

République Algérienne Démocratique et Populaire

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Université de Bordj Bou Arreridj

جامعة برج بوعريريج



Faculté des mathématiques et de l'informatique

Département d'Informatique

MEMOIRE

Présenté En vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Option : Ingénierie de L'informatique Décisionnelle

Par

Belaggoune Meriem

Bouzidi Asma

THEME

Construction d'une ontologie dans le domaine e-learning

au niveau primaire

Soutenu le 30 juin 2016 Devant le jury composé de :

Mme Benabid Sonia

Presidente

Mr Maach Salah

Encadreur

Mr Attia Abdelouahab

Examineur

Mr Saha Adel

Examineur

ANNEE UNIVERSITAIRE : 2015/2016

Résumé

De nos jours avec l'avènement de l'Internet, les nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication "TIC" améliorent profondément nos façons de s'informer, et de communiquer. Cette émergence technologique fait apparaître un nouveau mode d'apprentissage connu sous le nom de e-learning. Celui-ci est basé sur l'accès à des formations en ligne, interactives et parfois personnalisées, diffusées par l'intermédiaire d'un réseau (Internet ou Intranet). Cet accès permet de développer les compétences des apprenants, tout en rendant le processus d'apprentissage indépendant du temps et du lieu.

Ce mémoire propose de bénéficier de ces nouvelles TICs par l'intégration des concepts innovants du Web sémantique qui apparaissent comme une technologie prometteuse pour l'implémentation du e-learning et pour résoudre les problèmes d'accès et de gestions des ressources pédagogiques disponibles sur le web et tout ça en se basant sur les ontologies dans le domaine de l'apprentissage. on prenant comme exemple le domaine d'enseignement à distance au niveau primaire .Et dans le but d'améliorer la qualité de l'e-learning, et répondre à certains besoins des utilisateurs (apprenants et enseignants).

Mots clés :

Web sémantique, ontologie, e-learning, OWL.

في هذه الايام مع تطور شبكة الإنترنت ساعدت التكنولوجيا الحديثة للمعلومات والاتصالات . هذا التطور التكنولوجي ادى الى ظهور نوع جديد من التعليم والتعلم باسم التعليم الإلكتروني و الذي يعتمد على الحصول على المعلومات عن طريق شبكة (الإنترنت أو الإنترنت) أو وسائل الإعلام الإلكترونية الأخرى هذه الطريقة في الحصول على المعرفة ساعدت على تطوير مهارات المتعلمين في حين جعل عملية التعلم مستقلة عن الزمان والمكان.

في هذه المذكرة نحاول ان نستفيد من تكنولوجيا المعلومات والاتصالات الحديثة من خلال دمج و استعمال مفاهيم مبتكرة من الويب الدلالي التي تظهر كتكنولوجيا واعدة لتنفيذ التعلم الإلكتروني ولحل مشاكل الوصول وإدارات الموارد التعليمية المتاحة على شبكة الإنترنت وهذا يرتكز على الانطولوجيا في مجال التعليم عن بعد. المجال المختار للدراسة يتمثل في مجال التعليم في المرحلة الابتدائية من أجل تحسين نوعية التعلم الإلكتروني، وتلبية احتياجات معينة من المستخدمين (الطلاب والمعلمين).

الكلمات المفتاحية

الويب الدلالي، التعليم الإلكتروني، الانطولوجيا، OWL

Abstract

Nowadays with the advent of the Internet, new Information Technologies and Communication "ICT" profoundly improve the way we learn and communicate. This technological emergence reveals a new way of learning known as eLearning name. This is based on access to online training, interactive and sometimes customized, distributed via a network (Internet or Intranet). This access helps develop the learners' skills, while making the learning process independent of time and place.

This thesis proposes to benefit from the new ICTs through the integration of innovative concepts of the Semantic Web that appear as a promising technology for the implementation of e-learning and to solve problems of access and managements of educational resources available web and all that based on ontologies in the field of learning. Is taking as an example the field of distance education at the primary level .And in order to improve the quality of e-learning, and meet certain needs of users (students and teachers).

Keywords: Semantic Web, ontology, e-learning, OWL.

REMERCIEMENT

C'est avant tout grâce à « dieu le tout puissant » que ce travail a pu être réalisé.

En préambule à ce mémoire, je souhaitais adresser mes remerciements
les plus sincères aux personnes qui m'ont apporté leur aide et qui ont contribué à
l'élaboration de ce mémoire ainsi qu'à la réussite de cette
Formidable année universitaire.

Nous tions à remercier sincèrement Monsieur « MAACH Salah » pour son encadrement
et sa contribution à l'élaboration de ce travail, s'est toujours montré à l'écoute et très
disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour l'inspiration, l'aide et le
Temps qu'il a bien voulu me consacrer et sans qui ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.

