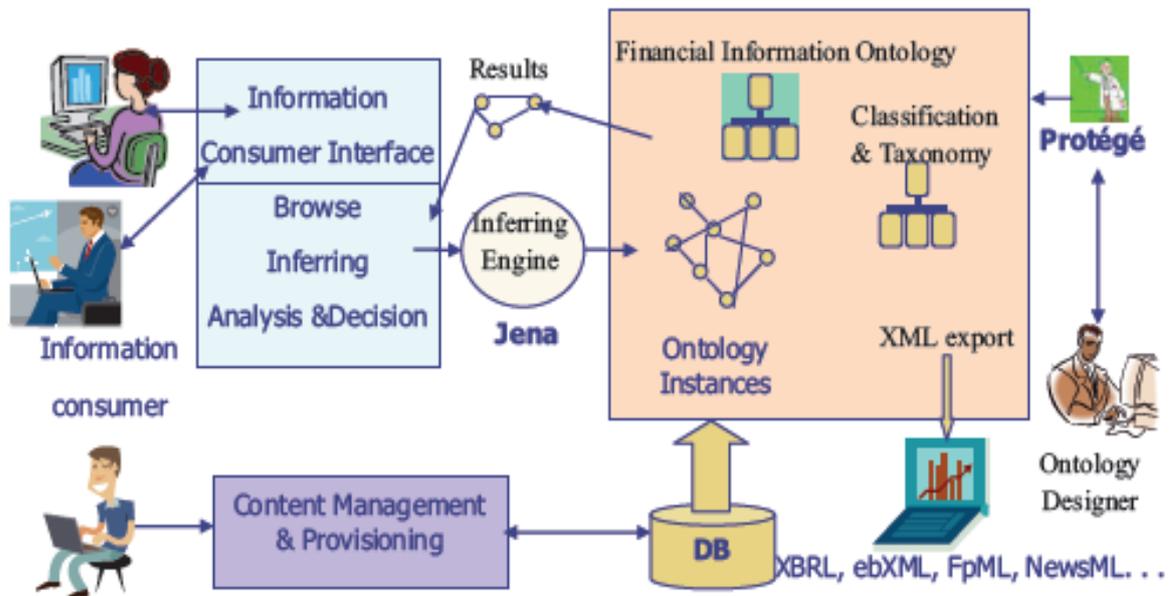


Figure 3.7 System Architecture for Finance Analysis

2.4 Les travaux de [L. Shue & al., 2009]

Les travaux de recherche de ce groupe a pour but la séparation entre les connaissances d'analyses des états financiers dans la connaissance du domaine et les connaissances opérationnelles pour développer un système expert pour évaluer la qualité financière d'une entreprise.

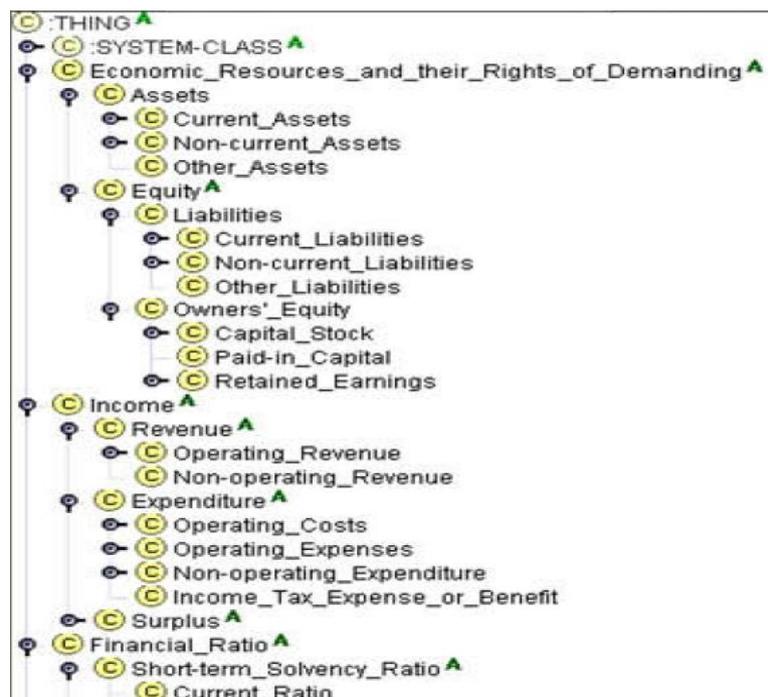


Figure 3.8 Class taxonomy on Protégé.

Le premier représente les relations bien définies de postes comptables des états financiers, et la dernière représente le processus analytique de l'analyste au cours du processus de diagnostic. La connaissance du domaine y compris les ratios financiers est exprimée en termes de relations structurelles et sémantiques. Pour développer la taxonomie (comme illustré dans la Figure 3.8) des connaissances ce groupe a appliqué une ontologie de connaissances du domaine, et appliquer les règles de production (comme illustré dans la Figure 3.9) pour représenter la connaissance opérationnelle de l'analyste.

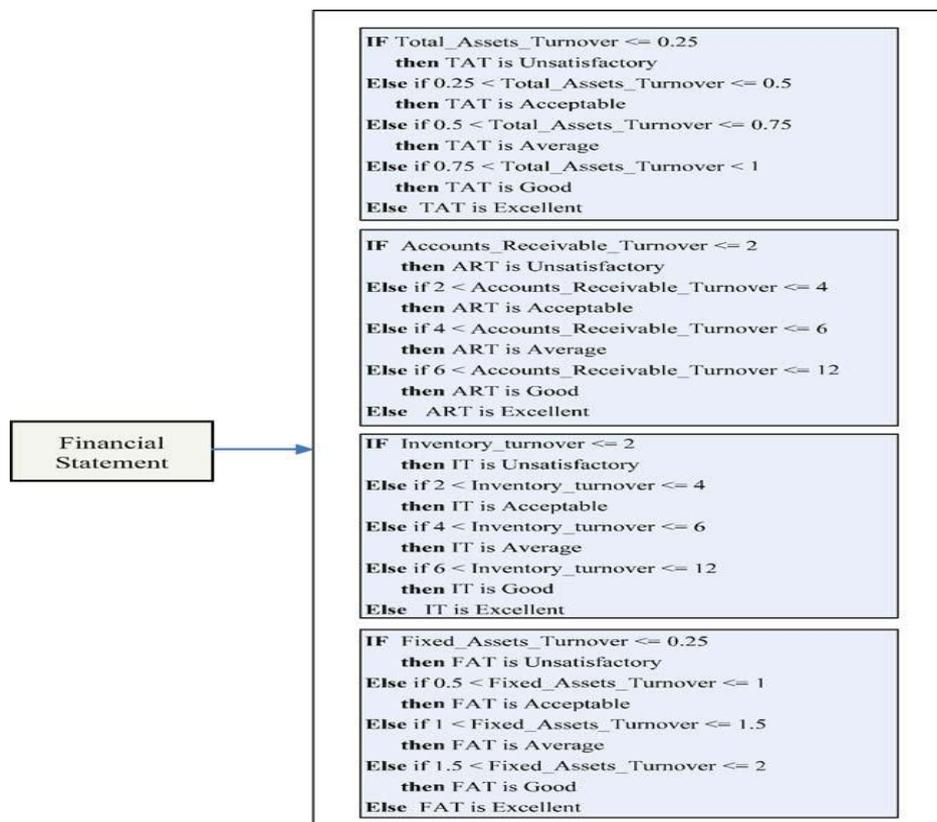


Figure 3.9 Decision rules for rating four ratios of operating efficiency

Le système complet (comme illustré dans la Figure 3.10) se compose du module Protégé qui sert de base de connaissances de domaine, le module de JESS³⁴ qui sert de base de connaissances opérationnelles, et le module d'interface utilisateur qui est développé en JAVA. L'application de JessTab³⁵ plugin permet au moteur de recherche de JESS pour évaluer le contenu des instances de Protégé y compris les relations, et de fonctionner comme le moteur d'inférence du système intégré.

³⁴ Java Expert System Shell the Rule Engine for the JavaTM Platform <http://www.jessrules.com/>

³⁵ JessTab pour utiliser Jess sous Protégé <http://www.ida.liu.se/~her/JessTab/>

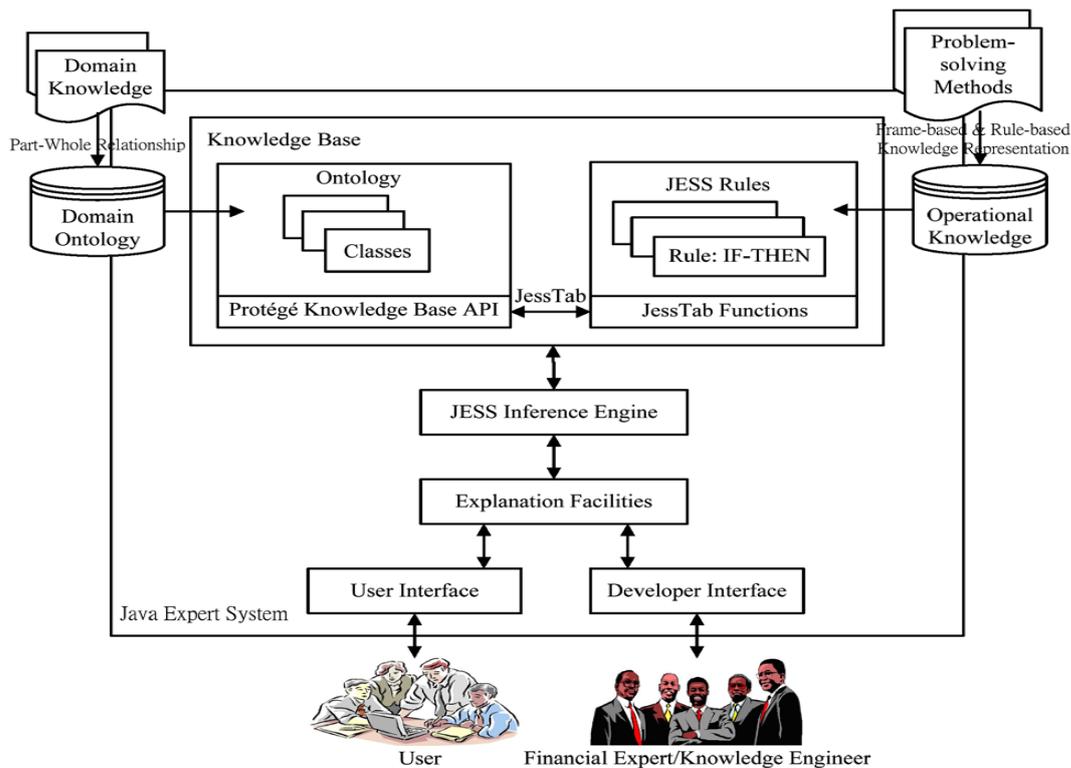


Figure 3.10 The system Framework.

3 Discussions

Pour profiter pleinement de la numérisation, des efforts ont été consentis sur la rigueur du formatage et de la normalisation de l'information. L'information financière était en retard dans ce domaine jusqu'à l'apparition du langage XBRL qui, grâce à sa structure héritée du XML, impose une organisation normalisée facilitant la collecte et le traitement de l'information. Des normes internationales, les IFRS, ont été créées et recommandent XBRL. Partant de là, Les chercheurs ont pensés qu'il était important de donner un véritable formalisme à ces normes et aux notions implicites de finance car elles sont décrites par des textes laissant de nombreuses libertés d'interprétation, et sont conçues essentiellement pour des comptables et financiers. Ils ont construit d'une part des langages permettant de décrire ces normes sous la forme de concepts et de relations, et d'autre part représenter sous la forme d'une ontologie le ou les sens que peuvent prendre ces éléments.

Nous avons remarqué que ces travaux sont orientés vers les finances de façon générale ou bien vers des domaines précis mais il y a un manque majeur de travaux dans le domaine de placements financiers pour cela notre travail qui nous aurons présenté dans les chapitres suivants va donner un plus pour l'organisation et formatage, l'automatisation de contenu financiers.

4 Conclusion

Nous venons, dans ce chapitre, de présenter un certain nombre de normes XML pour le contenu financier et commerciales au cours des dernières années comme FpML, XBRL, RIXML, ebXML, IFX, OFX, pour décrire les processus d'affaires et les transactions, et d'échanger les informations financières. Dans la section 2, nous avons essayé de présenter quelques travaux de recherche concernant les ontologies financières et l'enrichissement des normes XML pour le contenu financiers.

Chapitre 4 Conception de la plateforme sémantique pour les placements financiers

Ce chapitre présente la première partie de notre contribution au problème posé par ce mémoire à savoir la construction d'ontologies de domaine de façon conceptuelle dans le cadre du web sémantique et la modélisation d'une plateforme web basée sur cette ontologie. Pour ce faire, plusieurs étapes sont proposées afin d'explicitier et de guider le développement de notre ontologie, nous les présenterons dans la section 2 après un aperçu sur les placements financiers. Dans la section 3 nous détaillerons l'enrichissement de notre ontologie par des règles sémantiques. Enfin la section 4 s'intéresse à la conception d'une plateforme sémantique basée sur cette ontologie.

1 Généralités sur les placements financiers

1.1 Produit d'épargne

1.1.1 Dépôt à terme :

Le dépôt à terme, encore appelé compte à terme, vous permet de placer une somme d'argent sur une durée et avec un taux d'intérêt déterminés à l'avance.

1.1.2 Livret bancaire

Produit d'épargne dont le taux d'intérêt n'est pas réglementé et qui n'est pas soumis à un plafond de dépôts. Les fonds déposés sur ce compte sont disponibles à tout moment. La durée du compte est illimitée ; il peut être clôturé à tout moment par le souscripteur. Le livret est distribué par les Caisses d'épargne et La Banque Postale.

1.2 Instruments Financiers

Ensemble des titres qui comprennent les actions, les titres de créances (dont les obligations), les parts ou actions d'organisme de placements collectifs et les contrats financiers, on peut voir quelques types d'instruments financiers :

1.2.1 Action

Instrument financier qui est un titre de propriété d'une partie du capital d'une société par actions (cotée ou non cotée en bourse) qui confère à son détenteur, l'actionnaire, des droits. La valeur d'une action fluctue à la hausse ou à la baisse.

Type d'actions :

- Actions privilégiées : une action de type particulier qui rapporte régulièrement un montant fixe puisé à même les profits de l'entreprise, ou dividendes. On les appelle actions privilégiées, car elles donnent aux porteurs priorité sur les actionnaires ordinaires en ce qui concerne le paiement des dividendes.

- Actions ordinaires : Titre délivré par une société de capitaux et conférant à son détenteur la propriété d'une partie du capital avec en général des droits sur : - un revenu appelé "dividende", versé à la discrétion de la société - la gestion d'entreprise, par le biais d'un droit de vote

1.2.2 Les obligations

Une obligation est une dette. En effet, quand un investisseur achète une obligation, il prête en réalité une somme d'argent à l'émetteur de l'obligation et celui-ci contracte une dette. Par conséquent, l'émetteur (ou vendeur de l'obligation) est emprunteur et l'investisseur (ou acheteur de l'obligation) est prêteur.



Le prix d'achat de l'obligation correspond à l'argent que l'investisseur prête à l'émetteur. Et, comme dans la plupart des prêts, lorsque l'on achète une obligation, l'emprunteur verse à l'acheteur des intérêts pendant toute la durée du prêt. Ensuite, à l'échéance fixée, l'emprunteur rembourse le prêt.



Dans le cas d'une obligation, le prix payé pour l'obligation - autrement dit le prêt - est appelé montant principal, ou valeur nominale de l'obligation. La durée d'un prêt s'appelle son échéance. Et les intérêts du prêt payés par l'emprunteur s'appellent le coupon. A la différence des actions où la rentabilité n'est pas garantie, une entreprise qui émet une obligation s'engage à rembourser le principal plus les intérêts.

Les plus gros émetteurs obligataires sont des organismes gouvernementaux : des gouvernements nationaux, locaux ou municipaux, ainsi que des agences gouvernementales.

Risques associés aux obligations :

- **Risque de crédit ou risque de non-paiement :** Le risque de crédit est le risque qu'un émetteur d'obligations manque à ses engagements, c'est-à-dire qu'il soit incapable de tenir sa promesse de verser le paiement des intérêts en temps voulu, ou de rembourser le principal à échéance.

- **Risque de marché ou risque de taux d'intérêt :** Le risque le plus significatif couru par les porteurs d'obligations est ce que l'on appelle le risque de marché ou de taux d'intérêt. Le prix d'une obligation va toujours dans le sens inverse d'un changement des taux d'intérêt. Nous en verrons plus tard la raison. Si on conserve une obligation jusqu'à échéance, cela n'a pas d'importance ; mais si l'on doit ou veut vendre avant échéance, une baisse du prix signifiera une perte de capital. Ce risque de perte de capital est appelé le risque de marché ou de taux d'intérêt.

- **Risque de réinvestissement :** La plupart des chiffres concernant le rendement d'une obligation donnée partent du principe que le revenu (les intérêts payés sous forme de coupon) sera réinvesti. Mais que se passe-t-il si on ne peut pas réinvestir au même taux de départ? La variabilité des rendements sur réinvestissement, due, répétons-le, aux variations dans les taux d'intérêt actuels, est appelée risque de réinvestissement. Plus l'obligation est longue, plus le risque de réinvestissement est grand. La seule obligation qui ne comporte aucun risque de réinvestissement est une obligation à coupon zéro.

- **Risque de liquidité :** La liquidité représente la facilité avec laquelle on peut acheter ou vendre un instrument financier au comptant sans causer de changement significatif dans son prix. Un marché très dynamique, c'est-à-dire un marché où l'on peut facilement vendre ses avoirs au comptant sans être obligé de faire de gros escomptes sur le prix, s'appelle un marché liquide. Un marché où les avoirs se vendent difficilement au comptant, à moins d'un gros escompte sur le prix, manque de liquidité.

- **Risque politique ou juridique :** Il s'agit du risque qu'un gouvernement (ou toute autre autorité afférente) impose de nouvelles restrictions fiscales ou juridiques sur les titres que vous avez déjà acquis.

- **Force majeure :** Il s'agit de catastrophes naturelles ou industrielles, ou de changements majeurs dans la structure d'une entreprise: rachat, restructuration, etc. L'émetteur ou le marché

n'en sont pas responsables, mais ces événements, s'ils sont suffisamment importants, peuvent affecter la capacité de l'émetteur à tenir ses engagements.

Le rendement : est le pourcentage de rentabilité que promet votre investissement obligataire, quel que soit son prix actuel. Dans sa forme la plus simple, connue sous le nom de "rendement actualisé", ou "rendement du coupon", il s'exprime avec la formule suivante:

$$\text{RENDEMENT ACTUALISÉ D'UN COUPON} = \frac{\text{COUPON}}{\text{PRIX}}$$

Classement des obligations par nature :

- Les obligations convertibles en action : Ce sont des obligations dont le contrat d'émission prévoit qu'elles pourront à des périodes déterminées ou à tout moment, être transformées en actions, sur la demande du porteur.
- Les obligations prorogables : Ce sont des obligations qui peuvent être prorogées à un taux et pour une durée prévus lors de leur émission, au-delà de la date de remboursement.
- Les obligations échangeables : Les contrats d'émission de telles obligations stipulent qu'à partir d'une certaine date et pour une certaine période, les obligations à taux fixe pourront être échangées contre des obligations à taux variable (ou inversement).
- Les obligations à coupon zéro : Elles se caractérisent par l'absence de versement d'intérêt pendant la vie de l'obligation. Le rendement provient de la différence entre la capital versé à l'émission et celui remboursé à l'échéance.
- Les obligations indexées : Ce sont des obligations dont le coupon et/ou le remboursement du capital sont complètement ou partiellement indexés sur une valeur de référence.

Classement des obligations en fonction du taux :

- Les obligations à taux fixe : Elles rapportent chaque année le même intérêt.
- Les obligations à taux variable : Elles rapportent chaque année un intérêt différent.

1.2.3 OPCVM

Organisme de placement collectif en valeurs mobilières terme qui regroupe les sociétés d'investissement à capital variable (SICAV) et les fonds communs de placement (FCP).

SICAV (Société d'investissement à capital variable) : OPCVM ayant la personnalité juridique (société) et qui émet des actions.

1.3 Placement d'or

Placement doué d'une sécurité maximale et d'une bonne liquidité, l'or ne permet cependant pas d'espérer des rendements remarquables.

1.3.1 Certificat d'or :

Ils sont émis par des banques qui conservent l'or à votre nom. Vous n'avez donc pas à vous soucier des problèmes de stockage et d'assurance.

1.3.2 Fonds placement orientés or :

Il existe des sociétés de fonds de placement collectifs spécialisées dans l'acquisition de parts de compagnies d'exploitation minière. Cet investissement est plus instable que l'or physique, puisqu'il repose sur d'autres éléments que la seule évolution du prix de l'or :- le coût de l'extraction ;- le potentiel d'expansion de la compagnie.

1.3.3 Or physique :

Investir dans l'or physique, en achetant des pièces ou des petits lingots.

Enfin on conclure cette généralité par un tableau de comparaisons entre les placements (comme illustré dans la Figure 4.1)

Placement financier	Durée de l'investissement	Niveau de risque (1)	Rendement (2)
Compte rémunéré	Court terme	Aucun	€ ●●●●●
Compte épargne logement	Court terme	Aucun	€ ●●●●●
Compte à terme	Court à moyen terme	Aucun	€ € ●●●●●
Livret épargne	Moyen terme	Aucun	€ € € ●●●●●
Plan épargne logement	Moyen terme	Aucun	€ € € ●●●●●
Assurance-Vie (fonds euros)	Long terme	Aucun	€ € € ●●●●●
Obligations	Moyen à Long terme	Modéré à fort	€ € € ●●●●●
Investissement sur l'OR	Long terme	Modéré	€ € ●●●●●
Immobilier (investissement locatif)	Long terme	Modéré à élevé	€ € € ●●●●●
Assurance-Vie (unités de compte)	Long terme	Modéré à élevé	€ € € ●●●●●
Bourse	Long terme	Elevé	€ € € € ●●●●●

Figure 4.1 PLACEMENT FINANCIER : CLASSEMENT SELON LE NIVEAU DE RISQUE, RENDEMENT

2 Construction d'une ontologie dans le domaine des placements financiers.

Après avoir donné un aperçu général sur le domaine de placements financiers nous allons à présent entamer la partie conception de l'ontologie de ce domaine ainsi que la conception de la plateforme sémantique va exploiter cette dernière pour répondre aux requêtes des utilisateurs qui va tenir compte de la sémantique de ces dernières. Tout d'abord, nous détaillerons la conception de l'ontologie du domaine après avoir choisi une méthode de construction parmi les méthodes existantes.

2.1 Type d'ontologie

Il est évident qu'il est difficile de faire la différence, pour une ontologie considérée, entre les différentes classifications qui nous avons citées dans l'état de l'art et de choisir celle qui correspond. Ainsi, l'ontologie du domaine des placements financiers réalisée dans le cadre de notre mémoire participe à la fois de l'ontologie de domaine et de l'ontologie d'application puisqu'elle est destinée à être le cœur d'une plateforme pour le web sémantique. Et utilise d'autre ontologie de haut niveau.

2.2 Etape spécification

Dans la phase de spécification de l'ontologie, nous avons utilisé les techniques proposées pour la phase kickoff de la méthodologie On-To-Knowledge, qui consiste à obtenir la première liste de termes et de relations au moyen de sessions de réflexion avec des experts du domaine.

Dans notre quête pour modéliser le domaine des placements financiers, nous avons abouti à la conclusion : qu'une modélisation de tout le domaine nous est impossible vu la portée de ce dernier, c'est pour cette raison que notre choix est fixé sur quelque placements financiers existe au niveau de l'Algérie par exemple :

- Banque d'Algérie.
- La Caisse Nationale d'Epargne et de Prévoyance (CNEP).
- La Caisse Nationale d'Epargne et de Prévoyance (CPA).
- Société Générale Algérie (SGA).
- Banque de l'Agriculture et du Développement Rural (BADR).
- Bourse d'Alger.

L'ontologie que nous présentons dans ce qui suit sera une ontologie du domaine des placements financiers en Algérie, elle contiendra tous les concepts ainsi que les procédés utilisés dans ce domaine, en respectant la terminologie francophone des concepts financiers.

2.2.1 Le but de l'application

Notre ontologie sera utilisée dans un système de recherche d'information et système conseiller que nous allons concevoir. L'objectif principal de la construction de l'ontologie sera l'exploitation de son potentiel sémantique dans la recherche d'information qui sera concrétisé dans notre système de recherche d'information. Le degré de finesse de notre ontologie sera détaillé et elle devra être computable c'est-à-dire qu'elle sera implémentée sur une machine avec un langage de représentation de connaissance, et elle sera d'un niveau formel.

2.2.2 Acquisition des connaissances

Plusieurs sources de connaissances ont été utilisées pendant la phase d'acquisition de connaissances du processus de développement d'ontologies. L'objectif de l'utilisation de plusieurs sources était de créer une ontologie qui pourrait être adoptées, à l'avenir, par le plus grand nombre d'autres organisations que possible, bien que ce ne soit pas une exigence forte.

Les connaissances qui seront représentées proviennent principalement des sources suivantes :

- Les sites officiels des banques ³⁶ et de la bourse d'Alger³⁷ cités ;
- Documents officiels des banques;
- Questionnaires, Formulaire, Dossiers, Contrats, ... concernant les banques cités ;
- les définitions de terminologie couramment utilisée pour qualifier les produits d'épargne et les placements³⁸ dans les documentations, dans les publicités ou dans la presse financiers, glossaires financiers, comités consultatifs, associations, sociétés Financières, autorités, Instituts pour l'Éducation financière, ... ;
- En plus des sources déjà citées nous avons travaillé avec des spécialistes de domaines quelque responsables au niveau des banques.

³⁶ <http://www.bank-of-algeria.dz>, <http://www.cnepanque.dz/>, <http://www.cpa-bank.dz/>, <http://www.societegenerale.dz/>, <http://www.badr-bank.net>.

³⁷ Bourse d'Alger <http://www.sgbv.dz/>.

³⁸ CCSF : www.ccsfin.fr, ASF : www.asf-france.com, Autorité de contrôle prudentiel : www.banque-france.fr/acp/index.htm, Autorité des marchés financiers : www.amf-france.org, Banque de France : www.banque-france.fr, Institut pour l'Éducation financière du public : www.lafinancepourtous.com, ...

À la suite du processus d'acquisition des connaissances, les termes les plus importantes de toutes les sources de connaissances ont été identifiés, ainsi que leurs points communs et les différences.

2.2.2.1 Identifier les termes importants

En utilisant les sources de données que nous avons décrites précédemment dans l'étape spécification, nous avons construit un glossaire de termes des placements financiers utilisés dans les placements abordés.

Dans ce glossaire nous n'avons pas prêté beaucoup attention à la redondance et à l'appartenance des concepts au domaine, mais nous avons prêté beaucoup plus d'intérêt à regrouper tout ce qu'est en relation avec le domaine pour pouvoir le délimiter.

