

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DU GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE  
DEPARTEMENT D'INFORMATIQUE

## Mémoire de Fin d'Etudes de MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Mathématiques et Informatique

Filière : Informatique

Spécialité : **Conduite de projets informatiques**

*Présenté par*

**Souheyla BENZAADA**

**Hayat AMANI**

Thème

## **Conception d'un open data set pour la connexion à des ressources disciplinaires**

*Mémoire soutenu publiquement le 27/09/2016. Devant le jury composé de :*

**Présidente : M<sup>me</sup> Tounsia DJAMAH**

**Encadreur : M<sup>me</sup> Farida BOUARAB**

**Examinatrice : M<sup>me</sup> Tassadit BERKANE**

**Examineur : M<sup>r</sup> Mohamed Saïd HABET**



## *Remerciements*

*Louange à dieu tout puissant qui nous a aidé à accomplir à terme ce présent travail.*

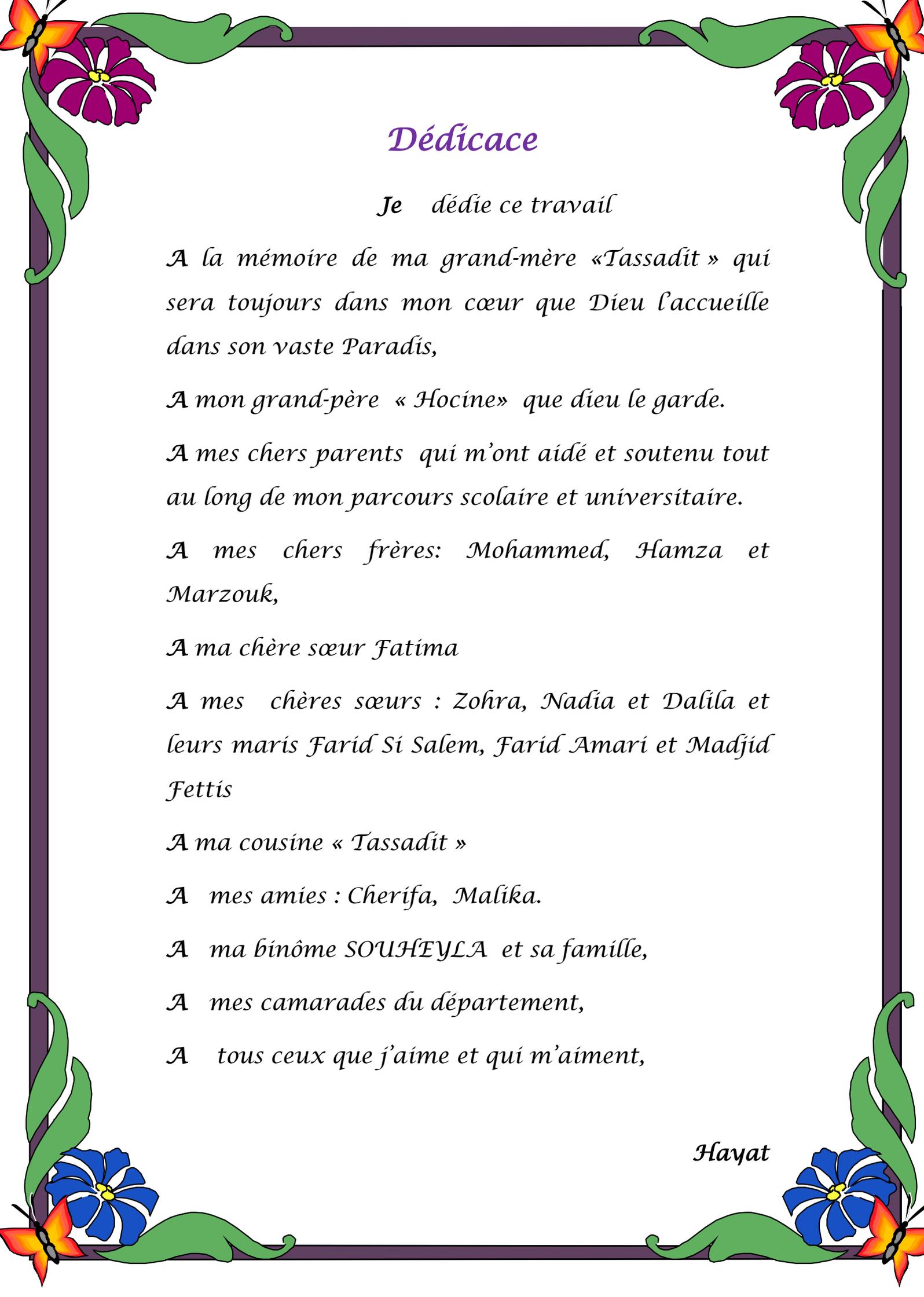
*Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements et toutes nos reconnaissances à notre promotrice, **Madame BOUARAB Farida** de la faculté de Génie Électrique et d'Informatique de l'université Mouloud MAMMERRI de TIZI-OUZOU pour la qualité de son encadrement, ses directives et ses conseils constructifs durant la réalisation de notre travail.*

*Qu'il nous soit permis d'exprimer nos remerciements à tous les enseignants de département Informatique de TIZI-OUZOU qui ont enrichi notre carrière universitaire.*

*Nos plus vifs remerciements vont aussi aux membres du jury pour avoir accepté d'honorer par leur jugement notre travail.*

*En fin, nous voudrions remercier cordialement nos familles et tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à l'élaboration de ce travail.*





## *Dédicace*

*Je dédie ce travail*

*A la mémoire de ma grand-mère «Tassadit » qui sera toujours dans mon cœur que Dieu l'accueille dans son vaste Paradis,*

*A mon grand-père « Hocine» que dieu le garde.*

*A mes chers parents qui m'ont aidé et soutenu tout au long de mon parcours scolaire et universitaire.*

*A mes chers frères: Mohammed, Hamza et Marzouk,*

*A ma chère sœur Fatima*

*A mes chères sœurs : Zohra, Nadia et Dalila et leurs maris Farid Si Salem, Farid Amari et Madjid Fettis*

*A ma cousine « Tassadit »*

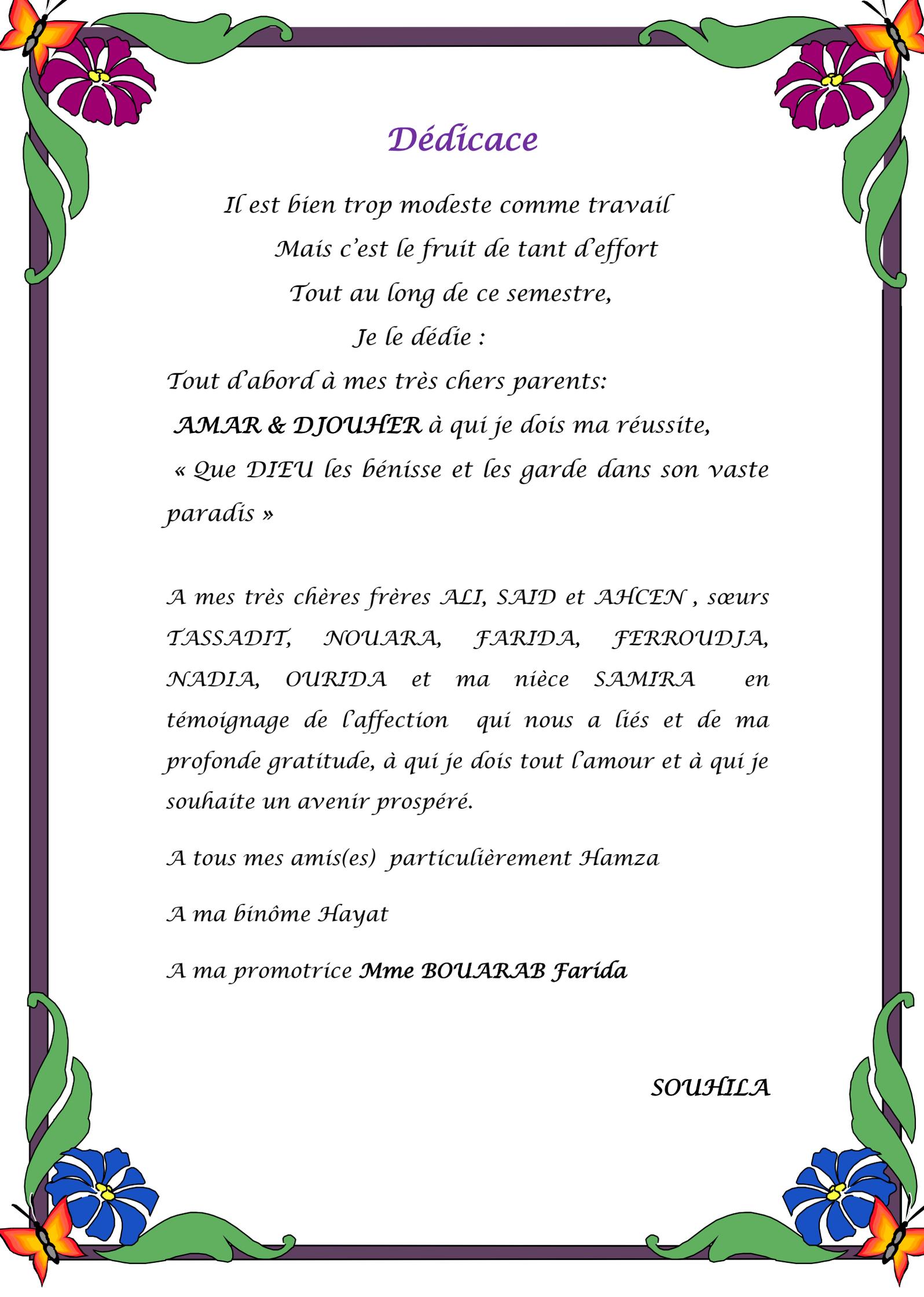
*A mes amies : Cherifa, Malika.*

*A ma binôme SOUHEYLA et sa famille,*

*A mes camarades du département,*

*A tous ceux que j'aime et qui m'aiment,*

*Hayat*



## *Dédicace*

*Il est bien trop modeste comme travail  
Mais c'est le fruit de tant d'effort  
Tout au long de ce semestre,  
Je le dédie :*

*Tout d'abord à mes très chers parents:*

*AMAR & DJOUHER à qui je dois ma réussite,  
« Que DIEU les bénisse et les garde dans son vaste  
paradis »*

*A mes très chères frères ALI, SAID et AHSEN , sœurs  
TASSADIT, NOUARA, FARIDA, FERROUDJA,  
NADIA, OURIDA et ma nièce SAMIRA en  
témoignage de l'affection qui nous a liés et de ma  
profonde gratitude, à qui je dois tout l'amour et à qui je  
souhaite un avenir prospéré.*

*A tous mes amis(es) particulièrement Hamza*

*A ma binôme Hayat*

*A ma promotrice Mme BOUARAB Farida*

*SOUHILA*

# Sommaire

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Résumé	
Introduction générale.....	1
<b>Chapitre 1 : Linked Data</b>	
Introduction .....	3
1. World Wide Web Consortium (W3C) .....	3
1.1. Définition .....	3
1.2. Historique de l'organisme .....	4
1.3. Structure et fonctionnement .....	4
1.3.1. Gestion .....	4
1.3.2. Employés.....	4
1.3.3. Membres participants.....	5
1.4. Processus, recommandations et certifications .....	5
2. Web sémantique .....	6
2.1. Définition du Web Sémantique .....	6
3. Linked Data.....	7
3.1. La justification des données liées .....	7
3.2. Définition de Linked Data .....	8
3.3. Cycle de vie de Linked Data.....	8
3.4. Les Principes de Linked Data.....	9
3.4.1. Nommer les éléments avec des URI .....	10
3.4.2. Utiliser des URI HTTP, pour accéder ou rechercher des éléments .....	11
3.4.3. Utilisation de RDF et négociation de contenu .....	12
3.4.4. Inclusion des liens externes .....	13
4. Web de données .....	14
4.1. Démarrage de web de données .....	14

## Sommaire

4.2. Topologies de web de données .....	15
5. Open Data set .....	16
5.1. Définition de l'Open Data Set .....	16
5.2. Les langages du web sémantique qu'on utilise pour représenter l'open data set.....	17
5.2.1. URI : Uniform Resource Identifier .....	17
5.2.2. XML : <i>Extensible Markup Language</i> .....	19
5.2.3. RDF : Ressources Description Framework .....	20
5.2.4. RDF Schema : Ressources Description Framework Schema .....	23
5.2.5. OWL: Web Ontology Language .....	24
5.2.6. SPARQL: Simple Protocol and RDF Query Language.....	25
6. Ontologie .....	26
6.1. Ontologie : mot polysémique .....	26
6.2. L'ontologie des connaissances .....	26
Conclusion.....	29
<b>Chapitre 2 : Linked Data pour l'éducation</b>	
Introduction.....	30
1. Pourquoi linked data pour l'éducation .....	30
2. Les données éducatives sur le web .....	31
2.1. Data set pour l'éducation .....	31
Conclusion.....	33
<b>Chapitre 3 : Conception</b>	
Introduction .....	34
1. La modélisation de domaine d'enseignement pour la spécialité informatique de l'UMMTO. .....	34
2. Linked Open Data (LOD) de la spécialité informatique de l'UMMTO .....	34
3. Le principe de la génération d'une base de connaissances de domaine d'enseignement de la spécialité informatique à base de l'ontologie .....	37

## Sommaire

3.1. Définition des classes et sous classes de l'ontologie de domaine d'enseignement .....	37
3.2. Définition des attributs des classes de l'ontologie de domaine d'enseignement .....	38
3.3. Définition des relations reliant les classes de l'ontologie d'enseignement .....	39
3.4. Les instances des classes module et logiciel de l'ontologie d'enseignement .....	40
3.4.1. Instances de la classe module .....	40
3.4.2. Instances de la classe logiciel .....	41
4. Edition et visualisation de l'ontologie de domaine d'enseignement de la spécialité informatique avec l'outil protégé: .....	41
4.1. Représentation de l'ontologie de domaine d'enseignement sous protégé.....	41
4.2. Visualisation graphique de l'ontologie de domaine d'enseignement.....	46
4.3. Génération du code OWL .....	47
5. Les composantes de portail du LOD des enseignements de la spécialité informatique UMMTO .....	48
6. diagramme de contexte .....	48
7. Détermination des cas d'utilisation du portail .....	49
7.1. Diagramme de cas d'utilisation de l'expert de domaine: .....	49
7.2. Diagramme de cas d'utilisation de visiteur .....	50
7.3. Exemple de description textuelle de quelques tâches des cas d'utilisation .....	50
8. Représentation des ressources pédagogiques .....	52
9. Conception .....	53
9.1 Présentation des fonctions de base de la plateforme .....	53
9.2 Architecture de l'information .....	53
9.2.1 Organisation du contenu .....	53
10. L'architecture du portail de domaine d'enseignement de la spécialité informatique dans un environnement java .....	57
Conclusion .....	58

# Sommaire

## Chapitre 4 : Réalisation

Introduction.....	59
1. Environnement de développement.....	59
1.1. Netbeans.....	59
1.2. Protégé.....	60
2. Les langages de programmations.....	60
2.1. Jsp.....	60
2.2. Servlet.....	60
2.3. CSS.....	61
2.4. JavaScript.....	61
3. Présentation des interfaces.....	61
3.1. Page d'accueil.....	61
3.2. Espace expert de domaine.....	62
3.3. Page de mise à jour module.....	64
3.4. Page de consultation des ressources d'un data set module.....	65
3.5. Page de consultation des datasets.....	66
Conclusion.....	66
Conclusion générale .....	67
Référence bibliographique	
Annexe	

## Sommaire

## Liste des figures

---

Figure1 : World Wide Web Consortium .....	3
Figure2 : Web sémantique, un langage pour les machines .....	6
Figure3 : Cycle de vie de linked data .....	8
Figure 4 : Les URI sont utilisées pour identifier des gens et les relations qui les joignent ....	10
Figure 5 : Séparation des déclarations de l'objet et du document qui le décrit .....	12
Figure 6 : Négociation de contenu entre le client et le serveur .....	13
Figure7 : Croissance de nombre d'ensemble de données publiées sur le Web comme Linked Data .....	15
Figure8 : Pyramide des technologies du Web Sémantique : .....	17
Figure 9 : Uniform Ressource Identifier .....	19
Figure 10 : Ressources Description Framework .....	21
Figure11 : Un exemple d'un modèle RDF .....	22
Figure 12 : Format d'une URI.....	22
Figure13 : Graphe de plusieurs triplets RDF .....	23
Figure 14 : LOD de la spécialité informatique.....	36
Figure 15 : Représentation des classes et sous classes de notre ontologie dans protégé .....	42
Figure 16 : Représentation des relations dans protégé.....	43
Figure 17 : Représentation des attributs dans protégé .....	43
Figure18 : Représentation des individus de la classe module dans protégé.....	44
Figure 19 : Représentation des individus de la classe document dans protégé:.....	44
Figure 20 : Représentation des individus de la classe logiciel dans protégé .....	45
Figure21 : Représentation des individus de la classe multimédia dans protégé .....	45
Figure22 : La représentation des classes et sous classes avec jambalaya .....	46
Figure23 : Les instances de la classe module et logiciel sous jambalaya .....	47
Figure24 : Le code OWL généré automatiquement par Protégé:.....	47
Figure25 : Diagramme de contexte .....	48
Figure26 : Cas d'utilisation pour l'expert de domaine.....	49
Figure27 : Cas d'utilisation pour visiteur .....	50
Figure28 :Décomposition des modules de domaine d'enseignement.....	52

## Liste des figures

---

Figure29:Enumération du contenu .....	53
Figure30:Catégorisation du contenu .....	53
Figure31:Structure méta data du data set .....	54
Figure32:Structure externe du contenu .....	55
Figure33:Structure interne du contenu .....	56
Figure34:l'architecture du portail de domaine d'enseignement.....	57
Figure35 : NetBeans version 8.0.1 .....	59
Figure36 : Page d'accueil .....	62
Figure37 : Formulaire d'authentification des experts de domaine .....	62
Figure38 : Formulaire d'inscription des experts de domaine .....	63
Figure39 : Interface expert de domaine .....	63
Figure40 : Page de Mise à jour module .....	64
Figure41 : Page de Mise à jour ressource .....	64
Figure42 : Page de consultation d'un dataset module .....	65
Figure43 : Ressources d'un dataset module .....	65
Figure44 : Page de consultation des datasets .....	66

## Liste des tableaux

---

Tableau1 : Les classes et les sous classes de l'ontologie de domaine d'enseignement de la spécialité informatique .....	37
Tableau2 : Les attributs des classes de l'ontologie de domaine d'enseignement .....	39
Tableau3 : Les relations reliant les classes de l'ontologie de domaine d'enseignement .....	40
Tableau4 : Instances de la classe module .....	40
Tableau5 : Instances de la classe logiciel .....	41

## Résumé

Avec l'arrivée du web sémantique, le domaine d'enseignement doit prendre la décision si oui ou non il veut participer à cette évolution. Pour ce faire, les professionnels de ce domaine doivent disposer d'un minimum de connaissances sur son fonctionnement et ses enjeux.

Notre projet vise le développement d'une application web qui permet l'annotation et la recherche des ressources pédagogiques en exploitant les métadonnées qui les décrivent, pour réaliser notre objectif on va se servir des nouvelles technologies du Web sémantique.

Notre travail va se dérouler en trois grandes étapes :

1-Concevoir une ontologie d'application qui décrit les ressources pédagogiques utilisés pour l'enseignement du département informatique de l'université mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

2- Se baser sur le vocabulaire fournis par l'ontologie pour annoter un ensemble de ressource de notre choix.

3- Effectuer la recherche des ressources, on se basant sur leurs métadonnées.

### **Mots clé :**

Web sémantique, open data set, linked data, ontologie, data set education, W3C, web de données, OWL, RDF, SPAQL.

## Introduction générale

A sa création par Tim Berners Lee, au début des années 90, l'objectif du Web sémantique était de permettre à tout internaute d'accéder et de partager un grand volume d'information sur le net. Le langage HTML a constitué une très bonne solution pour la mise en forme aisée et rapide de document en ligne, et très rapidement le Web a atteint ses objectifs.

Jusqu'ici on dispose d'un grand volume d'information, mais sans aucune maîtrise de contenu, le résultat est que l'utilisateur du Web gaspille une grande partie de son temps à examiner un grand nombre de page Web en cherchant ce qui lui convient, car le Web ne fournit pas un service dans ce sens.

C'est à partir de ce constat que les travaux du World Wide Web Consortium ont été orientés vers l'amélioration du Web afin de fournir de l'information pertinente aux utilisateurs, et de les décharger d'une grande partie de leurs tâches.

Le Web sémantique est donc la solution, cette nouvelle vision du Web consiste à rendre les ressources Web non seulement compréhensibles par les humains mais également par des machines, pour réaliser cette objectif le W3C commence à se doter de nouveaux langages et outils plus performants : XML, RDF, OWL ... etc.

Partant de séparation de contenu et de présentation grâce à XML, à la description des ressources Web par RDF, à la possibilité de faire des raisonnements par OWL, le Web sémantique commence à être une réalité et tout un axe de développement est ouvert. [15]

L'apparition des données liées ouvertes (Linked Open Data) a donné un essor pour le web sémantique. Cette technologie est très importante et utile pour découvrir des nouvelles informations, d'y accéder, de les intégrer et de les utiliser dans des applications grâce à l'utilisation des liens RDF externes qui permet de rendre le web un espace de données interconnectés.

Notre travail porte sur l'application des nouvelles visions de web «open data » afin de lier les bases de données disciplinaires de département informatique de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou et de les rendre accessible au public.

Afin d'atteindre nos objectifs, nous avons organisé notre travail comme suit :

## Introduction générale

- Le premier chapitre présente la synthèse des notions à étudier. Il montre une étude générale sur le W3C, web sémantique, linked data, web de données, open data set et l'ontologie.
- Le deuxième chapitre montre l'utilisation de linked open data et les technologies du web sémantique dans le domaine éducatif.
- Le troisième chapitre qu'est la conception porte sur la construction et l'opérationnalisation proprement dite de l'ontologie de domaine d'enseignement tout en modélisant le domaine d'enseignement choisi, en mettant en application un outil d'édition adapté selon nos besoins et le résultat obtenu sera exploiter dans le chapitre suivant.
- Le dernier chapitre est la réalisation, il est consacré pour la manipulation et l'exploitation de l'ontologie. Il exposera le choix des outils, des langages utilisés dans notre travail ainsi que la présentation de quelques interfaces illustrant le fonctionnement de notre application.

## Introduction :

Tout comme le World Wide Web a révolutionné la façon de trouver des documents et de s'en servir, il peut révolutionner la façon de découvrir les données, d'y accéder, de les intégrer et de les utiliser. Le Web est le media idéal pour ces processus, en raison de son ubiquité (sa nature distribuée permettant les changements d'échelle), ainsi que de la maturité de sa technologie. Tim Berners-Lee, directeur du W3C, a inventé et défini le terme Linked Data et son synonyme Web of Data au sein d'un ouvrage portant sur l'avenir du Web sémantique.

Ce chapitre s'intéresse à la façon dont un ensemble de principes et de technologies, connu sous le nom de données liées (Linked Data), exploite la philosophie et l'infrastructure du Web pour permettre le partage de données et leur réutilisation à grande échelle.

## 1. World Wide Web Consortium (W3C):

### 1.1. Définition : [2] [3]

Est un organisme international qui développe des standards pour le Web afin que les gens puissent communiquer efficacement à travers internet, autour de formats ouverts garantissant une meilleure interopérabilité (c'est-à-dire une meilleure compréhension des systèmes hétérogènes à travers des données et langages standardisés), fondé en octobre 1994 chargé de promouvoir la compatibilité des technologies du World Wide Web telles que : HTML5, HTML, XHTML, XML, RDF, SPARQL, CSS, XSL, PNG, SVG et SOAP.



Figure1: World Wide Web Consortium

## 1.2. Historique de l'organisme: [2]

Le W3C a été fondé par Tim Berners-Lee après avoir quitté le CERN en octobre 1994 et il a été fondé par le MIT/LCS (Massachusetts Institute of Technology/Laboratory for Computer Science) avec le soutien de l'organisme de défense américain DARPA.

En avril 1995 l'institut national de recherche en informatique et en automatique (INRIA), avec le soutien de la commission européenne, accueille la partie européenne du W3C, tandis que l'université Keio au Japon, héberge le W3C en Asie à partir de septembre 1996. Le W3C a créé de nombreux bureaux régionaux dans le monde dont la mission est de servir de point de contact local, et de diffuser les spécifications du W3C. En octobre 2007 on compte 16 bureaux du W3C dans les différentes régions du monde qui couvrent l'Australie, le Luxembourg, la Belgique, les Pays-Bas, la Chine, l'Allemagne, la Finlande, la Grèce, la Hongrie, l'Inde, l'Irlande, Israël, l'Italie, le Maroc, la Corée, l'Afrique du sud, l'Espagne, la Suède, et la Grande-Bretagne. En janvier 2003 le consortium ERCIM prend le relais de l'INRIA pour héberger la partie européenne du W3C. Le W3C est supervisé par son fondateur Tim Berners-Lee, l'inventeur du web et le langage HTML.

En 2009, Tim Berners-Lee crée une fondation indépendante du W3C, baptisée « World Wide Web Foundation » dans le but d'étendre le Web aux pays en voie de développement et de garantir un Web ouvert, utilisable par tous.

## 1.3. Structure et fonctionnement : [2]

### 1.3.1. Gestion :

Sa gestion est assurée conjointement par le MIT aux États-Unis, l'ERCIM en Europe (dont l'INRIA en France), l'université Keio et l'université Beihang en Chine.

Le 8 mars 2010, Jeffrey Jaffe (précédemment CTO de Novell) devient le nouveau CEO du W3C. Auparavant, le CEO de la (World Wide Web Foundation) et avant ce dernier, Jean-François Abramatic était chairman du W3C.

### 1.3.2 Employés :

Le W3C a environ une centaine d'employés comprenant des personnes responsables des groupes de travail, du personnel administratif, des administrateurs systèmes et des responsables de la communication. Ils sont garants du bon respect de la charte de fonctionnement du W3C. Les anciens employés sont listés sur la page « Alumni ».