Nous tions enfin à remercier les membres du jury qui ont bien voulu accepter de
valoriser ce travail.

Merci à tous et à toutes.

Sommaire

Introduction Générale.....	1
----------------------------	---

Chapitre I: le web sémantique et e-learning

1. Introduction.....	6
2. E-Learning.....	6
2.1. Historique.....	6
2.2. Définition du E-learning.....	7
2.3. D'une formation traditionnelle à une formation à distance.....	7
2.4. Les caractéristiques de e-Learning.....	8
2.5. Les avantages de e-learning.....	9
2.6. Plateforme du e-learning.....	9
2.7. Architecteur d'e-learning.....	10
2.8. Les ressources pédagogiques.....	11
3. le web sémantique.....	11
3.1. Introduction.....	11
3.2. Définition.....	12
3.3 Les principes.....	12
3.4. Insuffisance du Web actuel.....	12
3.5. Web sémantique, quoi de nouveau ?.....	12
▪ Les métadonnées.....	12
▪ World Wide Web Consortium (W3C).....	13
3.6. Architecture du Web sémantique.....	13
3.7. Les Langages du Web sémantique.....	14
3.7.1. XML (eXtensible Markup Language).....	14
3.7.2. RDF (Ressource Description Framework).....	15
3.7.3. RDFS (Ressource Description Framework Schema).....	17
3.7.4 .OWL (Ontologie Web Langage).....	18
3.8 Impact du Web Sémantique sur e-learning.....	20
Conclusion.....	22

Chapitre II:l'ingénierie d'ontologie

1. Introduction.....	26
2. Historique sur l'ontologie.....	26
3. Notion d'ontologie.....	27
4. Les types d'ontologies.....	27
4. 1. Classification selon l'objet de conceptualisation.....	28

4.2. Classification selon le niveau de détail de l'ontologie.....	28
4.3. Classification selon le niveau de complétude	29
4.4. Classification selon le niveau de formalisme	30
5. Les composants de l'ontologie.....	31
5.1. Les concepts	31
5.2. Les relations.....	31
5.3. Les fonctions.....	31
5.4. Les axiomes	31
5.5. Les instances (ou individus).....	32
6. Cycle de vie d'ontologie	32
7. Processus de construction d'une ontologie	33
7.1. Conceptualisation.....	33
7.2. Ontologisation	34
7.3. Opérationnalisation.....	34
8. Les méthodologies de construction d'une ontologie.....	34
8.1. La méthode On-To-Knowledge.....	34
8.2. Methontologie.....	35
9. Les principes de construction d'une ontologie	37
10. Les outils de construction d'ontologie	37
11. Rôles des ontologies pour les applications e-learning :	38
Conclusion	39

Chapitre III:la conception

1. Introduction.....	43
2. La conception de l'ontologie	43
2.1. Le processus de développement de l'ontologie selon la méthode Methontologie	43
2.1.1. Spécification des besoins	43
2.1.2.La conceptualisation :.....	44
a. Construire un glossaire des termes :.....	45
b. Construction des hiérarchies de concepts	46
c. Construction d'un diagramme des relations binaires	46
d. Construire le dictionnaire des concepts.....	47
d.1 liste des attributs.....	48
d.2 La liste des relations	49
e. Construction de la table des relations binaires.....	50
f. Construction de la table des attributs.....	51

2.1.3. Formalisme.....	52
3. La conception de notre environnement.....	53
3.1. Diagramme des cas d'utilisation.....	53
3.2. Diagramme de classe.....	56
Conclusion	57

Chapitre IV : la réalisation

1. Introduction.....	59
2. Les outils et les technologies utilisés.....	59
2.1. L'éditeur PROTEGE	59
2.2. NetBeans IDE	59
2.3. Le serveur Glass Fiche	59
2.4. Java EE	60
2.5. La technologie JSP (Java Server Pages)	60
2.6. Le Framework Jena.....	60
3. Implémentation de l'ontologie.....	60
3.1. L'édition de l'ontologie.....	61
3.1.1. L'ajout d'un concept.....	61
3.1.2. Création des relations	62
3.1.3. L'ajout d'un attribut	62
3.1.4. La vérification de l'ontologie	63
3.1.5. La génération du code OWL	63
4. Présentation de l'application	65
4.1. Page d'accueil.....	65
4.2. Login	66
4.2.1. Scénario d'utilisation par l'apprenant	66
4.2.2. Scénario d'utilisation par l'enseignant	68
Conclusion générale	71
Référence	72

Liste des Figures :