Nous avons trouvés beaucoup de problèmes des standardisations des termes entre les établissements financiers pour cela nous avons suivi la définition de chaque terme et son utilisation au niveau de l'établissement.

Une fois ce travail est achevé nous avons procédé à la purification de ce glossaire en s'appuyant sur l'avis des spécialistes du domaine.

Le Tableau 1 qui suit représente une partie des termes regroupés dans le glossaire.

Tableau 1 Extrait du glossaire des termes utilisés dans notre ontologie.

Termes	Description
Livret bancaire	Produit d'épargne dont le taux d'intérêt n'est pas réglementé et qui n'est pas soumis à un plafond de dépôts. Les fonds déposés sur ce compte sont disponibles à tout moment. La durée du compte est illimitée ; il peut être clôturé à tout moment par le souscripteur. Le livret est distribué par les Caisses d'épargne et La Banque Postale.
Placement or	Placement doué d'une sécurité maximale et d'une bonne liquidité, l'or ne permet cependant pas d'espérer des rendements remarquables.
Placement or papier	Les fonds de placement orientés sur l'or ou Les certificats or
Certificat or	ils sont émis par des banques qui conservent l'or à votre nom. Vous n'avez donc pas à vous soucier des problèmes de stockage et d'assurance.
Les fonds de placement orientés sur l'or	Il existe des sociétés de fonds de placement collectifs spécialisées dans l'acquisition de parts de compagnies d'exploitation minière. Cet investissement est plus instable que l'or physique, puisqu'il repose sur d'autres éléments que la seule évolution du prix de l'or :- le coût de l'extraction ;- le potentiel d'expansion de la compagnie.
Placement or physique	investir dans l'or physique, en achetant des pièces ou des petits lingots
Instruments Financiers	Ensemble des titres qui comprennent les actions, les titres de créances (dont les obligations), les parts ou actions d'organisme de placements collectifs et les contrats financiers.
Valeur mobilière	Le terme « valeur mobilière » est maintenant remplacé par instrument financier dans le code monétaire et financier.
Titre de créance	Titre représentant un droit de créance du détenteur sur l'émetteur du titre.
Obligation	Instrument financier émis par une entreprise, par une collectivité publique ou par l'État. C'est un titre de créance (c'est-à-dire qu'il représente une dette) remboursable à une date et pour un montant fixés à l'avance, et qui rapporte un intérêt.
Obligations indexées	Ce sont des obligations dont le coupon et/ou le remboursement du capital sont complètement

	ou partiellement indexés sur une valeur de référence. (ex: chiffre d'affaire de l'entreprise émettrice, ou prix d'un produit,...) L'indexation protège le porteur contre une dépréciation du coupon ou du capital, en cas d'inflation.
Obligations convertibles	Ce sont des obligations dont le contrat d'émission prévoit qu'elles pourront à des périodes déterminées ou à tout moment, être transformées en actions, sur la demande du porteur.
Obligation à coupon zéro	Elles se caractérisent par l'absence de versement d'intérêt pendant la vie de l'obligation. Le rendement provient de la différence entre la capital versé à l'émission et celui remboursé à l'échéance.
Obligations échangeables	Les contrats d'émission de telles obligations stipulent qu'à partir d'une certaine date et pour une certaine période, les obligations à taux fixe pourront être échangées contre des obligations à taux variable (ou inversement).
Obligation prorogeable	Ce sont des obligations qui peuvent être prorogées à un taux et pour une durée prévus lors de leur émission, au-delà de la date de remboursement.
Obligations à taux fixes	Elles rapportent chaque année le même intérêt.
Obligations à taux variables	Une obligation à taux variable est une obligation dont les flux d'intérêt (appelés aussi coupons), mais pas le prix de remboursement, sont indexés sur un taux de référence.
Titre de propriété	Le titre de propriété est l'acte officiel qui permet de démontrer que l'on est propriétaire d'un bien.
Action	Instrument financier qui est un titre de propriété d'une partie du capital d'une société par actions (cotée ou non cotée en bourse) qui confère à son détenteur, l'actionnaire, des droits. La valeur d'une action fluctue à la hausse ou à la baisse.
Actions privilégiées	une action de type particulier qui rapporte régulièrement un montant fixe puisé à même les profits de l'entreprise, ou dividendes. On les appelle actions privilégiées, car elles donnent aux porteurs priorité sur les actionnaires ordinaires en ce qui concerne le paiement des dividendes.
Actions ordinaires	Titre délivré par une société de capitaux et conférant à son détenteur la propriété d'une partie du capital avec en général des droits sur : - un revenu appelé "dividende", versé à la discrétion de la société - la gestion d'entreprise, par le biais d'un droit de vote
Actionnaire	L'actionnaire est le détenteur d'action.
Dividende	Revenu issu d'un placement en titres de capital (actions notamment). Le dividende est généralement versé chaque année et varie en fonction des bénéfices réalisés et distribués par l'entreprise.
CCI (Certificat coopératif d'investissement)	Titre de propriété coté en bourse, qui ne peut être émis que par des sociétés mutualistes ou coopératives. Ce titre ne donne pas de droit de vote aux assemblées générales. La valeur d'un CCI peut évoluer à la hausse ou à la baisse.
OPCVM (Organisme de placement collectif en valeurs mobilières)	Terme qui regroupe les sociétés d'investissement à capital variable (SICAV) et les fonds communs de placement (FCP).
SICAV (Société d'investissement à capital variable)	OPCVM ayant la personnalité juridique (société) et qui émet des actions.
FCP	OPCVM qui émet des parts et qui n'a pas la personnalité juridique, à la différence d'une société comme une SICAV.
Contrat d'assurance-vie	Contrat par lequel l'assureur prend l'engagement, en contrepartie du versement de cotisations ou primes, de verser au souscripteur, à l'adhérent ou aux bénéficiaires que celui-ci aura désignés, un capital ou une rente, soit en cas de décès, soit en cas de survie de l'assuré, selon des modalités définies dans le contrat.
Contrat en unités de compte	Contrat d'assurance-vie dont la valeur est exprimée par référence à un ou plusieurs supports (actions, obligations, parts ou actions d'OPCVM, parts ou actions de sociétés immobilières, etc.).
Contrat multisupports	Contrat d'assurance-vie, proposant des supports en unités de compte et un support en euros qui permet de sécuriser une partie de l'épargne.
contrat collectif d'assurance	Contrat souscrit par une personne morale, ou par un chef d'entreprise, appelé « souscripteur », au profit d'un Le contrat d'assurance pourra être modifié entre le souscripteur et l'assureur sans avoir à solliciter l'accord individuel des adhérents.
Portefeuille	Ensemble des titres détenus par une personne.
Horizon de placement	L'horizon de placement peut être à court terme (par exemple en dessous de 1 ou 2 ans), à moyen terme (par exemple entre 2 et 5 ans) ou à long terme.
Performance	Résultat attendu ou obtenu par un placement. Il est important de noter que la performance d'un placement est généralement exprimée en pourcentage.

Rendement	Il s'agit de ce que rapporte un placement. Le calcul de ce rendement est différent selon les types de produits.
Risque financier	Risque que le gain attendu ou espéré par l'épargnant ne se réalise pas ou que la somme investie soit diminuée. Généralement, plus les perspectives de gains sont élevées plus le risque augmente.
Transfert	Acte par lequel les titulaires de certains produits d'épargne peuvent transférer leur placement d'un établissement à un autre au cours de la période d'épargne.
Etablissement financier	Ensemble des sociétés et quasi-sociétés dont la fonction principale consiste à fournir des services d'intermédiation financière (banque et assurance) et/ou à exercer des activités financières auxiliaires (auxiliaires financiers).
Banque	est une entreprise qui fait le commerce de l'argent : elle reçoit des capitaux placés sur des comptes (d'épargne ou non), échange de la monnaie, prête de l'argent à des taux et moyennant des commissions variables, exécute pour le compte de tiers toutes opérations de ce genre et se charge de tous services financiers.
Bourse	est une institution, privée ou publique, qui permet de réaliser des échanges de biens ou d'actifs standardisés et ainsi d'en fixer le prix.
Compagnie d'assurance	Il s'agit d'une entreprise à but lucratif qui assure non seulement la protection des personnes mais aussi des biens matériels.
Devise	l'unité monétaire d'un pays ou d'une zone économique
...	

2.3 Etape conceptualisation

2.3.1 Construction de dictionnaire des concepts (classes)

En raffinant le glossaire des termes présentés précédemment nous allons à présent construire un dictionnaire de concepts.

Tableau 2 Extrait du dictionnaire de concepts utilisés dans notre ontologie

Concept	Label
Devise	Devise
EtablissementFinancier	Etablissement financier
Agence	Agence
AgenceImmobilie	Agence immobilière
Banque	Banque
Bourse	Bourse
BourseCommerce	Bourse de commerce
BourseValeurs	Bourse de valeurs
BureauLiaison	Bureau de Liaison
CompagnieAssurance	Compagnie d'assurance
Reseau	Réseau
Investissement	Investissement
InvestissementEpargne	Investissement d'épargne
InvestissementEpargneHorsReglement	Investissement d'épargne hors règlement
InvestissementCompteEpargneLogement	Investissement en compte épargne logement
InvestissementCompteEpargnePopulaire	Investissement en compte épargne populaire
InvestissementDepotATerme	Investissement en dépôt à terme
InvestissementCompteDepot	Investissement en compte à dépôt
InvestissementPlacement	Investissement en placement
InvestissementInstrumentsFinanciers	Investissement en instruments financiers
InvestissementTitre	Investissement en titre
InvestissementOPCVM	Investissement en OPCVM

InvestissementSICAV	Investissement en SICAV
InvestissementTitreCreance	Investissement en titre de créance
InvestissementObligation	Investissement en obligation
InvestissementTitrePropriete	Investissement en titre de propriété
InvestissementAction	Investissement en action
InvestissementActionOrdinaire	Investissement en action ordinaire
InvestissementContratAssuranc eVie	Investissement en contrat Assurance de Vie
Produit	Produit
CarteInterBancaire	CarteInterBancaire
OPCVM	OPCVM
FCP	FCP
SICAV	SICAV
TitreCreance	TitreCreance
Obligation	Obligation
ObligationsTauxFixe	ObligationsTauxFixe
ObligationTauxRevisable	Obligation à tauxRevisable
ObligationTauxVariable	Obligation à taux variable
Action	Action
ActionOrdinaire	Action ordinaire
ActionPrivilegiee	Action privilégiée
CCI	CCI
PlacementOr	PlacementOr
OrPapier	Or en papier
CertificatOr	Certificat d'or
FondsPlacementOrientesOr	Fonds de placement orientes or
OrPhysique	Or physique
PlacementPierre	Placement pierre
ProduitEpargne	Produit épargne
LivretA	Livret A
LivretBleu	Livret bleu
LivretJeune	Livret jeune
Service	Service
CarteBancaire	Carte bancaire
Utilisateur	Utilisateur
Actionnaire	Actionnaire
Assureur	Assureur
Beneficiaire	Bénéficiaire
Client	Client
ConseillerFinancier	Conseiller financier
Departement	Département
Entreprise	Entreprise
Personne	Personne
Adherent	Adhèrent
Assure	Assure
Employe	Employé
Promoteur	Promoteur
Souscripteur	Souscripteur
...	...

2.3.1.1 Construire la taxonomie de concepts

En construisant les hiérarchies ci-dessous, nous n'avons pas limité notre taxonomie à une simple représentation hiérarchique des concepts qui est incorrecte d'après [GPBV 99], en effet si on représente une taxonomie d'un domaine donnée juste sous forme d'une liste des

concepts attachés à une classe mère «Thing » dans notre cas, la taxonomie perd toute sa puissance sémantique.

La solution que nous adoptons pour contourner ce problème c'est celle donné par les chercheurs de l'université de Manchester, qui stipule que dans une ontologie on doit représenter simultanément les notions de Paronomie, Topologie et Taxonomies. Mais ces trois notions sont très attachées au cadre du projet mené par ces chercheurs c'est-à-dire le domaine médical, alors que notre ontologie est purement économique ce qui fait qu'on ne peut pas représenter la notion de Paronomie « Part-of » car même si un élément des placements financiers donne naissance à d'autres éléments à travers un « procédé ». On ne peut pas dire que l'élément résultant est une partie de cet élément.

Les notions représentées dans notre ontologie sont : Topologie et Taxonomie à travers les relations « Is-sousConcept-de » et « Is-procède-de ».

Afin d'illustrer la création de la hiérarchie des classes et propriétés d'ontologies, un modèle de donnée résultant d'une analyse réelle dans le domaine de placements financiers en Algérie a été sélectionné et transformé en ontologie. Le modèle de donnée de cette étude était exprimé sous forme de diagrammes de classe UML. UML est la notation standard dans le monde de la modélisation orienté-objet. Dans ce contexte-ci UML a été utilisé pour construire un modèle du domaine qui correspondait à une abstraction des données contenues dans les banques de données. La Figure 4.2 montre un extrait de la taxonomie des «placements financiers » (investissement, produit, produit financier, établissement financier, utilisateur, devis, ...) où chaque rectangle représente une classe, et les lignes avec un triangle représentent la relation de généralisation entre classes. Chaque classe possède des attributs : par exemple la classe « bien immeuble » a comme attribut un « numéro cadastral ». Chaque « bien immeuble » a également une « adresse » : elle est représentée par une relation binaire entre la classe « bien immeuble » et la classe « adresse ».

Un modèle de classe UML peut être transformé en une ontologie pour le web sémantique si l'on se limite à un sous-ensemble d'UML qui est traduisible. Il existe des différences entre UML et OWL qui ne les rendent pas équivalents et donc pas complètement traduisibles de l'un vers l'autre [UMLSE]. La traduction sera illustrée sur le langage OWL et illustrée dans le domaine mentionné ci-dessus. La taxonomie de classes UML est transformée en taxonomie OWL : les classes UML sont traduites en classes OWL, les attributs de classes UML sont traduits en propriétés OWL, et les relations de généralisation UML sont traduites en relations

de sous-classe OWL. Pour les relations binaires UML, il existe deux grandes approches pour traduire les relations binaires : on peut les traduire soit comme propriété d'objets soit comme classe. Dans la première approche on peut utiliser la propriété « owl :InverseFunctionalProperty » et créer une propriété OWL pour chaque rôle UML de la relation dans chacune des classes OWL correspondant aux classes UML des rôles. Dans la seconde approche, on a créé une classe OWL pour la relation UML et une propriété pour chacun des rôles de la relation UML.

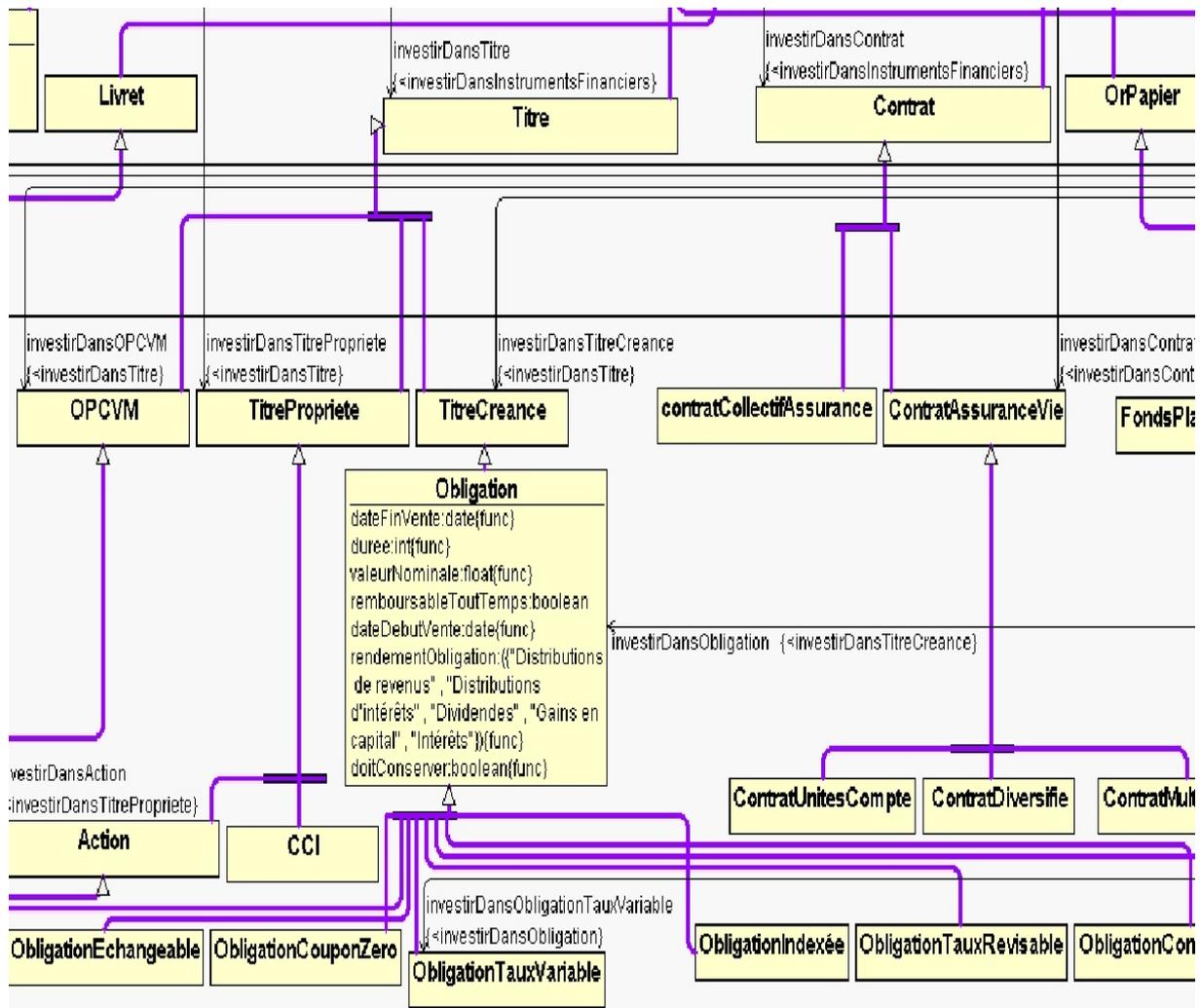


Figure 4.2 Extrait du diagramme de classe UML utilisé pour développer la taxonomie

En utilisant cette méthode et après la traduction depuis UML on trouve la taxonomie qui est composé des différents niveaux d'abstraction de notre ontologie : les services et produits, Etablissement financier, investissement, utilisateurs, et des devises, etc. la Figure 4.3 illustre un extrait de la taxonomie des concepts utilisés dans notre ontologie vu avec le plugin OWLViz de PROTÉGÉ.

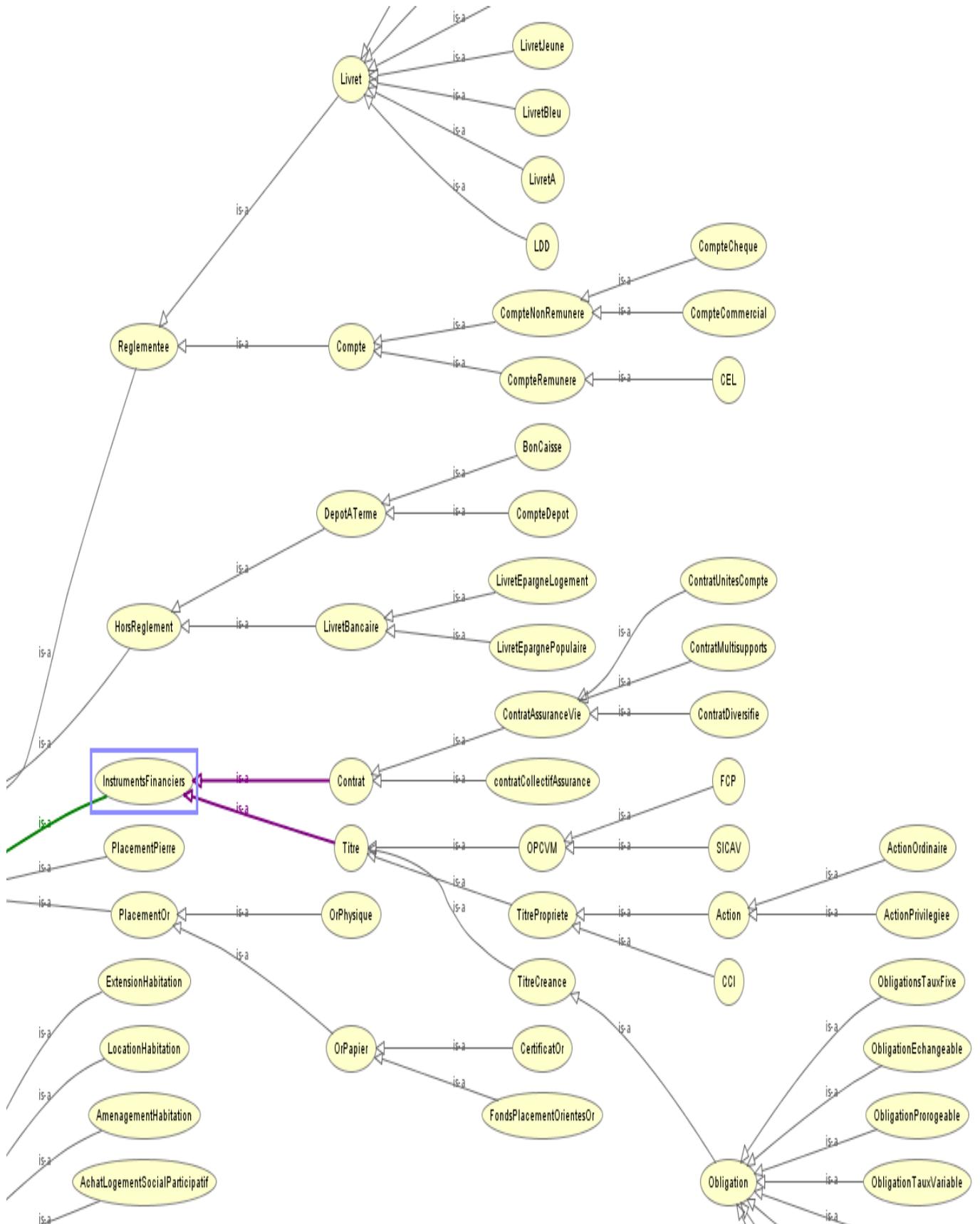


Figure 4.3 Extrait de la taxonomie des concepts utilisés dans notre ontologie vu avec le plugin OWLViz de PROTÉGÉ

2.3.1.2 Description des propriétés d'objets

Tableau 3 Extrait de la liste des propriétés d'objets

Nom de propriété	Super propriété	domaine	image	caractéristique
aReseau		Banque	Reseau	fonctionnelle symétrique (estReseauDe) transitive
aAgence		Reseau	Agence	fonctionnelle symétrique (estAgenceDe)
estReseauDe		Reseau	Banque	Fonctionnelle transitive
estAgenceDe		Agence	Reseau	Fonctionnelle
InvestirDans		Investissement	ProduitFinancier	
investirDansEpargne	InvestitDans	InvestissementEpargne	ProduitEpargne	
investirDansEpargneHorsReglement	investirDansEpargne	InvestissementEpargneHorsReglement	HorsReglement	
investirDansDepotATerme	investirDansEpargneHorsReglement	InvestissementDepotATerme	DepotATerme	
ouvreCompteDepot	investirDansDepotATerme	InvestissementCompteDepot	CompteDepot	
ouvreCompteEpargne	investirDansEpargneHorsReglement	InvestissementCompteEpargne	LivretBancaire	
ouvreCompteEpargneLogement	ouvreCompteEpargne	InvestissementCompteEpargneLogement	LivretEpargneLogement	
ouvreCompteEpargnePopulaire	ouvreCompteEpargne	InvestissementCompteEpargnePopulaire	LivretEpargnePopulaire	
investirDansPlacement	InvestitDans	InvestissementPlacement	PlacementFinancier	
investirDansInstrumentsFinanciers	investirDansPlacement	investissementInstrumentsFinanciers	InstrumentsFinanciers	
investirDansContrat	investirDansInstrumentsFinanciers	InvestissementContrat	Contrat	
investirDansContratAssuranceVie	investirDansContrat	InvestissementContratAssuranceVie	ContratAssuranceVie	
investirDansTitre	investirDansPlacement	InvestissementTitre	Titre	
investirDansOPCVM	investirDansTitre	InvestissementOPCVM	OPCVM	
investirDansTitreCreance	investirDansTitre	InvestissementTitreCreance	TitreCreance	
investitDansTitrePropriete	investirDansTitre	InvestissementTitrePropriete	TitrePropriete	
InvestirDansSICAV	investirDansOPCVM	InvestissementSICAV	SICAV	
investitDansObligation	investirDansTitreCreance	InvestissementObligation	Obligation	
investitDansObligationsTauxFixe	investitDansObligation	InvestissementObligationTauxFixe	ObligationsTauxFixe	
investirDansObligationTauxVariable	investitDansObligation	investirDansObligationTauxVariable	ObligationTauxVariable	
investirDansAction	investitDansTitrePropriete	InvestissementAction	Action	
investirDansActionOrdinaire	investirDansAction	InvestissementActionOrdinaire	ActionOrdinaire	
investirDansActionPrivilegiee	investirDansAction	InvestissementActionPrivilegiee	ActionPrivilegiee	

offrirProduitFinancier		EtablissementFinancier	ProduitFinancier	fonctionnelle symétrique(est ProduitFinancierDe)
offrirProduitEpargne	offrirProduitFinancier	Banque	ProduitEpargne	fonctionnelle symétrique(est ProduitEpargneDe)
offrirLivretEpargne	offrirProduitEpargne	Banque	LivretBancaire	fonctionnelle symétrique(est ProduitEpargneDe)
offrirLivretEpargneLogement	offrirLivretEpargne	Banque	LivretEpargneLogement	fonctionnelle symétrique(LivretEpargneLogementDe)
offrirLivretEpargnePopulaire	offrirLivretEpargne	Banque	LivretEpargnePopulaire	fonctionnelle symétrique(est LivretEpargnePopulaireDe)
....				

2.3.1.3 Les propriétés de types de données

Tableau 4 une partie de liste des DATATYPE

Nom de la propriété	Domaine	Image (Range)	Owl :oneOf
agePersonne	Personne	int	
nomPersonne	Personne	string	
prenomPersonne	Personne	string	
adresse	EtablissementFinancier Utilisateur	string	
typeTauxInteret	ProduitFinancier	string	Fixe, variable, rien
horizonPlacement	ProduitFinancier	string	Court, moyen, long terme
interetSoumisImpot	ProduitFinancier	boolean	True, false
fraisGestion	ProduitFinancier	double	
Dossier	ProduitFinancier	string	
destineAuxPersonne	ProduitFinancier	string	Physique, morale
tauxSansRisque	ProduitFinancier	double	
performance	ProduitFinancier	double	
rendement	ProduitFinancier	double	
risque	ProduitFinancier	string	Très faible Faible à moyen Faible,Élevé Moyen à élevé Très faible à très élevé Faible à élevé Faible à très élevé Moyen à très élevé
paiementInterets	ProduitFinancier	string	fin d'année, payables d'avance
dateDebutVente	Obligation	date	
dateFinVente	Obligation	date	
doitConserver	Obligation	boolean	True, false
duree	Obligation	int	
remboursableToutTemps	Obligation	boolean	True, false
rendementObligation	Obligation	string	Intérêts

			Distributions d'intérêts Gains en capital Dividendes Distributions de revenus
valeurNominale	Obligation	double	
fraisAssurance	PlacementOr	boolean	True, false
locationCoffreFort	PlacementOr	boolean	True, false
...			