### 1.3.3. Membres participants :

À côté d'industriels et d'éditeurs informatiques, en particulier les éditeurs des navigateurs (Mozilla Fondation, Microsoft, Apple ou Opera), on trouve également des centres de recherches (Inria, National Research Council Canada, etc.), des opérateurs de réseaux, ainsi que des entreprises investies dans le Web comme Braillet, la Bibliothèque du Congrès ou la BBC.

### 1.4. Processus, recommandations et certifications : [2]

Un document W3C traverse plusieurs étapes avant de devenir une Recommandation :

1. *Working Draft (WD)* (brouillon de travail),
2. *Last Call Working Draft* (dernier appel),
3. *Candidate Recommendation (CR)* (candidat à la recommandation),
4. *Proposed Recommendation (PR)* (recommandation proposée),
5. *W3C Recommendation (REC)* (recommandation du W3C)

Une recommandation peut être mise à jour par errata édité séparément, jusqu'à l'accumulation de suffisamment de modifications ; une nouvelle version de la recommandation est alors publiée (XML en est aujourd'hui à sa cinquième version). Parfois, une recommandation recommence le processus, comme RDF. Le W3C publie aussi des remarques informatives qui ne sont pas destinées à être traitées en tant que normes.

Le consortium laisse le soin aux fabricants de suivre les recommandations. Contrairement à l'organisation internationale de normalisation ou d'autres corps internationaux de standardisation, le W3C ne possède pas de programme de certification. Cependant la plupart des spécifications techniques du W3C définissent la conformité de façon formelle au sein d'une section conformité et de l'emploi de la RFC 2119.

Les groupes de travail sont tenus, depuis novembre 1999, de produire un rapport d'implémentation pendant la phase de *Candidate Recommendation*, en vue d'améliorer le niveau d'implémentation des spécifications. La plupart des groupes de travail produisent et publient à cette occasion des suites de test afin que des développeurs puissent tester leur implémentation.

## 2. Web sémantique:

### 2.1. Définition du Web Sémantique: [4]

Le Web Sémantique est une vision du futur Web dans lequel l'information est donnée un sens explicite facilitant ainsi aux machines le traitement et l'intégration des informations sur le Web. Le Web Sémantique sera construit sur la capacité de XML de définir des schémas de balisage personnalisés et sur la flexibilité de l'approche RDF pour représenter les données. Son but est de rendre la connaissance "universelle".

Il a pour objectif de donner une structure aux contenus sémantiques du Web, grâce à laquelle les machines peuvent accéder aux données plus facilement. Plus précisément : rendre les machines capables de comprendre la sémantique des données et documents fournis dans le Web.

Le Web Sémantique n'est en effet vu que comme une extension du Web actuel, dans lequel humains et machines peuvent collaborer, au-delà des capacités actuelles, en utilisant une information dont le contenu sémantique est bien défini. Ce processus permet aux machines de "comprendre" le sens des données utilisées.

## Le Web sémantique : un langage pour les machines



*Figure2 : web sémantique, un langage pour les machines [6]*

### 3. Linked Data:

#### 3.1. La justification des données liées : [5]

Afin de comprendre le concept et la valeur des données liées, il est important d'appréhender les mécanismes actuels d'échange et de réutilisation de données sur le Web.

❖ **La structuration permet des traitements sophistiqués :**

Un facteur-clé dans la réutilisation des données est la façon dont elles sont structurées. Plus cette structure est régulière et bien définie, plus cela facilite la création d'outils pour traiter et réutiliser les données de manière fiable. [Tom Heath and Christian Bizer 2011].

Le langage le plus utilisé pour créer des sites web c'est le HTML, qui se concentre sur la présentation textuelle de documents plutôt que de la structuration des données. Ces derniers s'entremêlant au texte, ce qui rend difficile pour des applications logicielles d'extraire des bribes structurées à partir de pages HTML.

Pour résoudre ce problème, de nombreux micro formats ont été inventés. Ils peuvent être utilisés pour publier des données structurées décrivant des types spécifiques d'entités, comme des personnes, des organisations, des événements, des critiques et des notes. Ils servent à incorporer de manière très précise des données dans des pages HTML, ce qui permet aux applications de les extraire sans ambiguïté.

Mais, les micros formats, Ils ne fournissent qu'un petit ensemble d'attributs pour les décrire, il est impossible d'exprimer les relations entre les entités. Par conséquent, les micros formats ne sont pas appropriés pour le partage de données sur le Web.

Les API web ont une méthode plus générique pour rendre les données structurées disponibles sur le Web. Elles fournissent, par le biais de requêtes, un accès simple a des données structurées via le protocole HTTP : des exemples connus sont l'API d'Amazon, Product Advertising, ou celle de *Flickr*.

L'avènement de cette méthode a conduit à une explosion de petites applications composites qui combinent les données de plusieurs sources, chacune d'elles étant accessible via une API propre au fournisseur de données. Alors que les avantages d'un accès à des données structurées par du code sont indiscutables, l'existence d'une API pour chaque jeu de données crée une situation dans laquelle l'intégration des données de chaque source dans une application exige des efforts importants. Les programmeurs doivent connaître les méthodes pour récupérer les données de chaque API et écrire du code spécifique pour accéder aux données de chaque source.

### ❖ Les hyperliens connectent les données distribuées :

Linked Data fournit une solution technique pour faciliter la découverte des données dans le web par les agents web, tels que les navigateurs et les robots des moteurs de recherche (moteur de Evi et Powerset), Et donc la facilité de découverte peut être appliquée à des données sur le Web.

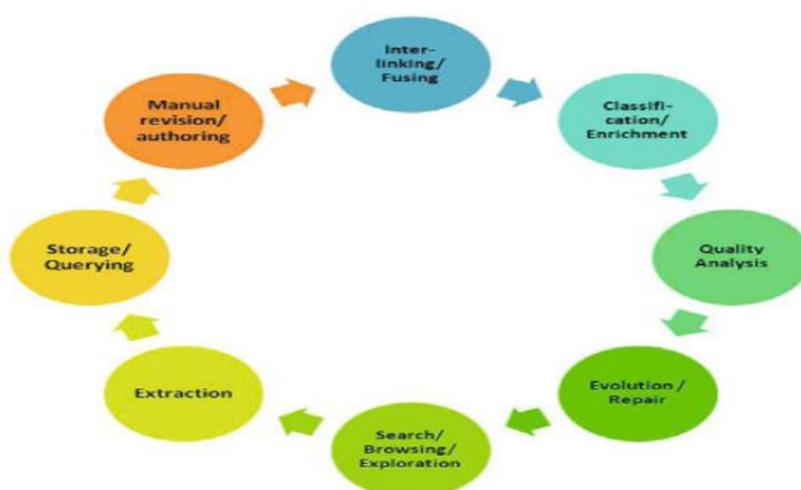
### 3.2. Définition de Linked Data : [4]

Les Linked Data (Données liées) sont désigné sous diverses appellations soulignant ses différentes propriétés. Il est souvent considéré comme la nouvelle génération de l'internet (appelé pour cela Web 3.0) sont un ensemble de données provenant de différentes sources, homogènes ou hétérogènes et qui sont liées entre elles de manière typique.

Il s'agit d'un ensemble de technologies visant d'une part à publier en accès libre les données contenues dans des bases de données et cela dans des formats compréhensibles aisément et exploitables par des systèmes tiers, et d'autre part à relier les données avec d'autres sources publiées en ligne pour finalement constituer un réseau mondial de données accessibles ouvertement à tous (on parle alors de Linked Open Data). Ainsi, les Informations publiées sur internet, présentées jusque-là sous forme de documents compréhensibles par les humains, sont transformées en données ayant du sens pour les machines (on parle dans ce cas du Web sémantique).

### 3.3. Cycle de vie de Linked Data: [5]

Les différentes étapes du cycle de vie des données liées sont illustrées dans la figure suivante :



*Figure 3: cycle de vie de linked data*

Les informations représentées sous forme structurée ou sous d'autres formalismes de représentation structurés ou semi-structurés doivent être mises en correspondance avec le modèle de données RDF (**Extraction**) [Jens Lehmann & all 2011].

Une fois qu'il y a une masse critique de données RDF, des mécanismes doivent être mis en place pour stocker, d'indexer et de rechercher efficacement ces données RDF (**Storage & Interrogation**).

Les utilisateurs doivent avoir la possibilité de créer de nouvelles informations structurées ou de corriger et développer les partenariats existants (**Authoring**).

Si différents éditeurs de données fournissent des informations sur les mêmes entités associées, les liens entre ces différents éléments d'information doivent être mis en place (**linking**).

Depuis Linked Data comprend principalement les données d'exemple, nous observons un manque de classification, de la structure et le schéma d'informations. Cette carence peut être abordé par des approches d'enrichissement de données avec les structures de plus haut niveau afin d'être en mesure de regrouper et interroger les données de manière plus efficace (**enrichissement**).

Comme avec le Document Web, les données Web contient une variété d'informations de qualité différente. Par conséquent, il est important de concevoir des stratégies pour évaluer la qualité des données publiées sur le Web de données (**Qualité Analyse**).

Une fois que les problèmes sont détectés, les stratégies pour la réparation de ces problèmes et de soutenir l'évolution des données liées sont nécessaires (**Evolution et réparation**).

Dernier point mais non moins, les utilisateurs doivent être habilités à parcourir, rechercher et explorer les informations de structure disponible sur le Web de données de manière rapide et convivial (**Recherche, navigation et Exploration**).

### 3.4. Les Principes de Linked Data : [5]

Les termes donnés liées se réfèrent à un ensemble de bonnes pratiques à mettre en œuvre pour publier et lier des données structurées sur le Web. Ces pratiques ont été introduites par Tim Berners-Lee, concepteur du web et président du W3C dans Linked Data. Ses notes sur l'architecture du Web sont connues en tant que *principes des données liées*. Ces principes sont résumés sur les points suivants:

- Nommer les éléments avec des URI ;
- Utiliser des URI HTTP, pour que l'on puisse rechercher/consulter ces noms ;
- Fournir des informations nécessaires sous forme de standards (RDF, SPARQL) lors d'une recherche d'URI ;
- Inclure des liens vers d'autres URI qui permettent de découvrir d'autres éléments.

### 3.4.1. Nommer les éléments avec des URI :

Le premier principe des données liées recommande d'utiliser des références URI pour identifier non seulement des documents et du contenu digital, mais aussi des objets réels et des concepts abstraits. Cela peut être vu comme une extension des principes du Web pour comprendre tout objet ou concept.

#### ❖ Les techniques de réalisation de ce principe:

Pour publier des données sur le Web, il faut d'abord identifier les éléments du domaine d'intérêt. Il s'agit des éléments dont les propriétés et les relations seront décrites dans les données ; il peut s'agir de documents web, d'entités réelles et de concepts abstraits. Puisque les données liées s'appuient directement sur l'architecture du Web [R. Moats 2007], le terme ressource est utilisé pour nommer ces éléments dignes d'intérêt, qui sont à leur tour identifiés par des URI HTTP.

La Figure4 montre l'utilisation d'URI HTTP pour identifier des entités réelles et leurs relations. Sur cette photo de l'équipe de tournage de Big Lynx au travail, on voit le cameraman principal, Matt Briggs, avec ses deux assistants, Linda Meyer et Scott Miller, identifiés par des URI HTTP de l'espace de noms Big Lynx. La relation (ils se connaissent) est représentée par des lignes, avec une URI de type *http://xmlns.com/foaf/0.1/knows*.



Figure 4 : Les URI sont utilisées pour identifier des gens et les relations qui les joignent

Ces données liées n'utilisent donc que des URI HTTP et cela pour deux raisons :

- Les URI HTTP fournissent une manière simple de créer des noms globalement uniques, de façon décentralisée, puisque n'importe qui possédant un nom de domaine peut créer ou déléguer la création de références URI.
- Elles servent de nom mais aussi de moyen d'accès à l'information décrivant l'entité identifiée.

### **3.4.2. Utiliser des URI HTTP, pour accéder ou rechercher des éléments :**

Le protocole HTTP est le mécanisme universel d'accès au Web. Dans le Web classique, des URI HTTP combinent l'identification unique et le mécanisme de récupération simple. Ainsi, le deuxième principe recommande l'utilisation de ces dernières pour identifier des objets et des concepts abstraits, afin que ces URI soient déréférencées (autrement dit, que l'on puisse récupérer le contenu pointé) par le protocole HTTP et traduites en une description de l'objet identifié ou du concept.

#### **❖ Rendre URI différenciables :**

Toute URI HTTP doit être différenciables, ce qui signifie que les clients HTTP peuvent rechercher l'URI en utilisant le protocole HTTP et récupérer une description de la ressource identifiée par l'URI.

L'URI identifie les objets du monde réel, il est essentiel de ne pas confondre les objets eux-mêmes avec les documents Web qui les décrivent. La pratique courante d'utiliser différentes URI pour identifier l'objet dans le monde réel et le document qui le décrit, pour être sans ambiguïté.

Cette pratique permet la déclaration séparée pour être faites sur un objet et sur un document qui décrit cet objet. Par exemple, la date de création d'une personne peut être différente de la date de création d'un document qui décrit cette personne.

Etre capable de distinguer les deux déclarations grâce à l'utilisation de différentes URI est essentielle à la cohérence du Web de données. [R. Moats 2007].



Figure 5: Séparation des déclarations de l'objet et du document qui le décrit

L'idée sous-jacente suppose que les clients HTTP envoient des en-têtes HTTP avec chaque requête pour indiquer les types de documents qu'ils préfèrent. Les serveurs inspectent ces en-têtes et répondent de façon appropriée : si l'en-tête indique que le client préfère le HTML, le serveur lui envoie un document HTML et, s'il préfère le RDF, le serveur lui envoie un document RDF.

Il existe deux stratégies pour créer des URI qui identifient des objets réels. Toutes les deux s'assurent que les objets et les documents qui les décrivent ne sont pas confondus et que les humains autant que les machines peuvent récupérer des représentations appropriées. Ces stratégies sont appelées *URI 303* et *URI avec ancre*.

### 3.4.3. Utilisation de RDF et négociation de contenu :

Pour que davantage d'applications différentes accèdent au contenu web, il est important d'utiliser un format de contenu standardisé. Le choix de HTML comme format de documents dominant a été un facteur prépondérant dans la croissance du Web.

Le troisième principe conseille donc un modèle de données simple fondé sur une structure en graphe conçue spécifiquement pour le contexte du Web. Les navigateurs HTML affichent généralement les représentations RDF sous forme de code RDF brut, ou simplement les télécharger sous forme de fichiers RDF sans les afficher, ce qui n'est pas très utile pour l'utilisateur moyen.

Pour résoudre ce problème d'affichage on peut utiliser un mécanisme [Tim Berners-Lee 1999] HTTP appelé négociation de contenu. Les clients HTTP envoient les en-têtes HTTP avec chaque requête pour indiquer quels types de représentation qu'ils préfèrent. Les serveurs peuvent inspecter ces en-têtes et sélectionner une réponse appropriée.

Si les en-têtes indiquent que le client préfère HTML, le serveur peut générer une représentation HTML. Si le client préfère RDF, le serveur peut générer RDF. [Chris Bizer 2007].

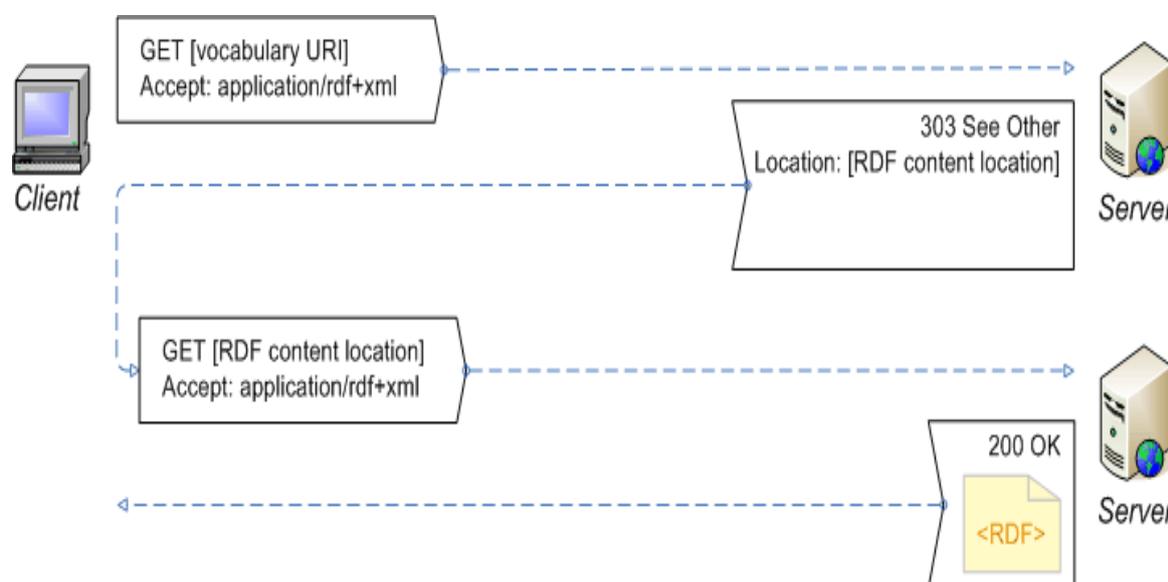


Figure 6 : Négociation de contenu entre le client et le serveur

#### 3.4.4. Inclusion des liens externes :

Le quatrième principe propose d'utiliser les hyperliens afin de connecter toutes sortes d'éléments et pas seulement des documents web : ainsi, un **hyperlien** peut être **défini entre une personne et un lieu** ou entre un **lieu et une entreprise**.

*Par exemple* : un hyperlien de type « *ami de* » pourrait être défini entre deux personnes, un autre type de lien « *habite près de* » entre une personne et un endroit. Pour les distinguer, **ces hyperliens sont appelés liens RDF**.

Le principe de Linked Data est de mettre des liens RDF pointant vers d'autres sources de données sur le Web. Ces liens RDF externes sont fondamentaux pour le Web de données car elles sont le ciment qui relie les îles de données dans un espace de données interconnectées et mondial, car elles permettent aux applications de découvrir les sources de données supplémentaires dans un mode de suivi de données.

Techniquement, un lien RDF externe est un triplet RDF, où l'objet du triplet est une référence URI dans l'espace d'un ensemble de données, tandis que le prédicat et/ou l'objet du triplet sont des références d'URI pointant dans les espaces de noms d'autres ensembles de données. Déréférencer ces URI donne une description de la ressource liée fournie par le serveur distant. Cette description contient généralement des liens RDF supplémentaires qui pointent vers d'autres URI qui à leur tour, peuvent également être déréférencés, et ainsi de

suite. C'est ainsi que des descriptions de ressources individuelles sont tissées dans le Web de données. C'est aussi la façon dont le Web de données peut être consulté en utilisant un navigateur de données liées ou analysé par le robot d'un moteur de recherche. [Tim Berners-Lee 2006].

#### **4. Web de données : [5]**

Un nombre important d'individus et d'organisations ont adopté des Linked Data comme un moyen de publier leurs données. Le résultat est un espace de données globale que nous appelons le Web de données. Le Web de données constitue un graphique géant mondial composée de milliards de déclarations RDF à partir de nombreuses sources qui couvrent toutes sortes de sujets, tels que les emplacements géographiques, des personnes, des entreprises, des livres, des publications scientifiques, des films, de la musique, de la télévision et de programmes radiophoniques, les gènes, les protéines, les médicaments et les essais cliniques, des données statistiques, des résultats de recensement, les communautés en ligne et des examens.

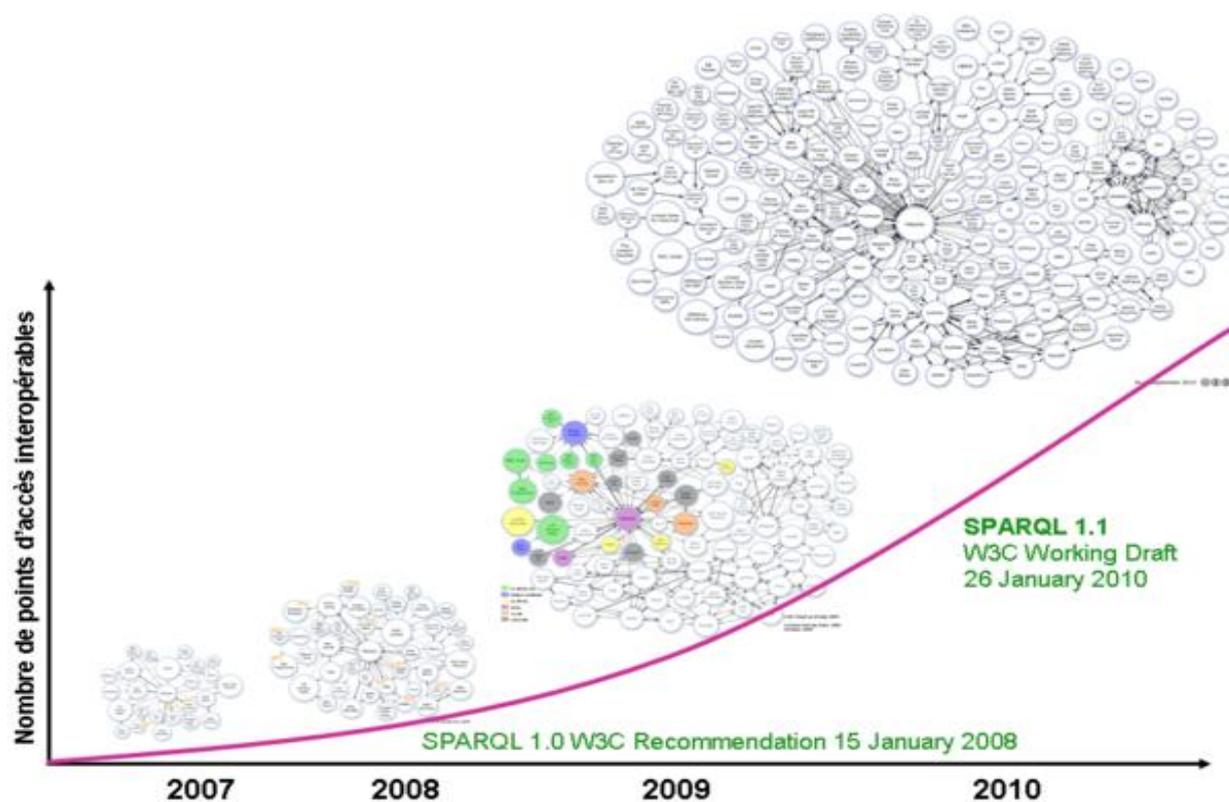
Les entités sont reliées par des liens RDF, qui permet la création d'un graphique de données globale qui se ramifie avec des sources de données et permet la découverte de nouvelles sources de données. Cela signifie que les applications n'ont pas un ensemble fixe de sources de données, mais ils peuvent découvrir de nouvelles sources de données au moment de l'exécution et cela en suivant les liens RDF.

##### **4.1. Démarrage de web de données :**

Les origines de ce Web des données se trouvent dans les efforts de la communauté de recherche du Web sémantique et en particulier dans les activités du W3C Linked Open Data (LOD), fondée en Janvier 2007. L'objectif fondateur du projet, qui a donné naissance à une communauté Linked Data dynamique et en expansion, était d'amorcer le Web de données en identifiant l'ensemble des données existantes disponibles sous les licences ouvertes, les convertir en RDF selon les principes de données liées, et de les publier sur le Web. Comme une question de principe, le projet a toujours été ouvert à toute personne qui publie des données selon les principes de Linked Data. Cette ouverture est un facteur probable dans la réussite du projet en amorçant le Web de données.

La figure 7 montre comment le nombre d'ensembles de données publiées sur le Web comme Linked Data a augmenté depuis la création du projet Open Data. Chaque nœud dans le

diagramme représente un ensemble publié comme Linked Data de données distinctes. Les arcs indiquent l'existence de liens entre les éléments des deux ensembles de données. Les arcs lourds correspondent à un plus grand nombre de liaisons, alors que des arcs bidirectionnels indiquent que les liaisons vers l'extérieur existent entre les deux ensembles de données.



*Figure 7 : Croissance de nombre d'ensemble de données publiées sur le Web comme Linked Data*

## 4.2. Topologies de web de données :

Cette section propose un aperçu de la topologie du Web de données telle qu'elle était en septembre 2011. Les jeux sont classés selon les domaines suivants : géographie, gouvernement, médias, bibliothèques, sciences de la vie, commerce, contenu généré par les utilisateurs, jeu de données à la croisée de plusieurs domaines.

### ❖ Données multi domaines :

Parmi les premiers jeux de données, certains n'étaient pas propres à un domaine en particulier mais en couvraient plusieurs. L'exemple principal de données liées multi domaines est DBpedia, un jeu de données automatiquement extraites des pages publiques de Wikipédia. Une URI DBpedia est automatiquement attribuée à l'article Wikipédia correspondant.

**❖ Données provenant des médias :**

L'une des premières organisations à avoir reconnu le potentiel des données liées et à avoir adopté ses principes et technologies dans sa stratégie de publication et d'organisation de contenu est la BBC. Dans ce cas, le but de l'utilisation de RDF n'était pas d'exposer des données liées pour une consommation par des tiers, mais de faciliter la gestion et le stockage en interne des données ainsi que leur intégration dans un domaine.

**❖ Bibliothèques et éducation :**

L'obligation pour les bibliothèques de fournir de nouveaux moyens de découverte et leur grande expérience dans la production de données structurées de qualité font de ces établissements des acteurs complémentaires naturels des données liées. Ce domaine a vécu plusieurs développements récents dans l'indexage des catalogues

**❖ Données des sciences de la vie :**

Le projet des données liées a été largement adopté par la communauté des sciences de la vie en tant que technologie pour connecter divers jeux de données utilisées par les chercheurs.

**❖ Vente et commerce :**

Le livre RDF Book Mashup fournit un exemple récent de publication de données liées sur le commerce et la vente au détail.