1 : Interdisciplinarité de l'Ingénierie ontologique, du Web sémantique, et du l'Ingénierie pédagogique.....	2
1.1: Exemple d'architecture de plateforme pour la Formation à Distance.....	10
1.2 : Architecture du Web sémantique.....	13
1.3 :Fichier XML.....	15
1.4 :Fichier HTML.....	15
1.5 : Schématique courante du triplet RDF.....	16
1.6 : Représentation RDF/XML.....	16
1.7 : Représentation graphique.....	16
1.8 :Un exemple d'une hiérarchie is-a (ou Taxonomie).....	17
1.9 :Ontologie RDFS des personnes et groupes de travail	18
1.10 : Les sous langages du langage OWL.....	20
2.1 :schéma de classification des ontologies	30
2.2 :Schéma de cycle de vie d'une ontologie.....	32
2.3:Processus général de construction d'une ontologie.....	33
2.4 :processus de la méthode On-To-Knowledge.....	35
2.5 : processus de la méthode methontologie.....	36
3.1 : La phase de spécification.....	44
3.2 : La hiérarchie de concepts de l'ontologie.....	46
3.3 : Le diagramme des relations binaires de l'ontologie.....	47
3.4 : La formalisation de l'ontologie de domaine.....	52
3.5 : Diagramme des cas d'utilisation de l'administrateur.....	53
3.6: Diagramme des cas d'utilisation de l'enseignant.....	54
3.7 : Diagramme des cas d'utilisation de l'apprenant.....	55
3.8 : diagramme de classe	56

4.1 : L'interface de PROTEGE.....	61
4.2 : Création des concepts sous PROTEGE.....	61
4.3 : Création des relations sous PROTEGE.....	62
4.4 : Création des attributs sous PROTEGE.....	62
4.5 : Vérification de la consistance de l'ontologie.....	63
4.6: Une partie de code OWL de notre ontologie.....	64
4.7 : Page d'accueil.....	65
4.8:Page login.....	66
4.9 :Page d'accueil de l'apprenant.....	67
4.10 :Page des modules.....	67
4.11 :la page de message.....	68
4.12 :la page d'accueil de l'enseignant.....	69

Liste des Tableaux :

1.1 Les différences entre la formation traditionnelle et E-learning.....	8
1.2 : Web Sémantique et e-learning	21
3.1 : Glossaire des termes de l'ontologie de domaine	45
3.2 : La liste des attributs de différents concepts.....	48
3.3: La liste des relations entre les concepts.....	49
3.4 : La table des relations binaires de l'ontologie.....	50
3.5: La table des attributs de notre ontologie.....	51

Introduction Générale

Le web a dominé tous les secteurs et il est devenu un moyen très important et plus essentiel dans tous les domaines et particulièrement dans celui de l'apprentissage où le web défie le temps et la distance pour permettre le partage des connaissances entre les apprenants et les enseignants. Nous pouvons dire que le web offre une multitude d'avantages à l'apprentissage de telle sorte que l'apprenant peut étudier sans barrière temporelle et spatiale.

L'une des idées centrales qui ont retenu notre attention est le développement de modèles d'enseignement et d'apprentissage, en particulier dans le domaine de l'enseignement à distance au niveau primaire (écoles).

L'apprentissage à distance est la diffusion d'une formation à travers un réseau (internet, intranet). Il se caractérise par la flexibilité, l'accessibilité et donne la possibilité à l'enseignant de créer des parcours de formation, de joindre des ressources pédagogiques et d'effectuer un suivi. Et il permet aux apprenants de consulter et de télécharger les contenus pédagogiques et de communiquer individuellement ou en groupe avec les enseignants.

Le web courant se base sur des pages HTML liées par des liens hypertextes avec une recherche syntaxique, c'est à dire une recherche par des mots clés. Cependant, le contenu des pages est juste lisible par les machines mais n'est pas compréhensible par ces dernières et la recherche par des mots clés ne donne pas des résultats cohérents et exacts, par exemple si un utilisateur tape «cours» le moteur de recherche va chercher où se trouve cette chaîne de caractères. Pour cette raison, le web Sémantique est devenu comme une solution à ce problème. Le web Sémantique se base sur le web actuel mais avec un ajout de la sémantique au contenu, c'est à dire le contenu sera compréhensible et permet aux machines de l'interpréter sous une forme précise. D'une autre façon, le web sémantique est une extension du web actuel où les informations sont décrites de façon claire. Mais comment peut-on ajouter cette sémantique ? Et comment peut-on représenter les connaissances de telle sorte qu'elles deviennent compréhensibles et interprétables par les agents logiciels ? Et comment peut-on améliorer la qualité des réponses ? La réponse à ces questions ouvre une parenthèse sur le terme « ontologie ». Les ontologies sont utilisées pour obtenir une représentation formelle et commune d'un domaine et permettent de rendre les moteurs de recherche plus intelligents, ce qui donne des réponses exactes.