2.3.1.4 Tables des individus

Tableau 5 Extrait de la liste des individus de l'ontologie des placements financiers

Individu	Classe
BNP_Paribas Banque	Banque
CALYON_ALGERIE Banque	
NATIXIS_BANQUE Banque	
BNA Banque	
ARAB_BANK_PLC_ALGERIA Banque	
TRUST_BANK_ALGERIA Banque	
H.S.B.C._ALGERIE Banque	
ABC Banque	
BEA Banque	
SGA Banque	
FRANSABANK_ELDJAZAIR Banque	
AL_SALAM_BANK Banque	
CITIBANK Banque	
GULF_BANK_ALGERIA Banque	
HOUSING_BANK_FOR_TRADE_AND_FINANCE Banque	
BDL Banque	
BANQUE_ALGERIE Banque	
ALBARAKA Banque	
CPA Banque	
CNMA Banque	
BADR Banque	
CNEP Banque	
bourseAlger	Bourse
RESEAU_SETIF350	Reseau
RESEAU_ALGER_OUEST650	
RESEAU_ALGER_EST600	
RESEAU_BLIDA150	
RESEAU_BEJAIA800	
RESEAU_GHARDAIA550	
RESEAU_ANNABA300	
RESEAU_ORAN_EST700	
RESEAU_CHLEF500	
RESEAU_ALGER_CENTRE100	
RESEAU_CONSTANTINE250	

RESEAU_TLEMCEN450	
RESEAU_ORAN_CENTRE400	
LivretEpargneLogementCnep	LivretEpargneLogement
EpargneLogementREZKIPlusSGA	
EpargneLogementREZKISGA	
...	

2.3.1.5 Formalisation et Langage de représentation de notre ontologie :

Une des principales décisions à prendre dans le procédé de développement d'ontologies consiste à choisir le langage (ou l'ensemble de langages) dans lequel l'ontologie sera exprimée et utilisée. L'ingénieur des connaissances a des exigences concernant ces langages :

- la lisibilité : le langage doit être compréhensible pour un utilisateur humain et doit donc avoir une certaine continuité avec le langage naturel ;
- la portabilité : le langage choisi doit être le plus standard possible afin de pouvoir être réutilisé dans d'autres systèmes et
- la possibilité de faire des inférences : le langage doit permettre le traitement informatique des données en vue de calculer les déductions logiques possibles.

Formalisation n'est pas une activité obligatoire, parce que l'utilisation des outils de l'ontologie du modèle de conceptualisation est généralement automatiquement mise en œuvre avec des traducteurs de langues ontologie. OWL (Web Ontology Language) est recommandé par W3C³⁹ pour le web sémantique. Le langage OWL est une extension de vocabulaire de RDF [RDF Semantics]. Par conséquent, tout graphe RDF forme une ontologie OWL Full [W3C 2004]. Il faut RDF et RDF-S en tant que fondement, renforcement d'expressions et la capacité de raisonnement pour le domaine des connaissances. Grâce à l'opérateur booléen (conjonction, la disjonction, la négation), OWL peut construire récursivement le genre complexe, les éléments de langage ont également examiné les restrictions existentielles, les limitations des valeurs, les restrictions fonctionnelles et ainsi de suite. Dans le même temps, OWL permet de décrire les caractéristiques de l'attribut comme la transmission, la symétrie, la fonction et ainsi de suite, en indiquant l'équivalence ou de disjonction entre les concepts, les attributs et les individus. Sur la base des caractéristiques ci-dessus du langage OWL, nous adopter OWL comme langage de description de notre ontologie (comme illustré dans la Figure 4.4).

³⁹ <http://www.w3.org/2004/OWL/>

```

<owl:Class rdf:ID="Banque">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#SocieteFinanciere"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Agence"/>
</owl:Class>
<Banque rdf:ID="BANQUE_ALGERIE"/>
<Banque rdf:ID="BDL"/>
<Banque rdf:ID="BEA"/>
<Agence rdf:ID="BELOUZDAD601">
  <estAgenceDe rdf:resource="#RESEAU_ALGER_EST600"/>
</Agence>
<Agence rdf:ID="BEN_MHIDI126">
  <estAgenceDe rdf:resource="#RESEAU_ALGER_CENTRE100"/>
</Agence>
<Agence rdf:ID="BEN_MHIDI_105">
  <estAgenceDe rdf:resource="#RESEAU_ALGER_CENTRE100"/>
</Agence>
<Banque rdf:ID="BNA"/>
<Banque rdf:ID="BNP_Paribas"/>
<owl:Class rdf:ID="BonCaisse">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#DepotATerme"/>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="#materialiseParTitre"/>
      <owl:hasValue rdf:datatype="xsd:boolean">true</owl:hasValue>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
  <rdfs:comment rdf:datatype="xsd:string"
    >c#217;est un d#233;p#244;t #224; terme mat#233;rialis#233; par un titre par lequel le client s
  <rdfs:label rdf:datatype="xsd:string">Bon de caisse</rdfs:label>
</owl:Class>
<BonCaisse rdf:ID="BonCaisseBadr">
  <destineAuxPersonne rdf:datatype="xsd:string">morale</destineAuxPersonne>
  <destineAuxPersonne rdf:datatype="xsd:string">physique</destineAuxPersonne>
  <risque rdf:datatype="xsd:string">Tr#232;s faible</risque>
  <typeDepot rdf:datatype="xsd:string">anonyme</typeDepot>
  <typeDepot rdf:datatype="xsd:string">nominatif</typeDepot>
</BonCaisse>
<Agence rdf:ID="BOUMERDES114">
  <estAgenceDe rdf:resource="#RESEAU_ALGER_EST600"/>
</Agence>
<owl:Class rdf:ID="Bourse">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#SocieteFinanciere"/>
</owl:Class>
<Bourse rdf:ID="bourseAlger"/>
<Agence rdf:ID="BOUZAREAH107">
  <estAgenceDe rdf:resource="#RESEAU_ALGER_CENTRE100"/>
</Agence>
<BureauLiaison rdf:ID="BRITISH_ARAB_COMMERCIAL_BANK"/>
<owl:Class rdf:ID="BureauLiaison">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#SocieteFinanciere"/>
</owl:Class>

```

Figure 4.4 Une partie du fichier OWL de l'ontologie des placements financiers

3 Enrichissement de notre ontologie par des règles sémantiques

Les règles sont nécessaires pour les différentes tâches [Semantic Web Rules Use Cases and Requirements for Health Care and Life Sciences] :

- «règles déductive» sont nécessaires pour tirer des inférences fondées sur les dépendances entre certaines propriétés d'ontologie. Pendant longtemps, les systèmes experts à base de règles ont montré l'utilité des règles.
- "méta-règles de raisonnement» sont nécessaires pour faciliter le méta-raisonnement sur l'ontologie dans contrôle ou les tâches d'ingénierie de connaissances, par exemple l'acquisition, la validation, l'entretien des une ontologie.
- " les règles de connexion " entre ontologies sont nécessaires pour le raisonnement dans plusieurs domaines comme la génomique, la protéomique, de la pathologie, par exemple lors de la recherche de corrélations entre les maladies et l'anomalie d'une fonction d'une protéine codée par un gène humain.
- «règles de correspondance" pour la cartographie des ontologies dans l'intégration de données, et l'interrogation de sources hétérogènes, par exemple, les données du patient dispersées dans de nombreux systèmes d'information hospitaliers
- «règles d'interrogation", exprimant des requêtes complexes sur le Web ou sources

3.1 Le langage des règles Web sémantique (SWRL)

SWRL (Semantic Web Rule Language) est un langage de règles d'expression OWL recommandé par w3c⁴⁰, permet d'écrire des règles qui peuvent être exprimées en termes de concepts OWL et de fournir plus de puissance de raisonnement déductif qu'OWL seul.

Une règle SWRL contient une partie antérieure (corps), et une partie conséquente (tête). Le corps et la tête se composent de conjonctions positives des atomes :

$atome \wedge atome \dots \rightarrow atome \wedge atome$

Une règle SWRL peut être lu : si tous les atomes dans l'antécédent est vrai, alors la conséquence doit être également vrai.

Un atome est une expression de la forme $p(arg1, arg2, \dots, argn)$ où p est un symbole de prédicat et $arg1, arg2, \dots, argn$ sont les termes ou les arguments de l'expression.

⁴⁰ <http://www.w3.org/Submission/SWRL/>

Les types atomes fournis par SWRL : classe OWL, propriété d'objet OWL, propriété de types de données OWL, symbole *differentFrom*, symbole *sameAs*, plage de données ou type de données, SWRL built-in.

3.2 Le langage de requête pour OWL [SQWRL]

SQWRL (Semantic Query-Enhanced Web Rule Language; pronounced squirrel) [M. J. O'Connor, A. K. Das. 2009]⁴¹ est un langage pour l'interrogation des ontologies OWL basé sur SWRL. Il fournit des opérations de type SQL pour extraire des connaissances à partir d'OWL.

3.3 Construction des règles SWRL pour notre ontologie :

3.3.1 Démarche d'écriture des règles selon les types d'atome:

- Atome classe OWL : exemple *Epargne (?p) → Produit (?p)* où *Epargne* et *Produit* sont des OWL classes, et *?p* est une variable représentant un individu OWL, cette règle donne tous les individus de type *Epargne* sont également de type *Produit* ;
- Atome propriété d'objet OWL : *Personne (?x) ∧ aContrat (?y, ?x) → Client (?x)* *aContrat* est une propriété d'objets lie des individus de type *Produit* et *personne*, la règle donne que chaque personne a un contrat sur un produit financier devenu *Client* ;
- Atome propriété de types de données OWL :
Client (?x) ∧ aEntreprise (?x, true) → Entreprise (?x) ;
- symbole *differentFrom* : *differentFrom(?x, ?y)* où *?x* et *?y* sont des variables représentant des individus OWL différents;
- symbole *sameAs* : *sameAs(?x, ?y)* où *?x* et *?y* sont des variables représentant les mêmes individus OWL;
- plage ou type de données : *["Très faible", "Faible", "Élevé", "Très Élevé"] (?x)* où *?x* est un variable représente une valeur dans un ensemble de valeurs de risque financiers.
xsd:int(?x) est une règle pour tester le type de variable *?x* ;
- Built-In Atom : A built-in est un prédicat qui prend un ou plusieurs arguments et renvoie true si les arguments satisfont le prédicat.
 - *Personne(?p) ^ aAge(?p, ?age) ^ swrlb:greaterThan(?age, 17) → Adulte(?p)* indiquer qu'une personne d'un âge supérieur à 17 est un adulte
 - Pour calculer le bénéfice d'un client *?x* a un solde de *?y* sur un taux de 2.5 on peut écrire : *Client(?x)^aSolde(?x, ?y)^swrlb:multiply(?z,?y, 2.5) →aBenefice(?x,?z)*

⁴¹ http://bmir.stanford.edu/publications/view.php/sqwrl_a_query_language_for_owl

- descriptions de classe OWL dans les règles : $Client(?x) \rightarrow (aProduit \geq 1)(?x)$

3.3.2 Tables des règles

Le tableau qui suit représente une partie des règles SWRL intégrées dans notre ontologie

Tableau 6 Extrait des règles SWRL utilisées dans l'ontologie des placements financiers

Description	Règles SWRL
Toute personne qui investit dans une SICAV en devient actionnaire.	$Personne(?x) \wedge investiDansSICAV(?x, ?y) \rightarrow Actionnaire(?x)$
	$Actionnaire(?x) \rightarrow sqwrl:select(?x)$
Toute personne qui ouvre un compte épargne en devient client.	$Personne(?x) \wedge aInvestissementEpargne(?y, ?x) \rightarrow Client(?x)$
Donner un Conseil de produit financier pour chaque personne qui veut un risque faible quel que soit le taux d'intérêt et donner le bénéfice prévu approprié	$Personne(?x) \wedge ProduitFinancier(?y) \wedge risque(?y, ?z) \wedge swrlb:equal("Faible", ?z) \rightarrow Conseil(?y)$
	$Conseil(?y) \rightarrow sqwrl:select(?y)$
	$Personne(?x) \wedge aMontant(?x, ?y) \wedge ProduitFinancier(?z) \wedge risque(?z, ?r) \wedge swrlb:equal("Faible", ?r) \wedge tauxInteret(?z, ?a) \wedge swrlb:multiply(?Benefice, ?y, ?a) \rightarrow sqwrl:select(?x, ?z, ?Benefice)$
Calcule de bénéfice prévu pour chaque produit financier pour une personne x	$Personne(?x) \wedge aMontant(?x, ?y) \wedge ProduitFinancier(?z) \wedge tauxInteret(?z, ?a) \wedge swrlb:multiply(?Benefice, ?y, ?a) \rightarrow sqwrl:select(?x, ?z, ?Benefice)$
Sélection des livrets bancaire qui ayant un taux d'intérêt supérieur à une valeur x qui est demandé par l'utilisateur	$LivretBancaire(?e) \wedge tauxInteret(?e, ?t) \wedge swrlb:greaterThanOrEqual(?t, ?x) \rightarrow aTauxSup(?e, ?t)$
	$aTauxSup(?pf, ?t) \rightarrow sqwrl:select(?t)$
Afficher le portefeuille d'une personne x	$Personne(?x) \wedge Portefeuille(?x, ?y) \rightarrow sqwrl:select(?x, ?y)$
Une personne demande un conseil sur le meilleur compte épargne dans toutes les banques, cette règle donne la réponse	$LivretBancaire(?e1) \wedge tauxInteret(?e1, ?i1) \wedge LivretBancaire(?e2) \wedge tauxInteret(?e2, ?i2) \wedge swrlb:greaterThan(?i1, ?i2) \rightarrow sqwrl:select(?e1, ?i1, ?i2)$
Calcul de bénéfice d'un client ?p ayant un contrat ?c a ouvert un compte épargne logement ?l pour un montant initial ?m	$InvestissementCompteEpargneLogement(?c) \wedge ouvreCompteEpargneLogement(?c, ?l) \wedge aInvestissementCompteEpargneLogement(?p, ?c) \wedge tauxInteret(?l, ?i) \wedge montantInitialContrat(?c, ?m) \wedge swrlb:multiply(?r, ?m, ?i) \rightarrow sqwrl:select(?c, ?p, ?l, ?i, ?m, ?r)$
...	

4 Conception de la plateforme sémantique

4.1 Architecture logique générale de la plateforme sémantique des placements financiers

La Figure 4.5 ci-dessous illustre l'architecture générale de la plateforme sémantique qui s'est basé sur l'ontologie que nous avons construite.

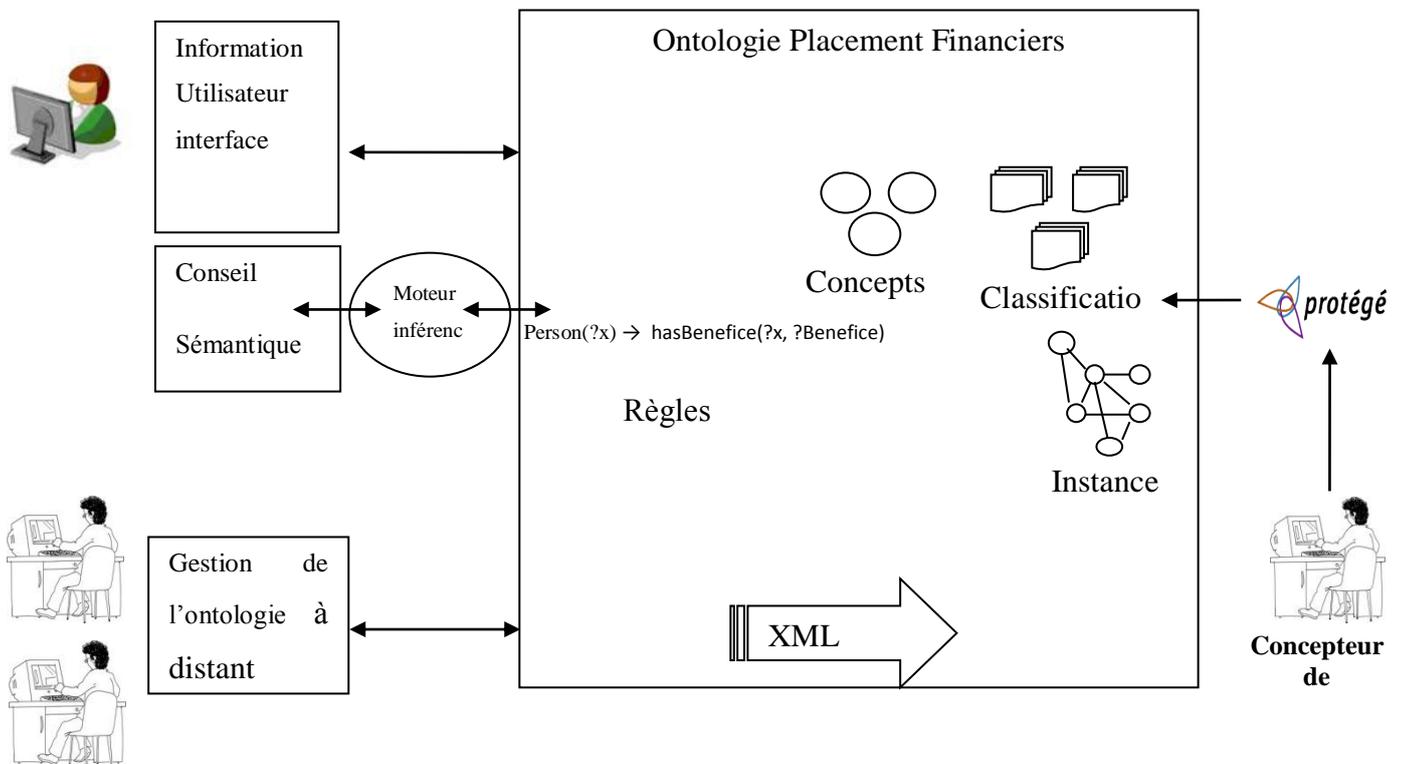


Figure 4.5 Architecture générale de la plateforme sémantique des placements financiers

4.2 Description du système

Notre système se compose de plusieurs modules, l'ontologie ainsi que les ressources d'internes. On trouve le module utilisateur (interface user), le module localisateur de ressources, le module traitement requête, le module gestion et enrichissement de l'ontologie, le module système conseiller à base de connaissances qui propose une aide active « intelligente » aux clients, ce conseil est fondé sur une analyse des actions et des productions de l'expert (règles sémantiques).

4.3 Expression initiale des besoins

L'objectif fondamental du futur site sémantique est de permettre aux:

- internautes de rechercher des mots dans l'ontologie de domaine de placements financiers rapidement et par (classe, individu)
- internautes de se connecter comme des clients pour demander un conseil
- d'autres internautes de profil administrateur de se connecter pour pouvoir gérer les gestionnaires de l'ontologie à distance.
- des internautes de profil gestionnaire d'ontologie pour gérer le contenu d'ontologie.
- des experts conseillers pour gérer les règles sémantiques.

Pour cela, nous détaillerons dans un premier temps les exigences fonctionnelles du site marchand, à savoir les fonctionnalités requises par l'internaute, client, administrateur, gestionnaire, expert. Nous ajouterons ensuite des exigences non fonctionnelles (performances, ergonomie) et des contraintes de conception (sécurisation SSL).

4.4 Spécification des exigences fonctionnelles d'après les cas d'utilisation

Acteurs et cas d'utilisation sont les concepts UML fondamentaux pour la spécification des exigences. Nous avons les identifiés à partir de l'expression initiale des besoins. Nous avons ensuite structuré, reliés et classés ces cas d'utilisation ainsi que les représentations graphiques UML associées. Les acteurs humains principaux pour le site sont les suivants :

- L'Internaute : la personne qui visite le site pour rechercher des chaînes en finances et éventuellement peut créer un compte. Il s'agit bien sûr de l'acteur le plus important, celui pour lequel le site existe !
- Le Client : déjà connu par le site, qui peut seul demander un conseil d'investissement.
- L'Administrateur : rôle des employés système qui s'occupent du suivi des utilisateurs de gestion de l'ontologie en matière de mot de passe, profils, tâches, privilèges, etc.
- Gestionnaire de l'ontologie : rôle des employés de gestion distants qui sont responsables du contenu de l'ontologie du site.
- Expert conseiller : le seul employé système qui peut donner des règles.

Nous allons également prendre en compte les systèmes informatiques connectés au site web à savoir le système Protégé qui alimente l'ontologie avec tous les nouveaux concepts, le système d'inférence, et les acteurs secondaires comme le responsable des contrats et des placements.

Représentons les cas sur un diagramme avec leurs acteurs associés (comme illustré dans la Figure 4.6):

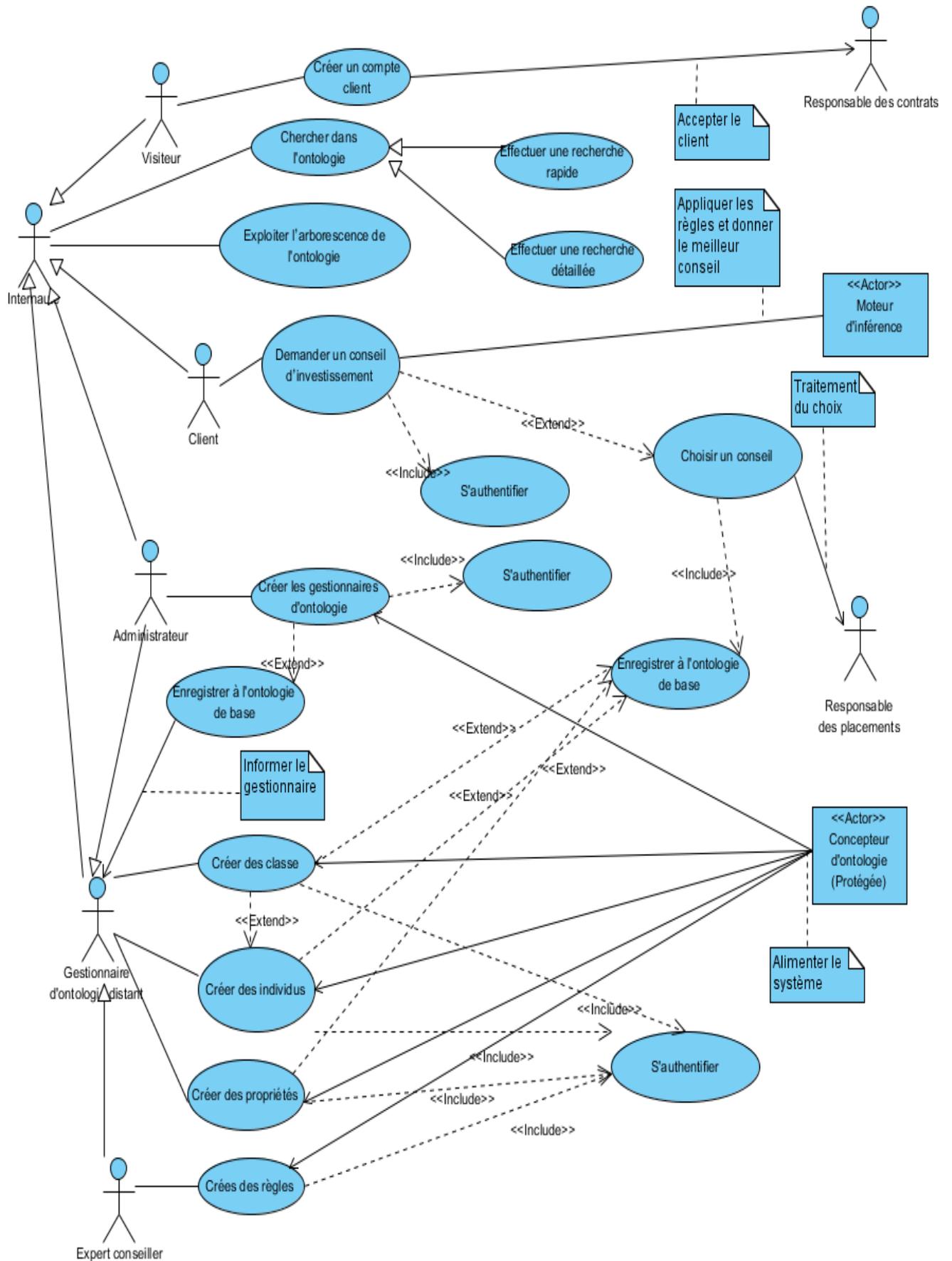


Figure 4.6 Diagramme de cas d'utilisation UML Générale de la plateforme PSPF

4.5 Spécification détaillée des exigences

Nous allons maintenant décrire de façon détaillée les cas d'utilisation les plus importants que nous avons identifiés. Nous compléterons cette description textuelle par une représentation graphique UML très utile : le diagramme de séquence « système ».

4.5.1 Créer un compte client :

Un scénario est une suite spécifique d'interactions entre les acteurs et le système. Le scénario de création d'un compte est représenté sur la Figure 4.7.

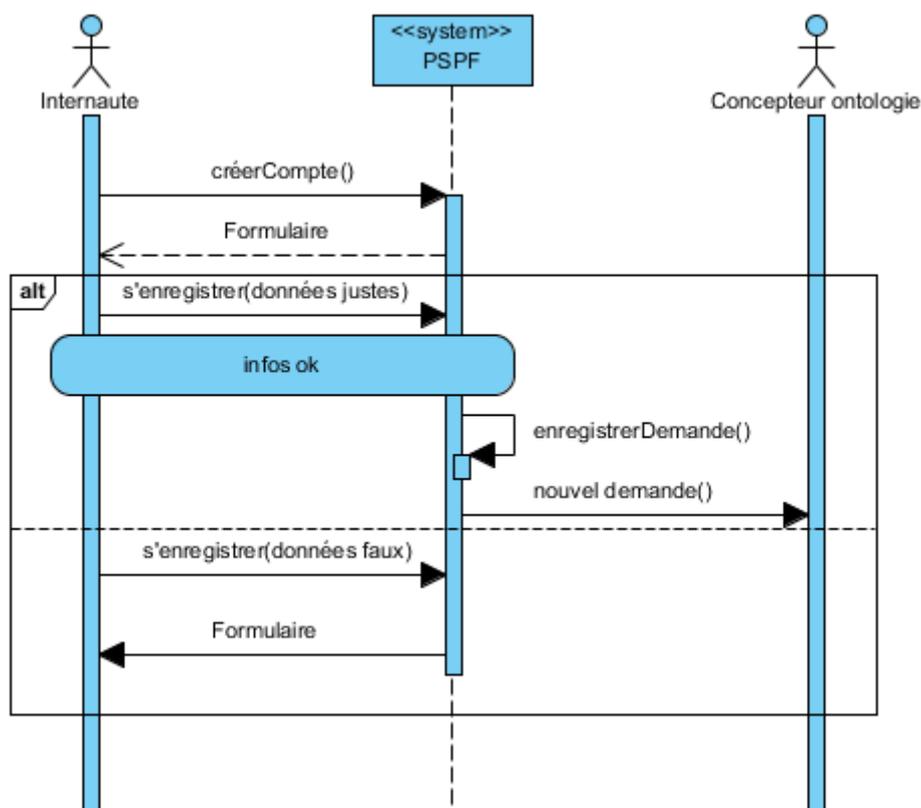


Figure 4.7 Diagramme de séquence UML du cas d'utilisation Créer un compte client

L'Internaute est l'acteur principal pour ce cas, l'acteur secondaire est le concepteur ontologie. L'objectif ciblé est que l'internaute veut pouvoir créer un compte. Le scénario nominal le visiteur demande un formulaire pour créer un compte le système répond par une page spécifique le visiteur doit s'enregistrer, l'acteur secondaire reçoit, traite et valide la demande. Pour créer un compte on remarque qu'il y a pas des préconditions ou bien des postconditions seulement une confirmation de la validité des données saisies.