**❖ Contenu généré par les utilisateurs et les médias sociaux :**

Certains des jeux de données les plus récents sont fondés sur la conversion ou sur des couches de sites Web 2.0 contenant de larges volumes de contenus générés par les utilisateurs. Cela a produit des jeux de données et des services tels que DBpedia et FlickrWrapp. Ils ont été complétés par des sites de contenus produits par les utilisateurs, sites bâtis avec des supports natifs pour les données liées, par exemple Revyu.com pour les systèmes de commentaires et de classements par votes et Faviki pour annoter du contenu de pages web avec des URIs de données liées.

**5. Open Data set:****5.1. Définition de l'Open Data Set: [12]**

Une donnée ouverte est une information publique brute, qui a vocation à être librement accessible et réutilisable. La philosophie pratique de l'open data préconise une libre disponibilité pour tous et chacun, sans restriction de copyright, brevets ou d'autres mécanismes de contrôle.

En informatique, l'open data est une information structurée publique ou privée et généralement non utilisable par un humain mais interprétable par une machine.

## 5.2. Les langages du web sémantique qu'on utilise pour représenter l'open data set :

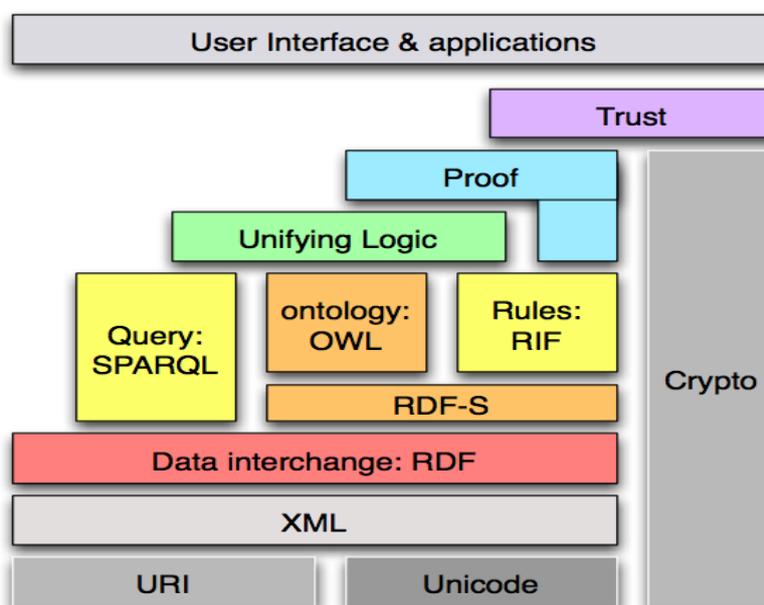


Figure 8: Pyramide des technologies du Web Sémantique [11]

### 5.2.1. URI : Uniform Resource Identifier [6]

L'identifiant uniforme de ressource est une courte chaîne de caractères identifiant une ressource sur un réseau physique ou abstrait, et dont la syntaxe respecte les normes.

Les URIs sont la technologie de base du World Wide Web car tous les hyperliens du Web sont exprimés sous forme d'URI. Ils permettent donc l'identification des ressources sur internet mais également de créer des liens entre elles.

Un URI doit permettre d'identifier une ressource de manière permanente, même si la ressource est déplacée ou supprimée. Bien que les URIs soient très largement utilisés dans le monde informatique, on en retrouve d'autres applications, comme dans la bibliothéconomie : ainsi le code ISBN (International Standard Book Number), qui est l'identifiant unique d'un livre, et permet de retrouver celui-ci depuis n'importe quelle librairie ou bibliothèque, dans le monde entier. On peut considérer également les codes-barres comme une métaphore d'URI, dans le monde physique : un code-barre ne localise pas un produit mais l'identifie, comme l'ensemble des exemplaires d'un produit et pas chaque exemplaire individuellement.

Un URI peut être de type « locator » ou « name ». Un Uniform Resource Locator (URL) est un URI qui, outre le fait qu'il identifie une ressource sur un réseau, fournit les moyens d'agir sur une ressource ou d'obtenir une représentation de la ressource en décrivant son mode d'accès primaire ou son « emplacement » dans le réseau. Un Uniform Resource Name (URN) est un URI qui identifie une ressource par son nom dans un espace de noms. Un URN peut être employé pour parler d'une ressource sans que cela préjuge de son emplacement ou de la manière de la référencer. Par exemple, l'URN `urn:isbn:978-85-86368-21-9` est un URI qui, étant un numéro de l'International Standard Book Number (ISBN), permet de faire référence à un livre, mais ne suggère ni où, ni comment en obtenir une copie réelle.

Le point de vue actuel du groupe de travail qui supervise les URI est que les termes URL et URN sont des aspects dépendants du contexte des URI, et que l'on a rarement besoin de faire la distinction entre les deux. Dans les publications techniques du W3C, le terme URL n'a pas été reconnu pendant longtemps, parce qu'il était rarement nécessaire de faire une distinction entre les URL et les URI. Cependant, dans des contextes non techniques, le terme URL reste omniprésent. De plus, le terme adresse web, qui n'a pas de définition formelle, est souvent employé dans des publications non techniques comme synonyme d'URL ou URI, bien que généralement il ne se réfère qu'aux protocoles HTTP.

D'après Alexandre Monnin, l'« U » qui compose le sigle URI est plutôt « **universel** » que « **uniforme** ». « Universel », ici, signifie qu'une ressource est dotée d'un certain sens, qui demeure peu ou prou constant quelles que soient les représentations transmises par un serveur. Celles-ci sont susceptibles d'évoluer dans le temps ou de façon ponctuelle, selon les spécificités de la requête posée.

Et il ajoute encore : « En d'autre terme, le Web a toujours été un Web de ressources inaccessibles dont, en définitives, seules les représentations s'échangent entre clients et serveurs. Conséquence immédiate, dès la fin des années 90 on ne parla plus d'URLs mais d'URIs car le principe d'identification des ressources (et non l'adressage des documents) était désormais acquis (le glissement du document vers la ressource coïncidant avec l'adoption définitive des URIs en lieu et place des URLs). Dès lors qu'une ressource n'est de toute façon jamais accessible, fut-elle une « page » comme celle du Monde ou une personne, on ne peut plus distinguer les URIs qui identifient de soi-disant documents de celle qui identifient des choses. Dans les deux cas, elles identifient des ressources, quelles qu'elles soient, et donnent accès à leurs représentations. »

Les interactions entre la ressource, sa représentation et son URI peuvent être mieux visualisés dans le schéma suivant :

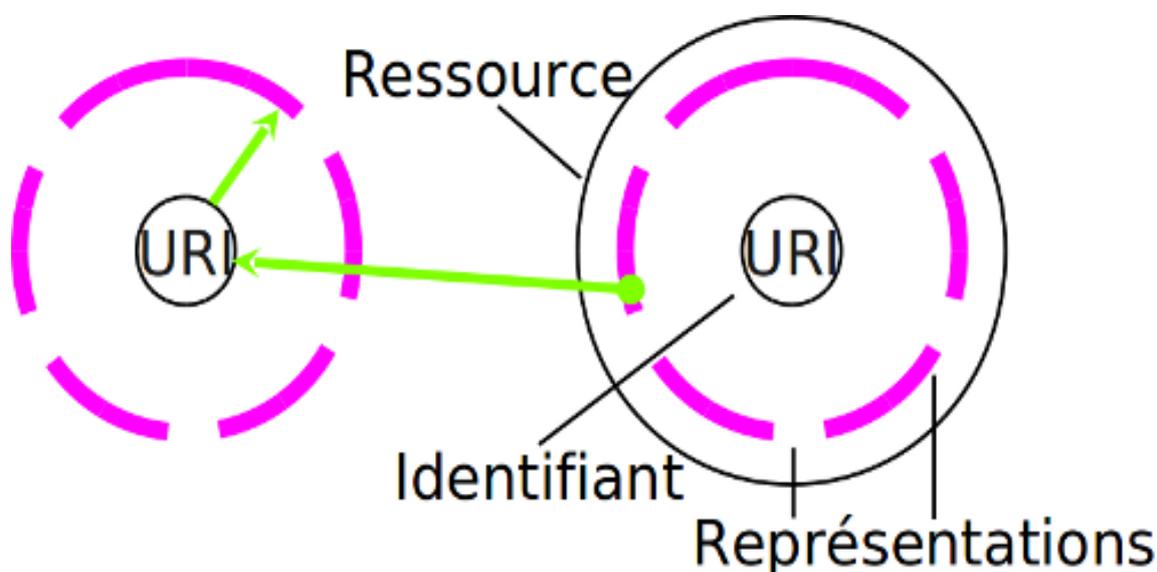


Figure9 : Uniform Resource Identifier

### 5.2.2. XML : Extensible Markup Language [6] [7]

Le langage de balisage extensible est un langage informatique de balisage générique. Cette syntaxe est dite extensible car elle permet de définir différents espaces de noms, c'est-à-dire des langages avec chacun leur vocabulaire et leur grammaire. Cette syntaxe est reconnaissable par son usage des chevrons « < > » encadrant les balises. L'objectif initial est de faciliter l'échange automatisé de contenus complexes entre systèmes d'informations hétérogènes, toujours de façon à promouvoir l'interopérabilité.

Avec ses outils et langages associés une application XML respecte généralement certains deux grands principes :

- la structure d'un document XML est définie et validable par un schéma ;
- un document XML est entièrement transformable dans un autre document XML.

Dans le cours du temps, le langage XML a été largement utilisé, constatant et favorisant l'interopérabilité. La disponibilité d'une syntaxe standard et d'outils de manipulation réduit significativement le coût du cycle de développement, permettant à des programmes de modifier et de valider, sans connaissances préalables, des documents écrits dans ce langage.

En effet, avant l'avènement du populaire langage généraliste de description de données qu'est XML, les concepteurs de logiciels avaient pour habitude de définir leurs propres formats de fichiers ou leurs propres langages pour partager les données entre programmes. Ceci nécessitait de concevoir et de programmer des analyseurs syntaxiques dédiés, ces tâches et bien d'autres s'effectuent désormais avec des outils XML standardisés.

Ses deux caractéristiques essentielles (être générique et extensible) permettent de structurer une grande variété de contenus, car le langage employé (sa grammaire et son vocabulaire) peut être redéfini.

Enfin, XML est une syntaxe très générique de balisage, propre à de nombreux usages et qui sert à stocker et à transférer des données structurées entre systèmes d'informations hétérogènes.

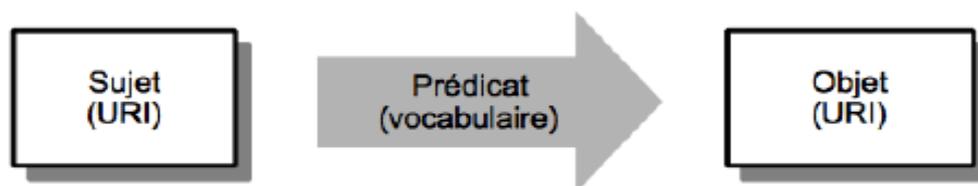
### 5.2.3. RDF : Ressources Description Framework [4]

RDF (Resource Description Framework) n'est pas à proprement parler un langage. Il s'agit plutôt d'un modèle de données pour décrire des ressources sur le web. On entend par ressource toute entité que l'on veut décrire sur le web mais qui n'est pas nécessairement accessible sur le web.

RDF nous permet d'annoter sémantiquement les ressources, il propose un modèle de données simple fournissant un langage de représentation des propriétés et des relations des ressources du Web

- Représentation d'informations sur les ressources du Web.
- Information destinée aux applications (pas aux humains) d'extraction d'information, ou aux services web.
- Structure de graphe orienté : on décrit des arcs.

Basé sur le méta- langage eXtensible Markup Language (XML), RDF est la pierre angulaire du web sémantique. RDF établit des relations en utilisant le concept de triplet. RDF est un modèle de graphes censé représenter les diverses ressources du Web afin d'en permettre le traitement automatique. Ce schéma RDF est représenté par un ensemble d'énoncés (statements). Chaque énoncé est un triplet  $\langle S, P, O \rangle$  d'où **S** est le sujet, **P** est le prédicat, **O** est l'objet.



**Figure10 : Ressources Description Framework**

*Le sujet* d'un triplet est l'URI identifiant la ressource décrite.

*L'objet* peut être soit une valeur littérale (une chaîne de caractères, un nombre ou une date), soit une URI d'une autre ressource qui est liée, d'une manière ou d'une autre, à l'objet.

*Le prédicat*, au milieu, indique le type de relation qui relie le sujet à l'objet (par exemple, le nom ou le numéro de sécurité sociale, pour une valeur littérale ; une connaissance ou un membre de la famille, pour une autre ressource). Il est aussi identifié par une URI.

Ces URIs de prédicats proviennent des « vocabulaires ». Ce sont des collections d'URI qui peuvent être utilisées pour représenter l'information dans un certain domaine (par exemple FOAF, DC, etc.).

On distingue deux types principaux de triplets RDF : les triplets littéraux et les liens RDF.

- **Les triplets littéraux** : ont un objet RDF littéral et servent à décrire les propriétés (ou attributs) d'une ressource.
- **Les liens RDF** : permettent de modéliser des relations entre 2 ressources, et comprennent 3 références d'URI (2 pour le sujet et l'objet qui identifient les ressources liées, et une URI pour le prédicat qui définit le type de relation entre les ressources).

- Les liens RDF internes relient des ressources dans une seule source de données liées (les URI des sujets et des objets sont dans le même espace de noms) ;

- Les liens externes connectent des ressources dans des sources de données liées différentes (URI des sujets et objets des liens externes sont dans des espaces de noms différents).

Par exemple, si je veux exprimer l'assertion suivante «*Tim Berners-Lee est une personne*», elle correspond à la relation par le concept «*est*» des entités «*Tim Berners-Lee*» et du concept de «*personne*». Graphiquement, il peut être représenté ainsi :



*Figure 11 : Un exemple d'un modèle RDF*

Si on remplace, chacun des signifiés par son signifiant sous la forme d'une URI :

Sujet	Prédicat	Objet
<http://www.w3.org/People/Berners-Lee/card#i>	<http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type>	<http://xmlns.com/foaf/0.1/Person>

*Figure 12: Format d'une URI*

**Et sa représentation en syntaxe XML :**

```
<rdf:RDF
xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type"
xmlns:rdf="http://purl.org/dc/elements/1.1/">
<rdf: Description rdf:about="http:// dbpedia.org/resource/Bertrand_Delanoë ">
<dc: title> Bertrand_Delanoë </dc:title>
</rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

Si, à présent, On souhaite exprimer l'assertion suivante «**L'article Semantic Web a pour créateur Tim Berners-Lee**», elle sera exprimée de la manière suivante :

Sujet	Prédicat	Objet
<http://www.sciam.com/article.cfm?id=th e-semantic-web>	<http://purl.org/dc/terms/creator>	<http://www.w3.org/People/Berners-Lee/card#i>

Le modèle RDF propose donc une logique formelle (une phrase simple) pour encoder une donnée (étant entendue comme la relation entre deux signes) en s'appuyant sur les principes des triplets et de l'architecture du Web. Ainsi, chaque membre du triplet est une ressource qui peut-elle-même être le sujet ou l'objet d'autres assertions (le cas du prédicat est

particulier de ce point de vue). Néanmoins, comme certains types de données ne sont pas forcément des entités, l'objet peut aussi être une chaîne de caractères, une date, un entier... ce qui est désigné par le terme «littéral». Par exemple, si je souhaite exprimer l'assertion «**Tim Berners-Lee a pour nom "Tim Berners-Lee"**», elle sera exprimée de la manière suivante :

Sujet	Prédicat	Objet
<http://www.w3.org/People/Berners-Lee/card#i>	<http://xmlns.com/foaf/0.1/name>	"Tim Berners-Lee"

**Le graphe :** Comme nous l'avons vu précédemment, un triplet peut être représenté sous la forme d'un graphe dont le sujet et l'objet sont les sommets et le prédicat un arc orienté. Ainsi, un triplet RDF est un graphe orienté.

La somme des triplets sur les différentes entités forme un graphe d'où l'expression «Giant Global Graph» utilisée pour la première fois en novembre 2007 par Tim Berners-Lee pour désigner la somme de l'ensemble des triplets disponibles sur le Web. Par exemple, la représentation des triplets précédents forme le graphe suivant :

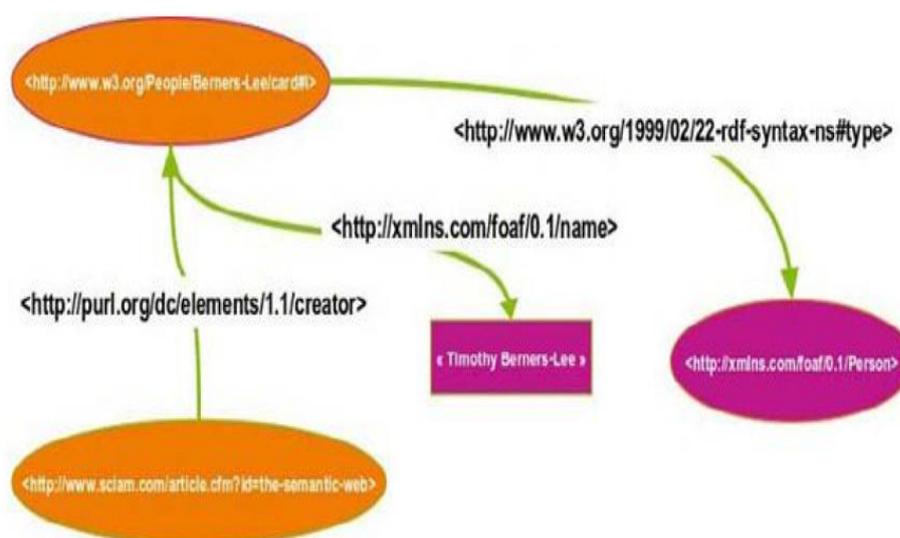


Figure 13 : Graphe de plusieurs triplets RDF

#### 5.2.4. RDF Schema : Ressources Description Framework Schema [8]

Le modèle RDF Schéma ou RDFS est un langage extensible de représentation des connaissances qui fournit des éléments de base pour définition d'ontologies vocabulaires

destinés à structurer des ressources RDF. Les composants principaux de RDFS sont intégrés dans un langage d'ontologie plus expressif, OWL.

RDF Schema précise la notion de propriété définie par RDF en permettant de donner un type ou une classe au sujet et à l'objet des triplets.

#### Exemple : [4]