4.5.2 S'authentifier

Plusieurs cas d'utilisation incluent le cas S'authentifier ce qui indique leur importance pour le bon fonctionnement du système.

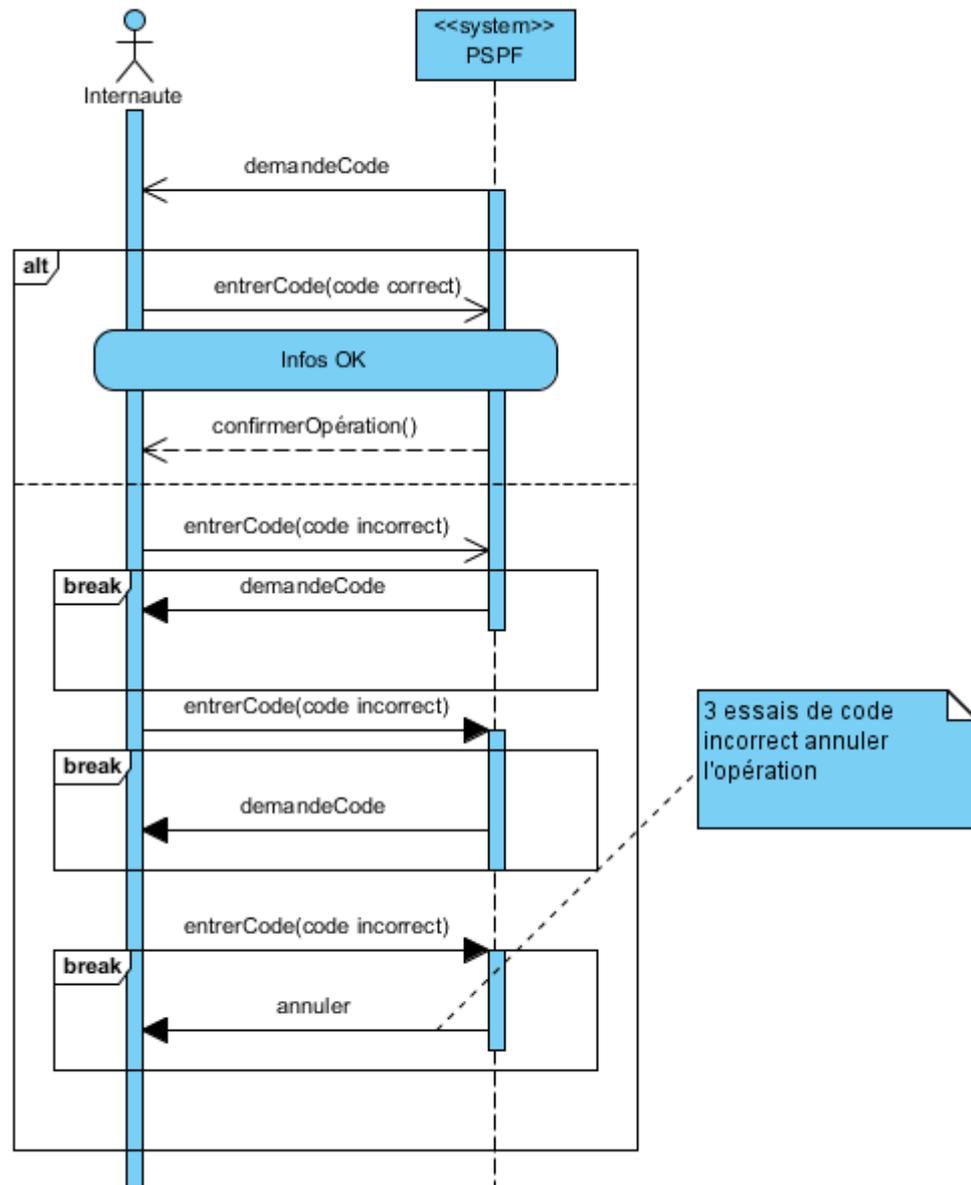


Figure 4.8 Diagramme de séquence UML du cas d'utilisation S'authentifier

L'Internaute qu'il soit déjà client, administrateur, gestionnaire ou expert il faut s'authentifier. L'objectif ciblé est que le système doit reconnaître l'utilisateur du système pour le donner les privilèges appropriés. Le scénario nominal est que le système demande un code chaque fois qu'il a besoin, l'internaute confirme le code, s'il y a des erreurs le système refait l'opération de confirmation trois fois. Les préconditions et les postconditions sont définies suivant l'utilisation du cas d'utilisation S'authentifier.

4.5.3 Chercher dans l'ontologie

Le système de recherche traite les requêtes des utilisateurs et affiche les résultats de la recherche. Cette dernière se fait sur deux étapes : d'abord le système de recherche interroge l'ontologie pour récupérer les termes demandés par l'utilisateur et les lui afficher. Nous avons conçu les requêtes d'interrogation par Le langage d'interrogation des ontologies SPARQL est une recommandation W3C⁴² vers un langage de requête standard pour le Web sémantique. SPARQL est adapté à la structure spécifique des graphes RDF, et s'appuie sur les triplets qui les constituent. SPARQL permet d'exprimer des requêtes interrogatives ou constructives, Une requête SELECT, de type interrogative, permet d'extraire du graphe RDF un sous-graphe correspondant à un ensemble de ressources vérifiant les conditions définies dans une clause WHERE. Une requête CONSTRUCT, de type constructive, engendre un nouveau graphe qui complète le graphe interrogé.

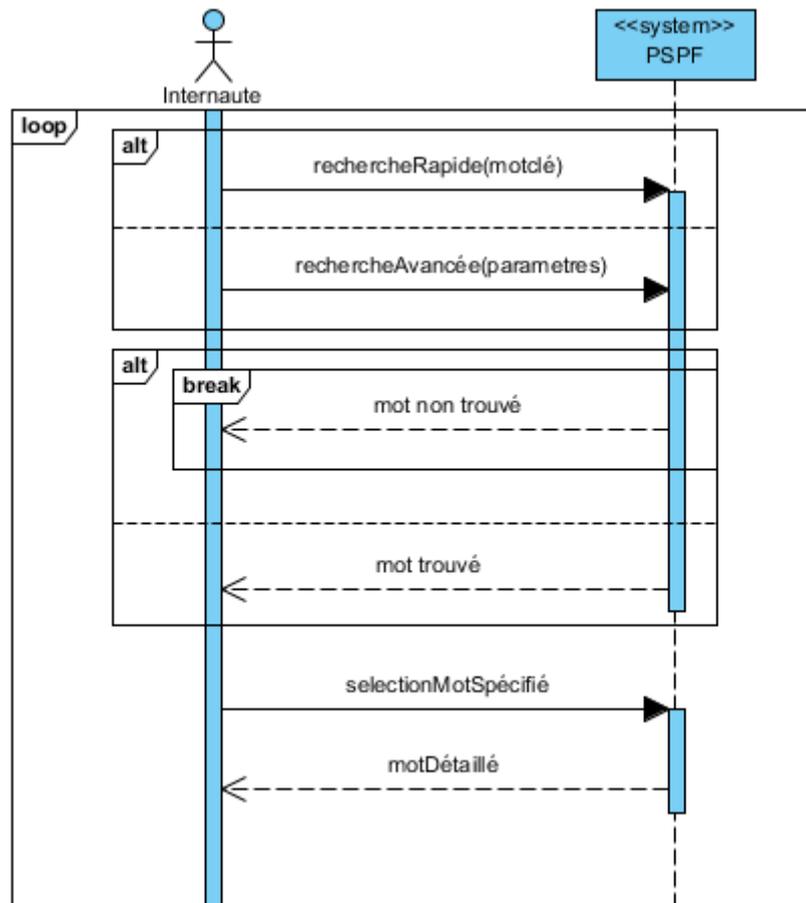


Figure 4.9 Diagramme de séquence UML du cas d'utilisation Chercher dans l'ontologie

⁴²W3C Recommendation 15 January 2008 <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>

L'Internaute est l'acteur principal pour ce cas, l'objectif ciblé est que l'internaute veut trouver le plus rapidement possible un concept financier précis dans l'ensemble du site. Il veut également chercher des concepts avec des critères variés.

4.5.4 Demander un conseil

Le cas d'utilisation le plus important dans notre système c'est demander un conseil d'investissement, ce cas inclut le cas S'authentifier. Si l'internaute n'est pas enregistré le système propose l'inscription pour obtenir un conseil.

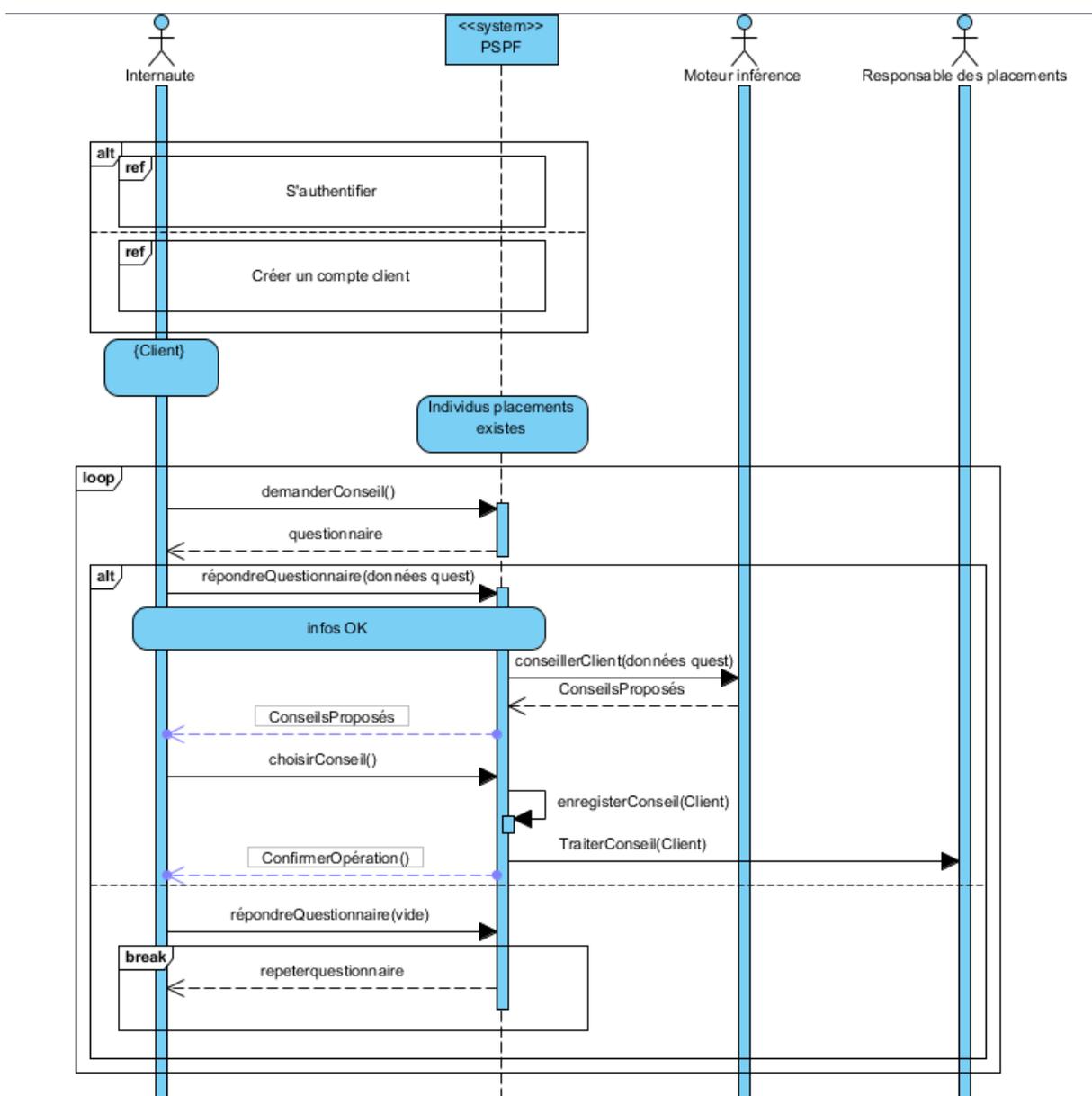


Figure 4.10 Diagramme de séquence UML du cas d'utilisation Demander un conseil

Le client est l'acteur principal pour ce cas, on trouve aussi des acteurs secondaires le responsable des placements et le système connecté d'inférence. L'objectif ciblé est que le

client veut obtenir un conseil bien adapté aux souhaits. Le diagramme de séquence UML détaille le scénario soit nominal ou bien alternatif d'interaction entre les acteurs et le système (comme illustré dans la Figure 4.10).

4.5.5 Créer des gestionnaires d'ontologies

La création des gestionnaires d'ontologies distants est le rôle de l'administrateur, pour cela c'est lui l'acteur principal de ce cas.

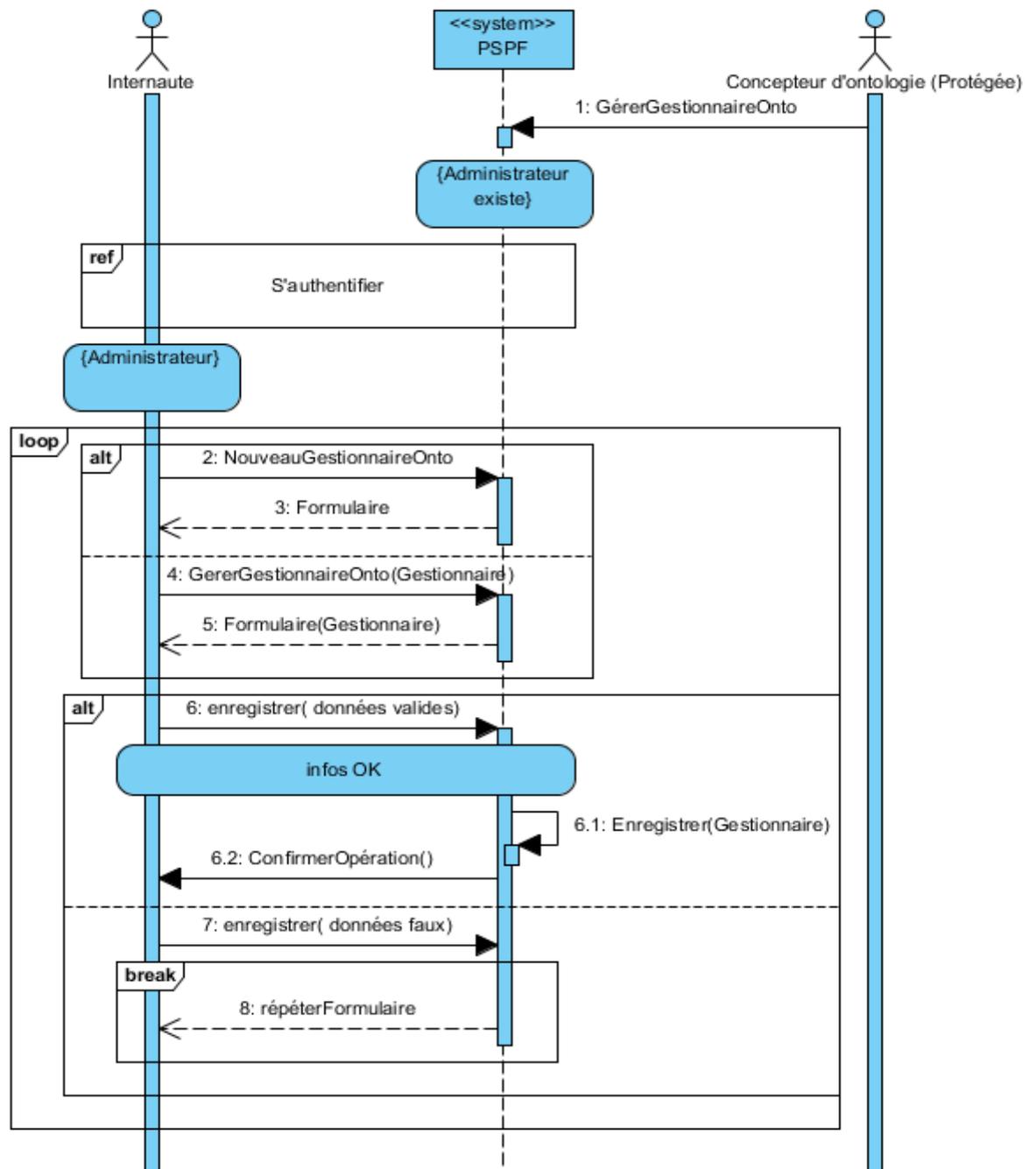


Figure 4.11 Diagramme de séquence UML du cas d'utilisation Créer des gestionnaires d'ontologies

Le concepteur d'ontologie comme acteur secondaire est le responsable de la gestion des administrateurs distants et les gestionnaires de façon générale. L'objectif ciblé est de donner au système le pouvoir de permettre le suivi des gestionnaires d'ontologie en ligne. Il faut signaler qu'il faut existe comme précondition des administrateurs avant de permettre la création des gestionnaire d'ontologie. Le scénario soit nominal ou bien alternatif d'interaction entre les acteurs et le système est détaillé par le diagramme de séquence UML (comme illustré dans la Figure 4.11).

4.5.6 Créer classe, individus, propriétés

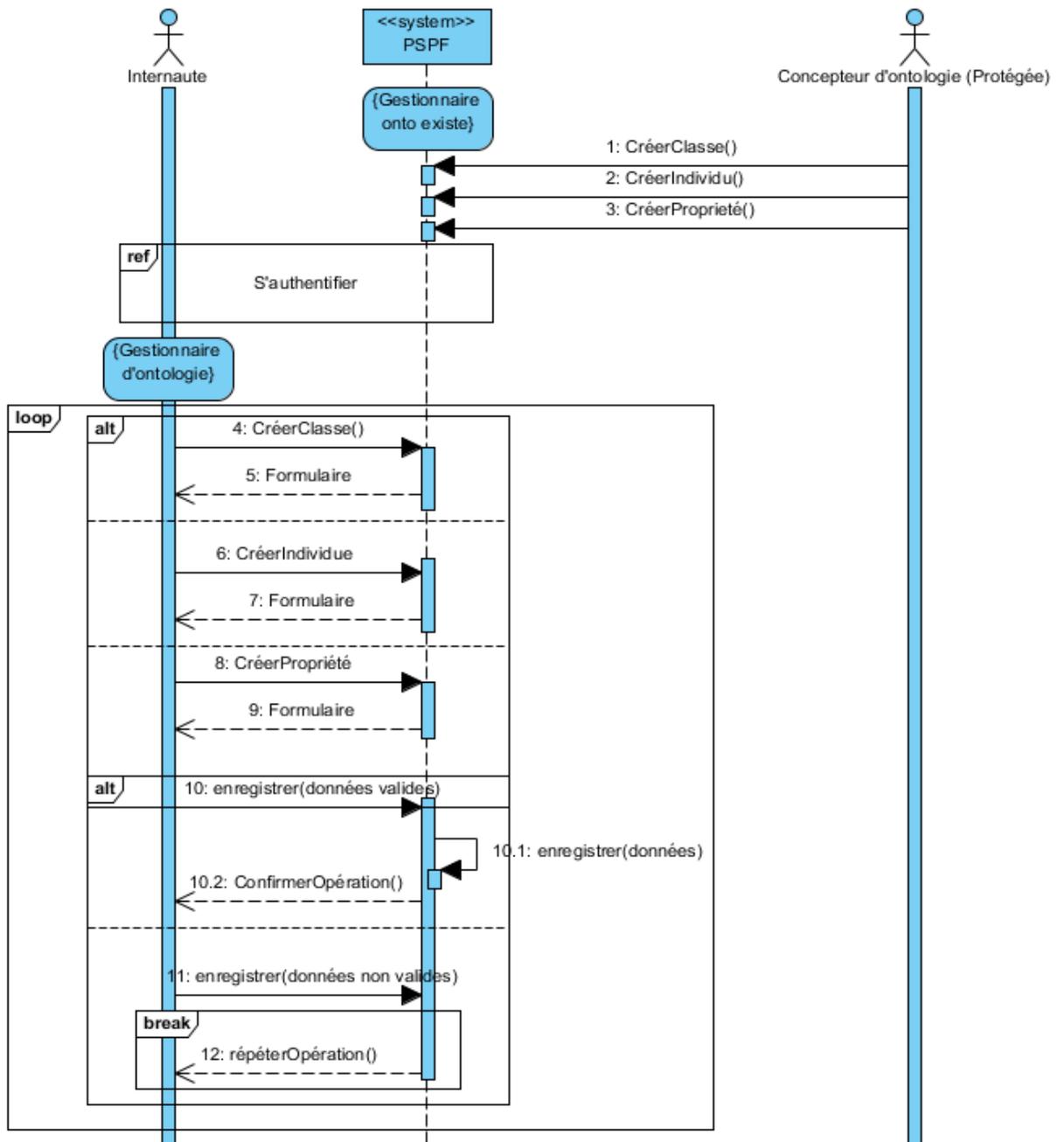


Figure 4.12 Diagramme de séquence UML du cas d'utilisation Créer classe, individus, propriétés

Ce cas permet l'enrichissement distant de l'ontologie, création des nouveaux concepts, des individus et des propriétés etc. Ce travail est le rôle des gestionnaires d'ontologies connectés au site et définis par les administrateurs, l'existence des gestionnaires sur l'ontologie est une précondition pour permettre le fonctionnement du scénario. Le concepteur de l'ontologie (Protégé) est un acteur secondaire puisque alimente le système de même façon que les gestionnaires distants. Le scénario soit nominal ou bien alternatif d'interaction entre les acteurs et le système est détaillé par le diagramme de séquence UML (comme illustré dans la Figure 4.12).

4.5.7 Créer des règles

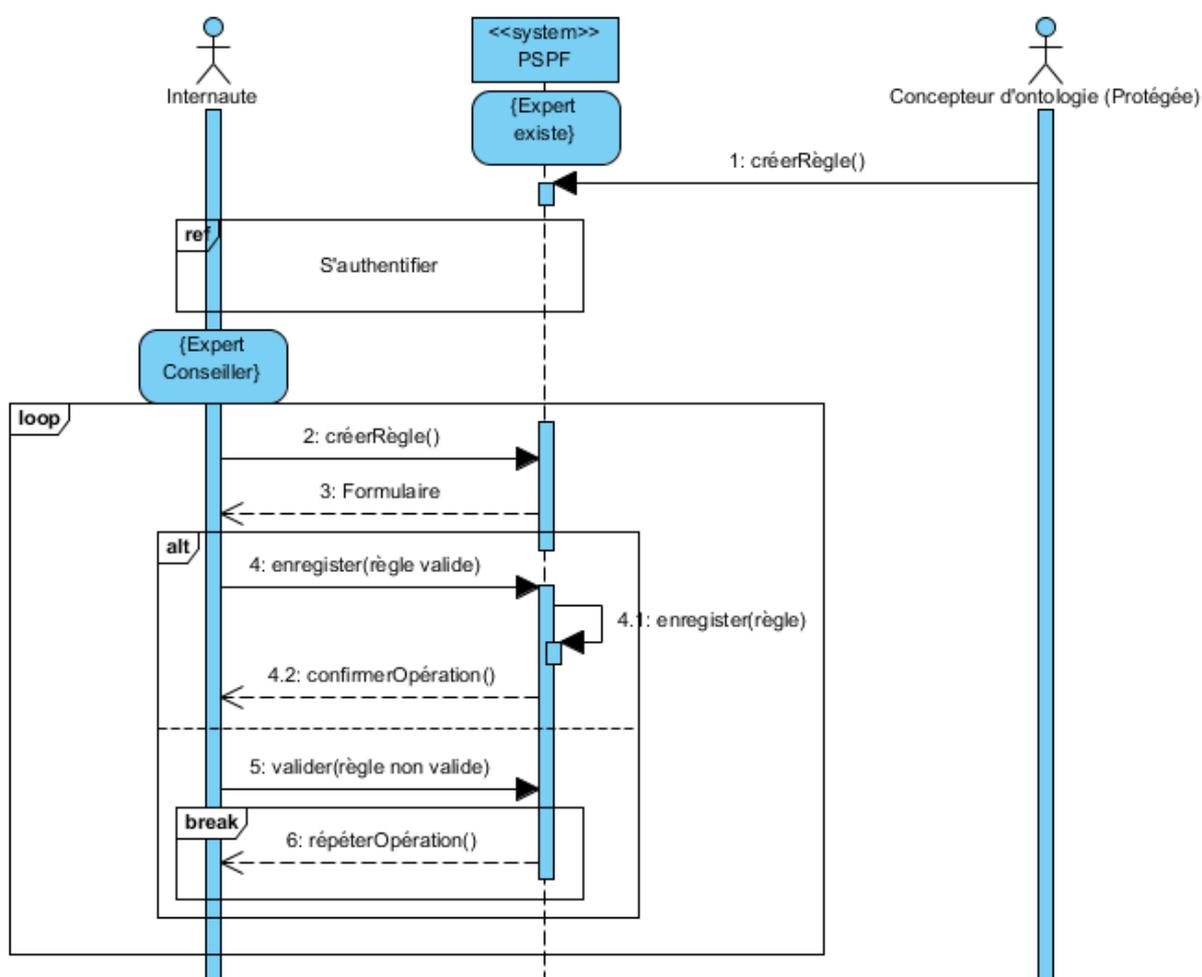


Figure 4.13 Diagramme de séquence UML du cas d'utilisation Créer des règles

Notre système permet aux experts de domaine distant d'enrichir l'ontologie de base par des règles de production, ces règles donnent au système d'inférence une puissance de plus pour bien orienter les clients qui demandent des conseils vers des investissements adaptés aux souhaits. L'expert conseiller est l'acteur principal sans lui le cas d'utilisation fait rien,

pour cela leur existence devient une précondition qui déclenche le scénario. Le concepteur au niveau de Protégé peut aussi enrichir toujours l'ontologie par des règles suivant des experts de domaine bien sûr. Le diagramme de séquence UML détaille le scénario soit nominal ou bien alternatif d'interaction entre les acteurs et le système (comme illustré dans la Figure 4.13).