```
<rdf:RDF
xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
xml:base="http://dbpedia.org/resource/nom #">
<rdfs:Class rdf:about="Article">
<rdfs:label xml:lang="en-US">l'article scientifique</rdfs:label>
</rdf:Class>
<rdfs:Property rdf:about="title">
<rdfs:label xml:lang="en-US">titre de l'article scientifique</rdfs:label>
<rdfs:domain rdf:resource="Article"/>
<rdfs:range rdf:resource="&xsd:string"/>
</rdf:Class>
<rdfs:Property rdf:about="pageNum">
<rdfs:label xml:lang="en-US">nombre de pages</rdfs:label>
<rdfs:domain rdf:resource="Article"/>
<rdfs:range rdf:resource="&xsd:integer"/>
</rdf:Class>
</rdf:RDF>
```

### 5.2.5. OWL: Web Ontology Language [9]

Le langage d'ontologie du Web est un langage de représentation des connaissances construit sur le modèle de données de RDF. Il fournit les moyens pour définir et modéliser des ontologies web structurées.

En pratique, le langage OWL est conçu comme une extension de Resource Description Framework (RDF) et RDF Schema (RDFS). OWL est donc destiné à la description de classes et de types de propriétés. De ce fait, il est plus expressif que RDF et RDFS, auxquels certains

reprochent une insuffisance d'expressivité due à la seule définition des relations entre objets par des assertions. OWL apporte aussi une meilleure intégration, une évolution, un partage et une inférence plus facile des ontologies.

Aux concepts de classe, de ressource, de littéral et de propriétés des sous-classes, de sous-propriétés, de champs de valeurs et de domaines d'application déjà présents dans RDFS, OWL ajoute les concepts de classes équivalentes, de propriétés équivalentes, d'égalité de deux ressources, de leurs différences, du contraire, de symétrie et de cardinalité. OWL est donc un moyen normalisé de décrire un vocabulaire pour les machines.

### 5.2.6. SPARQL: Simple Protocol and RDF Query Language [6] [10]

SPARQL est un langage de requête et un protocole qui permet de rechercher, d'ajouter, de modifier ou de supprimer des données RDF disponible sur le Web.

On pourrait oser dire que SPARQL est l'équivalent du langage SQL (Structured Query Language), le langage informatique normalisé qui sert à effectuer des opérations sur des bases de données. En utilisant SQL, on accède aux données d'une base de données via ce langage de requête, alors qu'avec SPARQL, on accède aux données structurées du Web des données. Cela signifie qu'en théorie, on pourrait accéder à toutes les données du Web avec ce standard, grâce à l'interopérabilité.

À côté du modèle RDF, SPARQL est une des technologies clés du Web sémantique. SPARQL est adapté à la structure spécifique des graphes RDF, et s'appuie sur les triplets qui les constituent. En cela, il est différent du classique SQL (langage de requête qui est adapté aux bases de données de type relationnelles), mais s'en inspire clairement dans sa syntaxe et ses fonctionnalités.

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 ;

- une requête **CONSTRUCT**, de type constructive, engendre un nouveau graphe qui complète le graphe interrogé.

Par exemple sur un graphe RDF contenant des informations généalogiques, on pourra par une requête **SELECT** trouver les parents ou grands-parents d'une personne donnée, et par

des requêtes CONSTRUCT ajouter des relations frère-sœur, cousin-cousine, oncle-neveu, qui ne seraient pas explicitement déclarées dans le graphe initial.

L'adoption du langage de requête SPARQL permettra dans un exemple hypothétique, afficher la description de chaque ingrédient durant la diffusion d'une émission des recettes culinaires. Les téléspectateurs pourront associer ces ingrédients-là aux fiches qu'ils trouveraient dans le lexique (hébergé dans une base de données) du Programme National Nutrition Santé – Manger Bouger – et aux articles de Wikipédia.

## 6. Ontologie : [6]

### 6.1. Ontologie : mot polysémique

Le terme « ontologie » couvre au moins trois champs de la science. En philosophie, l'ontologie est la branche de la métaphysique concernant l'étude de l'être ; en médecine, l'ontologie s'intéresse à la genèse des maladies ; en informatique, une ontologie est un système de représentation des connaissances.

Ce n'est pas vraiment évident de comprendre l'emploi du terme ontologie dans les champs des sciences de l'information et de l'informatique, possiblement due à son appropriation de la philosophie.

En philosophie, l'ontologie (du grec **onto**, « **étant** ») est l'étude de l'être en tant qu'être, c'est-à-dire l'étude des propriétés générales de ce qui existe. Par analogie, le terme a été repris en informatique et en sciences de l'information, où une ontologie est l'ensemble structuré des termes et concepts représentant le sens d'un champ d'informations, que ce soit par les métadonnées d'un espace de noms, ou les éléments d'un domaine de connaissances.

Le terme renvoie alors à la « théorie de l'existence », c'est-à-dire la théorie qui tente d'expliquer les concepts qui existent dans le monde et comment ces concepts s'imbriquent et s'organisent pour donner du sens.

### 6.2. L'ontologie des connaissances

L'ontologie constitue en soi un modèle de données représentatif d'un ensemble de concepts dans un domaine, ainsi que des relations entre ces concepts. Elle est employée pour raisonner à propos des objets du domaine concerné.

Dans une phrase: "**L'ontologie est aux données ce que la grammaire est au langage**".

Les concepts sont organisés dans un graphe dont les relations peuvent être :

- des relations sémantiques,
- des relations de subsomption (inclusion).

L'objectif premier d'une ontologie est de modéliser un ensemble de connaissances dans un domaine donné, qui peut être réel ou imaginaire.

Les ontologies informatiques sont des outils qui permettent précisément de représenter un corpus de connaissances sous une forme utilisable par un ordinateur.

Les ontologies sont employées dans l'intelligence artificielle, le Web sémantique, le génie logiciel, l'informatique biomédicale et l'architecture de l'information comme une forme de représentation de la connaissance au sujet d'un monde ou d'une certaine partie de ce monde.

L'appropriation du concept informatique d'ontologie par les langages documentaires s'explique par le fait que les ontologies servent à normaliser un corpus de termes et à expliciter les liens sémantiques qui les attachent.

Les ontologies décrivent généralement :

- **individus** : les objets de base,
- **classes** : ensembles, collections, ou types d'objets,
- **attributs** : propriétés, fonctionnalités, caractéristiques ou paramètres que les objets peuvent posséder et partager,
- **relations** : les liens que les objets peuvent avoir entre eux,
- **événements** : changements subis par des attributs ou des relations.

Les ontologies peuvent aussi être distinguées selon plusieurs niveaux, selon le domaine modélisé et éventuellement les tâches pour lesquelles elles sont conçues:

- **les ontologies d'application**: ont un domaine de validité restreint et correspondent l'exécution d'une tâche.

- **les ontologies de domaine** : ont un faisceau plus large, une bonne précision et ne sont pas propres à une tâche particulière.
- **les ontologies générales** : ne sont pas propres à un domaine. Leur précision est moyenne.
- **les ontologies supérieures** : représentent des concepts généraux comme l'espace, le temps ou la matière. Elles sont universelles et les concepts des trois autres types d'ontologie peuvent y faire référence.

Pour Gruber « une ontologie est la spécification d'une conceptualisation d'un domaine de connaissance ». Ainsi, une ontologie est la conceptualisation d'un domaine, c'est-à-dire un choix quant à la manière de décrire un domaine. C'est la spécification de cette conceptualisation, sa description formelle. Elle est aussi une base de formalisation des connaissances. Elle se situe à un certain niveau d'abstraction et dans un contexte particulier. Elle est encore une représentation d'une conceptualisation partagée et consensuelle, dans un domaine particulier et vers un objectif commun; elle classifie en catégories les relations entre les concepts.

Selon Jacques Chaumie « une ontologie fournit le vocabulaire spécifique à un domaine de la connaissance et, selon un degré de formalisation variable, fixe le sens des concepts et des relations qui les unissent ». Il complète cette première définition en stipulant que les composants d'une ontologie comprend : une ou plusieurs taxonomies, ordonnées en classes et sous-classes composées d'instances représentant les individus ou objets ; les types d'attributs ou propriétés qui peuvent être attachés à ces objets ; les types de relations entre les concepts d'une taxinomie; des axiomes ou des règles d'inférence permettant de définir les propriétés de ces relations.

Il s'agit, donc, de normaliser les termes d'un fonds lexical d'un domaine/métier donné, d'analyser d'un point de vue linguistique ce fonds, de l'uniformiser sémantiquement et d'établir les relations entre les mots ou les syntagmes.

Cela dit par Jean Delahousse :

« L'ontologie a pour objectif dans un domaine métier donné, de disposer d'un ensemble de concepts métiers non ambigus et de leur organisation par des relations hiérarchiques ou des relations sémantiques. Une ontologie métier s'inscrit dans une modélisation qui permet de définir les classes de concepts (termes, personnes, projets,

molécules, hébergements...), leurs attributs descriptifs (nom, acronyme, définition, taille, âge, date de début, localisation...) ainsi que les types de relations sémantiques pouvant les relier (est un sous concept de, travaille avec, est une filiale de, a une interaction médicamenteuse avec...). Une ontologie bien réalisée permet d'effectuer des inférences et du raisonnement automatisé (ex: trouver les sociétés produisant des molécules ayant une interaction médicamenteuse avec un des produits de la société X). »

Il ajoute que « en raison de ses capacités de modélisation de différents organisation de termes, les ontologies offrent une grande souplesse pour gérer : des ressources terminologiques organisées sous forme de listes de référence, de thésaurus... ; des taxonomies de classification ou de navigation; des représentations des connaissances en reliant les concepts métier par des relations sémantiques ; des relations d'équivalence ou de correspondance entre des référentiels devant être alignés pour des besoins d'interopérabilité. »

En bref, pour les sciences de l'information, une ontologie est un réseau sémantique qui regroupe un ensemble de concepts décrivant complètement un domaine. Ces concepts sont liés les uns aux autres par des relations taxinomiques (hiérarchisation des concepts) d'une part, et sémantiques d'autre part.

Parmi les outils qui ont été conçus pour l'élaboration et déploiement des ontologies, **Protégé** se met en évidence. Il est le plus connu et le plus utilisé des éditeurs d'ontologie. Open-source, développé par l'université Stanford, il a évolué depuis ses premières versions (2000) pour intégrer à partir de 2003 les standards du Web sémantique et notamment le langage de représentation d'ontologies Web Ontology Language (OWL), qui fournit les moyens pour définir des ontologies web structurées, avec des interfaces graphiques.

## **Conclusion :**

Les Données liées est un concept très puissant qui n'a pas connu jusqu'à présent beaucoup d'évolution. Cette technologie est très importante et utile pour découvrir des nouvelles informations, d'y accéder, de les intégrer et de les utiliser dans des applications grâce à l'utilisation des liens RDF externes qui permet de rendre le web un espace de données interconnectés.

## Introduction :

Au passé, les discussions sur open education ont tendance à se concentrer sur le contenu et les ressources éducatives principalement ouvertes (OER), accessibles librement, les ressources ouvertement sous licence qui sont utilisés pour l'enseignement, learning, l'évaluation et à des fins de recherche. Cependant Open Education est une bête complexe composé de nombreux aspects, dont open data est un élément important.

Quand on mentionne les open data dans l'éducation une multitude de questions se posent: à partir de la technique (que ce qu'un open data ? que ce qu'un linked data ? Comment puis-je crée un open data set ? ), La sémantique (quelle est la différence entre les données éducatives libres et open data dans l'éducation?), au plus philosophique (ce qui est exactement open education ? Comment pouvons- nous nous assurer que « open » signifie « accessible à tous » ? Comment peut-on ouvrir les données utiles? ) .Toutes ces questions valables, mais pas toutes avec des réponses droites à terme; mais l'exploration autour de ce qui pourrait prétendre être des réponses à ces questions est tout à fait dans la portée de Educationnal Linked Open Data.

### 1. Pourquoi linked data pour l'éducation ? [14]

E-learning a évolué avec le Web. Même si des systèmes dédiés tels que Moodle et Blackboard sont encore largement utilisés, ces systèmes sont de plus en plus complétés ou remplacés par des services populaires de Web 2.0, tels que Facebook, Twitter, Skype et Google Docs. `Moderne' e-learning se déroule dans un navigateur Web ordinaire, et il est souvent liée à l'utilisation régulière de Web – variable d'utiliser des références telles que Google et Wikipédia à interagir avec vos amis via Facebook et de vérifier les nouvelles régulièrement.

Linked Data fournit un moyen de partager efficacement et la réutilisation le contenu d'apprentissage, les références de matériels et les informations sur les apprenants. Ainsi, il serait plus facile et demande moins de temps pour créer des cours, comme beaucoup de matériel est déjà disponible sur le Web. Il serait possible de trouver des liens vers les connexes des cours et de leurs fournit à vos élèves. Vos élèves l'utilisent avec les informations sur le profil des autres systèmes, le contenu des cours peut être personnalisé pour les besoins des étudiants. Pour la recherche dans learning amélioré par la technologie, linked data fourniraient de vastes data set pour l'analyse et évaluation. Jusqu'à présent, il y a seulement réceptrice limitée des principes de linked data dans le domaine éducatif, même si un certain

nombre des universités et des fournisseurs de données éducatives ont commencé à adopter ces principes, conduisant à data set tels que Italien National Research Council Open Data (<http://data.cnr.it>) ou mEducator Linked Educationnal Ressource (<http://linkededucation.org/meducator>).

## 2. Les données éducatives sur le web : [15]

### 2.1. Data set pour l'éducation :

Ressources éducatives libres (OER) sont matériel éducatifs librement disponible en ligne. La grande disponibilité des ressources éducatives est un objectif commun pour les universités, les bibliothèques, les archives et autres knowledgeintensive institutions soulevant un certain nombre de questions, en particulier en ce qui concerne l'interopérabilité des métadonnées Web - échelle ou juridique, ainsi que des aspects de licence. Plusieurs normes concurrentes et schémas de métadonnées pédagogiques ont été proposés au fil du temps , y compris IEEE LTSC LOM (Learning Object Metadata ) , l'un des plus large adoptée , IMS , ISO / IEC MLR - ISO 19788 Métadonnées pour les ressources learning ( MLR ) et Dublin Core. L'adoption d'un seul schéma de métadonnées est généralement pas suffisant pour caractériser efficacement learning des ressources. En tant que solution à ce problème, un certain nombre de taxonomies, vocabulaires, des politiques et des lignes directrices (appelés Profils d'application) sont définis. Certains exemples populaires sont : UK LOM Core, DC-ED et ADL SCORM.

En raison de la diversité des normes référentiels exploitées OER existantes offrent des ensembles de données très hétérogènes, différant par rapport au schéma, vocabulaires exploités, et des mécanismes d'interface. Par exemple, Open- Learn est la contribution de l'Open University du Royaume-Uni à le mouvement OER et il est membre du MIT Open Courseware (OCW) Consortium. Le matériel vidéo de OpenLearn, distribué par iTunesU a atteint plus de 40 millions de téléchargements en moins 4 ans. L'une des plus grandes collections et diverses de OER peut être trouvé dans le GLOBE (Global Learning Objets Brokered Exchange) où conjointement, près 1,2 millions d'objets learning sont partagés.

En ce qui concerne la présence de l'information éducative dans le paysage de LD, deux types de LDsets doivent être pris en considération:

- 1) data sets directement liées à l'éducation matériel et institutions, y compris l'information à partir des référentiels éducatifs ouverts et des données produites par les universités;

- 2) data sets qui peuvent être utilisées dans l'enseignement et des scénarios, sans être directement publié à cet effet.

Cette deuxième catégorie comprend par exemple des data set dans le domaine du patrimoine culturel, telles que celles mises à disposition par le Europeana projet, ainsi que par les musées individuels et bibliothèques (comme le British Museum, qui a fait leur collection disponible en tant que LD, représentant plus de 100 millions de triplets, ou la Bibliothèque Nationale de France, qui a fait l'information disponible sur 30.000 livres et 10.000 auteurs en RDF, représentant environ 2 millions de triplets). Il comprend également des informations liées à la recherche dans des domaines particuliers, et des publications apparentées (voir PubMed qui couvre plus de 21 millions de citations, à 800 millions de triplets), comme ainsi que des informations d'usage général par exemple de Wikipédia (via DBPedia.org).

En ce qui concerne la première catégorie, des initiatives ont vu le jour récemment en utilisant LD pour exposer, donner l'accès et exploiter l'information du public pour l'éducation. L'Open University au Royaume-Uni a été le premier organisme d'éducation qui a créé une plate-forme de LD pour exposer des informations à travers ses départements, et qui serait habituellement assis dans de nombreux différents systèmes, derrière de nombreuses différentes interfaces (voir <http://data.open.ac.uk> which comprend environ 5 millions de triplets environ 3.000 ressources audio -vidéo, 700 cours, 300 qualifications, 100 bâtiments, 13.000 personnes). Nombreuses autres institutions sont annoncés des plates-formes similaires, y compris au Royaume-Uni l'Université de Southampton et l'Université de Oxford. En dehors du Royaume-Uni, plusieurs d'autres universités et établissements d'enseignement se joignent le Web des données, en publiant des informations de valeur à des étudiants, des enseignants et des chercheurs avec LD. Efforts notables comprennent linked Open Data à Université de Münster, en Allemagne, et le correspondant initiative LODUM, ou l'Université norvégienne de la science et de la technologie expose ses données de la bibliothèque comme Linked Open Data. Ces universités ainsi tirer parti LD pour faciliter à la fois l'échange de données internes et utiliser les données facilement et programmation accessible aux consommateurs externes. Servant les données d'une université à travers un point final de SPARQL crée un magasin one-stop pour normalisé, accédez et, en combinaison, crée un interconnecté graphique de l'université. Les premières applications avec les étudiants comme un groupe d'utilisateurs principal ont été libérés. En outre, les métadonnées des ressources éducatives ont été exposées par le projet mEducator. Les problèmes liés à l'hétérogénéité des métadonnées peuvent être traités en convertissant les données en un format qui permet de mettre en œuvre les principes de LD.

Les plus Souvent, cela signifie que les données qui sont fournies dans le cadre de SGBDR ou en format XML ou, à l'occasion, en d'autres formats sont convertis en RDF. Le modèle de données RDF est un choix naturel car il permet une identification unique, l'interconnexion des données connexes, ainsi que l'enrichissement et de contextualisation.

Par conséquent, les outils general-purpose sont souvent utilisés pour convertir data sets propriétaires en RDF. Il est courant d'utiliser DBpedia ou d'autres grands datasets comme des « linking hubs ». L'un des avantages de cette approche est que ces data sets sont couramment utilisés par d'autres data sets, qui automatiquement conduit à une pluralité de liaisons indirectes. Dans le cas d'applications plus spécialisées, il est bénéfique si les data sets ou ontologies spécifiques au domaine peuvent être trouvés et liés. Cela a été démontré avec succès par des projets spécialisés tels que Linked Life Data en domaine biomédical, Organic.Edunet en agriculture organique et de l'agroécologie mEducator dans le domaine d'éducation médical. Un aperçu plus approfondi de LD éducatif est offert par la plate-forme de linked education, dont l'équipe internationale maintient une collection croissante de data sets, des modèles, des outils, des applications, ainsi que connexes des événements et des appels.

### **Conclusion :**

L'intégration des ressources web éducatifs devient de plus en plus important que beaucoup de métadonnées sont publié ouvertement en ligne.

Educational Linked Open Data est principalement intéressé par l'utilisation de données web ouvertes dans l'éducation, il reconnaît également la nécessité de construire une communauté dont les intérêts aller au-delà des aspects techniques de création de données et leurs utilisation.

## Introduction :

Dans le premier chapitre on a parlé sur linked data et les langages du web sémantiques qui ont utilisé pour représenter l'open data set, dans le deuxième chapitre on a bien expliqué que linked open data education est principalement intéressé par l'utilisation de données web ouvertes dans l'éducation, et dans ce chapitre nous allons présenter notre projet qui a pour le but de transformer le linked open data de la spécialité informatique de l'UMMTO en une ontologie OWL de domaine d'enseignement.

## 1. La modélisation de domaine d'enseignement pour la spécialité informatique de l'UMMTO:

La modélisation de domaine d'enseignement est parmi les priorités dans le processus de développement de tout système destiné pour l'enseignement ou la formation. En effet la matière à enseigner est l'essence même de système car si elle est mal représentée, elle va systématiquement être mal représentée aux visiteurs, ce qui est difficilement rattrapé par l'efficacité des autres modules du système.

## 2. Linked Open Data (LOD) de la spécialité informatique de l'UMMTO

Les données du département informatique de l'UMMTO sont organisées en plusieurs catégories selon le niveau d'étude et la spécialité de la formation.

Chaque cycle, niveau et spécialité d'étude contiennent leur propres modules, chaque module a aussi ses propres ressources.

Les ressources de chaque module sont de type : logiciel, multimédia, document.

Le département informatique est composé de deux formations :

- ❖ **Master** : est composé de deux niveaux d'études (Master1, Master2), chaque niveau a quatre spécialités différentes sont :
  - CPI (Conduite de projet informatique).
  - SI (Système informatique).
  - ISI (Ingénierie des systèmes d'informations).
  - RMSE (Réseau et système embarquer).
- ❖ **Licence** : est composé de deux niveaux d'études (licence2, licence3) de la spécialité Informatique générale.

Tout comme formation, licence, master avec ses spécialisées (CPI, SI, ISI, RMSE) et module représentent un data sets dans notre plateforme et leur contenu sera structuré suivant l'ontologie disciplinaire et les ressources seront représentés sous forme d'URIs.

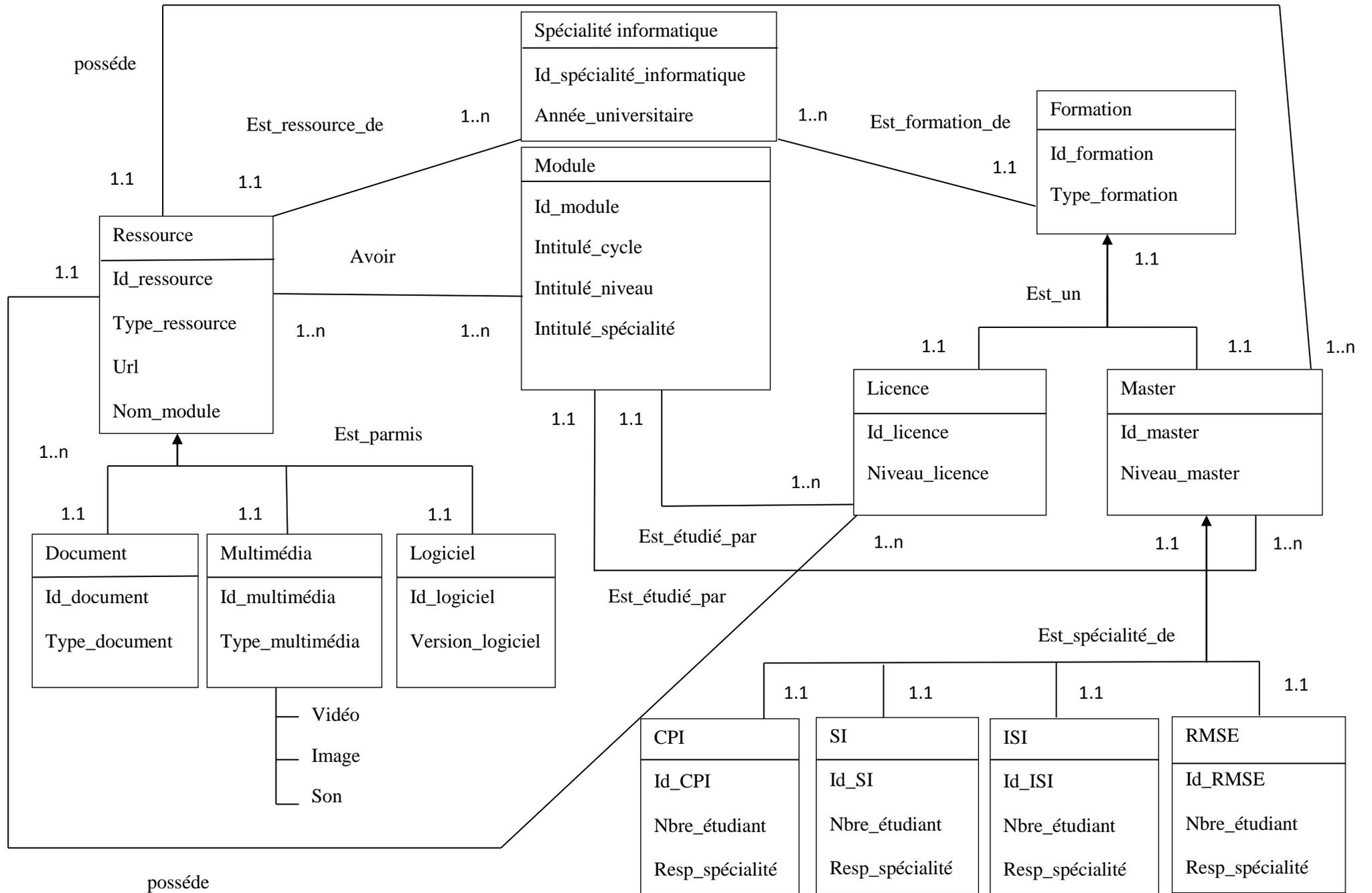


Figure 14 : LOD de la spécialité informatique

### 3. Le principe de la génération d'une base de connaissances de domaine d'enseignement de la spécialité informatique à base de l'ontologie :

Après avoir identifié les différents concepts (classes, liens) constituant l'ontologie de domaine d'enseignement, nous allons générer une base de connaissance pour ce dernier en basant sur les étapes suivantes :

- ❖ Définition des classes et sous classes,
- ❖ Définition des attributs des classes,
- ❖ Définition des associations : consiste à définir les différents liens entre les classes et les sous classes de l'ontologie,
- ❖ Instances des classes de l'ontologie.

#### 3.1. Définition des classes et sous classes de l'ontologie de domaine d'enseignement:

Classe	La correspondance en OWL
Spécialité informatique	<owl:Class rdf:ID="specialite_informatique"/>
Ressource	<owl:Class rdf:ID="ressource"/>
Formation	<owl:Class rdf:ID="formation"/>
Master	<owl:Class rdf:ID="master">
Licence	<owl:Class rdf:ID="licence">
CPI	<owl:Class rdf:ID="CPI">
SI	<owl:Class rdf:ID="SI">
ISI	<owl:Class rdf:ID="ISI">
RMSE	<owl:Class rdf:ID="RMSE">
Module	<owl:Class rdf:ID="module"/>
Document	<owl:Class rdf:ID="document">
Multimédia	<owl:Class rdf:ID="multimedia">
Logiciel	<owl:Class rdf:ID="logiciel">

*Tableau1 : les classes et les sous classes de l'ontologie de domaine d'enseignement de la spécialité informatique*

### 3.2. Définition des attributs des classes de l'ontologie de domaine d'enseignement :

Attribut	Classe	Type	Correspondance en OWL
id_specialite_informatique	Specilite informatique	String	<owl:DatatypePropertyrdf:ID="id_specialite_informatique">
annee_universitaire	Specilite informatique	String	<owl:DatatypePropertyrdf:ID="annee_universitaire">
id_ressource	Ressource	String	<owl:DatatypePropertyrdf:ID="id_ressource">
type_ressource	Ressource	String	<owl:DatatypePropertyrdf:ID="type_ressource">
url	Ressource	String	<owl:DatatypePropertyrdf:ID="url">
Nom_module	Ressource	String	<owl:DatatypePropertyrdf:ID="nom_module">
Id_document	Document	String	<owl:DatatypeProperty rdf:ID="id_document">
Type_document	Document	String	<owl:DatatypeProperty rdf:ID="type_document">
Id_multimedia	Multimedia	String	<owl:DatatypeProperty rdf:ID="id_multimedia">
Type_Multimedia	Multimedia	String	<owl:DatatypeProperty rdf:ID="type_multimedia">
Id_logiciel	Logiciel	String	<owl:DatatypeProperty rdf:ID="id_logiceil">
Version_Logiciel	Logiciel	String	<owl:DatatypeProperty rdf:ID="version_logiciel">
id_formation	Formation	String	<owl:DatatypePropertyrdf:ID="id_formation">
type_formation	Formation	String	<owl:DatatypePropertyrdf:ID="type_formation">
id_master	Master	String	<owl:DatatypePropertyrdf:ID="id_master">
niveau_master	Master	Int	<owl:DatatypePropertyrdf:ID="niveau_master">
id_licence	Licence	string	<owl:DatatypePropertyrdf:ID="id_licence">
niveau_licence	Licence	Int	<owl:DatatypePropertyrdf:ID="niveau_licence">
Id_CPI	CPI	String	<owl:DatatypeProperty rdf:ID="id_CPI">
Nbre_etudiant	CPI	Int	<owl:DatatypeProperty rdf:ID="nombre_etudiant">
Resp_specialite	CPI	String	<owl:DatatypeProperty rdf:ID="responsable_specialite">
Id_SI	SI	String	<owl:DatatypeProperty rdf:ID="id_SI">
Nbre_etudiant	SI	Int	<owl:DatatypeProperty rdf:ID="nombre_etudiant">
Resp_specialite	SI	String	<owl:DatatypeProperty rdf:ID="responsable_specialite">

Id_ISI	ISI	String	<owl:DatatypeProperty rdf:ID="id_ISI">
Nbre_etudiant	ISI	Int	<owl:DatatypeProperty rdf:ID="nombre_etudiant">
Resp_specialite	ISI	String	<owl:DatatypeProperty rdf:ID="responsable_specialite">
Id_RMSE	RMSE	String	<owl:DatatypeProperty rdf:ID="id_RMSE">
Nbre_etudiant	RMSE	Int	<owl:DatatypeProperty rdf:ID="nombre_etudiant">
Resp_specialite	RMSE	String	<owl:DatatypeProperty rdf:ID="responsable_specialite">
Id_module	Module	String	<owl:DatatypeProperty rdf:ID="id_module">
Intitule_cycle	Module	String	<owl:DatatypeProperty rdf:ID="intitule_cycle">
Intitule_niveau	Module	Int	<owl:DatatypeProperty rdf:ID="intitule_niveau">
Intitule_ specialite	Module	String	<owl:DatatypeProperty rdf:ID="intitule_specialite">

*Tableau2 : les attributs des classes de l'ontologie de domaine d'enseignement*

### 3.3. Définition des relations reliant les classes de l'ontologie d'enseignement

Relation	Classe source	Classe cible	Cardinalité	Correspondance en OWL
Est_ressource_ de	Ressource	Spécialité informatique	1,1	<owl:ObjectPropertyrdf: about="#est_ressource_de">
Est_formation _de	Formation	Spécialité informatique	1,1	<owl:ObjectPropertyrdf: about="#est_formation_de">
Est_un	Master	Formation	1,1	<owl:ObjectPropertyrdf: about="#est_un">
Est_un	Licence	Formation	1,1	<owl:ObjectPropertyrdf:about= "#est_un">
Est_specialite_ de	CPI	Master	1.1	<owl:ObjectProperty rdf:about="#est_specialite_de">
Est_specialite_ de	SI	Master	1.1	<owl:ObjectProperty rdf:about="#est_specialite_de">
Est_specialite_ de	ISI	Master	1.1	<owl:ObjectProperty rdf:about="#est_specialite_de">

Est_specialite_de	RMSE	Master	1.1	<owl:ObjectProperty rdf:about="#est_specialite_de">
Est_etudie_par	Module	Master	1.1	<owl:ObjectProperty rdf:ID="est_etudie_par">
Est_etudie_par	Module	Licence	1.1	<owl:ObjectProperty rdf:ID="est_etudie_par">
Possede	Master	Ressource	1..n	<owl:ObjectProperty rdf:ID="possede">
Possede	Licence	Ressource	1..n	<owl:ObjectProperty rdf:ID="possede">
Est_parmis	Document	Ressource	1.1	<owl:ObjectProperty rdf:about="#est_parmis"/>
Est_parmis	Multimédia	Ressource	1.1	<owl:ObjectProperty rdf:about="#est_parmis"/>
Est_parmis	Logiciel	Ressource	1.1	<owl:ObjectProperty rdf:about="#est_parmis"/>
Avoir	Module	Ressource	1..n	<owl:ObjectProperty rdf:ID="avoir">

*Tableau3 : les relations reliant les classes de l'ontologie de domaine d'enseignement*

### 3.4. Les instances des classes module et logiciel de l'ontologie d'enseignement :

La dernière étape de la construction d'une ontologie est la création des instances, ces derniers constituent l'ensemble des objets des classes.

#### 3.4.1. Instances de la classe module :

Classe	Instance
Module	1. Java EE
	2. Génie logiciel

*Tableau4 : Instances de la classe module*

### 3.4.2. Instances de la classe logiciel :

Classe	Instance
Logiciel	1. Netbeans
	2. Protégé
	3. Virtuoso

*Tableau5 : Instances de la classe logiciel*

## 4. Edition et visualisation de l'ontologie de domaine d'enseignement de la spécialité informatique avec l'outil protégé:

Après avoir terminé la conception de l'ontologie nous allons à présent passer à l'édition de celle-ci tout en utilisant l'éditeur d'ontologie « **Protégé version 3.4.8** », c'est un éditeur open source disponible à l'adresse <http://protege.stanford.edu>, développé au département d'Informatique Médicale de l'Université de Stanford. Cela nous permet en effet d'utiliser les technologies du web sémantique. On a choisi protégé comme outil d'édition de l'ontologie de domaine d'enseignement car il permet de représenter tous les concepts de l'ontologie sous forme OWL DL. Il a été utilisé dans l'objectif de générer automatiquement le fichier OWL correspond à l'ontologie et pour également pouvoir le tester au fur et à mesure avec des requêtes écrites avec le langage **SPARQL**. Il est à noter par ailleurs que <<Protégé>> offre bien sûr beaucoup d'autres fonctionnalités, mais qu'on n'a certainement pas toutes utilisées.

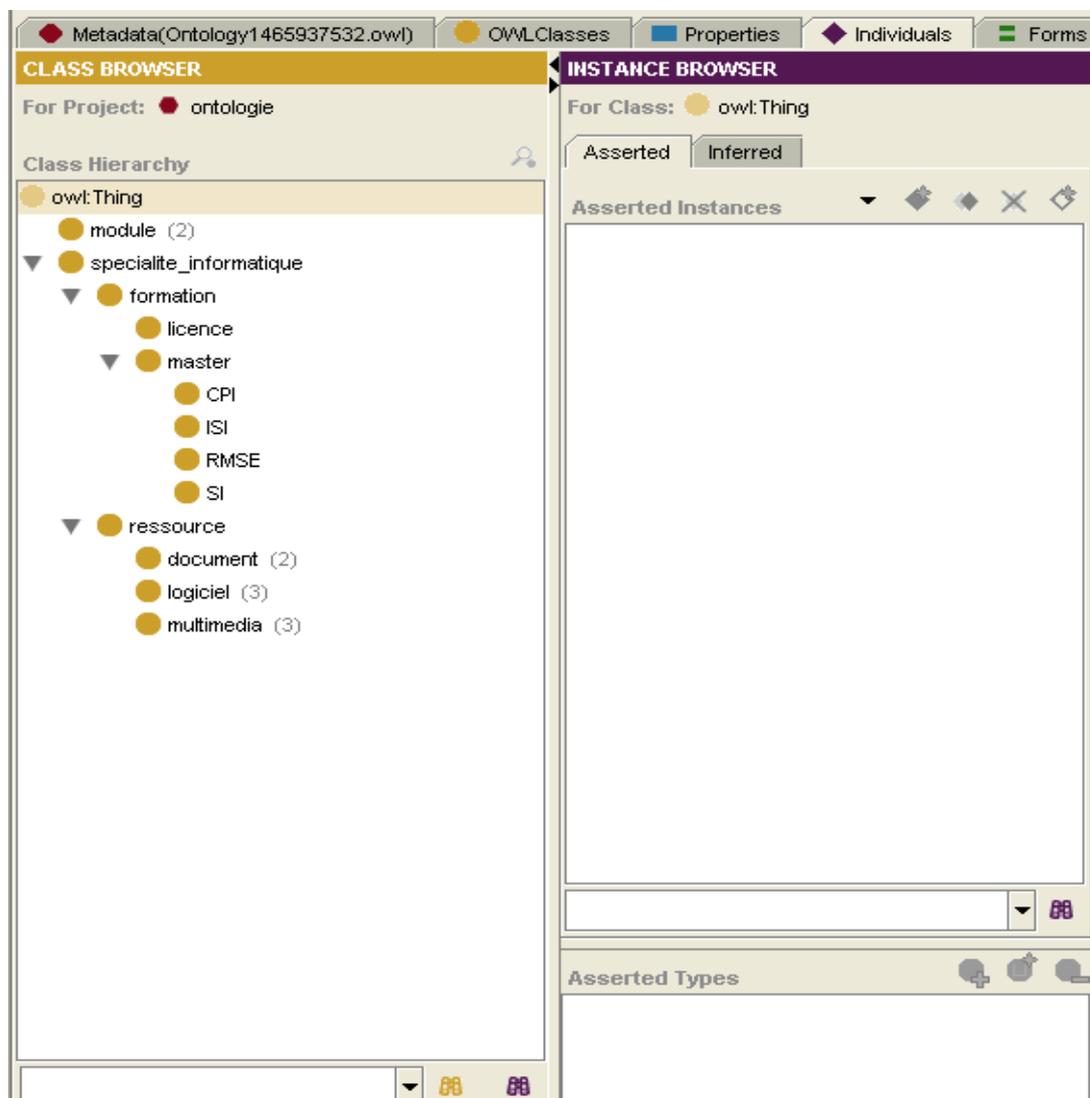
### 4.1. Représentation de l'ontologie de domaine d'enseignement sous protégé:

Dans le modèle des connaissances de Protégé, les ontologies consistent en une hiérarchie de classes qui ont des attributs, qui peuvent eux-mêmes avoir certaines propriétés. C'est-à-dire les classes constituent une hiérarchie taxonomique. On peut voir la relation de

sous classes dans un arbre de composites, comme on peut avoir l'héritage multiple. La racine de la hiérarchie est la classe: `THING`.

Grâce aux trois types d'objets classes, attributs et propriétés et l'interface graphique intermédiaire, on n'a pas besoin d'exprimer ce que l'on a à spécifier dans un langage formel, il suffit juste de remplir les différents formulaires correspondant à ce que l'on veut spécifier.

Les figures ci-dessous présentent notre ontologie de domaine produite à partir du processus de transformation. On y distingue toutes les classes et les sous classes (spécialité informatique, ressource, formation, master, licence...), les attributs, les relations ainsi que les individus identifiées dans cette partie.



*Figure15 : Représentation des classes et sous classes de notre ontologie dans protégé*

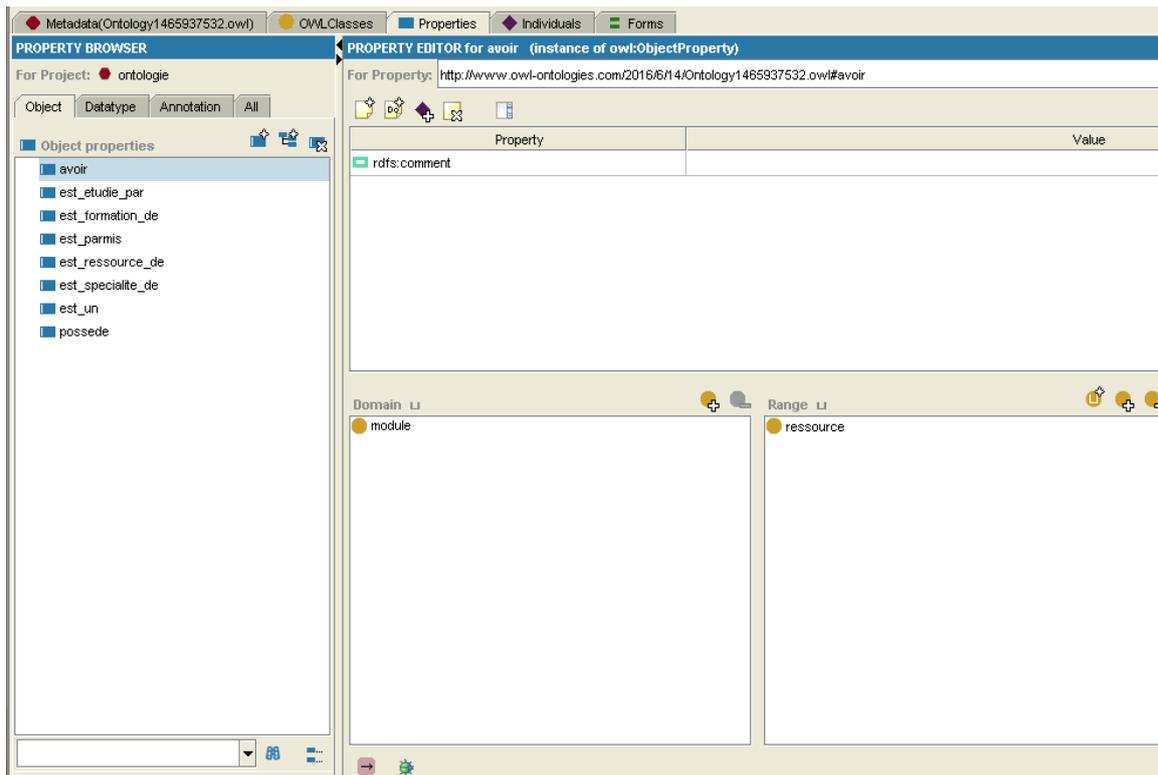


Figure16 : Représentation des relations dans protégé

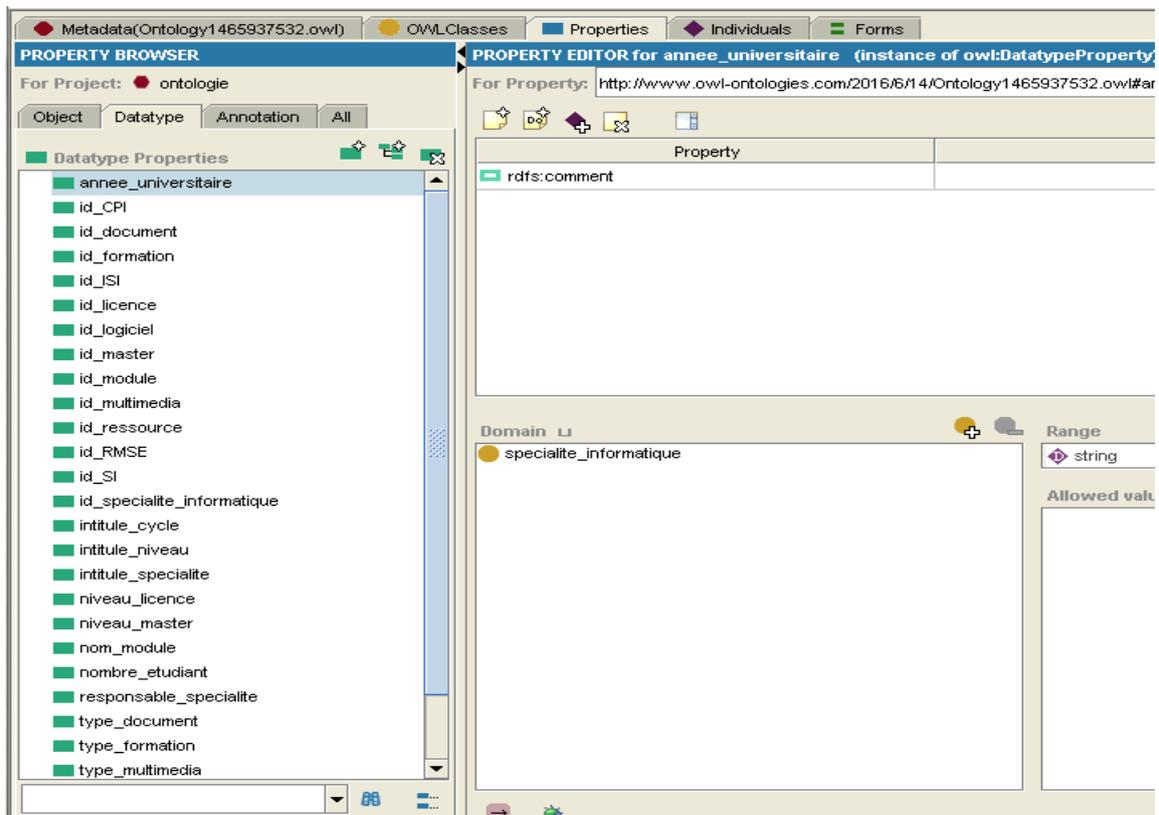


Figure17 : Représentation des attributs dans protégé

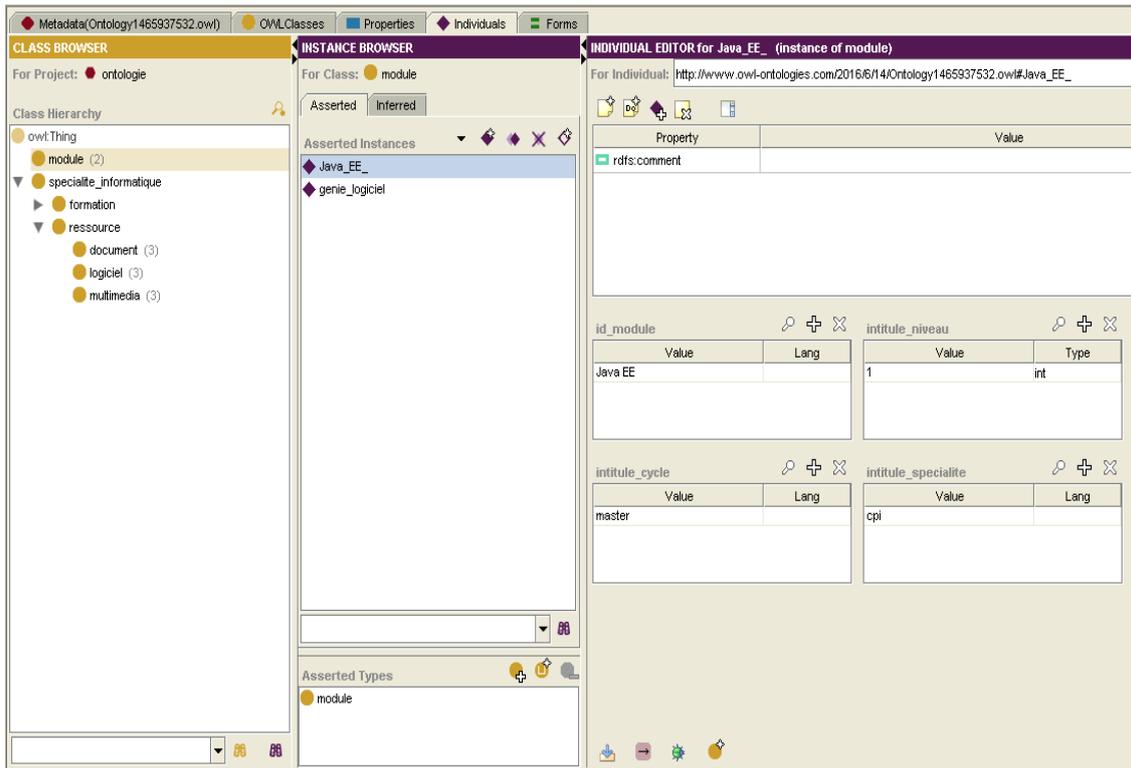


Figure18 : Représentation des individus de la classe module dans protégé

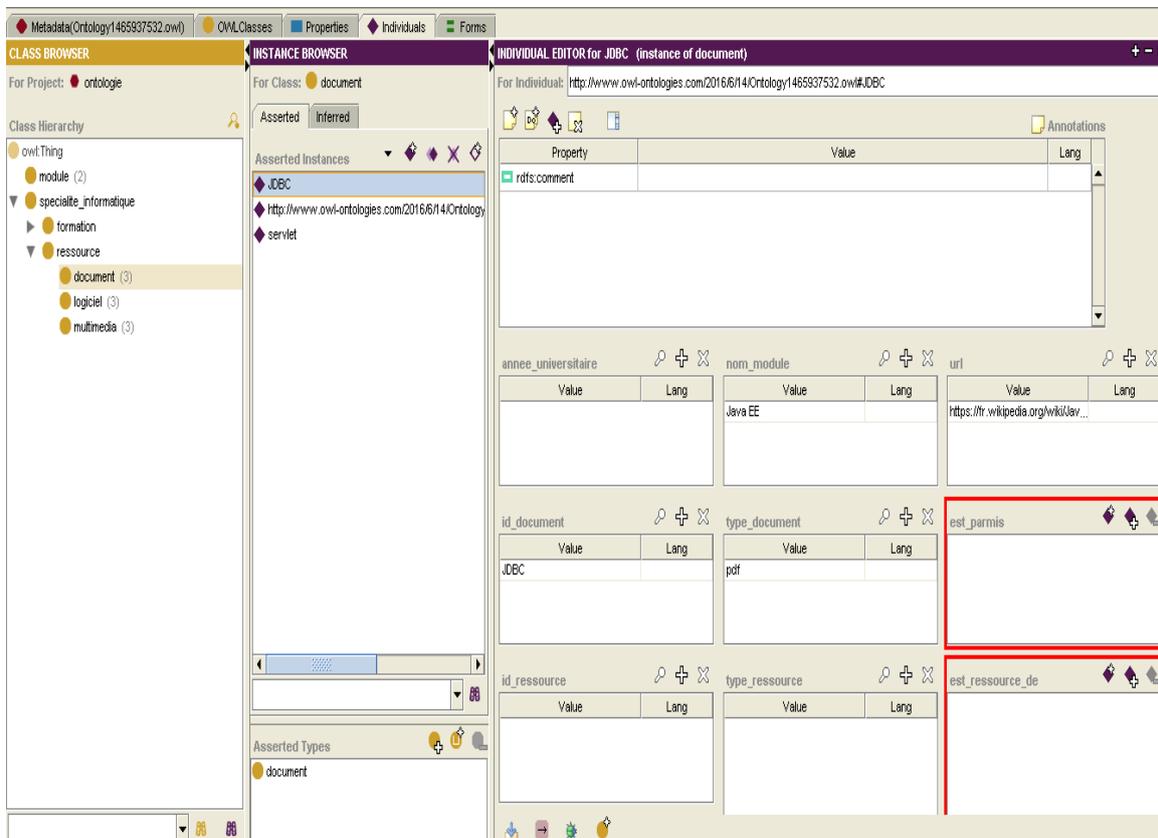


Figure19 : Représentation des individus de la classe document dans protégé

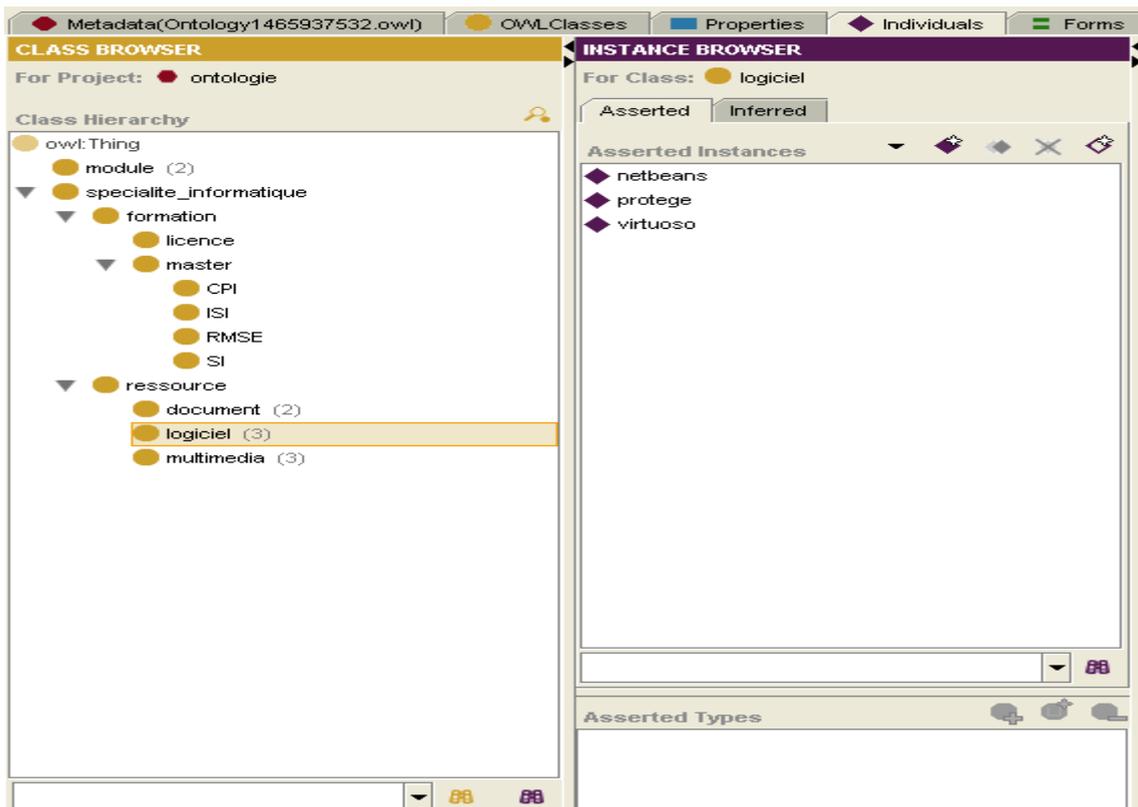


Figure20 : Représentation des individus de la classe logiciel dans protégé

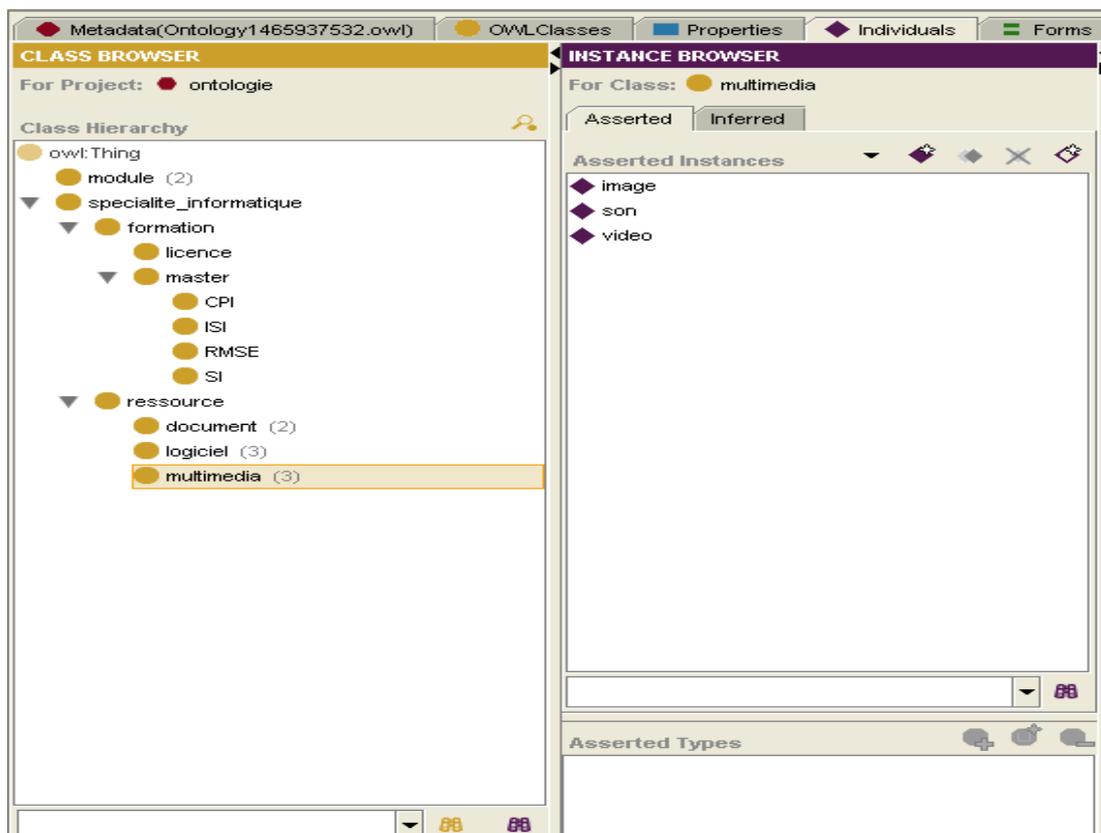


Figure21: Représentation des individus de la classe multimédia dans protégé

## 4.2. Visualisation graphique de l'ontologie de domaine d'enseignement :

Le plug-in Jambalaya de protégé permet de présenter et de visualiser les connaissances de l'ontologie créées avec des graphes orientés :

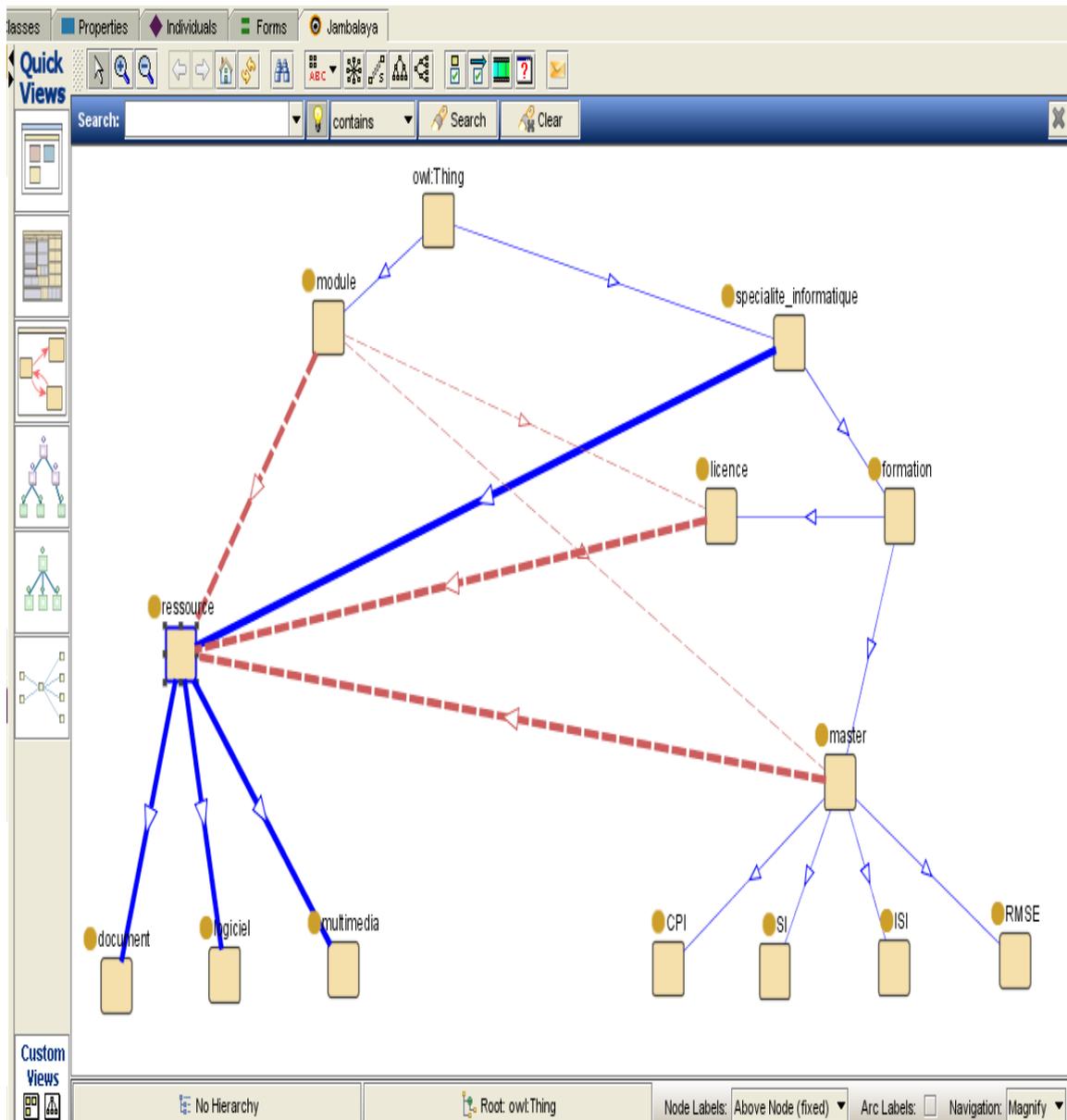


Figure22: La représentation des classes et sous classes avec jambalaya

Jambalaya permet aussi la représentation des instances des classes de l'ontologie. La figure suivante montre les instances de la classe module et logiciel, avec les arcs en bleu représentant le lien « has subclass » et ceux en rouge représentant le lien « has instance ».

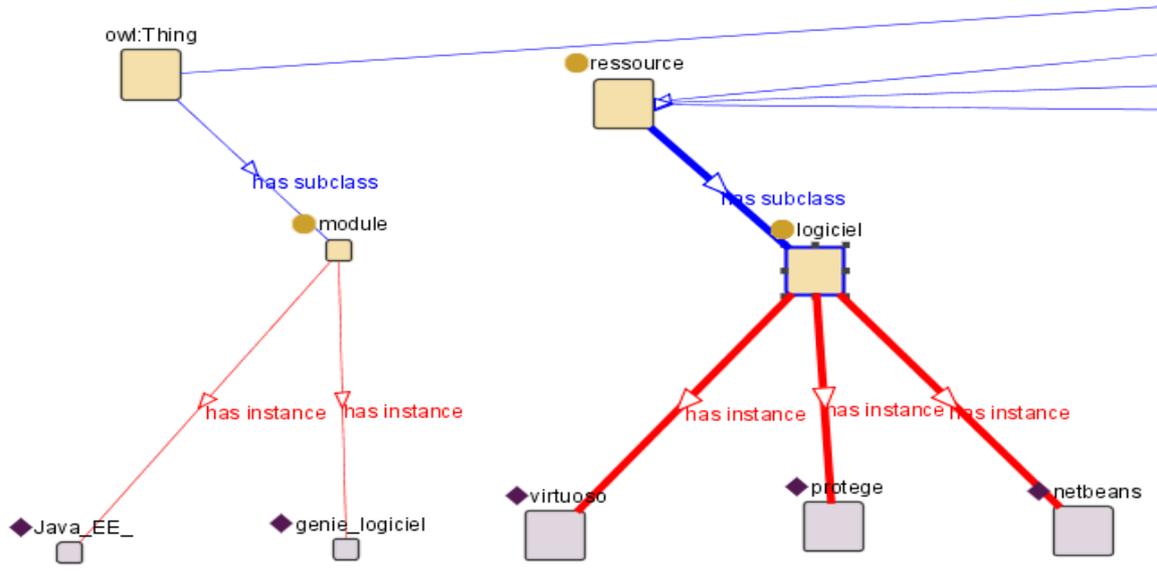


Figure23 : les instances de la classe module et logiciel sous jambalaya

### 4.3. Génération du code OWL :

Le code OWL est généré automatiquement par Protégé, il suffit de cliquer sur « code » et choisir l’option « show RDF/XML source code » comme illustré dans la figure suivante :

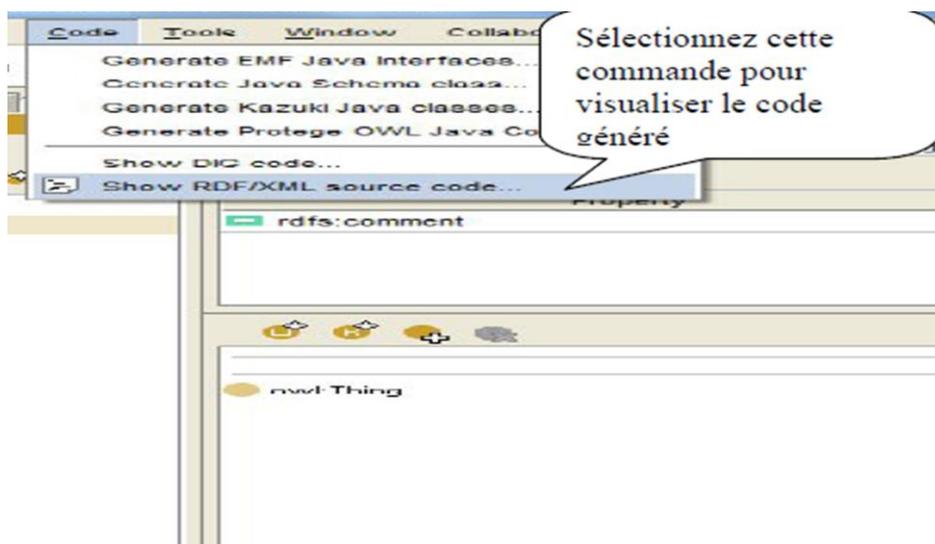


Figure24 : Le code OWL généré automatiquement par Protégé

## 5. Les composantes de portail du LOD des enseignements de la spécialité informatique UMMTO:

Notre portail est utilisé par deux types d'intervenants : les visiteurs et les experts de domaine. Il permet aux experts d'introduire le domaine d'enseignement (ces modules enseigner) et de les mettre à la disposition des visiteurs à travers un serveur web.

Ainsi, nos objectifs sont :

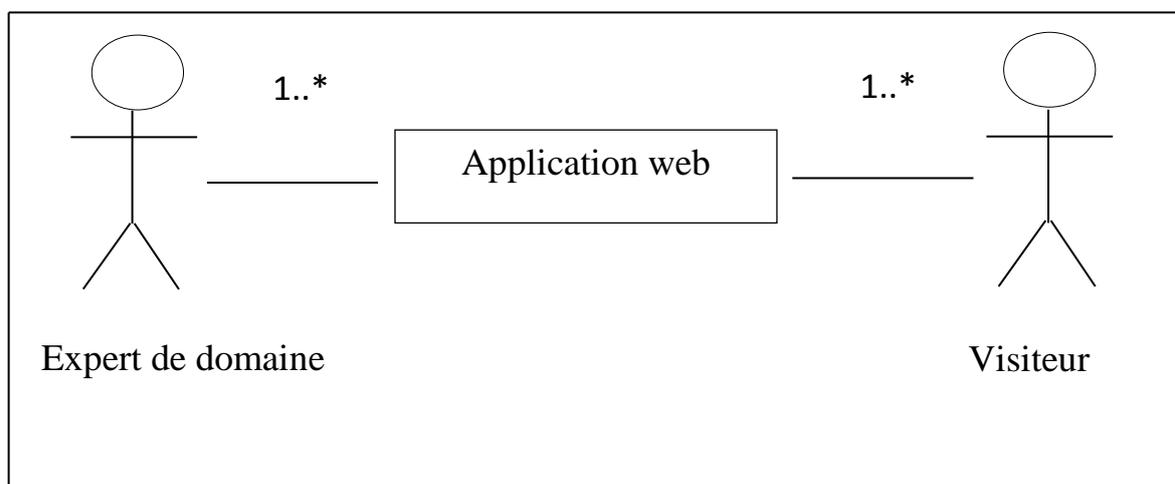
- Offrir la possibilité de mettre à jour les éléments de l'ontologie générique relative au domaine d'enseignement.
- Donner la possibilité d'ajouter un module en précisant le nom de module, le cycle, le niveau, la spécialité.
- . Donner la possibilité d'ajouter une ressource pour chaque module en précisant le nom de la ressource, type ressource et son url.
- Afficher toutes les URLs liées à un module donné et les télécharger