4.6 Réalisation des cas d'utilisation : classes d'analyse

Les classes, les associations et les attributs sont les concepts UML fondamentaux pour l'analyse orientée objet. Dans le cas normal nous devons identifier les concepts du domaine à partir de l'expression initiale des besoins, ajouter des attributs et des associations à ces concepts ainsi que les représentations graphiques UML associées. Dans notre cas on n'a pas besoin de créer un nouveau diagramme il suffit d'utiliser le diagramme de classe qui donne le modèle des concepts de l'ontologie vu en section 1 dans ce chapitre.

4.7 Exigences non fonctionnelles

4.7.1 Exigences de qualité :

Pour attirer un client sur un site marchand et ensuite le fidéliser, il est important de répondre aux exigences de qualité suivantes :

- Ergonomie sobre et efficace, La mise en page du site facilitera au maximum la démarche à l'aide d'une présentation claire et intuitive.
- Formulaire simple Très souvent, l'effort le plus important à fournir est le renseignement du formulaire ! La conception et la présentation de celui-ci seront donc particulièrement soignées pour ne pas rebuter le client.
- Aide en ligne puissante, à tout moment, l'internaute peut consulter des pages d'aide contextuelle, ainsi que lancer une recherche dans l'ensemble des pages d'aide, une visite guidée sera également proposée aux nouveaux visiteurs si possibles.

4.7.2 Exigences de performance :

Les exigences quantitatives suivantes, très importantes également pour les utilisateurs de la plateforme :

- l'ontologie doit pouvoir gérer les comptes de plus de 10 000 clients.
- Le site web doit supporter plus de 1 000 connexions simultanées.
- Les individus de placements financiers doit pouvoir comprendre plusieurs conseils.
- recherche doit être rapide plus que possible.

5 Conclusion

Nous avons présenté dans ce chapitre la première partie de notre contribution aux placements financiers, trois sections a été discutées : la construction de l'ontologie de domaine, comment l'enrichir par des règles de production de l'expert, architecture de la plateforme sémantique basée sur cette ontologie. Pour motiver notre travail d'un point de vue pratique, le chapitre suivant décrit la formalisation et opérationnalisation de l'ontologie proposée avec une plateforme distribuée fonctionne autour de cette ontologie.

Chapitre 5 Implémentation de la plateforme sémantique pour les placements financiers

Dans ce chapitre nous présentons notre contribution pour la partie implémentation, à savoir le processus de codification de l'ontologie définie par le langage OWL recommandé par W3C en utilisant l'éditeur d'ontologies PROTEGE, implémentation des concepts, propriétés, individus, règles. Pour l'évaluation de l'ontologie nous avons suivi le raisonnement par classification, qui est l'un des mécanismes de bases associées à la logique de descriptions, est utilisé pour l'insertion d'un nouveau concept dans l'ontologie et suivre l'évolution de celle-ci. Le moteur d'inférences RACER⁴³, est utilisé afin de tester la consistance de l'ontologie tout au long du processus de développement. Pour la partie de l'implémentation de la plateforme conçue dans le chapitre précédant nous discutons l'adaptation de notre modèle à l'architecture JEE⁴⁴, développement sous Eclipse, interface IHM, test de l'interaction entre ce système et l'ontologie. En finira par une discussion des résultats et leurs fiabilités.

1 Formalisation et opérationnalisation de l'ontologie

Protégé-2000 est un éditeur qui permet de construire une ontologie pour un domaine donné, de définir des formulaires d'entrée de données, et d'acquérir des données à l'aide de ces formulaires sous forme d'instances de cette ontologie. Protégé est également une librairie Java qui peut être étendue pour créer de véritables applications à bases de connaissances en utilisant un moteur d'inférence pour raisonner et déduire de nouveaux faits par application de règles d'inférence aux instances de l'ontologie et à l'ontologie elle-même (méta-raisonnement).

Dans le contexte du web sémantique des « plugin » pour les langages RDF, DAML+OIL et OWL ont été développés pour Protégé. Ces « plugin » permettent d'utiliser Protégé comme éditeur d'ontologies pour ces différents langages, de créer des instances et les sauver dans les formats respectifs. Il est également possible de raisonner sur les ontologies en utilisant un moteur d'inférence général tel que JESS, ou des outils d'inférence spécifiques au web sémantique basés sur des logiques de description tels que RACER. Ces deux outils peuvent être facilement intégrés à Protégé. Sur la base des caractéristiques ci-dessus du Protégé, nous l'adoptons comme éditeur de description de notre modèle OWL conçu dans le chapitre précédent.

⁴³ Renamed Abox and Concept Expression Reasoner <http://www.sts.tu-harburg.de/~r.f.moeller/racer/>

⁴⁴ Java Enterprise Edition <http://www.oracle.com/technetwork/java/javaee/overview/index.html>

1.1 Implémentation des concepts, propriétés, individus

La Figure 5.1 représente un formulaire de saisie d'un individu de type Epargne de la banque CNEP :

The screenshot shows the Protégé software interface for editing an individual of type 'LivretEpargnePopulaireCnep'. The main workspace contains several property-value pairs:

- Property: rdfs:comment** | Value: Le Livret d'Epargne Populaire est un compte d'épargne rémunéré que vous pouvez ouvrir dans une agence de la CNEP-Banque ou dans un bureau de poste. Votre argent est disponible à tout moment.
- Property: rdfs:label** | Value: Livret d'Epargne Populaire
- Property: Dossier** | Value: isée de la Carte nationale d'identité ou du Permis de conduire en cours de validité.
- Property: pretApres** | Value: 1
- Property: typeTauxInteret** | Value: fixe
- Property: HorizonPlacement** | Value: [empty]
- Property: fraisGestion** | Value: 100.0
- Property: aTauxSup** | Value: [empty]
- Property: paiementInterets** | Value: fin d'année
- Property: soldeMinimumExige** | Value: 1000.0
- Property: risque** | Value: Très faible
- Property: tauxInteret** | Value: 2.5
- Property: typeEpargne** | Value: Populaire
- Property: tauxInteretPretImmobilier** | Value: [empty]
- Property: cloture** | Value: undefined
- Property: versementInitial** | Value: 10000.0
- Property: typeVersement** | Value: [empty]
- Property: interetSoumisImpot** | Value: true
- Property: estLivretEpargneDe** | Value: CNEP
- Property: typeVersement** | Value: Cheque (string), Espece (string), Virement (string)
- Property: possibilitePret** | Value: true
- Property: estLivretEpargnePopulaireDe** | Value: CNEP
- Property: estProduitEpargneDe** | Value: CNEP
- Property: procuration** | Value: true
- Property: performance** | Value: [empty]
- Property: typeVersement** | Value: [empty]
- Property: toutesAgences** | Value: false
- Property: rendement** | Value: [empty]
- Property: estProduitFinancierDe** | Value: CNEP
- Property: conditionAge** | Value: [empty]
- Property: tauxSansRisque** | Value: [empty]

Figure 5.1 Formulaire de saisie d'un individu de type Epargne sous Protégé

La Figure 5.2 illustre une visualisation de la hiérarchie des classes avec is-a label :

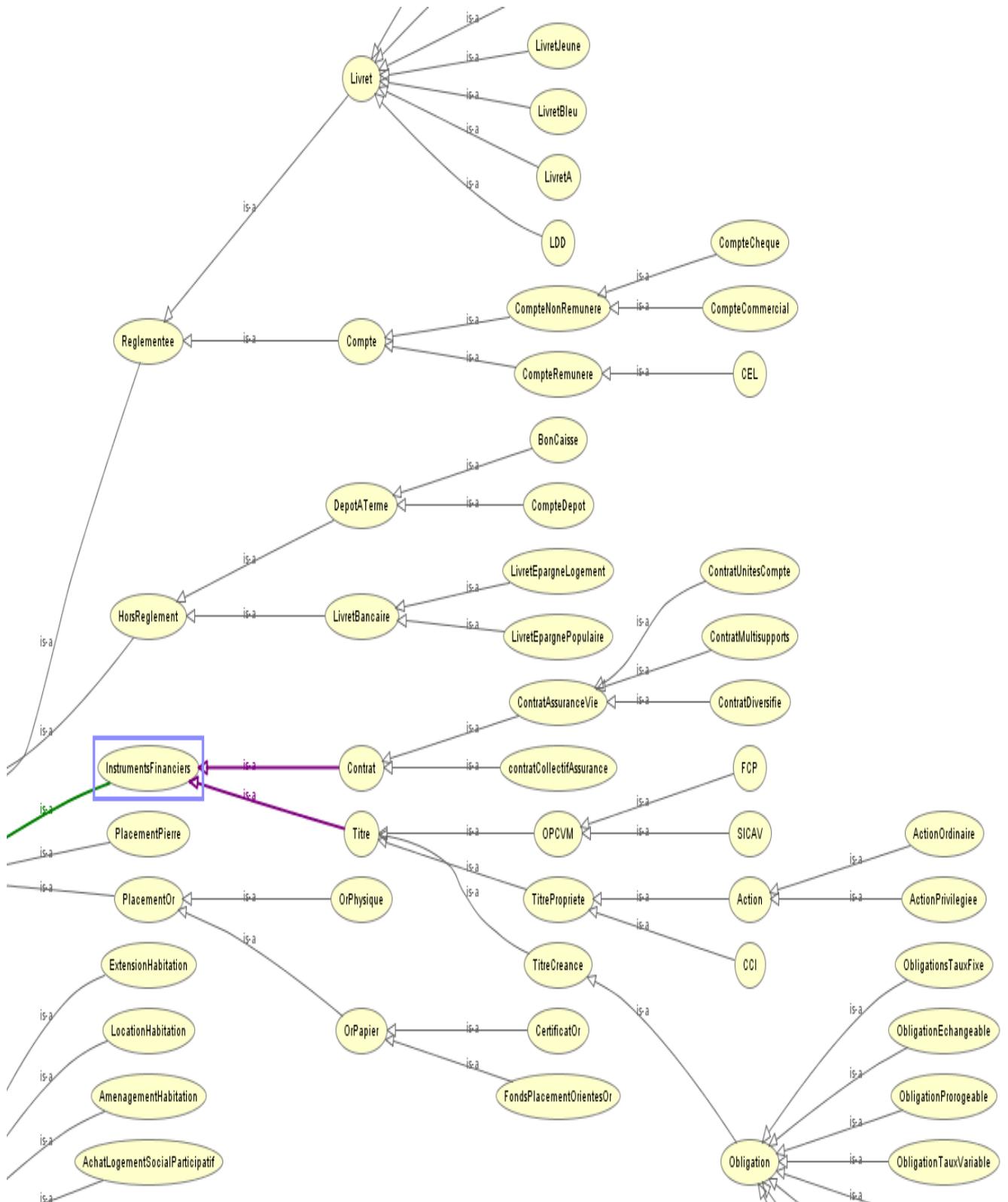


Figure 5.2 Extrait de notre ontologie vu avec le plugin OWLViz de PROTÉGÉ

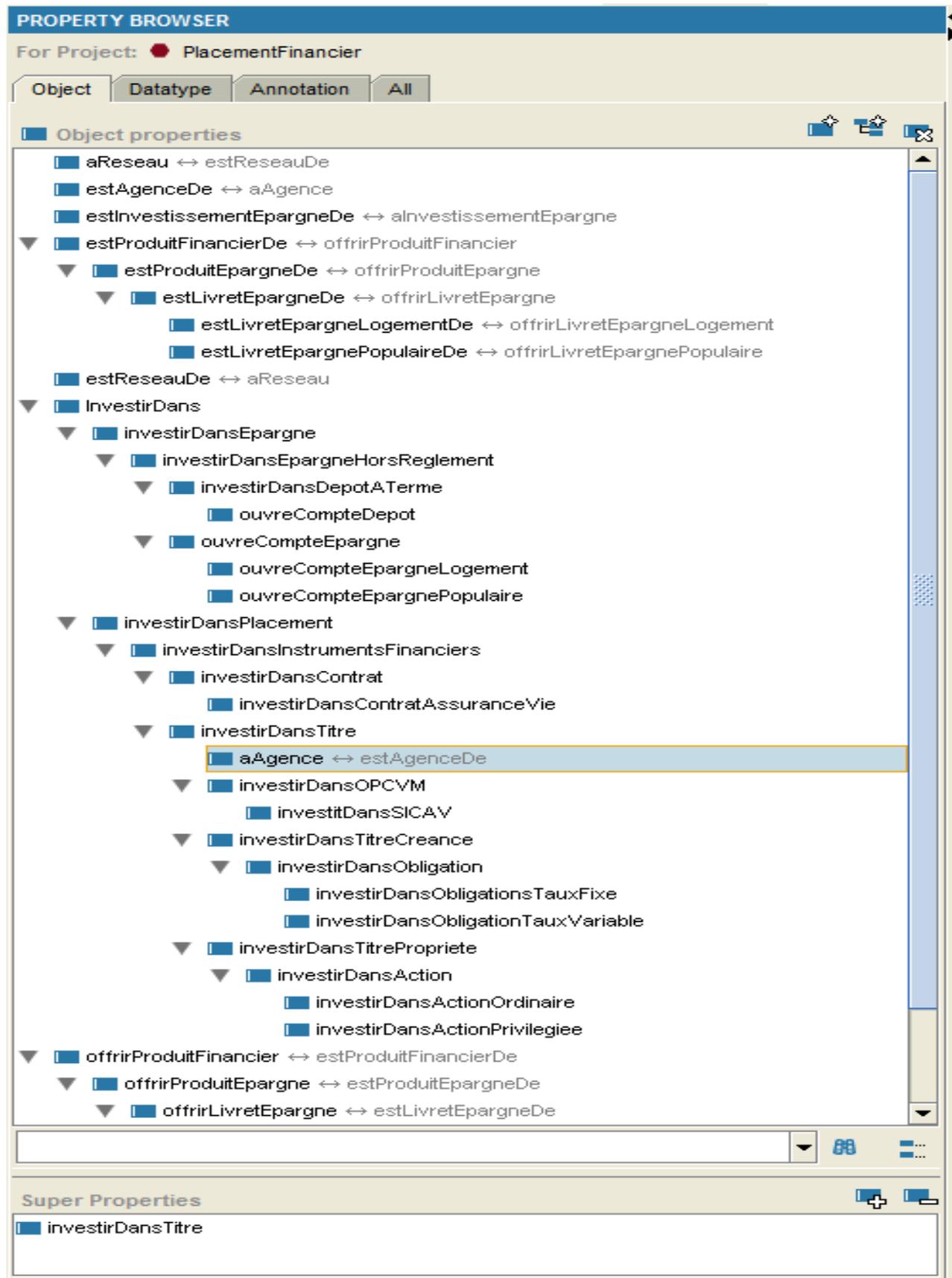


Figure 5.3 Liste des propriétés d'objet de notre ontologie sous Protégé

1.2 Implémentation des règles :

Le SWRLTab est un environnement de développement pour travailler avec les règles SWRL dans Protege-OWL (comme illustré dans la Figure 5.4). Il prend en charge l'édition et l'exécution des règles SWRL.

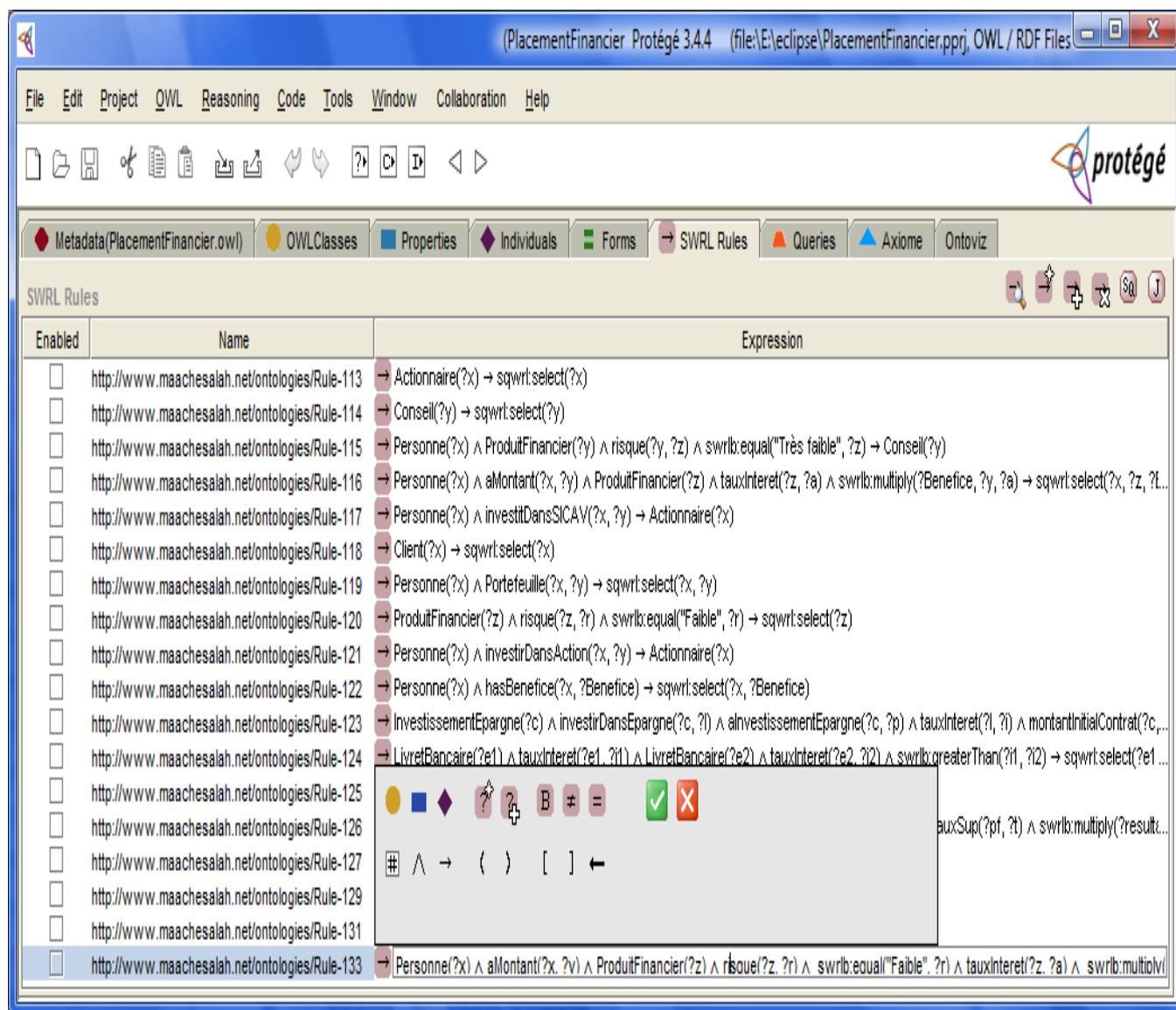


Figure 5.4 Environnement de développement pour travailler avec les règles SWRL dans Protege-OWL.

Il fournit un ensemble de bibliothèques qui peuvent être utilisés dans les règles, y compris les bibliothèques d'interopérer avec des documents XML, et des feuilles de calcul, et des bibliothèques mathématiques, chaînes de caractères, RDFS, et des opérateurs temporels. Le SQWRL à base OWL langage d'interrogation est également fourni.

Le SWRLTab a plusieurs composants logiciels :

- Le SWRLJessBridge est un plug-in à SWRLTab dans Protege-OWL qui prend en charge l'exécution des règles SWRL utilisant le moteur d'inférence Jess.
- Le SWRLTab fournit une collection d'API Java. Nous avons utilisés ces API pour exécuter les règles SWRL sous le site sémantique.
- SWRLEditor L'éditeur supporte l'édition et l'enregistrement des règles SWRL dans une ontologie OWL.
- SWRL-F and Fuzzy Jess Bridge fournir un support expérimental pour les assertions flou dans les règles SWRL.

1.2.1 Edition des règles pour notre ontologie :

SWRLTab fournis un éditeur simple avec assistant pour l'insertion des fonctions, classes, propriétés, individus, opérateurs (comme illustré dans la Figure 5.5)

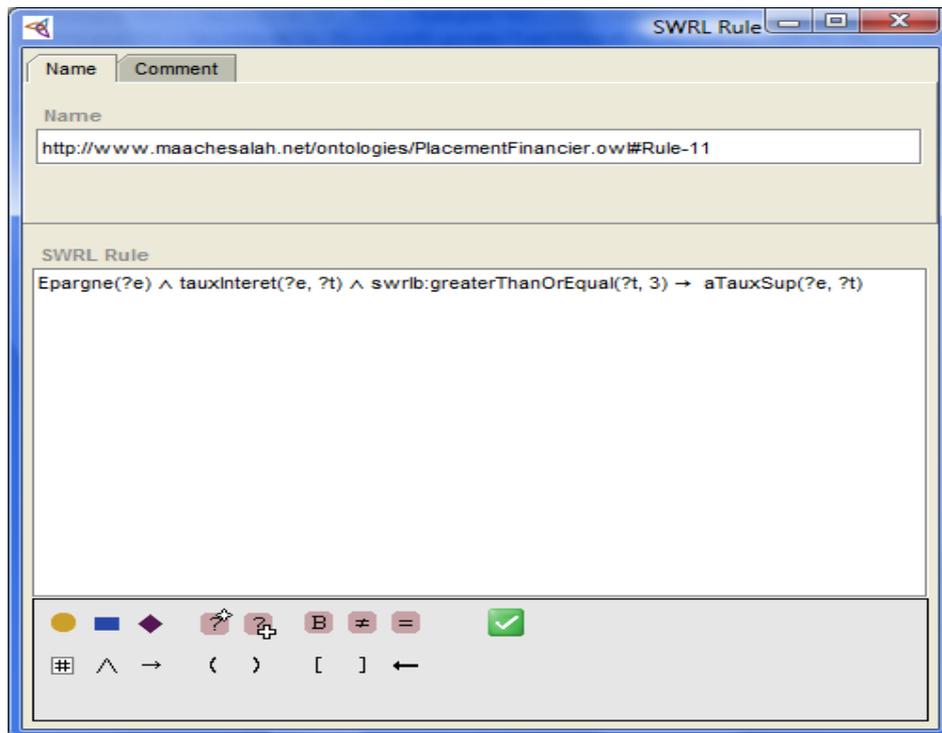


Figure 5.5 Formulaire de saisie des règles sous SWRLTab

1.2.2 Les règles de décision

Le plugin Axiome sous protégée donne un aperçu sur les paraphrases de règles implémentées par SWRL (comme illustré dans la Figure 5.6).

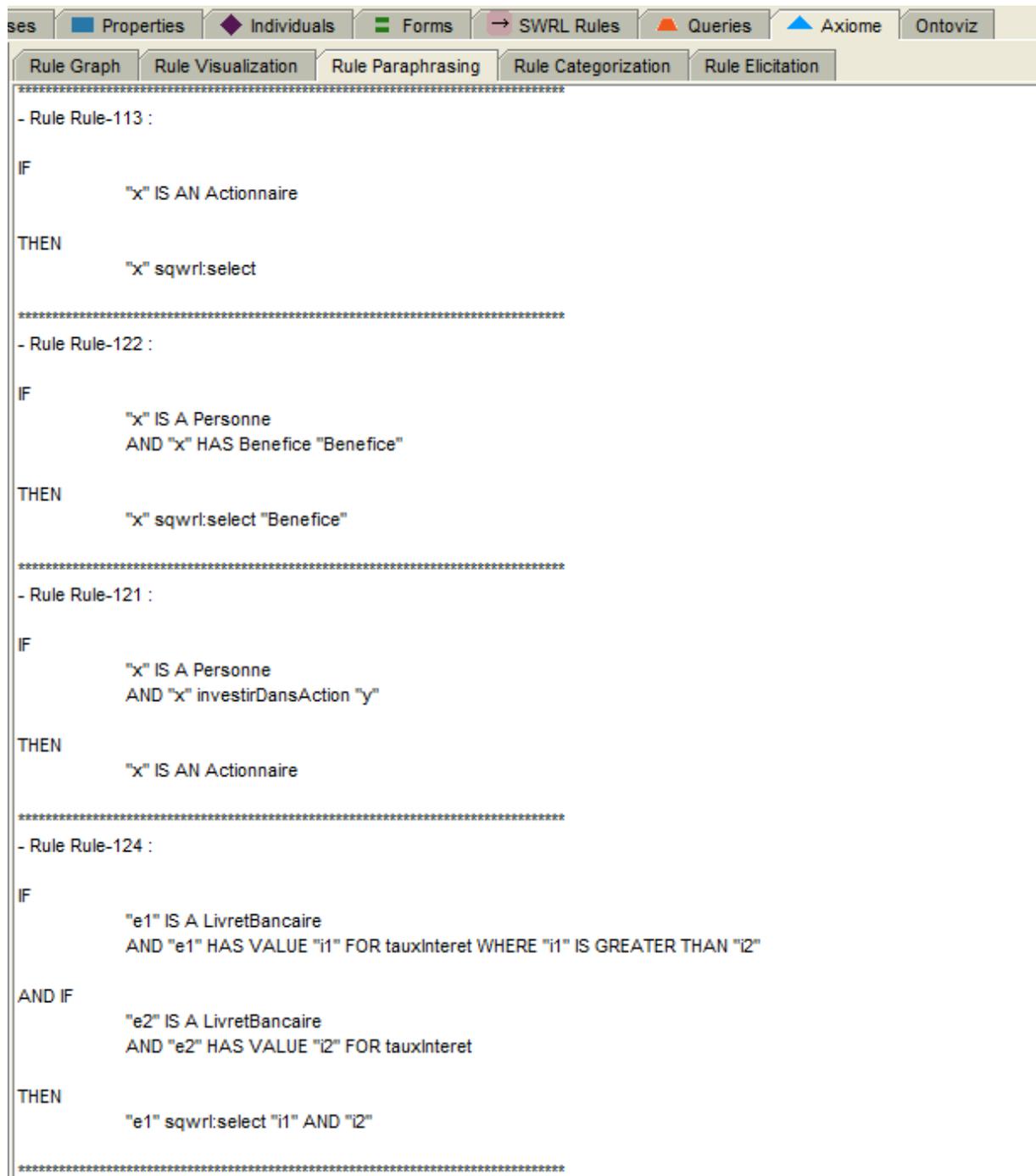


Figure 5.6 Extrait de paraphrase des règles SWRL sous le plugin Axiome

1.2.3 Graphe des règles

Le plugin Axiome sous protégée crée le graphe des règles avec relation entre les règles qui représentent le même problème, la Figure 5.7 donne un extrait de relation entre quelques règles intégrées avec notre ontologie :



Figure 5.7 Graphe des relations entre les règles

1.2.4 Exécution des règles sous Protégée

Dans le chapitre de conception nous avons conçu les requêtes pour exécuter les règles avec le langage SQWRL, SQWRL sur protégée est définie en utilisant une bibliothèque de SWRL built-ins. Ces built-ins sont définis dans l'ontologie de SQWRL⁴⁵. Il a le préfixe par défaut espace de noms SQWRL. Le moteur d'inférence Jess⁴⁶ est nécessaire pour exécuter des requêtes SQWRL. Le SQWRLQueryTab est un plug-in Protege-OWL qui fournit une interface graphique pour travailler avec des requêtes SQWRL.

La Figure 5.8 suivante démontre l'exécution des règles pour donner un conseil sur les produits financiers de risque très faible

⁴⁵ On peut trouver cette ontologie sur <http://sqwrl.stanford.edu/ontologies/built-ins/3.4/sqwrl.owl#>

⁴⁶ <http://www.jessrules.com/>

The screenshot displays the SOWL application interface. At the top, there is a navigation bar with tabs for Metadata, OWLClasses, Properties, Individuals, Forms, SWRL Rules, Queries, and Axiome. The 'SWRL Rules' tab is active, showing a list of rules with columns for 'Enabled', 'Name', and 'Expression'. A red speech bubble points to the 'Expression' column with the text 'Règles à exécuter'. Below the rules list, the 'Queries' tab is active, showing a query for 'http://www.maachalah.net/ontologies/Rule-114'. The results of the query are listed in a table, with a red speech bubble pointing to the results with the text 'Résultats de la requête'. At the bottom, there are buttons for 'Save as CSV...', 'Rerun', and 'Close'.

Enabled	Name	Expression
<input type="checkbox"/>	http://www.maachalah.net/ontologies/Rule-113	→ Actionnaire(?x) → sqwrl.select(?x)
<input checked="" type="checkbox"/>	http://www.maachalah.net/ontologies/Rule-114	→ Conseil(?y) → sqwrl.select(?y)
<input checked="" type="checkbox"/>	http://www.maachalah.net/ontologies/Rule-115	→ Personne(?x) ∧ ProduitFinancier(?y) ∧ risque(?y, ?z) ∧ swrl:equal("Très faible", ?z) → Conseil(?y)
<input type="checkbox"/>	http://www.maachalah.net/ontologies/Rule-116	→ Personne(?x) ∧ aMontant(?x, ?y) ∧ ProduitFinancier(?z) ∧ tauxInteret(?z, ?a) ∧ swrl:multiply(?Benefice, ?y, ?a) → sqwrl.select(?x, ?z, ?Benefice)
<input type="checkbox"/>	http://www.maachalah.net/ontologies/Rule-117	→ Personne(?x) ∧ investiDansSICAV(?x, ?y) → Actionnaire(?x)
<input type="checkbox"/>	http://www.maachalah.net/ontologies/Rule-118	→ Client(?x) → sqwrl.select(?x)
<input type="checkbox"/>	http://www.maachalah.net/ontologies/Rule-119	→ Personne(?x) ∧ Portefeuille(?x, ?y) → sqwrl.select(?x, ?y)
<input type="checkbox"/>	http://www.maachalah.net/ontologies/Rule-120	→ ProduitFinancier(?z) ∧ risque(?z, ?r) ∧ swrl:equal("Faible", ?r) → sqwrl.select(?z)
<input type="checkbox"/>	http://www.maachalah.net/ontologies/Rule-121	→ Personne(?x) ∧ investiDansAction(?x, ?y) → Actionnaire(?x)
<input type="checkbox"/>	http://www.maachalah.net/ontologies/Rule-122	→ Personne(?x) ∧ hasBenefice(?x, ?Benefice) → sqwrl.select(?x, ?Benefice)
<input type="checkbox"/>	http://www.maachalah.net/ontologies/Rule-123	→ InvestissementEpargne(?c) ∧ investiDansEpargne(?c, ?i) ∧ alInvestissementEpargne(?c, ?p) ∧ tauxInteret(?i, ?i) ∧ montantInitialContrat(?c, ?m) ∧ swrl:multiply(?r, ?m, ?i) →
<input type="checkbox"/>	http://www.maachalah.net/ontologies/Rule-124	→ LivretBancaire(?e1) ∧ tauxInteret(?e1, ?i1) ∧ LivretBancaire(?e2) ∧ tauxInteret(?e2, ?i2) ∧ swrl:greaterThan(?i1, ?i2) → sqwrl.select(?e1, ?i1, ?i2)
<input type="checkbox"/>	http://www.maachalah.net/ontologies/Rule-125	→ LivretBancaire(?e) ∧ tauxInteret(?e, ?t) ∧ swrl:greaterThanOrEqual(?t, 3) → aTauxSup(?e, ?t)
<input type="checkbox"/>	http://www.maachalah.net/ontologies/Rule-126	→ InvestissementEpargne(?c) ∧ alInvestissementEpargne(?c, ?p) ∧ montantInitialContrat(?c, ?m) ∧ aTauxSup(?pf, ?t) ∧ swrl:multiply(?resultat, ?m, ?t) → sqwrl.select(?c, ?p, ?
<input type="checkbox"/>	http://www.maachalah.net/ontologies/Rule-127	→ aTauxSup(?pf, ?t) → sqwrl.select(?t)
<input type="checkbox"/>	http://www.maachalah.net/ontologies/Rule-129	→ Client(?x) ∧ aEntreprise(?x, true) → Entreprise(?x)
<input type="checkbox"/>	http://www.maachalah.net/ontologies/Rule-131	→ Personne(?x) ∧ alInvestissementEpargne(?y, ?x) → Client(?x)
<input type="checkbox"/>	http://www.maachalah.net/ontologies/Rule-133	→ Personne(?x) ∧ aMontant(?x, ?y) ∧ ProduitFinancier(?z) ∧ risque(?z, ?r) ∧ swrl:equal("Faible", ?r) ∧ tauxInteret(?z, ?a) ∧ swrl:multiply(?Benefice, ?y, ?a) → sqwrl.select

Query	Result
http://www.maachalah.net/ontologies/Rule-114	CompteDepotFixeBadr
	EpargneEtudesSGA
	EpargneKenzPlusSGA
	EpargneLogementREZKISGA
	LivretEpargnePopulaireCnep
	BonCaisseBadr
	CompteDepotVariableBadr
	CompteDepotPayablesAvanceAvanceBadr
	EpargneKenzISGA
	DepotATermeLogementCNEP
	LivretEpargneLogementCnep
	EpargneLogementREZKIPlusSGA

Figure 5.8 Résultat d'exécution de requête sous SOWLQuery

1.3 Évaluation de l'ontologie

Nous utilisons le moteur d'inférence Racer pour tester notre ontologie. Il est conçu pour raisonner sur les logiques de descriptions et accepte en entrée un fichier OWL. Les principaux services offerts par RACER sont : le test de consistance (satisfaisabilité, cohérence) et le test de classification (subsumption).

1.3.1 Test de consistance

Le test de consistance fournit par RACER est effectué en se basant sur la description des classes (conditions). Il permet de s'assurer qu'aucune définition d'une classe est contradictoire avec une autre (l'inexistence des classes contradictoires) c à d vérifier que pour

chaque classe, il faut qu'il existe au moins un individu membre de cette classe. Une classe est considérée comme étant inconsistante si elle ne peut avoir aucune instance.

Ce même test peut être appliqué sur chaque concept à part.

Le résultat de ce test, comme le montre la Figure 5.9, indique que toutes les classes sont consistantes.

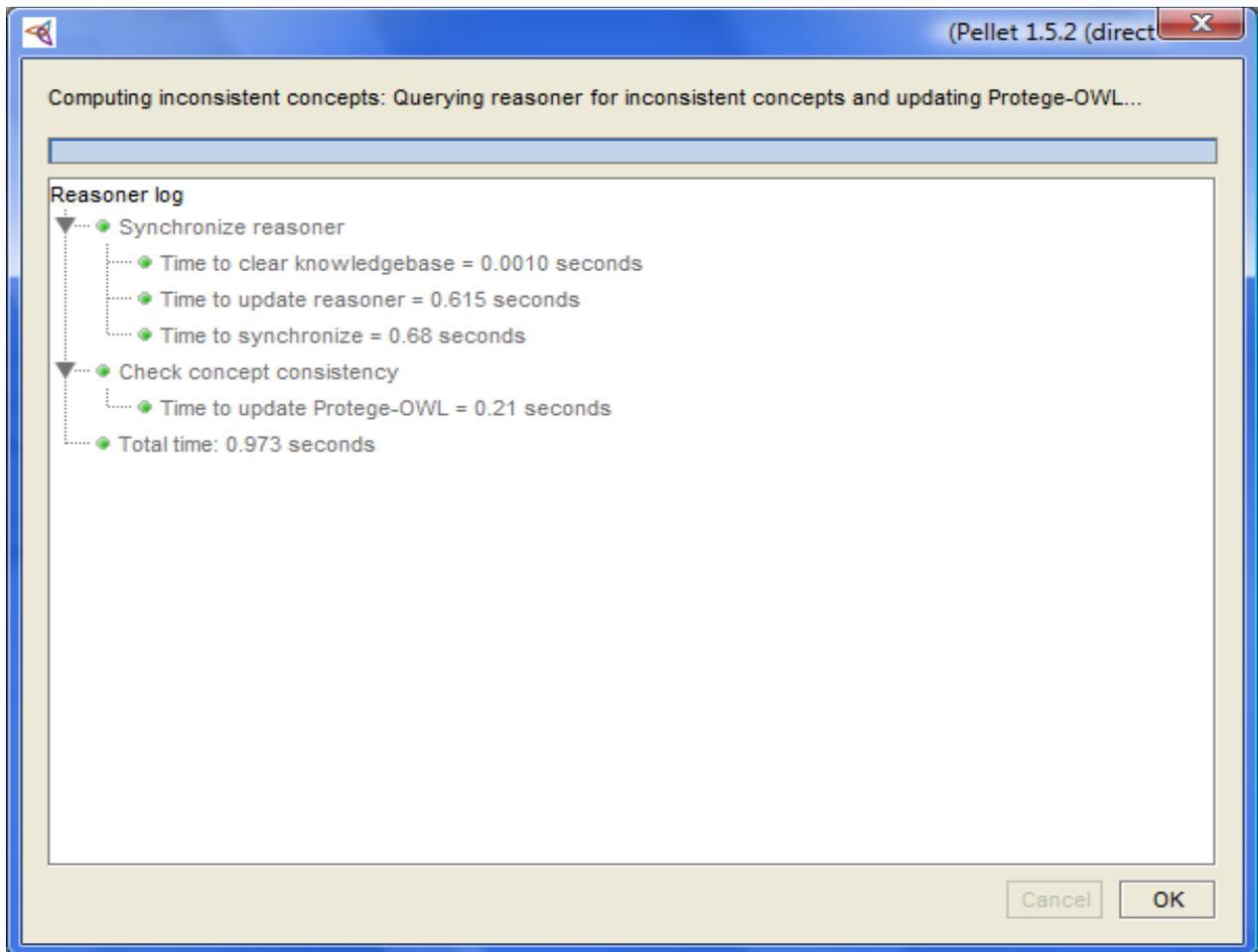


Figure 5.9 Résultat de test de consistance

1.3.2 Test de classification

Le test de classification (subsumption) permet de tester si une classe est une sous classe d'une autre classe ou non. Lorsque ce test est invoqué, le test de consistance est d'abord effectué pour toutes les classes de l'ontologie parce que les classes inconsistantes ne peuvent pas être classées correctement. Une fois le test de classification est effectué sur la hiérarchie des classes contenant les expressions logiques, il est possible pour le classifieur d'inférer une nouvelle hiérarchie «inferred ontology class hierarchy» qui est une hiérarchie où les classes sont classifiées selon la relation superclasse/sousclasse. Le résultat de ce test est affiché

graphiquement par PROTÉGÉ-OWL. Il consiste en une ‘inferred hierarchy’ calculé à partir de la hiérarchie construite manuellement par l’ontologiste. La différence entre les deux hiérarchies est soulignée par le système si elle existe (Si une classe est reclassifiée c.à.d. que ses superclasses sont changées, elle est affichée en couleur bleu dans la hiérarchie calculée).

La nouvelle hiérarchie est visualisée, telle qu’illustrée à la Figure 5.10

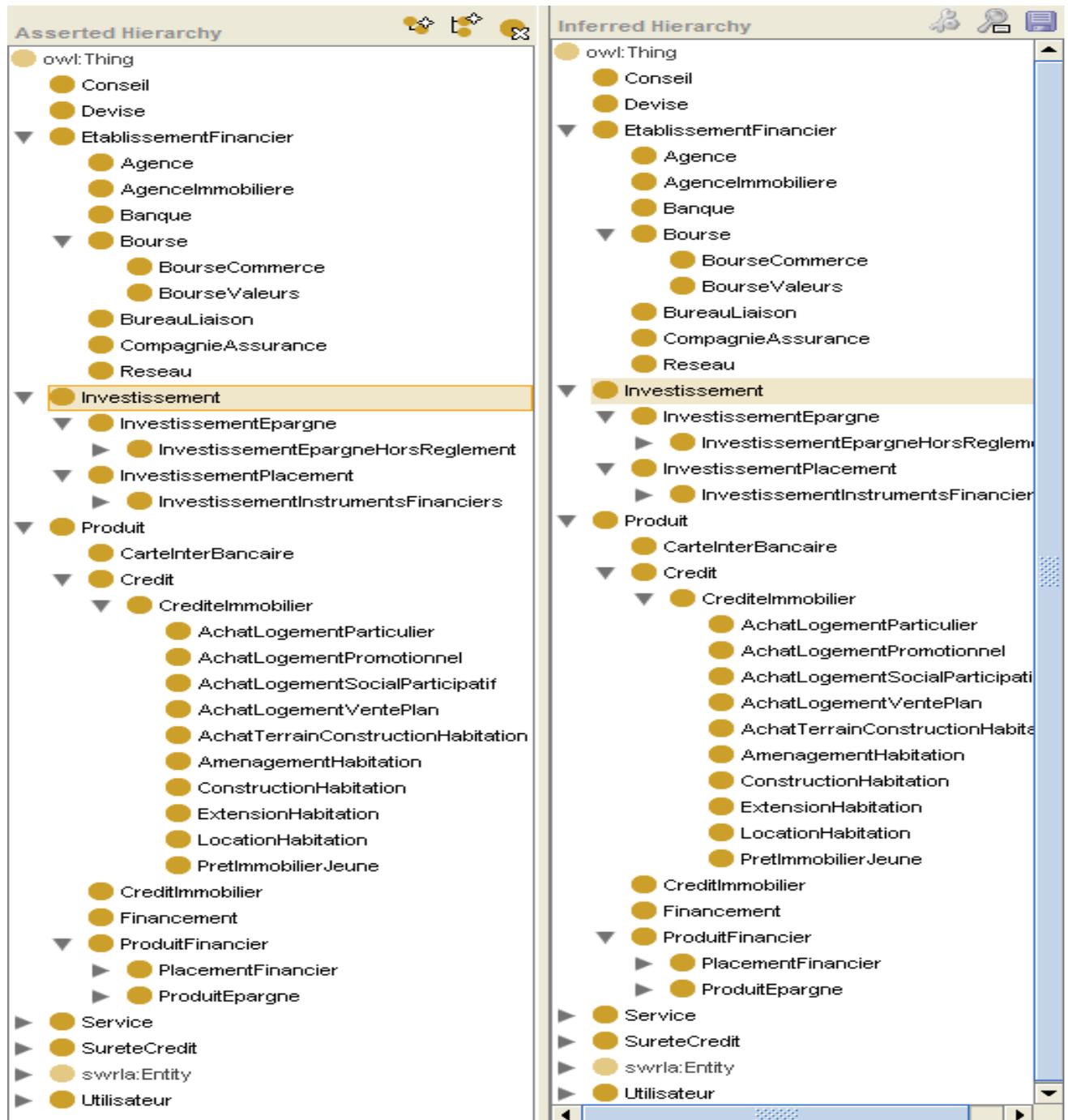


Figure 5.10 Résultat de test de classification

1.3.3 Test OWL

PROTÉGÉ-OWL fournit un mécanisme pour exécuter une liste de tests configurables sur l'ontologie que nous sommes en train d'éditer. Ces tests sont disponibles à travers le menu «OWL», test settings). Ils permettent principalement de vérifier des conditions spécifiées dans l'ontologie. Après vérification le résultat de test (pas d'erreur) notre ontologie est donné sur la Figure 5.11.

Type	Source	Test Result

Figure 5.11 Résultat de test OWL d'ontologie

1.4 Documentation de l'ontologie

ProtégéOWL génère la documentation de façon automatique, La Figure 5.12 illustre la documentation de notre ontologie.

Individual: LivretEpargnePopulaireCnep

http://www.maachesalah.net/ontologies/PlacementFinancier.owl#LivretEpargnePopulaireCnep

Annotations (2)

- comment "Le Livret d'Epargne Populaire est un compte d'épargne rémunéré que vous pouvez ouvrir dans une agence de CNEP-Banque ou dans un bureau de poste. Votre argent est disponible à tout moment." (string)
- label "Livret d'Epargne Populaire" (string)

Types (1)

- LivretEpargnePopulaire

Usage (20)

- CNEP offrirLivretEpargnePopulaire **LivretEpargnePopulaireCnep**
- LivretEpargnePopulaireCnep** estLivretEpargnePopulaireDe CNEP
- LivretEpargnePopulaireCnep** Dossier "- un certificat de résidence - un extrait de naissance n° 12 - une photocopie légal de la Carte nationale d'identité ou du Permis de conduire en cours de validité." (string)
- LivretEpargnePopulaireCnep** fraisGestion "100.0" (float)
- LivretEpargnePopulaireCnep** interetSoumisImpot "true" (boolean)
- LivretEpargnePopulaireCnep** paiementInterets "fin d'année" (string)
- LivretEpargnePopulaireCnep** possibilitePret "true" (boolean)
- LivretEpargnePopulaireCnep** pretApres "1" (int)
- LivretEpargnePopulaireCnep** procuration "true" (boolean)
- LivretEpargnePopulaireCnep** risque "Très faible" (string)
- LivretEpargnePopulaireCnep** soldeMinimumExige "1000.0" (float)
- LivretEpargnePopulaireCnep** tauxInteret "2.5" (float)
- LivretEpargnePopulaireCnep** tauxInteretVariable "false" (boolean)
- LivretEpargnePopulaireCnep** toutesAgences "false" (boolean)
- LivretEpargnePopulaireCnep** typeEpargne "Populaire" (string)
- LivretEpargnePopulaireCnep** typeTauxInteret "fixe" (string)
- LivretEpargnePopulaireCnep** typeVersement "Espece" (string)
- LivretEpargnePopulaireCnep** typeVersement "Virement" (string)
- LivretEpargnePopulaireCnep** typeVersement "Cheque" (string)
- LivretEpargnePopulaireCnep** versementInitial "10000.0" (float)

Figure 5.12 Documentation de notre ontologie générée par Protégé

2 Implémentation de la plateforme

2.1 L'architecture logique du système implémenté sur La plateforme Java Enterprise Edition (JEE)

Nous avons implémenté notre système réparti présenter dans le chapitre conception La plateforme Java Enterprise Edition (JEE), est une spécification pour la technique Java de Sun plus particulièrement destinée aux applications d'entreprise. Ces applications sont considérées dans une approche multi-niveaux. JEE facilite la création d'applications réparties, robustes, performantes et à haute disponibilité.

Java EE est aujourd'hui la meilleure plate-forme de développement pour les entreprises. Elle combine les avantages du langage Java avec l'expérience acquise dans le développement au cours des dernières années. Elle bénéficie en outre du dynamisme des communautés Open Source ainsi que du JCP de Sun [Antonio Goncalves 2007]. La Figure 5.13 décrit les différents conteneurs spécifiés dans Java EE ainsi que les spécifications qui peuvent y être employées.

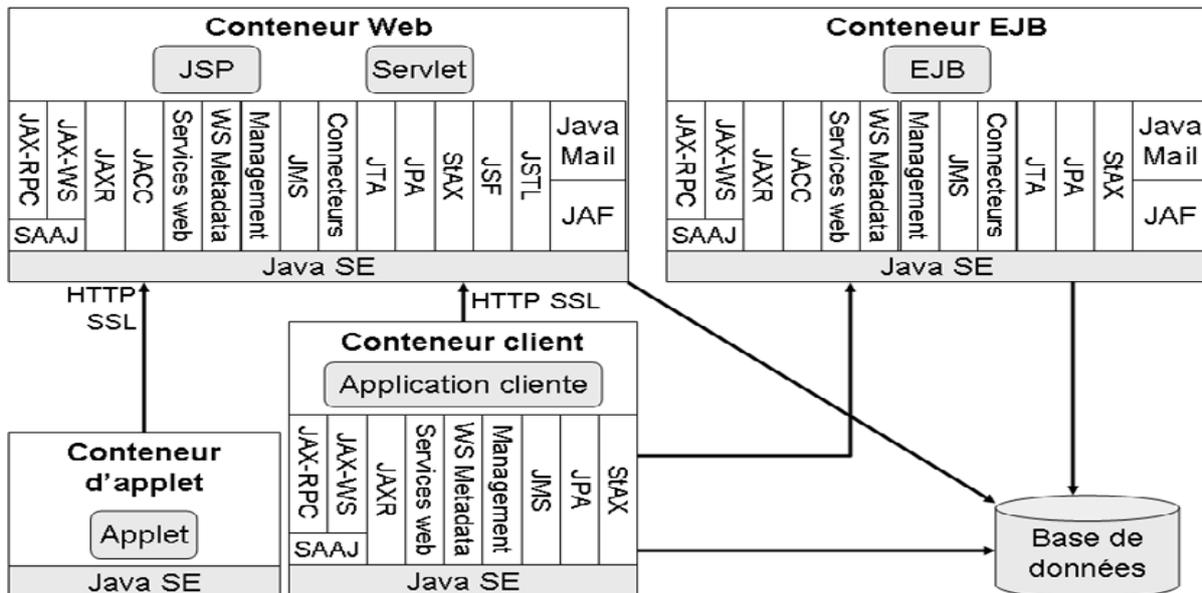


Figure 5.13 Spécification JEE

On peut voir que l'architecture logique vue en chapitre précédent du système est découpée en trois couches (ou trois niveaux). La Figure 5.14 ci-après représente ces trois couches, chaque sous-système contient les technologies Java EE utilisées dans notre système.

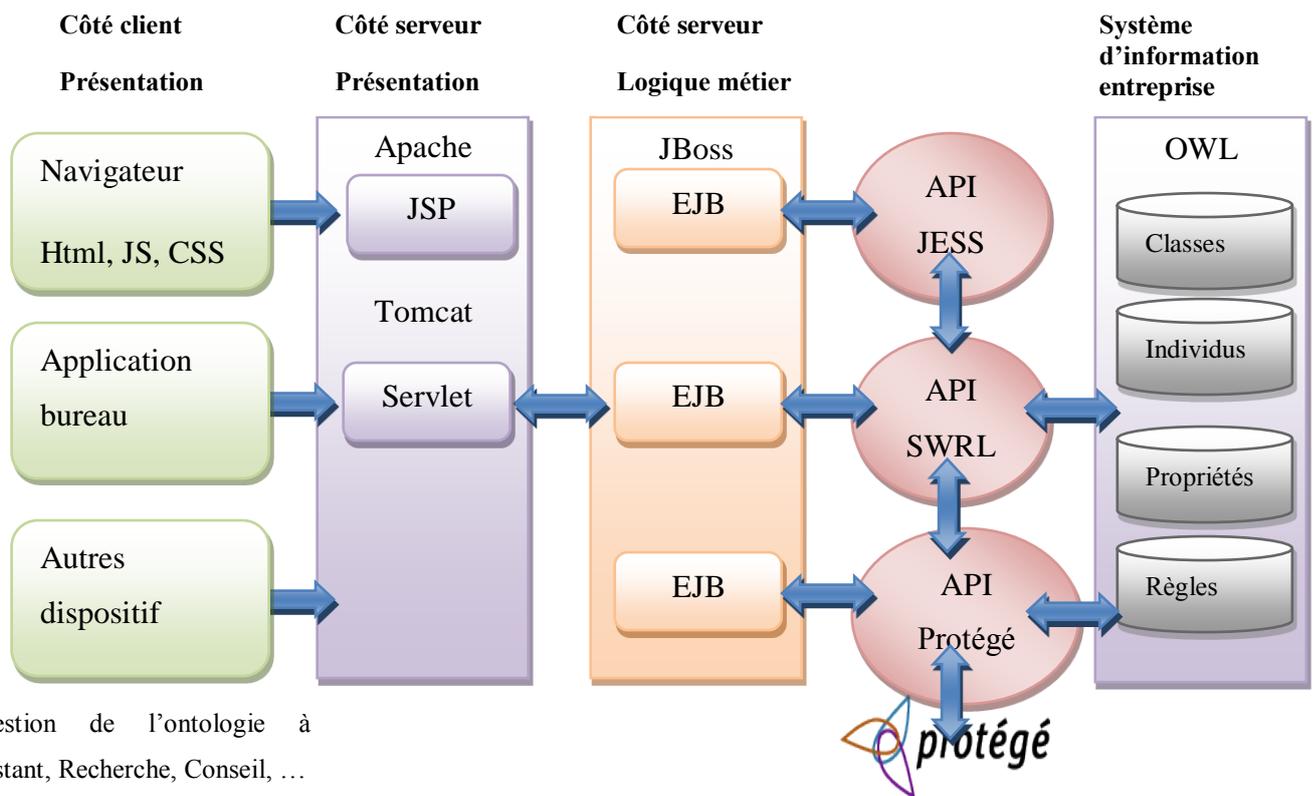


Figure 5.14 L'architecture de la plateforme implémentée sous JEE

2.2 Séparation du système par le paradigme MVC

Le paradigme MVC est un schéma de programmation qui propose de séparer une application en trois parties :

- le modèle, qui contient la logique et l'état de l'application ;
- la vue, qui représente l'interface utilisateur ;
- le contrôleur, qui gère la synchronisation entre la vue et le modèle.

Le paradigme MVC pour notre système basé sur JEE, le modèle est assuré par des EJB et/ou des JavaBeans liés au modèle OWL de notre ontologie, le contrôleur est assuré par des servlets et la vue par des JSP, JSF, HTML+JS. Architecture de notre système MVC est expliqué sur La Figure 5.15.

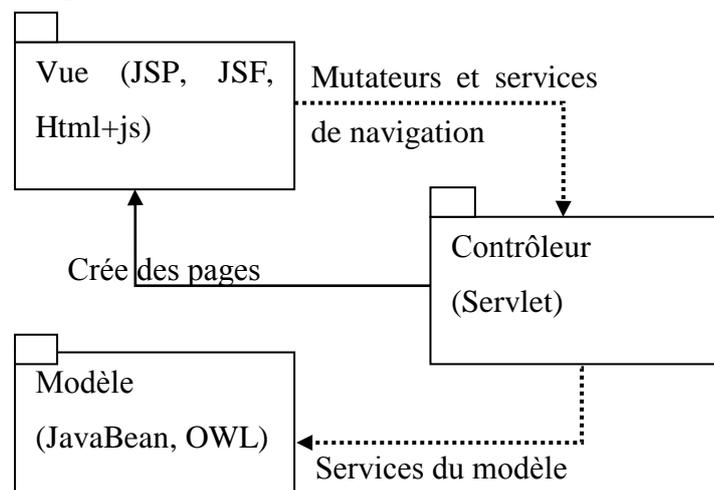


Figure 5.15 Notre plateforme sous MVC

2.3 Développement sous Eclipse

Eclipse est un EDI (Environnement de Développement Intégré) permettant de créer des projets de développement mettant en œuvre n'importe quel langage de programmation, il a depuis été rendu open-source et son évolution est maintenant gérée par la Fondation Eclipse. Cette fondation est composée d'un grand nombre de membres. Sa conception est complètement modulaire : basée sur les plug-ins, ce qui fait d'Eclipse une boîte à outils facilement modifiable et extensible. La licence d'Eclipse (Eclipse Public License et sa FAQ) permet de fournir des plug-ins open sources comme des plug-ins closed-source, des plug-ins gratuits ou encore payants. La Figure 5.16 présente Le fichier source de création des propriétés d'objet sous Eclipse.