Pour réaliser nos objectifs, nous avons développé une application web permettant aux visiteurs d'accéder à l'accueil et de bénéficier des enseignements disponibles.

L'application permet aussi aux experts de domaine d'ajouter des ressources ou bien modifier ses propres ressources ainsi la possibilité d'héberger ces ressources pédagogiques dans le serveur.

## 6. le diagramme de contexte :

Notre application est un système multi- utilisateurs : à tout instant, on peut avoir plusieurs instances de visiteur, de l'expert de domaine:



*Figure25 : Diagramme de contexte*

7. Détermination des cas d'utilisation du portail :

7.1. Diagramme de cas d'utilisation de l'expert de domaine :

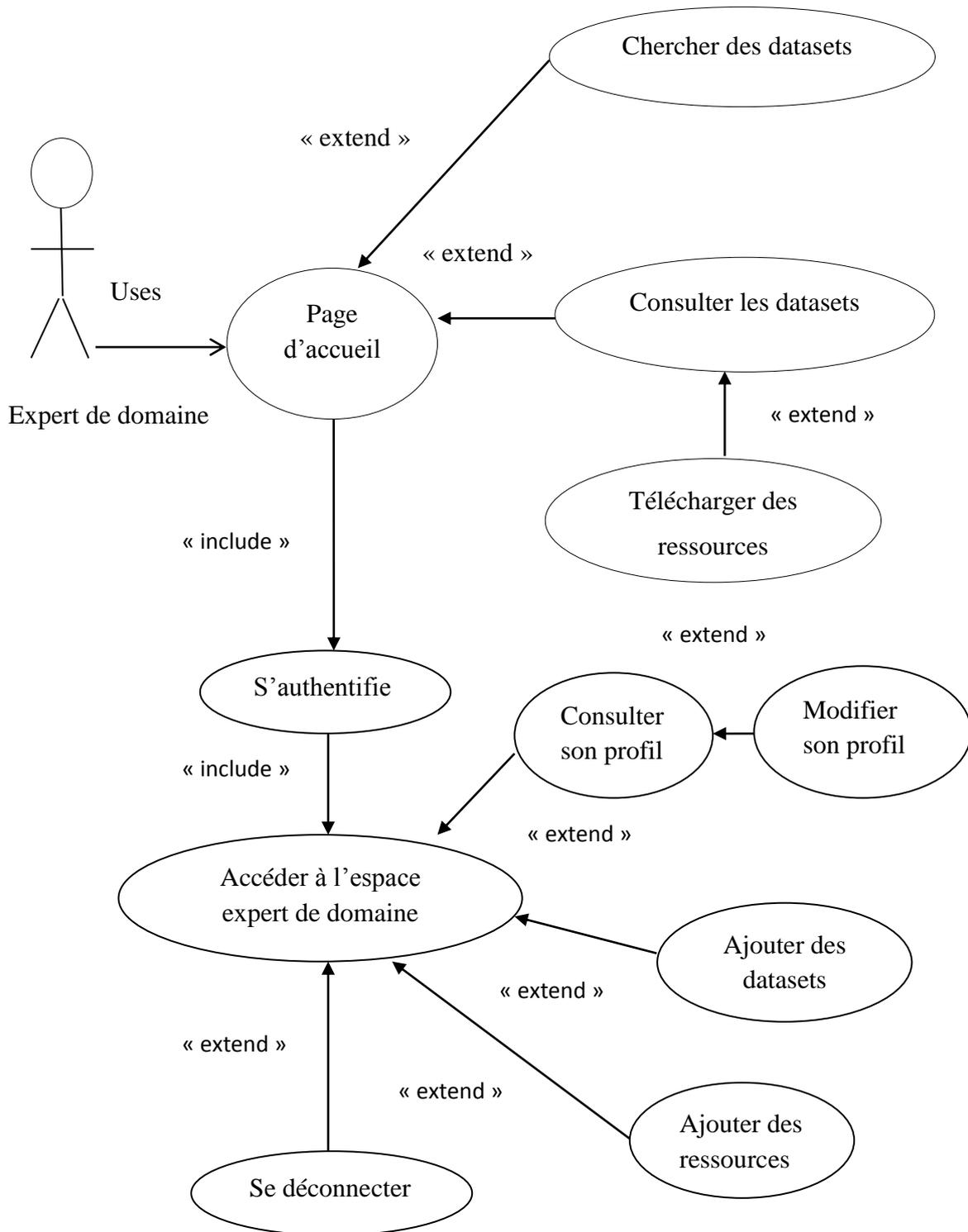


Figure26: Cas d'utilisation pour l'expert de domaine

## 7.2. Diagramme de cas d'utilisation de visiteur :

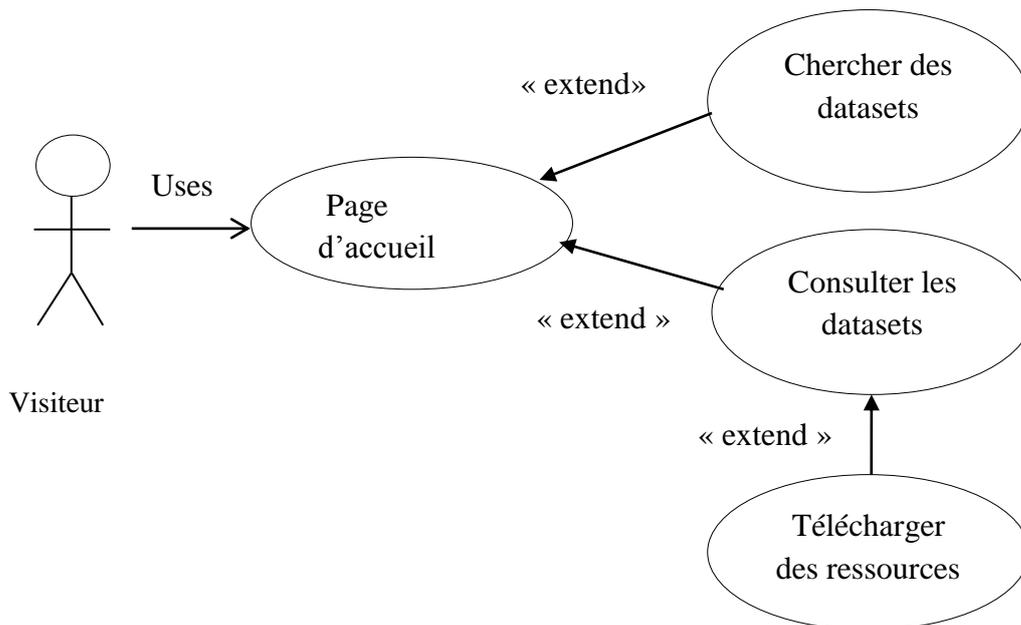


Figure27: Cas d'utilisation pour visiteur

## 7.3. Exemple de description textuelle de quelques tâches des cas d'utilisation:

Pour détailler le déroulement d'un cas d'utilisation, la procédure la plus évidente consiste à recenser de façon textuelle toutes les interactions entre les acteurs et le système. Dans ce qui suit nous décrivons donc quelques cas d'utilisation de notre système.

### ➤ Cas d'utilisation: Inscription

**Titre :** Inscription.

**Résumé :** Un visiteur accède à la plate-forme et s'inscrit en tant expert de domaine

**Acteurs :** visiteur

### Enchaînement :

Ce cas d'utilisation commence lorsque l'utilisateur clique sur le lien « inscription »

#### • Scénario nominal :

1. Le système affiche le formulaire d'inscription ;
2. L'utilisateur remplit le formulaire et clique sur le bouton « inscrire » pour valider l'inscription;

3. Le système vérifie la cohérence des informations saisies ;
4. Le système retourne un message de confirmation indiquant à l'utilisateur que son compte est validé.

- **Scénario alternatif** : Les données saisies sont erronées.

Le scénario nominal démarre au point 3.

4. Le système signale l'erreur et demande à l'utilisateur de corriger.

Le scénario nominal démarre au point 2.

- **Scénario d'exception** : L'utilisateur clique sur le bouton « Annuler ».

L'enchaînement commence au point 1 du scénario nominal.

2. L'utilisateur clique sur le bouton « annuler ».
3. Le système affiche la page d'accueil.

➤ **Cas d'utilisation : Authentification:**

**Titre** : Authentification.

**Résumé** : Un utilisateur inscrit s'identifie par son login et mot de passe pour accéder à son espace dans la plate-forme

**Acteurs** : expert de domaine.

**Enchaînement :**

Ce cas d'utilisation commence lorsque l'expert de domaine clique sur le lien de son espace approprié qui existe dans la page d'accueil.

- **Scénario nominal** :

1. Le système affiche le formulaire d'identification ;
2. L'expert de domaine remplit les champs en tapant son login et son mot de passe et clique sur «connexion » pour envoyer ;
3. Le système vérifie la cohérence des informations saisies (l'existence du compte) ;
4. Le système affiche l'espace approprié à l'expert de domaine.

- **Scénario alternatif** : Login ou mot de passe incorrect.

Le scénario nominal démarre au point 3 et enchaîne :

5. Le système affiche un message d'erreur et demande à l'utilisateur de retaper le login et le mot de passe.

## 8. Représentation des ressources pédagogiques :

On utilise dans notre cas pour la représentation des ressources pédagogiques de suivre les concepts de l'ontologie d'un domaine d'enseignement qui sont :

- **Data set** : Ce sont les composantes du domaine d'enseignement, elles peuvent jouer le rôle de titre ou racine de la ressource.
- **Sous-data set** : un data set peut être décomposée en plusieurs sous-data set pour des raisons pédagogiques ou structurelles un sous-data set peut jouer le rôle d'un data set.
- **ressource** : se trouve au plus bas niveau de la représentation.

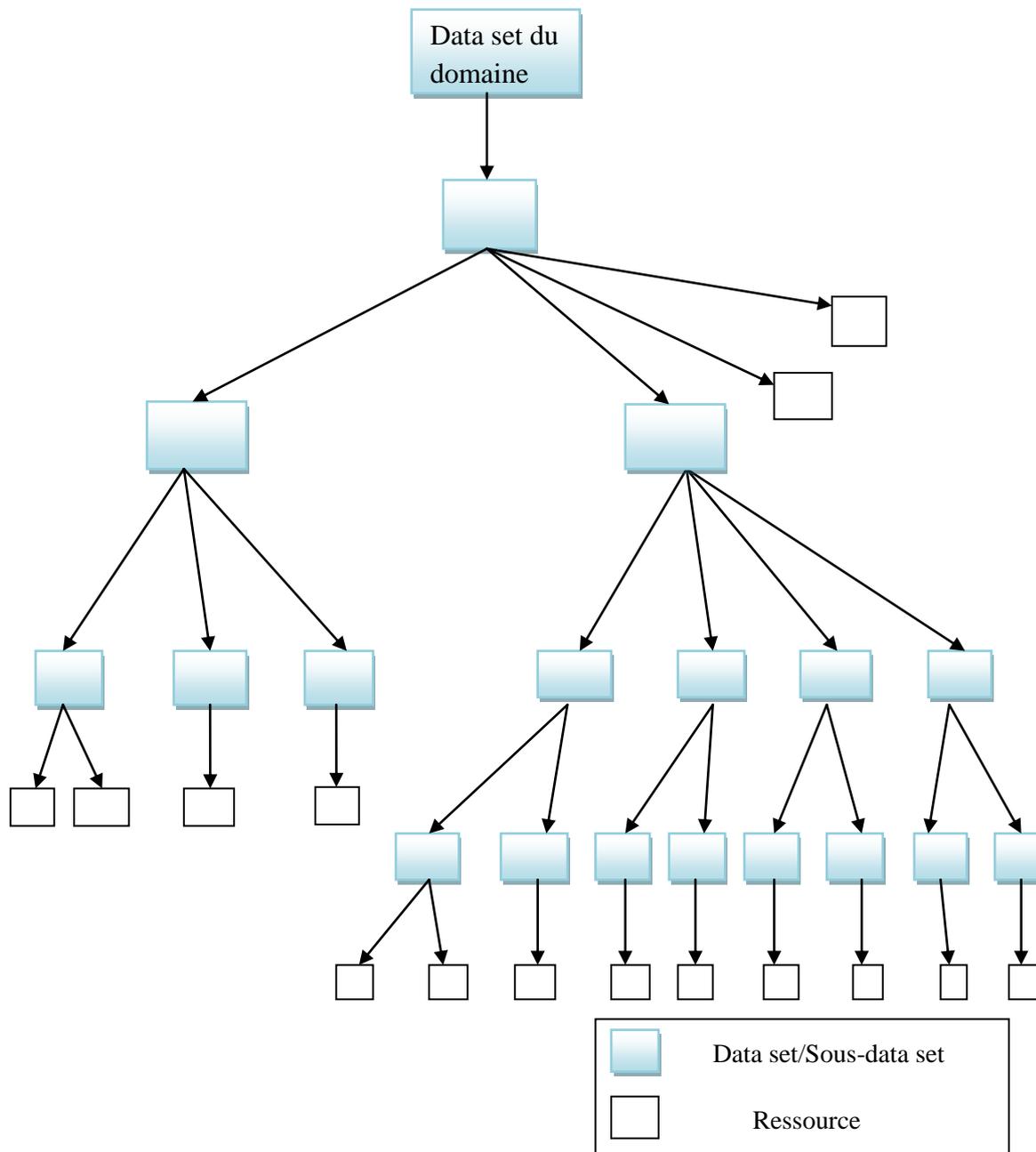


Figure28 : Décomposition des modules de domaine d'enseignement

## 9. Conception :

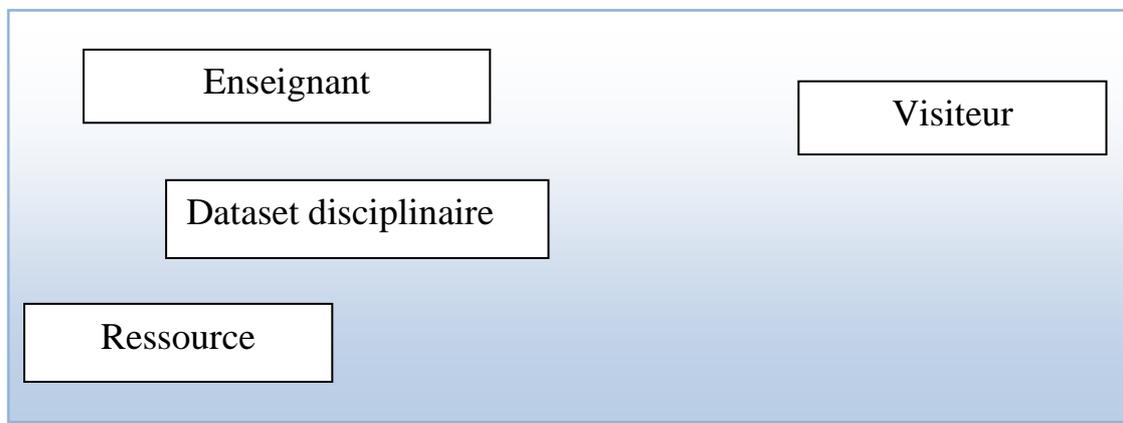
### 9.1. Présentation des fonctions de base de la plateforme :

- ❖ Créer un compte enseignant
- ❖ Création des data sets et des ressources (par l'enseignant)
- ❖ Gestion des data sets (par L'enseignant)
- ❖ Consultation des ressources (par les visiteurs)

### 9.2. Architecture de l'information :

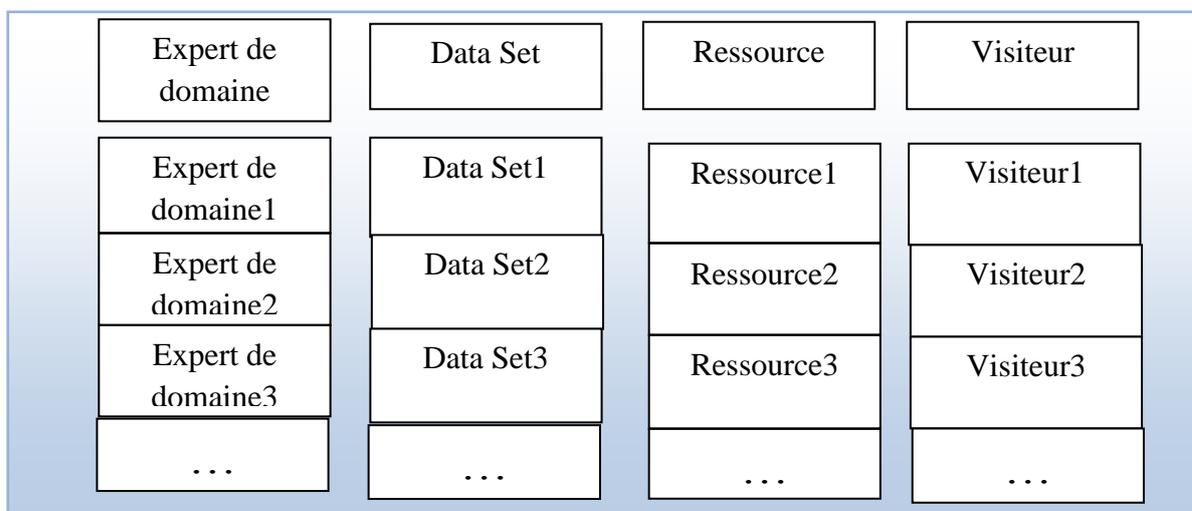
#### 9.2.1. Organisation du contenu :

##### a. Enumération du contenu



*Figure29 : Enumération du contenu*

##### b. Structure de catégorisation :



*Figure30 : Catégorisation du contenu*

c. Structure métadonnées du Data set du département informatique UMMTO :

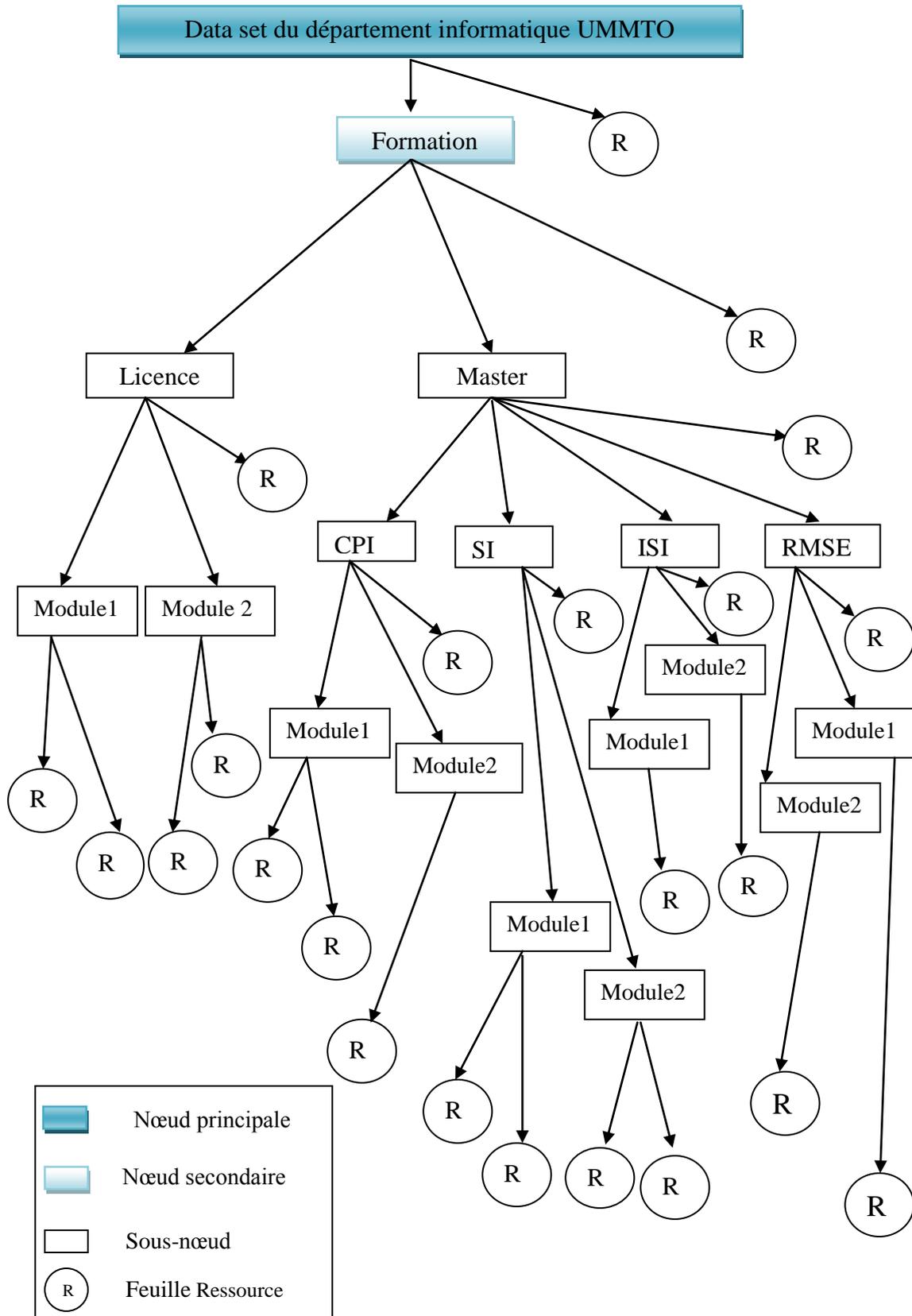


Figure31 : Structure méta data du data set de département informatique UMMTO

d. Structure externe du contenu

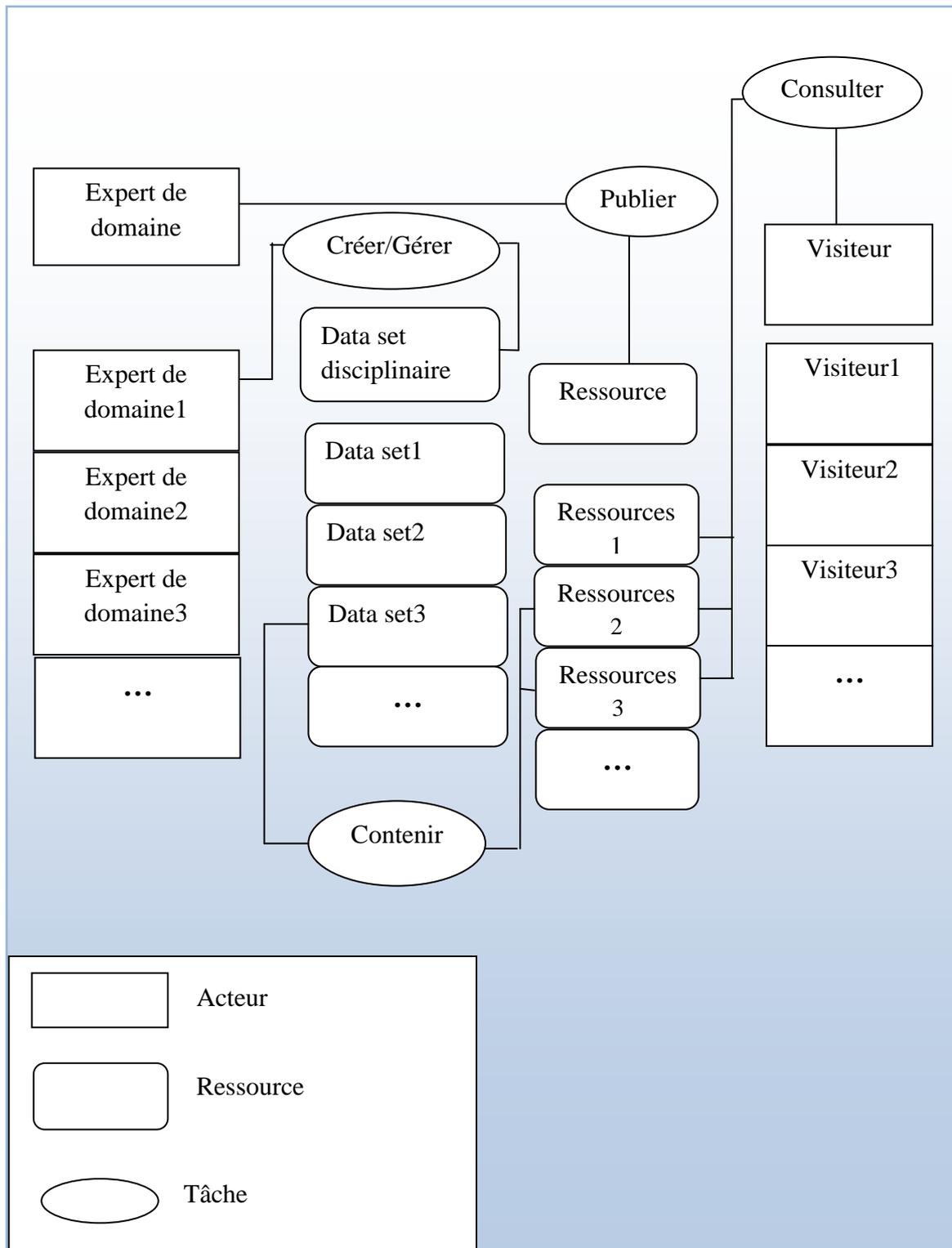


Figure32 : Structure externe du contenu

e. Structure interne du contenu

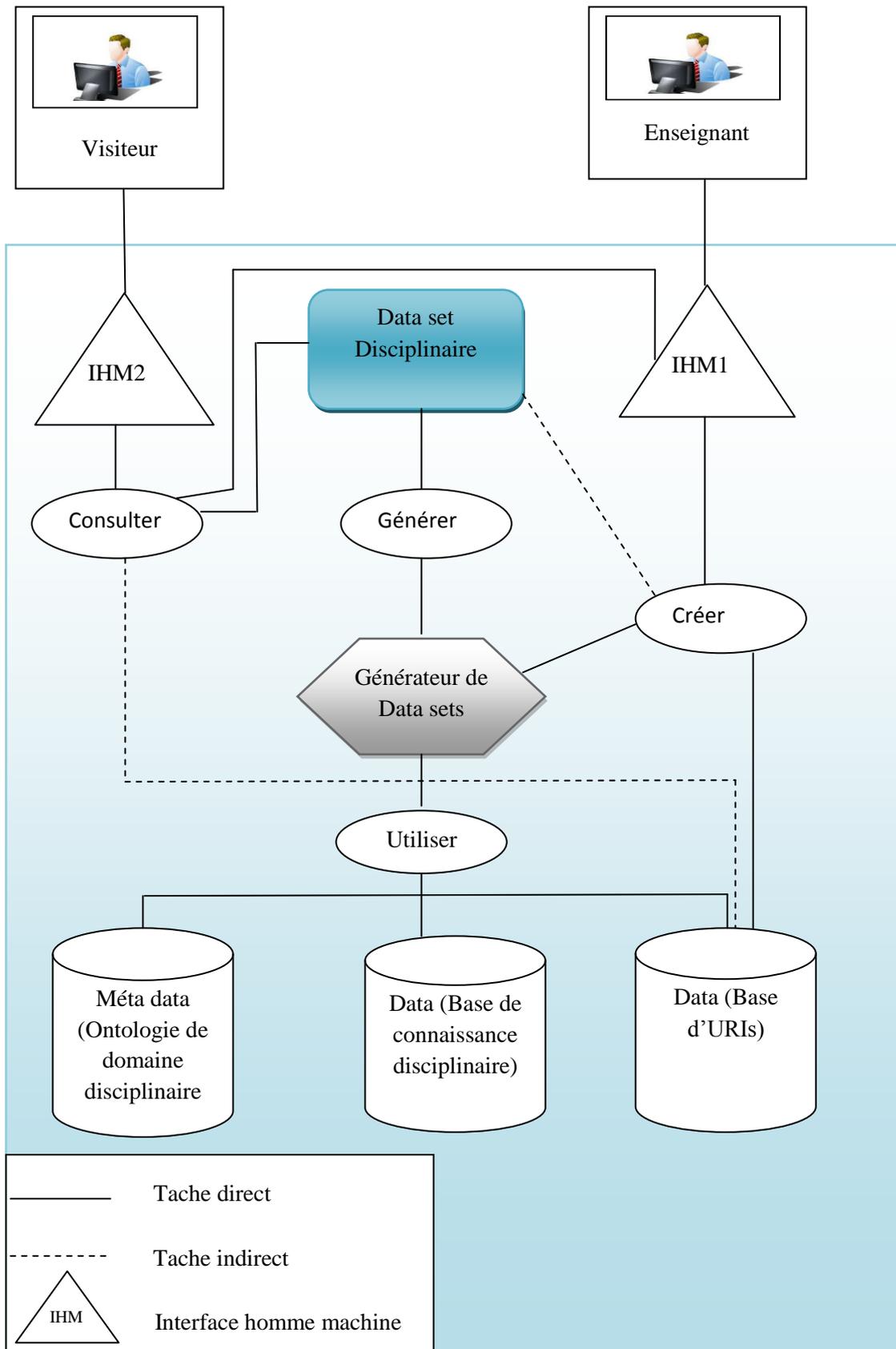


Figure33 : Structure interne du contenu

### 10. L'architecture du portail de domaine d'enseignement de la spécialité informatique dans un environnement java :

Les fonctionnalités du système à développer sont résumées dans le schéma

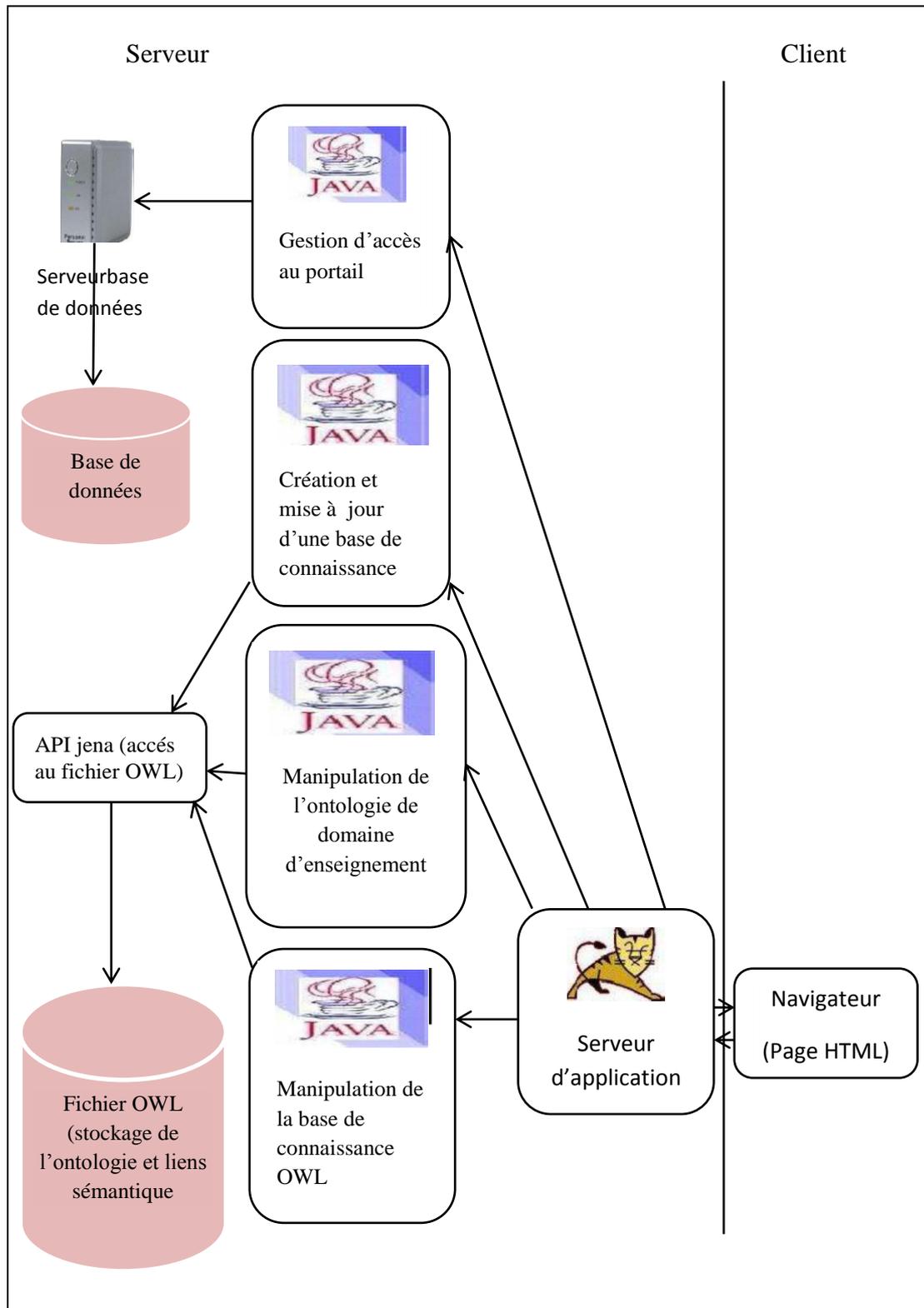


Figure34: l'architecture du portail de domaine d'enseignement

**Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons décrit l'architecture et le fonctionnement de notre système. Celui-ci est basé sur une ontologie de domaine d'enseignement. Nous sommes concentré, dans le cadre de notre travail sur les fonctions de manipulation d'une part et sur la mise à jour de l'ontologie d'autre part. Dans le chapitre suivant on s'intéressera à l'implémentation du système qui est une application web.

## Introduction :

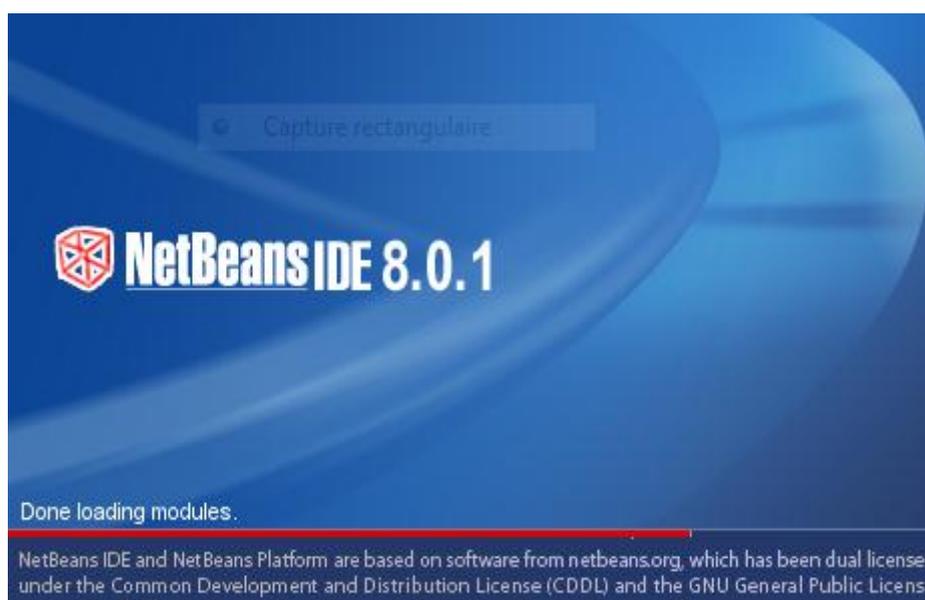
Ce chapitre couvre la création et la mise en œuvre des différents programmes, interfaces qui servent à la constitution de notre application et de ses fonctionnalités. Nous décrivons l'environnement de création du système et de l'ontologie, ensuite nous présenterons quelques interfaces résultantes.

## 1. Environnement de développement

### 1.1. Netbeans8.0.1 : [4]

Pour la création de l'application, nous avons utilisé Netbeans8.0.1 qui est un environnement de développement intégré (IDE) pour Java, placé en open source par Sun en juin 2000 sous licence CDDL (Common Development and Distribution License), En plus de Java, NetBeans permet également de supporter différents autres langages, comme Python, C, C++, XML et HTML. Il comprend toutes les caractéristiques d'un IDE moderne (éditeur en couleur, projets multi-langage, refactoring, éditeur graphique d'interfaces et de pages web). NetBeans est disponible sous Windows, Linux, Solaris (sur x86 et SPARC), Mac OS X et Open VMS.

Un environnement Java Développement Kit JDK est requis pour les développements en Java. NetBeans est lui-même développé en Java, ce qui peut le rendre assez lent et gourmand en ressources mémoires.



*Figure35 : NetBeans version 8.0.1*

## 1.2. Protégé 3.4.8 : [16]

Protégé est un logiciel destiné à l'édition de modèles de connaissances, Développé depuis plusieurs années par l'Université de Stanford, il est très répandu, écrit en Java, il est relativement facile à installer sur toutes les plateformes. Comme cet éditeur est le résultat de près de 20 ans d'évolution, il existe en plusieurs versions.

Pour l'implémentation de notre ontologie nous avons choisi la version 3.4.8.

## 2. Les langages de programmations

### 2.1. Jsp : [1]

Les **Java Server pages** constituent la technologie Java. L'API JSP fait partie de J2EE (Java 2 Entreprise Edition), elle donne aux développeurs les moyens de développer des applications Web de façon simple et puissante. JSP permet de séparer la logique programmatique (le code java) de la présentation (les balises HTML).

Un conteneur de JSP (JSP container) fournit les services réseaux par lesquels les requêtes et les réponses sont émises, il décode également les requêtes et formate les réponses dans le format approprié. Tous les conteneurs doivent supporter le protocole HTTP.

### 2.2. Servlet : [17]

Une servlet est une classe Java qui permet de créer dynamiquement des données au sein d'un serveur HTTP. Ces données sont le plus généralement présentées au format HTML, mais elles peuvent également l'être au format XML ou tout autre format destiné aux navigateurs web. Les servlets utilisent l'API Java Servlet (package `javax.servlet`). Servlet s'exécute dynamiquement sur le serveur web et permet l'extension des fonctions de ce dernier, typiquement : accès à des bases de données, transactions d'e-commerce, etc. Une servlet peut être chargée automatiquement lors du démarrage du serveur web ou lors de la première requête du client. Une fois chargés, les servlets restent actifs dans l'attente d'autres requêtes du client.

L'utilisation de servlets se fait par le biais d'un conteneur de servlets (framework) côté serveur. Celui-ci constitue l'environnement d'exécution de la servlet et lui permet de persister entre les requêtes des clients. L'API définit les relations entre le conteneur et la servlet. Le conteneur reçoit la requête du client, et sélectionne la servlet qui aura à la traiter. Le conteneur

fournit également tout un ensemble de services standards pour simplifier la gestion des requêtes et des sessions.

### **2.3. CSS : [19]**

CSS est un langage déclaratif simple pour mettre en forme des pages HTML ou des documents XML. Le langage CSS permet de préciser les caractéristiques visuelles et sonores de présentation d'une page Web : les polices de caractères, les marges et bordures, les couleurs, le positionnement des différents éléments, etc. Le terme de "Cascading" Style Sheets sous-entend qu'il est possible de définir un style pour une page HTML puis, à l'intérieur de cette même page, de fournir des informations plus précises ou différentes pour présenter certains éléments plus distinctement.

### **2.4. JavaScript : [18]**

JavaScript est un langage de script incorporé dans un document HTML. Historiquement il s'agit même du premier langage de script pour le Web. C'est un langage de programmation qui permet d'apporter des améliorations au langage HTML en permettant d'exécuter des commandes du cotés client, c'est-à-dire au niveau du navigateur et non du serveur web.

## **3. Présentation des interfaces:**

Dans ce qui suit nous allons présenter quelques interfaces de notre plateforme.

### **3.1. Page d'accueil**

La page d'accueil est la première page que le visiteur visualisera quand il accédera à la plateforme. D'où une nécessité de clarté et une bonne présentation de la page. Le but premier est facilité au visiteur l'accès aux différents espaces de la plateforme.

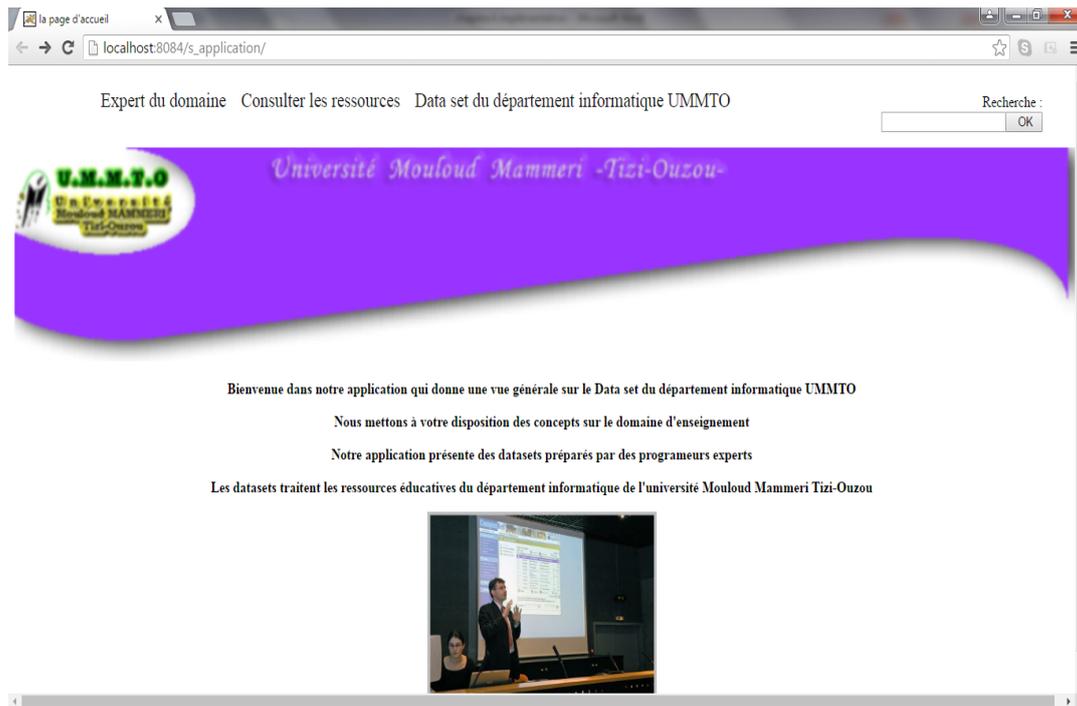


Figure36 : Page d'accueil

### 3.2. Espace expert de domaine

L'espace expert de domaine est accessible via l'interface d'accueil. En cliquant sur le lien **expert de domaine** un formulaire d'authentification s'affiche.

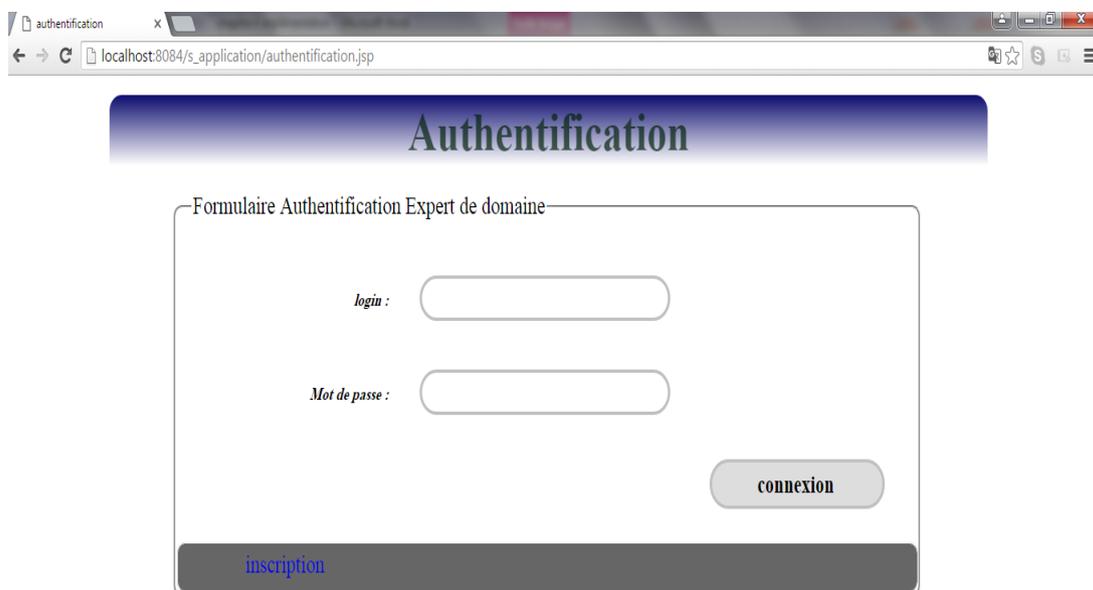
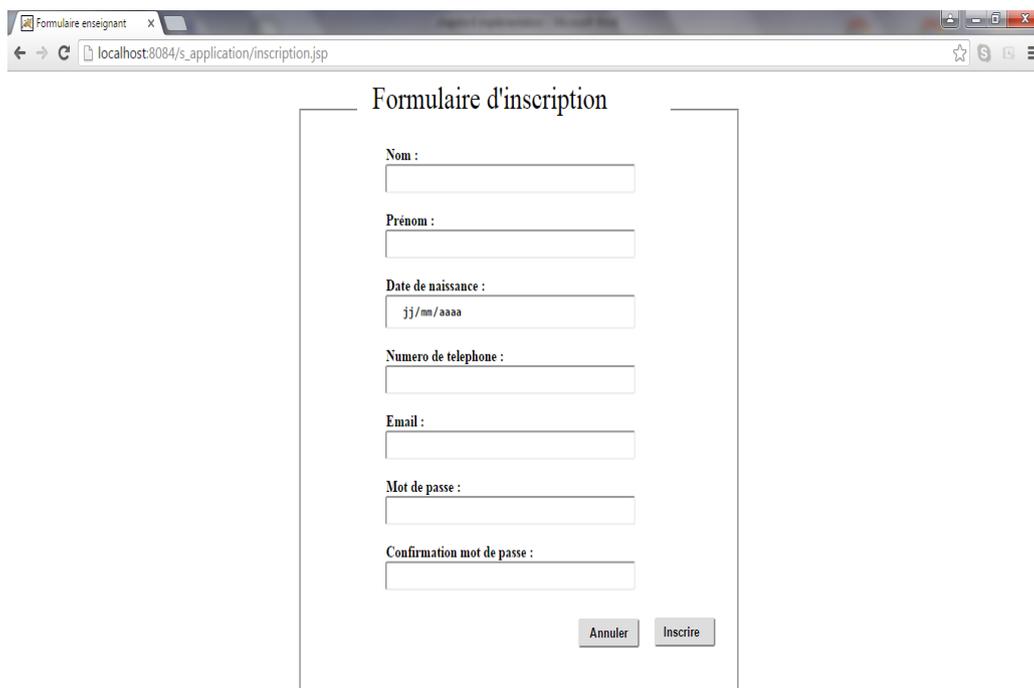


Figure37 : Formulaire d'authentification des experts de domaine

Si l'expert de domaine n'est pas inscrit il n'a qu'à cliquer sur le lien **inscription** pour s'inscrire. Un formulaire d'inscription des experts de domaine est alors affiché (**Figure38**).



Formulaire d'inscription

Nom :

Prénom :

Date de naissance :

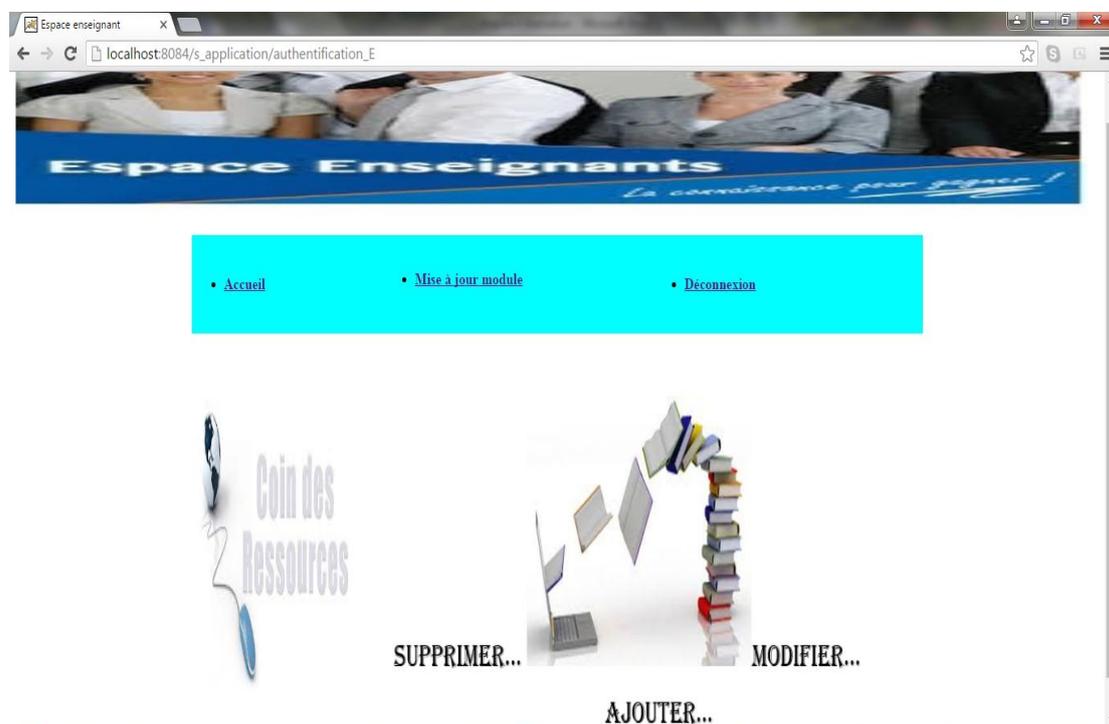
Numero de telephone :

Email :

Mot de passe :

Confirmation mot de passe :

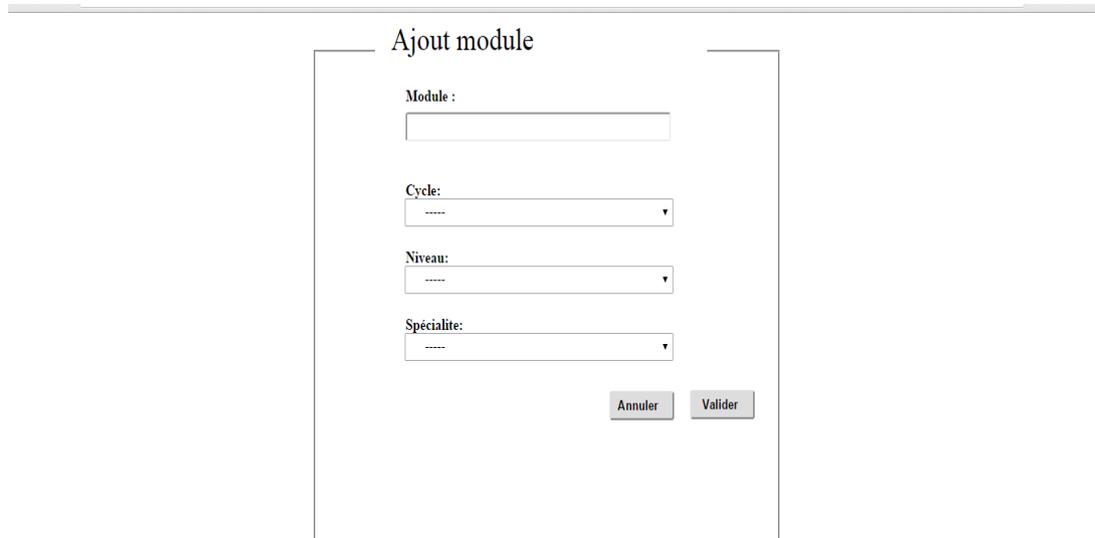
*Figure38 : Formulaire d'inscription des experts de domaine*



*Figure39 : Interface expert de domaine*

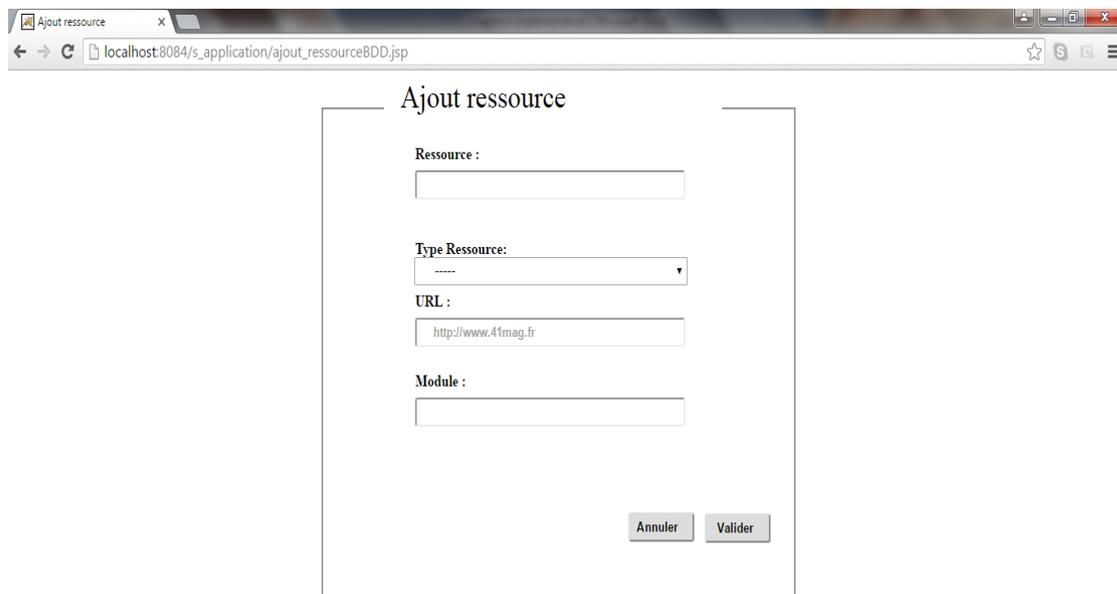
### 3.3. Page de Mise à jour module

Sur cette page un expert de domaine peut créer son dataset module et les ressources correspondantes à ce module.



The screenshot shows a web form titled "Ajout module". It contains four input fields: "Module:" (text), "Cycle:" (dropdown), "Niveau:" (dropdown), and "Spécialite:" (dropdown). At the bottom right, there are two buttons: "Annuler" and "Valider".

*Figure40 : Page de Mise à jour module*



The screenshot shows a browser window with the address bar displaying "localhost:8084/s\_application/ajout\_ressourceBDD.jsp". The form is titled "Ajout ressource" and contains four input fields: "Ressource:" (text), "Type Ressource:" (dropdown), "URL:" (text, containing "http://www.41mag.fr"), and "Module:" (text). At the bottom right, there are two buttons: "Annuler" and "Valider".

*Figure41 : Page de Mise à jour ressource*

### 3.4. Page de consultation des ressources d'un data set module

La page de consultation des ressources est accessible via l'interface d'accueil. En cliquant sur le lien **consulter les ressources**.



*Figure42 : Page de consultation d'un dataset module*

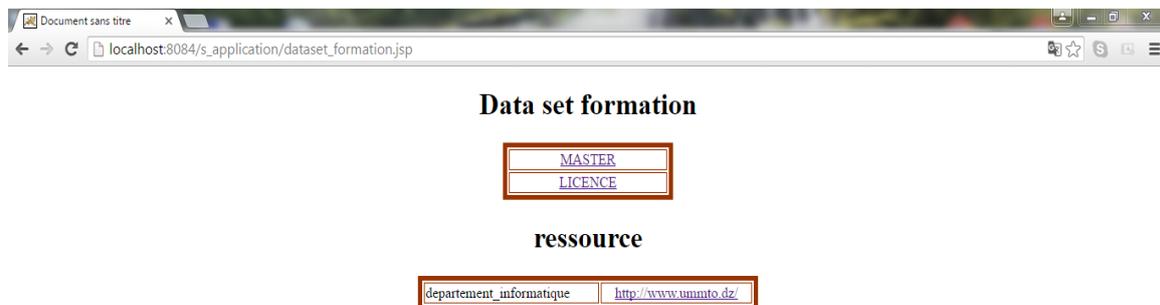
Lorsqu'on s'appuie sur le bouton **lancer recherche** de la page de consultation ressources, une page est alors affichée (**Figure43**) qui montre toutes les ressources d'un module donné.



*Figure43 : Ressources d'un dataset module*

### 3.5. Page de consultation des datasets

La page de consultation des datasets est accessible via l'interface d'accueil. En cliquant sur le lien **Data set du département informatique UMMTO**. On peut trouver tous les datasets du département informatique de l'université Mouloud Mammeri jusqu'à arriver à leurs ressources.



*Figure44 : Page de consultation des datasets*

### Conclusion :

En ce présent chapitre nous avons défini l'environnement de travail avec lequel on a pu réaliser notre application (langage de programmation, environnement de développement), puis nous avons présenté quelques interfaces de notre application.

## Conclusion générale

Tout au long de ce mémoire, nous avons présenté ce qui est le Web sémantique et sur quoi il repose en termes de normes et de langages, et nous avons abordé l'apport des ontologies dans un contexte Web sémantique en s'ouvrant au domaine émergeant des linked open data(les données liées ouvertes).

Nous avons conçu une ontologie pour fournir un vocabulaire conceptuel permettant l'annotation et la recherche des ressources sur une plateforme qui va servir de linked open data pour un département universitaire. L'ontologie étant la colonne vertébrale de ce LOD.

Pour implémenter l'application nous avons utilisé un ensemble de technologies proposées par la communauté du Web sémantique : OWL, protégé...

Ce travail est un début pour LOD universitaire qui va falloir enrichir avec d'autres modules d'un campus numérique, d'autres data sets et d'autres concepts et liens pour l'ontologie proposée.

### Sites web consultés :

- [2] [https://fr.wikipedia.org/wiki/World\\_Wide\\_Web\\_Consortium](https://fr.wikipedia.org/wiki/World_Wide_Web_Consortium)
- [3] <http://www.alsacreations.com/astuce/lire/40-quest-ce-que-le-w3c-a-quoi-sert-il.html>
- [7] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Extensible\\_Markup\\_Language](https://fr.wikipedia.org/wiki/Extensible_Markup_Language)
- [8] [https://fr.wikipedia.org/wiki/RDF\\_Schema](https://fr.wikipedia.org/wiki/RDF_Schema)
- [9] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Web\\_Ontology\\_Language](https://fr.wikipedia.org/wiki/Web_Ontology_Language)
- [10] <https://fr.wikipedia.org/wiki/SPARQL>
- [12] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Open\\_data](https://fr.wikipedia.org/wiki/Open_data)
- [13] [linkedu.eu/catalogue/publications/websci2013-rn.pdf](http://linkedu.eu/catalogue/publications/websci2013-rn.pdf)
- [14] [http://www.teleurope.eu/mod/file/download.php?file\\_guid=152402](http://www.teleurope.eu/mod/file/download.php?file_guid=152402)
- [15] [www.semantic-web-journal.net/system/files/swj326\\_0.pdf](http://www.semantic-web-journal.net/system/files/swj326_0.pdf)
- [17] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Servlet>
- [18] <http://www.commentcamarche.net/contents/577-javascript-introduction-au-langage-javascript>
- [19] [http://www.jsand.net/definition\\_css.wju](http://www.jsand.net/definition_css.wju)

### Ouvrages:

- [4] N. HASNAOUI et S. DJEZIRI « Transformation d'une Base de données relationnelle en Linked Data », thèse master, Université Abou Bakr Belkaid– Tlemcen, 2014.
- [5] A. RAHILA « La recommandation dans les Réseaux Sociaux avec l'utilisation des Données Liées », thèse master, Université Abou Bakr Belkaid– Tlemcen, 2015.
- [6] Domingos Ruiz Lepores « Des grandes classifications au Web de données et l'émergence de l'indexation sémantique: le cas du tagging sémantique dans le portail [histoiredesarts.culture.fr](http://histoiredesarts.culture.fr) », mémoire pour obtenir le Titre professionnel "Chef de projet en ingénierie documentaire", 2011.

## Référence Bibliographique

---

- [11] Anne Tireau «Une application Smartphone pour un système de recommandations alimentaires personnalisées », thèse master, Wageningen University & Research Center ,2010.
- [1] Saloua, Amina Chettibi et Rouibah «Conception d'une ontologie pour une plateforme d'enseignement à distance », Université Jijel, Ingénieur informatique, 2005.
- [16] GHORFA et AIADI Oussama « Utilisation des technologies du web sémantique dans les réseaux sociaux » UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA, Master Académique,2012/20013