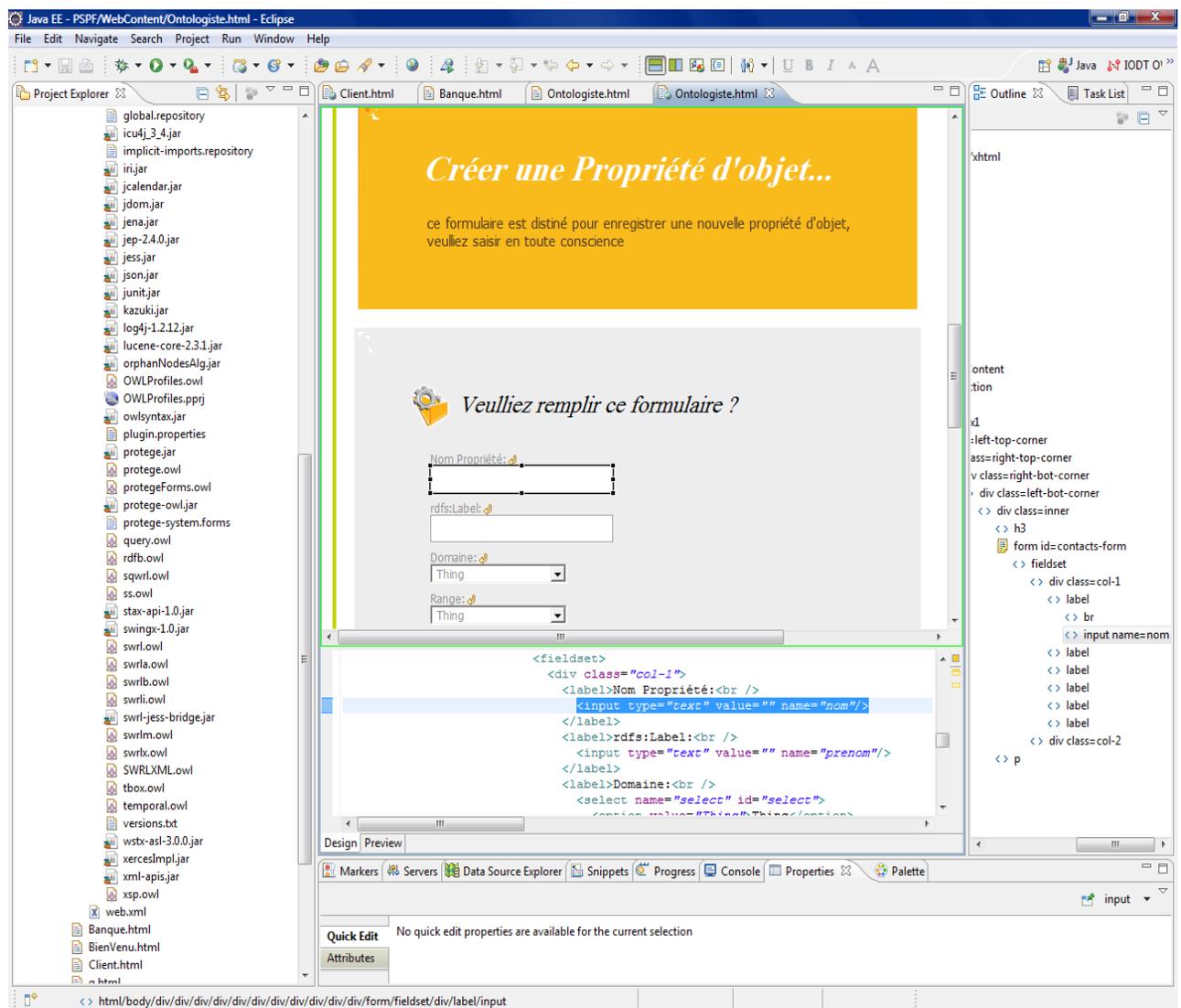


Figure 5.16 notre plateforme PSPF ouverte sous Eclipse

2.4 Réalisation et fonctionnement du système de gestion de l'ontologie

Le système de gestion de l'ontologie permet aux gestionnaires de gérer l'ontologie de base à distant, ce système permet :

- Ajout d'une nouvelle classe, sous classe ;
- Ajout de propriété d'objet, propriété de valeur de données ;
- Ajout des individus.

La Figure 5.17 présente une opération de création d'une nouvelle classe nommée Bourse sous classe de la classe EtablissementFinancier sur la plateforme de gestion de l'ontologie.

The image shows a web interface for a semantic platform. At the top, there is a header with a yellow umbrella icon and the text "La plate forme sémantique pour les placements financiers basé sur une ontologie ...!". Below the header is a navigation bar with buttons for "Accueil", "Nouvelles", "Ontologiste", "Clients", and "Contacts". The main content area is divided into two parts. On the left, there is a sidebar titled "Catégorie" with a list of options: "Créer une classe/sous classe", "Créer une propriété d'objet", "Créer une propriété de valeur", "Créer un individu", "liste des classes", "liste des propriétés d'objet", "liste des propriétés de valeur", "liste des individus", and "Executer une requête". On the right, there is a main panel titled "Créer une Classe ..." with a sub-header "Veulliez remplir ce formulaire ?". The form contains fields for "Nom Classe:" (with "Bourse" entered), "rdfs:Label:", "Super Classe:" (with a dropdown menu showing "EtablissementFinancier"), and "rdfs:comment:" (with a text area containing "est une institution, privée ou publique, qui permet de réaliser des échanges de biens ou d'actifs standardisés et ainsi d'en fixer le prix."). There are also "effacer >>" and "enregistrer >>" buttons at the bottom right of the form.

Figure 5.17 Interface de création d'une nouvelle classe

La Figure 5.18 présente une opération de création d'une nouvelle propriété d'objet nommée offrirActionOrdinaire

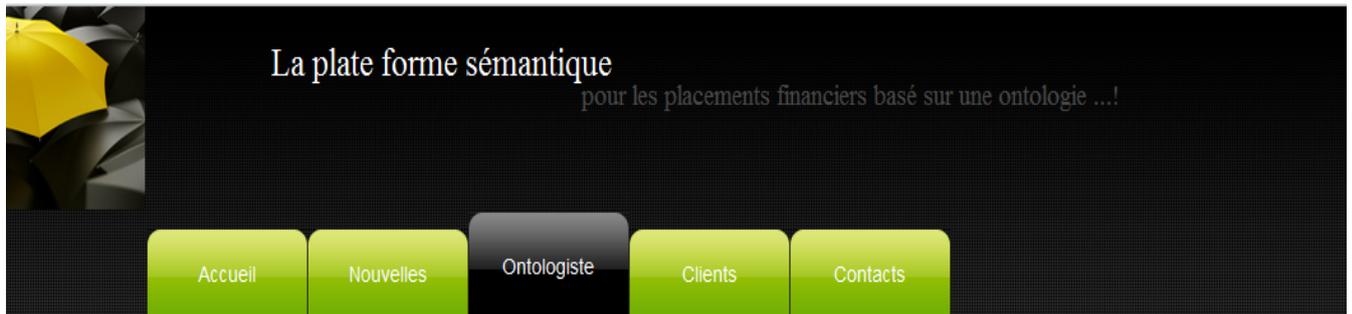


Figure 5.18 Interface de création d'une nouvelle propriété d'objet nommée offrirActionOrdinaire

2.5 Réalisation et fonctionnement du système de conseil

La seule personne ayant la possibilité d'accéder au système de conseil c'est le client, alors Avons de demander un conseil financier il faut que le visiteur s'enregistre comme un client, ou bien s'authentifie, la Figure 5.19 montre un formulaire pour devenir un client.

Catégorie

- Administrateur
- Expert
- Ontologiste
- Client
- Devenir client**
- Arborescence des termes
- Recherche rapide
- Recherche avancée

Information client...

Cher Visiteur, Nous vous remercions pour votre demande d'enregistrement sur notre plate-forme pour les placements financiers.

ce formulaire est destiné pour vous, veuillez saisir en toute conscience

Veulliez remplir ce formulaire ?

Nom:

Prénom:

Age:

adresse:

Fax:

Tél:

E-mail:

Message:

[effacer >>](#) [enregistrer >>](#)

La plateforme sémantique pour les placements financiers basée sur une ontologie.
Telephone: 05 50 219030

Ar © 2010 Privacy Policy

Figure 5.19 Enregistrement d'un nouveau client

Dans une optique d'épargne, le particulier a accès à de nombreux produits : livrets, actions, obligations, OPCVM, contrats d'assurance-vie ainsi que les produits qui peuvent lui être proposés au sein de son entreprise. Ces produits présentent des caractéristiques distinctes et sont soumis à des textes réglementaires spécifiques. Afin de faire le choix de ses placements, le particulier doit se poser un certain nombre de questions en fonction de ses besoins (qui dépendent notamment de sa situation familiale, de son âge...), de sa connaissance des produits et de son appétence au risque.

La Figure 5.20 présente un des types de questionnaire proposé par la plateforme, le client a le choix entre plusieurs critères, suivant cette figure le client a choisi les produits financiers de type Epargne seulement dans les banques en dinars, un risque très faible et n'importe quel horizon.

Catégorie

- Demander un Conseil
- Déconnecter
- Arborescence des termes
- Recherche rapide
- Recherche avancée

Questionnaire...

Cher Client, Nous vous remercions pour la confiance que vous avez accordée à notre système de conseil financier sur la plate-forme pour les placements financiers.

ce formulaire est destiné pour vous, veuillez saisir en toute conscience

Veulliez remplir ce formulaire ?

Choix de Produit:	Horizon Placement:
<input type="text" value="Epargne"/>	
Choix de Etablissement:	Court terme: <input checked="" type="checkbox"/>
<input type="text" value="Banque"/>	Moyen terme: <input checked="" type="checkbox"/>
Choix de Devis:	Long terme: <input checked="" type="checkbox"/>
<input type="text" value="Dinars"/>	Rendement
Taux d'interet souhaité sup à:	
<input type="text"/>	
Risque:	
Faible: <input type="checkbox"/>	Elevé: <input type="checkbox"/>
Très Faible: <input checked="" type="checkbox"/>	Très Elevé: <input type="checkbox"/>
Faible à moyen: <input type="checkbox"/>	effacer >> suivant>>> >>
Elevé: <input type="checkbox"/>	
Très Elevé: <input type="checkbox"/>	

Figure 5.20 Questionnaire de conseil financier

Après le lancement de règles appropriées au questionnaire, le moteur d'inférence exécute ces règles et donne le résultat à la plateforme, cette dernière affiche les résultats du conseil au client (comme illustré dans la Figure 5.21)

Catégorie

- Demander un Conseil
- Déconnecter
- Arborescence des termes
- Recherche rapide
- Recherche avancée

Conseil financier...

Cher Client, Nous vous remercions pour la confiance que vous avez accordée à notre système de conseil financier sur la plate-forme pour les placements financiers.

ce formulaire est destiné pour vous, veuillez saisir en toute conscience

Nos conseils ...?

Livret d'Épargne Populaire CNEP :

Le Livret d'Épargne Populaire est un compte d'épargne rémunéré que vous pouvez ouvrir dans une agence de la CNEP-Banque ou dans un bureau de poste. Votre argent est disponible à tout moment.

Livret Epargne Logement Cnep :

Le Livret d'Épargne Logement est un compte d'épargne rémunéré que vous pouvez ouvrir dans une agence de la CNEP-Banque ou dans un bureau de poste. Votre argent est disponible à tout moment. a pour but d'acheter un logement

Figure 5.21 Résultat du questionnaire de demande un conseil

2.6 Réalisation et fonctionnement du système de recherche

Après avoir achevé la conception du système de recherche d'information pour le cas d'utilisation « chercher dans l'ontologie », ce système traite les requêtes et interroge l'ontologie pour récupérer les termes demandés des utilisateurs et affiche les résultats de la recherche. Dans ce système nous avons implémenté deux principaux modes de recherche suivant les cas d'utilisation qui nous avons vues:

- Mode de recherche par mots clés : dans ce mode nous avons implémenté une simple recherche en langage naturelle, qui permettra à un utilisateur non professionnel de rechercher des informations sur un concept donné. la Figure 5.22 présente un exemple de recherche sur le mot Titre le résultat donne tous type de titre suivant la hiérarchie de l'ontologie et pas sur la présence du mot titre, obligation de contient pas le mot titre mais apparaît sur les résultats.



Figure 5.22 interface de recherche rapide

- Mode de recherche avancée : dans ce mode nous avons implémenté une recherche détaillée. La Figure 5.23 présente le même cas précédent avec une recherche avancée par sélection du domaine de recherche, on cherchant les titres des actions ordinaires seulement.

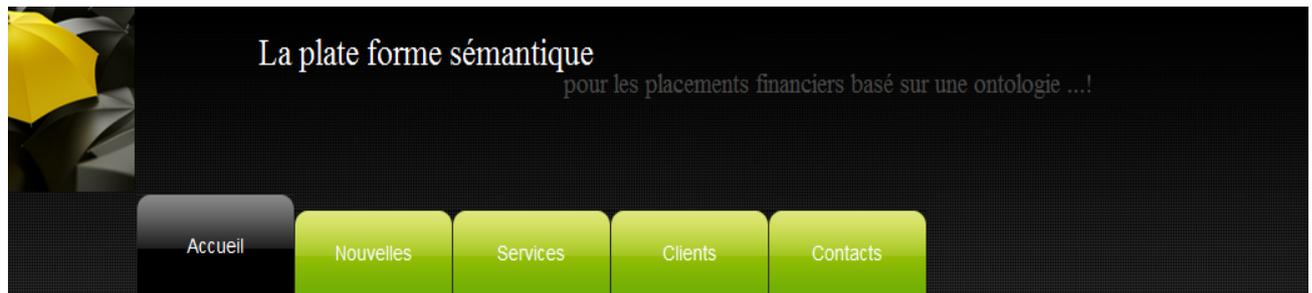


Figure 5.23 Interface de recherche avancée

2.7 Recherche par l'exploitation de l'arborescence

Dans ce mode de recherche l'utilisateur se connecte au système et choisit de faire une recherche par l'exploitation de l'arborescence de l'ontologie pour extraire le concept requis et le système va lui donner toutes les informations qui concerne le concept sélectionné : la description, les synonymes, ainsi que ses relations et les classes.

Ce mode de recherche suit les étapes suivantes :

- l'utilisateur choisit de faire une recherche par exploitation de l'arborescence de l'ontologie et valide ;
- le système charge l'arborescence de l'ontologie des hydrocarbures dans une interface ;
- l'utilisateur navigue l'ontologie pour extraire le concept voulu.
- le système affiche toutes les informations qui concernent le concept choisi

Conclusion générale

Ce mémoire présente un cas d'utilisation réelle dans le domaine de la gestion de l'information économique et financière, ses limites lorsqu'il s'agit de contenu actuel, l'approche que nous avons suivie pour construire une plateforme sémantique et conseillère basée sur l'ontologie répondant aux exigences de domaine.

Réponses aux problématiques initiales

En introduction de ce mémoire, nous avons résumé la problématique scientifique motivant nos travaux de la manière suivante : *comment aider les établissements financiers de trouver une solution pour combiner l'ingénierie ontologique et le web sémantique et les plateformes des placements financiers existants basées sur des SGBD traditionnel et des pages web simple pour répondre aux ambitions des gestionnaires et clients en même temps?* Ainsi, nous avons montré tout au long de ce mémoire de quelle manière nous envisageons cette complémentarité à la fois en termes de modèles pour concevoir ce qu'ils existent en domaine de placement financier et de système distant qui manipule ses modèles et donne une interface conviviale aux gestionnaires de partager leur connaissances et permet une recherche simple et efficace dans les termes financiers pour les utilisateurs après l'exploitation de telles connaissances par un lancement de règles de production qui donnent des conseils aux clients.

Vision globale de notre recherche

Avant d'apporter un regard critique sur nos travaux, resituons globalement ces travaux:

- Définition d'une ontologie pour le domaine des placements financiers afin de répondre aux besoins à la fois du fournisseur de contenu et les consommateurs d'information. Toutefois, après avoir suivi toutes les règles et suggestions pour construire notre ontologie, la remarque la plus importante à retenir est : il n'y a pas qu'une seule ontologie correcte pour un domaine précis. Le développement des ontologies est un processus créatif et il ne peut pas y avoir d'ontologies identiques faites par des personnes différentes. Les applications potentielles d'une ontologie et la compréhension du concepteur, ainsi que le point de vue qu'il a du domaine traité, affecteront indubitablement les choix de conception de l'ontologie. "C'est à l'usage que l'on juge" nous pouvons tester la fiabilité de notre ontologie uniquement en l'utilisant dans les applications pour lesquelles elle a été conçue.

Enfin cette ontologie peut être utilisée comme ontologie de haut niveau pour fournir des concepts globaux aux services financiers veulent intégrer des ontologies à leurs environnement informatique.

- Concevoir un modèle pour la plateforme sémantique basée sur cette ontologie.
- Mettre en place l'ontologie sous Protégée et le modèle sous JEE pour la *gestion à distant de l'ontologie, la visualisation de contenu, la navigation, la recherche sémantique et la demande d'un conseil en placement financier*. Dans le cadre particulier du Web, notre ontologie a un rôle crucial à jouer pour le développement d'un «Web sémantique». En effet, elle permette de réunir les ensembles de termes de placements, utilisable pour la description du contenu des sources d'informations accessibles sur le Web.

Regard critique sur nos travaux

Il nous semble également important dans cette conclusion de porter un regard critique sur nos travaux, revenant sur certains aspects qui auraient pu être améliorés.

- Création de façon manuelle du glossaire des termes existents au niveau des supports actuels des établissements financiers selon leurs types (*Site web, base de données, documents officiels électronique ou papiers, procédures, formulaires, dossier personnels, etc ...*).
- Nous n'avons pas utilisé les techniques du datamining pour extraire les connaissances à partir de données pour aider l'expert à donner de meilleurs conseils financiers.

Perspectives

À l'issue de ce mémoire, nous envisageons plusieurs améliorations ou extensions possibles et différentes perspectives de recherche venant dans la continuité des travaux présentés dans ce mémoire s'offrent à nous. Nous souhaitons ainsi axer une partie des travaux futurs autour des problématiques suivantes :

- La construction d'ontologie à partir de textes constitue un enjeu important aussi bien pour la communauté des chercheurs en Traitement Automatique des Langues que pour celle de l'Ingénierie des connaissances. Les systèmes de traitement de l'information qui doivent fonctionner dans des domaines de connaissances spécialisés comme la médecine ne peuvent être efficaces que s'ils s'appuient sur des ressources terminologiques et ontologiques, construites pour le domaine concerné et en vue d'une application particulière. Le processus de construction doit faire l'objet d'une collaboration qui rassemble des experts du domaine à modéliser, des ingénieurs des connaissances et les futurs utilisateurs. Alors on peut proposer comme objectif de cette problématique un outil guidé par notre ontologie des placements financiers en vue de développer l'automatisation de construction des glossaires à partir de texte.

- La relation entre base de données des placements financiers et notre ontologie est très faible, tandis que les SGBD peuvent donner une valeur ajoutée aux règles de production existantes au niveau de notre ontologie. Pour enrichir le savoir d'expert il aurait sans doute été intéressant de proposer l'extraction d'un savoir ou d'une connaissance à partir de grandes quantités de données, par des méthodes automatiques ou semi-automatiques.

Références bibliographiques

- [Audrey Baneyx, 2007] Audrey Baneyx, (2007). **CONSTRUIRE UNE ONTOLOGIE DE LA PNEUMOLOGIE ASPECTS THÉORIQUES, MODÈLES ET EXPÉRIMENTATIONS THÈSE DE DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ PARIS 6**
- [BACHIMONT 2000] B. BACHIMONT B. (2000). **Engagement sémantique et engagement ontologique : conception et réalisation d'ontologies en ingénierie des connaissances.** In R. TEULIER, J. CHARLET & P. TCHOUNIKINE, *Coordinateurs, Ingénierie des connaissances, chapitre 19.* Paris : L'Harmattan. Article réédité en 2005 dans le cédérom associé au livre.
- [BACHIMONT 2001] B. BACHIMONT B. (2001). **Modélisation linguistique et modélisation logique des ontologies : l'apport de l'ontologie formelle.** In *12e Journées francophones d'Ingénierie des Connaissances (IC)*, p. 349–368, Grenoble, France : Presses Universitaires de Grenoble.
- [Bachimont et al., 2002]. BACHIMONT B., ISAAC A. & TRONCY R. (2002). **Semantic commitment for designing ontologies: A proposal.** In A. GOMEZ-PÉREZ & V. BENJAMINS, *Coordinateurs, 13th International Conference on Knowledge Engineering and Knowledge Management (EKAW)*, volume LNAI 2473 of *Lecture Notes in Artificial Intelligence*, p. 114–121 : Springer.
- [Bachimont, 2000] BACHIMONT B. (2000). **Engagement sémantique et engagement ontologique : conception et réalisation d'ontologies en ingénierie des connaissances.** In R. TEULIER, J. CHARLET & P. TCHOUNIKINE, *Coordinateurs, Ingénierie des connaissances, chapitre 19.* Paris : L'Harmattan. Article réédité en 2005 dans le cédérom associé au livre.
- [Bai Li, Liu Min. 2009] Bai Li, Liu Min (2009). **An ontology-augmented XBRL extended model for financial information analysis.** *Intelligent Computing and Intelligent Systems, 2009. ICIS 2009. IEEE International Conference* 978-1-4244-4738-1©2009 IEEE Shanghai
- [Bechhofer et al., 2001] BECHHOFFER S., HORROCKS I., GOBLE C. & STEVENS R. (2001). **OilEd : a reason-able ontology editor for the semantic web.** In *Proceedings of KI2001, Joint German/Austrian conference on Artificial Intelligence, number 2174 in Lecture Notes in Computer Science*, p. 396–408, Vienna : Springer-Verlag. Available at <http://potato.cs.man.ac.uk/papers/ki2001.pdf>.
- [Bellatreche et al., 2006] BELLATRECHE L., XUAN D., PIERRA G. & DEHAINSA H. (2006). **Contribution of ontology-based data modeling to automatic integration of electronic catalogues within engineering databases.** *Computers in Industry Journal. To appear.*
- [Benayache & al.2004] A. Benayache, C. Barry, B. Chaput et M.-H. Abel (2004), **Construction of application ontology for e-learning**, *Proceedings of the World Conference on E-Learning in Corporate, Government Healthcare & Higher Education (E-Learn04)*, Washington, USA, 2004.
- [Borst & al. 1997] W. N. Borst, J. M. Akkermans, et J. L. Top, (1997). **Engineering Ontologies**, *International Journal of Human Computer Studies (Special Issue on Using Explicit Ontologies in KBS Development)*, Vol. 46, pp. 365-406, 1997.
- [Borst, 1997] Borst, W. (1997), **Construction of Engineering Ontologies for Knowledge Sharing and Reuse:** *Ph.D. Dissertation, University of Twente.*
- [Bourigault& Aussenac-Gilles, 2003] BOURIGAULT D. & AUSSENAC-GILLES N. (2003). **Construction d'ontologies à partir de textes.** In *Actes de la conférence sur le traitement automatique des langues (TALN)*, p. 27–50, Bats-sur-Mer, France.
- [Chabert-Ranwez, 2000] CHABERT-RANWEZ S. (2000). **Composition automatique de documents hypermédia adaptatifs à partir d'ontologies et de requêtes intentionnelles de l'utilisateur.** *PhD thesis, Université Montpellier II - Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, France.* Disponible à <http://archive-edutice.ccsd.cnrs.fr/edutice-00000381/en/>.
- [Chaput & al. 2004] B. Chaput, A. Benayache, C. Barry et M.-H. Abel (2004), **Une expérience de construction d'ontologie d'application pour indexer les ressources d'une formation en statistique**, *Actes des Trente-sixièmes Journées Françaises de Statistique (SFDS'04)*, Montpellier, France, 2004.
- [Charlet, 2002] CHARLET J. (2002). **L'Ingénierie des connaissances : développements, résultats et perspectives pour la gestion des connaissances médicales.** *Rapport interne, Habilitation à diriger des recherches, Université Paris 6.* Disponible à http://archivesic.ccsd.cnrs.fr/sic_00001064_le_20.09.06
- [Charlet, 2005] CHARLET J. (2005). **L'ingénierie des connaissances, une science de gestion ?** *Recherches, chapitre 11. La découverte.* Version longue disponible à http://archivesic.ccsd.cnrs.fr/sic_00000805
- [Corcho & Gómez-Pérez, 2000] CORCHO O. & GÓMEZ-PÉREZ A. (2000). **Evaluating knowledge representation and reasoning capabilities of ontology specification languages.** In *Workshop on Applications of Ontologies and Problem Solving Methods (ECAI)*, Berlin, Allemagne. Available at

- http://www.cs.man.ac.uk/~ocorcho/documents/ECAI00WS_CorchoGomezPerez.pdf.
- [Corcho et al., 2002] CORCHO O., FERNÁNDEZ-LÓPEZ M., GÓMEZ-PÉREZ A. & VICENTE O. (2002). **Webode : an integrated workbench for ontology representation, reasoning and exchange**. In *The 13th International Conference on Knowledge Engineering and Knowledge Management (EKAW)*, volume 2473 of *Lecture Notes on Artificial Intelligence*, p. 138–153 : Springer-Verlag. Available at http://webode.dia.fi.upm.es/WebODEWeb/Documents/EKAW2002_CorchoEtAl.pdf.
- [Dieng-Kuntz & al. 2001] R. Dieng-Kuntz, O. Corby, F. Gandon, A. Giboin, J. Golebiowska, N. Matta et M. Ribière(2001), **Méthodes et outils pour la gestion des connaissances : une approche pluridisciplinaire du Knowledge Management**, *Collection Informatiques (Série Systèmes d'information)*, Dunod, France, ISBN 210006300-6, 2001.
- [Farquhar et al., 2000] FARQUHAR A., FIKES R. & RICE J. (2000). **Ontolingua server : a tool for collaborative ontology construction**. *International Journal of Human-Computer studies*, 46, 707–727. Available at <http://www.cs.umbc.edu/771/papers/KSL-96-26.pdf>.
- [Fernandez et al., 1997] FERNANDEZ M., GÓMEZ-PÉREZ A. & JURISTO N. (1997). **Methontology : from ontological art towards ontological engineering**. In *Spring Symposium Series on Ontological Engineering, National Conference of the American Association on Artificial Intelligence (AAAI)*.
- [Foskett, 1997] FOSKETT D. (1997). **Readings in Information Retrieval, chapitre Thesaurus**, p. 111–134. *Morgan Kaufmann : San Francisco, California, USA*.
- [Fox 1992] M. S. Fox (1992). **The TOVE Project: A Common-sense Model of the Enterprise, Industrial and Engineering Applications of Artificial Intelligence and Expert Systems**, F. Belli et F. J. Radermacher (éd.), *Lecture Notes in Computer Science (Lecture Notes in Artificial Intelligence subseries)*, LNAI 604, Springer, pp. 25-34, 1992.
- [FÜRST F., 2002] FÜRST F., LECLÈRE M. & TRICHET F., **Construction d'une ontologie opérationnelle : un retour d'expérience**, in *Actes de la conférence Extraction et Gestion des Connaissances, EGC'2002, Hermès « Extraction des connaissances et apprentissage » 1(4)*, 2002.
- [FÜRST F., 2003] FÜRST F., LECLÈRE M. & TRICHET F., **Contribution of the ontology engineering to mathematical knowledge management**, à paraître dans *Annals of Mathematics and Artificial Intelligence*, Kluwer Academic Press, 2003.
- [Fürst, 2004a] FÜRST F. (2004a). **Contribution à l'ingénierie des ontologies : une méthode et un outil d'opérationnalisation**. *PhD thesis, École Polytechnique de l'Université de Nantes (EPUN), Nantes, France*. Disponible à <http://www.sciences.univ-antes.fr/info/perso/permanents/furst/papers/theseFurst.pdf>.
- [GANDON F 2002] GANDON F., **Ontology Engineering : a survey and a return on experience**, *rapport de recherche 4396, INRIA, 2002*.
- [Gandon, 2006] GANDON F. (2006). **Ontologies informatiques**. *Interstices, Journal en ligne de l'INRIA*. Disponible à http://interstices.info/display.jsp?id=c_17672.
- [Gene Ontology Consortium, 2001] GENE ONTOLOGY CONSORTIUM (2001). **Creating the gene ontology resource: design and implementation**. *Genome Research*, 11, 1425–1433.
- [Golebiowska 2002] J. Golebiowska (2002), **Exploitation des ontologies pour la mémoire d'un projet-véhicule : Méthode et outil SAMOVAR**, *Thèse de Doctorat (Spécialité Informatique)*, INRIA, Université de Nice-Sophia Antipolis, France, 2002.
- [Gómez & al. 2004a] GÓMEZ-PÉREZ A., FERNANDEZ-LOPEZ M. & CORCHO O. (2004a). **Ontological Engineering. Advanced Information and Knowledge Processing**. *Madrid, Spain : Springer, 2 edition*.
- [GÓMEZ-PÉREZ A. 2004] GÓMEZ-PÉREZ A. (2004). In S. STAAB & R. STUDER, **Coordinateurs, Handbook on Ontologies**, chapitre *Ontology Evaluation*, p. 251–275. *Handbooks in Information Systems*. Springer.
- [Gruber, 1993] GRUBER T. (1993). **A translation approach to portable ontology specifications**. *Knowledge Acquisition*, 5(2), 199–220.
- [GRUNINGER M. 95] GRUNINGER M. & FOX M. S. (1995), **Methodology for the design and evaluation of ontologies**, in *Proceedings of the Workshop on Basic Ontological Issues on Knowledge Sharing, IJCAI'95, 1995*.
- [Gruninger, M., and Fox, M.S. 1995] Gruninger, M., and Fox, M.S. (1995), **"Methodology for the Design and Evaluation of Ontologies"**, *Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing, IJCAI-95, Montreal*.
- [Guarino & al. 1995] GUARINO N., GANGEMI A., MASOLO C. & OLTRARI A. (1995). **Understanding top-level ontological distinctions**. In *Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing, The International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI)*.
- [Guarino & Welty, 2000a] GUARINO N. & WELTY C. (2000a). **A Formal Ontology of Properties**. In R. DIENG & O. CORBY, **Coordinateurs, 12th International Conference on Knowledge Engineering and Knowledge Management (EKAW)**, volume (1937) of *Lecture Notes in Computer Science*, p. 97–112, Juan-les-

- Pins, France : Springer Verlag.*
- [GUARINO N. & WELTY C. 2000a] GUARINO N. & WELTY C. (2000a). **A Formal Ontology of Properties**. In R. DIENG & O. CORBY, *Coordinateurs, 12th International Conference on Knowledge Engineering and Knowledge Management (EKAW), volume (1937) of Lecture Notes in Computer Science*, p. 97–112, Juan-les-Pins, France : Springer Verlag.
- [GUARINO N. & WELTY C. 2000b] GUARINO N. & WELTY C. (2000b). **Identity, unity, and individuality : Towards a formal toolkit for ontological analysis**. In W. HORN, *Coordinateur, The 14th European Conference on Artificial Intelligence*, p. 219–223 : Berlin : IOS Press. Available at <http://www.ladseb.pd.cnr.it/infor/Ontology/Papers/LADSEB02-2000.pdf>.
- [GUARINO N. 1998] GUARINO N. (1998). **Formal ontology in information systems**. In N. GUARINO, *Coordinateur, 1st International Conference on Formal Ontology in Information Systems (FOIS)*, p. 3–15, Trento, Italy : IOS Press.
- [KASSEL G., 2002] KASSEL G. (2002). **Ontospec : une méthode de spécification semi-formelle d'ontologies**. In *13e journées francophones d'Ingénierie des Connaissances (IC)*, p. 75–87, Rouen, France.
- [Kim & al. 1999] H. M. Kim, M. S. Fox et M. Gruninger (1999). **An ontology for quality management - enabling quality problem identification and tracing**, *BT Technology Journal*, Vol. 17, n° 4, pp. 131-140, 1999.
- [Knublauch et al., 2004] KNUBLAUCH H., FERGERSON R., NOY N. & MUSEN M. (2004). **The protégé owl plugin : An open development environment for semantic web applications**. In S. MCILRAITH, D. PLEXOUSAKIS & F. VAN HARMELEN, *Coordinateurs, The Third International Semantic Web Conference (ISWC), volume 3298 of Lecture Notes in Computer Science*, p. chapter p. 229, Hiroshima, Japan : Springer. Available at <http://smi-web.stanford.edu/auslese/smi-web/reports/SMI-2004-1011.pdf>.
- [L. Shue & al., 2009] Li-Yen Shue, Ching-Wen Chen, Weissor Shiue, (2009). **The development of an ontology-based expert system for corporate financial rating**. *Expert Systems with Applications* 36 (2009) 2130–2142 *ScienceDirect*
- [Lame, 2002] LAME G. (2002). **Construction d'ontologies à partir de textes. Une ontologie du droit dédiée à la recherche d'information sur le Web**. *Thèse de doctorat, École des Mines*. Disponible à <http://www.cri.ensmp.fr/classement/doc/A-345.ps>.
- [Lassila, 2001] O. Lassila, D. McGuinness (2001), **The role of frame-based representation on the semantic Web**, *Rapport technique KSL-01-02, Knowledge Systems Laboratory, Stanford University*.
- [Le Moigno et al., 2002b] LE MOIGNO S., CHARLET J., BOURIGAULT D. & JAULENT M.-C. (2002b). **Construction d'une ontologie à partir de corpus : expérimentation et validation dans le domaine de la réanimation chirurgicale**. In *13e journées francophones d'ingénierie des Connaissances (IC)*, Rouen.
- [LECLERE M., 2002a] LECLERE M., TRICHET F. & FÜRST F., **Operationalising domain ontologies : towards an ontological level for the SG family, in Foundations and Applications of Conceptual Structure**, *contributions to the International Conference on Conceptual Structures (ICCS'02), Bulgarian Academy of Sciences, 2002*.
- [LECLERE M., 2002b] LECLERE M., TRICHET F. & FÜRST F., **Construction d'une ontologie du domaine de la géométrie projective**, in *Actes de la conférence Reconnaissance des Formes et Intelligence Artificielle RFIA'2002, 2002*.
- [Lopez et al., 1999] LOPEZ M. F., GÓMEZ-PÉREZ A., SIERRA J. P. & SIERRA A. P. (1999). **Building a chemical ontology using methontology and the ontology design environment**. *IEEE Intelligent Systems*, 14(1), 37–46. Available at http://www.aifb.uni-karlsruhe.de/Lehrangebot/Sommer2001/SemanticWeb/papers/chemical_ontology.pdf.
- [M.M. Montes & al 2005] Mónica Martínez Montes, José Luís Bas, Sergio Bellido, Oscar Corcho, Silvestre Losada, Richard Benjamins, Jesús Contreras (2005). **Case study eBanking D10.3 Financial Ontology**. *Data, Information and Process Integration with Semantic Web Services FP6 - 507483*
- [MIZOGUCHI R. 1998] MIZOGUCHI R. (1998). **A step towards ontological engineering**. In *12th National Conference on AI of JSAI*, p. 24–31. Traduit du japonais. Available at <http://www.ei.sanken.osaka-u.ac.jp/english/step-onteng.html>
- [Niles & Pease, 2001] Niles, I., and Pease, A. (2001). **Origins of the Standard Upper Merged Ontology: A Proposal for the IEEE Standard Upper Ontology**. In *Working Notes of the IJCAI-2001 Workshop on the IEEE Standard Upper Ontology*, Seattle, Washington, August 6, 2001.
- [Noy & Musen, 2003] NOY N. & MUSEN M. (2003). **The prompt suite : Interactive tools for ontology merging and mapping**. *International Journal of Human-Computer Studies*, 59(6), 983–1024. Available at <http://smi-web.stanford.edu/auslese/smi-web/reports/SMI-2003-0973.pdf>.
- [P. Castells & al, 2004] P. Castells, B. Foncillas, and R. Lara. **Semantic web technologies for economic and financial information management**. In *ESWS 2004, Heraklion, Greece*.

- [Rector & al. 1994] A. L. Rector, W. D. Solomon, W. A. Nowlan, et T. W. Rush, A. (1994). **Terminology Server for Medical Language and Medical Information Systems**, *Methods of Information in Medicine*, Vol. 34, pp. 147-157, 1994.
- [Sure et al., 2002] SURE Y., ERDMANN M., ANGELE J., STAAB S., STUDER R. & WENKE D. (2002). **Ontoedit : Collaborative ontology development for the semantic web**. In *The first International Semantic Web Conference (ISWC)*. Available at http://www.aifb.uni-karlsruhe.de/WBS/ysu/publications/2002_iswc_ontoedit.pdf.
- [Troncy et al., 2003] TRONCY R., ISAAC A. & MALAISE V. (2003). **Using xslt for interoperability : Doe and the travelling domain experiment**. In *The 2nd International Workshop Evaluation of Ontology-based Tools (EON)*, volume 87, p. 92–102, Sanibel Island, Florida, United States : CEUR Proceedings. Available at http://homepages.cwi.nl/~troncy/Publications/Troncy_Isaac_Malaise-eon03.pdf.
- [Troncy, 2004] TRONCY R. (2004). **Formalisation des connaissances documentaires et des connaissances conceptuelles à l'aide d'ontologies : application à la description de documents audiovisuels traitant du cyclisme**. Thèse de doctorat, Joseph Fourier - Grenoble I. Disponible à <http://homepages.cwi.nl/~troncy/Publications/Troncy-PhD04.pdf>.
- [Uschold & al. 1998] M. Uschold, M. King, S. Moralee et Y. Zorgios (1998), **The Enterprise Ontology. The Knowledge Engineering Review, Special Issue on Putting Ontologies to Use**, M. Uschold et A. Tate (réd.), Vol. 13, 1998.
- [Uschold & King, 1995] USCHOLD M. & KING M. (1995). **Towards a methodology for building ontologies**. In **Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing**, *The International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI)*, Montreal, Canada. Available at <http://www.aii.ed.ac.uk/project/pub/documents/1995/95-ont-ijcai95-ont-method.ps>.
- [Uschold and Grüninger, 1996] Uschold, M. and Grüninger, M. (1996). **Ontologies : principles, methods, and applications**. *Knowledge Engineering Review*, 11(2) :93–155.
- [USCHOLD M. & KING M. 1995] USCHOLD M. & KING M. (1995). **Towards a methodology for building ontologies**. In **Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing**, *The International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI)*, Montreal, Canada. Available at <http://www.aii.ed.ac.uk/project/pub/documents/1995/95-ont-ijcai95-ont-method.ps>.
- [W3C, 2004] W3C (2004). **Resource Description Framework (RDF) : Concepts and Abstract Syntax**. *W3C Recommendation*.
- [W3C, 2007] W3C (2007). **Delivery Context Ontology working draft**. *W3C Recommendation* <http://www.w3.org/TR/dcontology/>.
- [WEL, 2001] WELTY C. & GUARINO N. (2001), **Supporting ontological analysis of taxonomic relationships**, *Data et Knowledge Engineering* (39), pages 51-74.
- [WELTY C. A. & GUARINO N. 2001] WELTY C. A. & GUARINO N. (2001). **Supporting ontological analysis of taxonomic relationships**. *Data Knowledge Engineering*, 39(1), 51–74. Available at <http://www.cs.toronto.edu/~jm/2507S/Readings/Welty.pdf>.
- [Zweigenbaum & al. 1995] P. Zweigenbaum, B. Bachimont, J. Bouaud, J. Charlet et J.-F.Boisvieux. (1995). **Issues in the structuration and acquisition of an ontology for medical language understanding**, *Methods of Information in Medicine*, Vol. 34(1/2), pp. 15-24, 1995.
- [ZWEIGENBAUM P. 1999] ZWEIGENBAUM P. (1999), **Encoder l'information médicale : des terminologies aux systèmes de représentation des connaissances**, in *Innovation stratégique en information de santé (ISIS)* (2-3), pages 27-47, 1999.

Annexe

Extrait de l'ontologie de domaine des placements financiers en OWL

```
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE rdf:RDF [
  <!ENTITY owl "http://www.w3.org/2002/07/owl#" >
  <!ENTITY swrl "http://www.w3.org/2003/11/swrl#" >
  <!ENTITY dc "http://purl.org/dc/elements/1.1/" >
  <!ENTITY swrlb "http://www.w3.org/2003/11/swrlb#" >
  <!ENTITY xsd "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#" >
  <!ENTITY owl2xml "http://www.w3.org/2006/12/owl2-xml#" >
  <!ENTITY rdfs "http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#" >
  <!ENTITY rdf "http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#" >
  <!ENTITY protege "http://protege.stanford.edu/plugins/owl/protege#" >
  <!ENTITY xsp "http://www.owl-ontologies.com/2005/08/07/xsp.owl#" >
  <!ENTITY swrla "http://swrl.stanford.edu/ontologies/3.3/swrla.owl#" >
  <!ENTITY sqwrl "http://sqwrl.stanford.edu/ontologies/built-ins/3.4/sqwrl.owl#" >
]>
<rdf:RDF xmlns="http://www.maachesalah.net/ontologies/PlacementFinancier.owl#"
  xml:base="http://www.maachesalah.net/ontologies/PlacementFinancier.owl"
  xmlns:sqwrl="http://sqwrl.stanford.edu/ontologies/built-ins/3.4/sqwrl.owl#"
  xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:swrl="http://www.w3.org/2003/11/swrl#"
  xmlns:owl2xml="http://www.w3.org/2006/12/owl2-xml#"
  xmlns:protege="http://protege.stanford.edu/plugins/owl/protege#"
  xmlns:xsp="http://www.owl-ontologies.com/2005/08/07/xsp.owl#"
  xmlns:swrlb="http://www.w3.org/2003/11/swrlb#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:swrla="http://swrl.stanford.edu/ontologies/3.3/swrla.owl#">
  <owl:Ontology rdf:about="">
    <owl:imports rdf:resource="http://sqwrl.stanford.edu/ontologies/built-ins/3.4/sqwrl.owl"/>
    <owl:imports rdf:resource="http://swrl.stanford.edu/ontologies/3.3/swrla.owl"/>
  </owl:Ontology>
  <swrl:Variable rdf:ID="a"/>
  <swrl:Variable rdf:ID="Benefice"/>
  <swrl:Variable rdf:ID="c"/>
  <swrl:Variable rdf:ID="e"/>
  <swrl:Variable rdf:ID="e1"/>
  <swrl:Variable rdf:ID="e2"/>
  <swrl:Variable rdf:ID="i"/>
  <swrl:Variable rdf:ID="i1"/>
  <swrl:Variable rdf:ID="i2"/>
  <swrl:Variable rdf:ID="inter"/>
  <swrl:Variable rdf:ID="interet"/>
  <swrl:Variable rdf:ID="l"/>
  <swrl:Variable rdf:ID="m"/>
  <swrl:Variable rdf:ID="p"/>
  <swrl:Variable rdf:ID="pf"/>
  <swrl:Variable rdf:ID="r"/>
  <swrl:Variable rdf:ID="resultat"/>
  <swrl:Variable rdf:ID="t"/>
  <swrl:Variable rdf:ID="x"/>
  <swrl:Variable rdf:ID="y"/>
  <swrl:Variable rdf:ID="z"/>
  <owl:InverseFunctionalProperty rdf:ID="aAgence">
    <rdf:type rdf:resource="&owl:ObjectProperty"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Reseau"/>
    <owl:inverseOf rdf:resource="#estAgenceDe"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#Agence"/>
  </owl:InverseFunctionalProperty>
  <Banque rdf:ID="ABC">
    <capitaleBanque rdf:datatype="&xsd:float">0.0</capitaleBanque>
    <rdfs:comment rdf:datatype="&xsd:string"></rdfs:comment>
  </Banque>
  <owl:Class rdf:ID="AchatLogementParticulier">
```

```

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#CrediteImmobilier"/>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="AchatLogementPromotionnel">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#CrediteImmobilier"/>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="AchatLogementSocialParticipatif">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#CrediteImmobilier"/>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="AchatLogementVentePlan">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#CrediteImmobilier"/>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="AchatTerrainConstructionHabitation">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#CrediteImmobilier"/>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="Action">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#TitrePropriete"/>
    <rdfs:comment rdf:datatype="&xsd:string">
      >Instrument financier qui est un titre de propri&#233;t&#233;d&#8217;une partie du capital d&#8217;une soci&#233;t&#233; par
      actions (cot&#233;e ou non cot&#233;e en bourse) qui conf&#232;re &#224; son d&#233;tenteur, l&#8217;actionnaire, des droits. La
      valeur d&#8217;une action fluctue &#224; la hausse ou &#224; la baisse.</rdfs:comment>
    </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="Actionnaire">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Utilisateur"/>
    <rdfs:comment rdf:datatype="&xsd:string">
      >L&#8217;actionnaire est le d&#233;tenteur d&#8217;action. Il a le droit de participer aux assembl&#233;es g&#233;n&#233;rales
      et d&#8217;y voter ainsi que le droit de percevoir une partie des b&#233;n&#233;fices r&#233;alis&#233;s distribu&#233;s par
      l&#8217;entreprise.</rdfs:comment>
    </owl:Class>
  <swrl:Imp rdf:about="http://www.maachalah.net/ontologies/Rule-113">
    <swrl:body>
      <swrl:AtomList>
        <rdf:first>
          <rdf:Description>
            <rdf:type rdf:resource="&swrl;ClassAtom"/>
            <swrl:argument1>
              <rdf:Description rdf:about="#x"/>
            </swrl:argument1>
            <swrl:classPredicate rdf:resource="#Actionnaire"/>
          </rdf:Description>
        </rdf:first>
        <rdf:rest rdf:resource="&rdf:nil"/>
      </swrl:AtomList>
    </swrl:body>
    <swrl:head>
      <swrl:AtomList>
        <rdf:first>
          <rdf:Description>
            <rdf:type rdf:resource="&swrl;BuiltinAtom"/>
            <swrl:arguments>
              <rdf:List>
                <rdf:first>
                  <rdf:Description rdf:about="#x"/>
                </rdf:first>
                <rdf:rest rdf:resource="&rdf:nil"/>
              </rdf:List>
            </swrl:arguments>
            <swrl:builtin>
              <rdf:Description rdf:about="&swrl;select"/>
            </swrl:builtin>
          </rdf:Description>
        </rdf:first>
        <rdf:rest rdf:resource="&rdf:nil"/>
      </swrl:AtomList>
    </swrl:head>
    <swrla:hasRuleCategory rdf:datatype="&xsd:string">(1)-(5)</swrla:hasRuleCategory>
    <swrla:isEnabled rdf:datatype="&xsd:boolean">false</swrla:isEnabled>
  </swrl:Imp>
  <owl:Class rdf:ID="ActionOrdinaire">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Action"/>
    <rdfs:comment rdf:datatype="&xsd:string">
      >Titre d&#233;livr&#233; par une soci&#233;t&#233; de capitaux et conf&#233;rant &#224; son d&#233;tenteur la
      propri&#233;t&#233;d&#8217;une partie du capital avec en g&#233;n&#233;ral des droits sur : - un revenu appel&#233;
      &quot;dividende&quot;, vers&#233; &#224; la discr&#233;tion de la soci&#233;t&#233; ; - la gestion d&#8217;entreprise, par le biais
      d&#8217;un droit de vote</rdfs:comment>
    <rdfs:label rdf:datatype="&xsd:string">
      >Action ordinaire</rdfs:label>

```

```

</owl:Class>
<ActionOrdinaire rdf:ID="ActionOrdinaire_1"/>
<owl:Class rdf:ID="ActionPrivilegiee">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Action"/>
  <rdfs:comment rdf:datatype="&xsd:string"
    >une action de type particulier qui rapporte r&#233;guli&#232;rements un montant fixe puis&#233; &#224; m&#234;me les profits
de l&apos;entreprise, ou dividendes. On les appelle actions privil&#233;gi&#233;es, car elles donnent aux porteurs priorit&#233; sur les
actionnaires ordinaires en ce qui concerne le paiement des dividendes.</rdfs:comment>
  <rdfs:label rdf:datatype="&xsd:string"
    >Action privil&#233;gi&#233;e</rdfs:label>
  <rdfs:label rdf:datatype="&xsd:string"
    >Actions de priorit&#233;</rdfs:label>
</owl:Class>
<ActionPrivilegiee rdf:ID="ActionPrivilegiee_3"/>
<owl:Class rdf:ID="Adherent">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Personne"/>
  <rdfs:comment rdf:datatype="&xsd:string"
    >Personne membre du groupe au profit duquel le contrat collectif d&#8217;assurance est souscrit aupr&#232;s d&#8217;un
organisme d&#8217;assurance par une personne morale ou un chef d&#8217;entreprise qui a la qualit&#233; de
souscripteur.</rdfs:comment>
  <rdfs:label rdf:datatype="&xsd:string">Adh&#233;rent</rdfs:label>
</owl:Class>
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="adress">
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <owl:Class rdf:about="#EtablissementFinancier"/>
        <owl:Class rdf:about="#Utilisateur"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:domain>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="aEntreprise">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Client"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:boolean"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:Class rdf:ID="Agence">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#EtablissementFinancier"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Banque"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="AgenceImmobiliere">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#EtablissementFinancier"/>
</owl:Class>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="agePersonne">
  <rdf:type rdf:resource="&owl:DatatypeProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Personne"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:int"/>
</owl:FunctionalProperty>
<Agence rdf:ID="AIN_OULMANE353">
  <estAgenceDe rdf:resource="#RESEAU_SETIF350"/>
</Agence>
<Agence rdf:ID="AIN_TAYA116">
  <estAgenceDe rdf:resource="#RESEAU_ALGER_EST600"/>
</Agence>
<owl:InverseFunctionalProperty rdf:ID="aInvestissementEpargne">
  <rdf:type rdf:resource="&owl:ObjectProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Personne"/>
  <owl:inverseOf rdf:resource="#estInvestissementEpargneDe"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#InvestissementEpargne"/>
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="#Portefeuille"/>
</owl:InverseFunctionalProperty>
<Banque rdf:ID="AL_SALAM_BANK"/>
<Banque rdf:ID="ALBARAKA"/>
<owl:Class rdf:ID="AmenagementHabitation">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#CreditImmobilier"/>
</owl:Class>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="aMontant">
  <rdf:type rdf:resource="&owl:DatatypeProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Personne"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:float"/>
</owl:FunctionalProperty>
<Banque rdf:ID="ARAB_BANK_PLC_ALGERIA"/>
<Devise rdf:ID="ARAB_EMIRAT_DIRHAM">
  <rdf:type rdf:resource="&owl:Thing"/>
  <rdfs:label rdf:datatype="&xsd:string"
    >ARAB EMIRAT DIRHAM</rdfs:label>

```

Résumé : Les ontologies associent les concepts de base d'un domaine précis et les relations entre ces concepts, tout cela d'une manière compréhensible par les machines. Le placement financier est un domaine très important à cause de l'importance qu'il a dans l'évolution de la vie. La popularité des placements modernes (SICAV, actions, obligations, etc.) ne cesse de grandir de sorte qu'ils se retrouvent régulièrement à côté des placements traditionnels d'épargne.

Dans ce mémoire, On a construit une ontologie financière qui propose une aide intelligente aux divers utilisateurs, cette ontologie conseillère est fondée sur une analyse des actions et des productions de l'expert. Une application web en JEE basée sur cette ontologie a été développée, ce qui montre l'importance des travaux de recherche qui ont été entamés.

Mots-clés : Ontologie de conseil, Risques financiers, web sémantique, placement financier

Abstract: Ontologies combine the basic concepts of a particular area and the relationships between these concepts, all in a manner understandable by machines. The financial investment is a very important area because of the importance it has in the evolution of life. The popularity of modern investments (mutual funds, stocks, bonds, etc.) continues to grow so that they regularly found alongside traditional investments savings.

In this paper, we built an ontology that provides financial assistance to various intelligent users; this ontology is based on a consultant analyzing actions and productions expert. JEE web application based on this ontology has been developed, which shows the importance of the research that have been touched.

Keywords: Ontology Advisor, Financial Risks, Semantic Web, financial investment

ملخص : الأنطولوجيا تجمع بين المفاهيم الأساسية في مجال معين والعلاقات بين هذه المفاهيم، بطريقة مفهومة من قبل الأجهزة. الاستثمار المالي هو مجال هام للغاية نظرا لأهميته في تطور الحياة. شعبية الاستثمارات الحديثة (صناديق الاستثمار والأسهم والسندات، الخ...) لا تزال تنمو حتى أنهم أصبحوا بانتظام جنبا إلى جنب مع الاستثمارات التوفير التقليدية.

في هذه المذكرة، قمنا بإنشاء أنطولوجيا مالية تقدم مساعدة ذكية للمستخدمين تستند هذه الأنطولوجيا الناصحة على تحليل النشاط والتحصيل للخبراء. طورنا أيضا تطبيق ويب JEE يستند إلى هذه الأنطولوجيا، مما يدل على أهمية الأبحاث التي قمنا بها.

كلمات البحث : أنطولوجيا نصائح، مخاطر مالية، الويب الدلالي، الاستثمار المالي