```
<owl:minCardinalityrdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int"
>1</owl:minCardinality>
</owl:Restriction>
</rdfs:subClassOf>
<rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#master"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#module"/>
<owl:Class rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#document">
<rdfs:subClassOf>
<owl:Restriction>
<owl:onProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#est_parmis"/>
</owl:onProperty>
<owl:minCardinalityrdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int"
>1</owl:minCardinality>
</owl:Restriction>
</rdfs:subClassOf>
<rdfs:subClassOf>
<owl:Class rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#ressource"/>
</rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#multimedia">
<rdfs:subClassOf>
<owl:Restriction>
<owl:onProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#est_parmis"/>
</owl:onProperty>
```

```
<owl:minCardinalityrdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int"
>1</owl:minCardinality>
</owl:Restriction>
</rdfs:subClassOf>
<rdfs:subClassOf>
<owl:Class rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#ressource"/>
</rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#logiciel">
<rdfs:subClassOf>
<owl:Restriction>
<owl:minCardinalityrdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int"
>1</owl:minCardinality>
<owl:onProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#est_parmis"/>
</owl:onProperty>
</owl:Restriction>
</rdfs:subClassOf>
<rdfs:subClassOf>
<owl:Class rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#ressource"/>
</rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#licence">
<rdfs:subClassOf>
<owl:Restriction>
<owl:onProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#est_un"/>
</owl:onProperty>
```

```
<owl:minCardinalityrdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int"
>1</owl:minCardinality>
</owl:Restriction>
</rdfs:subClassOf>
<rdfs:subClassOf>
<owl:Class rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#formation"/>
</rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#formation">
<rdfs:subClassOf>
<owl:Class rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#specialite_informatique"/>
</rdfs:subClassOf>
<rdfs:subClassOf>
<owl:Restriction>
<owl:onProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#est_formation_de"/>
</owl:onProperty>
<owl:minCardinalityrdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int"
>1</owl:minCardinality>
</owl:Restriction>
</rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#SI">
<rdfs:subClassOf>
<owl:Restriction>
<owl:onProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#est_specialite_de"/>
</owl:onProperty>
```

```
<owl:minCardinalityrdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int"
>1</owl:minCardinality>
</owl:Restriction>
</rdfs:subClassOf>
<rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#master"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#RMSE">
<rdfs:subClassOf>
<owl:Restriction>
<owl:onProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#est_specialite_de"/>
</owl:onProperty>
<owl:minCardinalityrdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int"
>1</owl:minCardinality>
</owl:Restriction>
</rdfs:subClassOf>
<rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#master"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#ISI">
<rdfs:subClassOf>
<owl:Restriction>
<owl:minCardinalityrdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int"
>1</owl:minCardinality>
<owl:onProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#est_specialite_de"/>
</owl:onProperty>
</owl:Restriction>
</rdfs:subClassOf>
```

```
<rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#master"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#ressource">
<rdfs:subClassOf>
<owl:Restriction>
<owl:minCardinalityrdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int"
>1</owl:minCardinality>
<owl:onProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#est_ressource_de"/>
</owl:onProperty>
</owl:Restriction>
</rdfs:subClassOf>
<rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#specialite_informatique"/>
</owl:Class>
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#possede">
<rdfs:domain>
<owl:Class>
<owl:unionOfrdf:parseType="Collection">
<owl:Class rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#master"/>
<owl:Class rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#licence"/>
</owl:unionOf>
</owl:Class>
</rdfs:domain>
<rdfs:range rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#ressource"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#est_ressource_de">
```

```
<rdfs:range rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#specialite_informatique"/>
<rdfs:domain rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#ressource"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#est_formation_de">
<rdfs:range rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#specialite_informatique"/>
<rdfs:domain rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#formation"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#est_parmis">
<rdfs:range rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#ressource"/>
<rdfs:domain>
<owl:Class>
<owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
<owl:Class rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#document"/>
<owl:Class rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#logiciel"/>
<owl:Class rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#multimedia"/>
</owl:unionOf>
</owl:Class>
</rdfs:domain>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#avoir">
<rdfs:domain rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#module"/>
<rdfs:range rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#ressource"/>
```

```
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#est_etudie_par">
<rdfs:domain rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#module"/>
<rdfs:range>
<owl:Class>
<owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
<owl:Class rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#licence"/>
<owl:Class rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#master"/>
</owl:unionOf>
</owl:Class>
</rdfs:range>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#est_specialite_de">
<rdfs:domain>
<owl:Class>
<owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
<owl:Class rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#CPI"/>
<owl:Class rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#ISI"/>
<owl:Class rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#RMSE"/>
<owl:Class rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#SI"/>
</owl:unionOf>
</owl:Class>
</rdfs:domain>
<rdfs:range rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#master"/>
</owl:ObjectProperty>
```

```
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#est_un">
<rdfs:domain>
<owl:Class>
<owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
<owl:Class rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#master"/>
<owl:Class rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#licence"/>
</owl:unionOf>
</owl:Class>
</rdfs:domain>
<rdfs:range rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#formation"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#type_formation">
<rdfs:rangerdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
<rdfs:domain rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#formation"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#intitule_specialite">
<rdfs:domain rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#module"/>
<rdfs:rangerdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#id_logiciel">
<rdfs:rangerdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
<rdfs:domain rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#logiciel"/>
</owl:DatatypeProperty>
```

```
<owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#nom_module">
<rdfs:domain rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#ressource"/>
<rdfs:rangerdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#annee_universitaire">
<rdfs:rangerdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
<rdfs:domain rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#specialite_informatique"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#id_ressource">
<rdfs:domain rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#ressource"/>
<rdfs:rangerdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#id_RMSE">
<rdfs:rangerdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
<rdfs:domain rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#RMSE"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#responsable_specialite">
<rdfs:domain>
<owl:Class>
<owl:unionOf rdfs:parseType="Collection">
<owl:Class rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#CPI"/>
<owl:Class rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#ISI"/>
<owl:Class rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#RMSE"/>
```

```
<owl:Class rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#SI"/>
</owl:unionOf>
</owl:Class>
</rdfs:domain>
<rdfs:rangerdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#type_document">
<rdfs:rangerdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
<rdfs:domain rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#document"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#intitule_cycle">
<rdfs:rangerdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
<rdfs:domain rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#module"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#id_SI">
<rdfs:rangerdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
<rdfs:domain rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#SI"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#id_document">
<rdfs:rangerdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
<rdfs:domain rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#document"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#nombre_etudiant">
<rdfs:rangerdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int"/>
```

```
<rdfs:domain>
<owl:Class>
<owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
<owl:Class rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#CPI"/>
<owl:Class rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#ISI"/>
<owl:Class rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#RMSE"/>
<owl:Class rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#SI"/>
</owl:unionOf>
</owl:Class>
</rdfs:domain>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#type_ressource">
<rdfs:rangerdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
<rdfs:domain rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#ressource"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#id_CPI">
<rdfs:rangerdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
<rdfs:domain rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#CPI"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#type_multimedia">
<rdfs:rangerdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
<rdfs:domain rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#multimedia"/>
</owl:DatatypeProperty>
```

```
<owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#id_multimedia">
<rdfs:domain rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#multimedia"/>
<rdfs:rangerdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#version_logiciel">
<rdfs:rangerdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
<rdfs:domain rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#logiciel"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#id_licence">
<rdfs:domain rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#licence"/>
<rdfs:rangerdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#niveau_master">
<rdfs:domain rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#master"/>
<rdfs:rangerdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#id_master">
<rdfs:domain rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#master"/>
<rdfs:rangerdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#id_module">
<rdfs:rangerdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
```

```
<rdfs:domain rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#module"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#id_specialite_informatique">
<rdfs:domain rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#specialite_informatique"/>
<rdfs:rangerdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#id_formation">
<rdfs:rangerdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
<rdfs:domain rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#formation"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#intitule_niveau">
<rdfs:domain rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#module"/>
<rdfs:rangerdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#id_ISI">
<rdfs:rangerdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
<rdfs:domain rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#ISI"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#url">
<rdfs:domain rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#ressource"/>
<rdfs:rangerdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#niveau_licence">
```

```
<rdfs:rangerdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int"/>
<rdfs:domain rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#licence"/>
</owl:DatatypeProperty>
<multimedia rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#video"/>
<multimedia rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#image"/>
<multimedia rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#son"/>
<logiciel rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#protege">
<version_logicielrdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>3.4.8</version_logiciel>
<id_logicielrdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>protege</id_logiciel>
</logiciel>
<document rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#JavaServeur Pages (JSP) ">
<urlrdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>https://fr.wikipedia.org/wiki/JavaServer_Pages</url>
<nom_modulerdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Java EE</nom_module>
<id_documentrdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>JavaServeur Pages (JSP) </id_document>
<type_documentrdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>pdf</type_document>
</document>
<module rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#Java EE ">
<id_modulerdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Java EE </id_module>
<intitule_cyclerrdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>master</intitule_cycle>
```

```
<intitule_niveaurdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int"
>1</intitule_niveau>
<intitule_specialiterdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>cpi</intitule_specialite>
</module>
<logiciel rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#netbeans">
<version_logicielrdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>8.0.1</version_logiciel>
<id_logicielrdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>netbeans</id_logiciel>
</logiciel>
<document rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#JDBC">
<id_documentrdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>JDBC</id_document>
<urlrdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>https://fr.wikipedia.org/wiki/Java_Database_Connectivity</url>
<type_documentrdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>pdf</type_document>
<nom_modulerdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Java EE</nom_module>
</document>
<document rdf:about="http://www.owl-
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#servlet">
<type_documentrdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>pdf</type_document>
<urlrdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>https://fr.wikipedia.org/wiki/Servlet</url>
<nom_modulerdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Java EE</nom_module>
<id_documentrdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>servlet</id_document>
</document>
```

```
<logiciel rdf:about="http://www.owl-  
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#virtuoso">  
<version_logicielrdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"  
>7.2.4</version_logiciel>  
<id_logicielrdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"  
>virtuoso</id_logiciel>  
</logiciel>  
<module rdf:about="http://www.owl-  
ontologies.com/2016/6/14/Ontology1465937532.owl#genie logiciel">  
<intitule_specialiterdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"  
>informatique general</intitule_specialite>  
<id_modulerrdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"  
>genie logiciel</id_module>  
<intitule_cyclerrdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"  
>licence</intitule_cycle>  
<intitule_niveaurdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int"  
>3</intitule_niveau>  
</module>  
</rdf:RDF>  
  
<!-- CreatedwithProtege (with OWL Plugin 3.4.8, Build 629) http://protege.stanford.edu -->
```