Domaines concernés

Les domaines concernées dans notre projet est l'ingénierie des connaissances plus précisément la représentation des connaissances basée sur ingénierie ontologique, une partie du web est le web sémantique, comme domaine d'application on a le domaine e-learning et l'ingénierie pédagogique, alors Notre sujet se situe à la croisée de ces domaines de recherche.

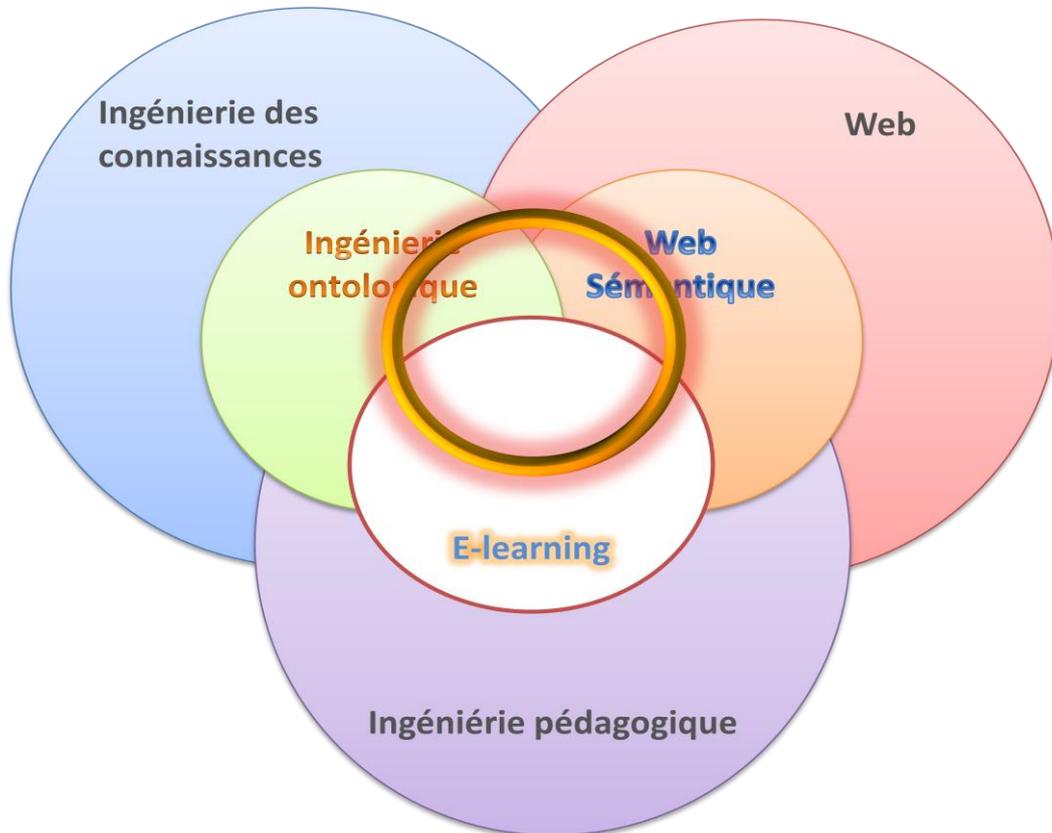


Figure 1 : Interdisciplinarité de l'Ingénierie ontologique, du Web sémantique, et de l'Ingénierie pédagogique.[1]

Ingénierie des connaissances

L'Ingénierie des connaissances est un domaine de recherche de l'Intelligence artificielle qui historiquement s'intéressait à la conception et à la réalisation de systèmes experts et de systèmes à base de connaissances. Il s'agit d'une science récente et pluridisciplinaire qui étudie les concepts, méthodes et techniques qui permettent de modéliser ou d'acquérir des connaissances. [1]

Ingénierie ontologique

Nées des besoins de représentation des connaissances, les ontologies sont à l'heure actuelle au cœur des travaux menés en Ingénierie des Connaissances (IC). Visant à établir des 12 représentations à travers lesquelles les machines puissent manipuler la sémantique des informations, la construction des ontologies demande à la fois une étude des connaissances humaines et la définition de langages de représentation, ainsi que la réalisation de systèmes pour les manipuler.

Au fur et à mesure des expérimentations, des méthodologies de construction d'ontologies et des outils de développement adéquats sont apparus. Emergeant des pratiques artisanales initiales, une véritable ingénierie se constitue autour des ontologies, ayant pour objectifs la construction d'ontologies, leur exploitation, leur maintenance et, de manière générale, leur gestion tout au long de leur cycle de vie .Dans le domaine de l'Ingénierie ontologique, notre travail contribue à faire une construction ontologie dans le domaine e-learning. [1]

Ingénierie pédagogique

L'ingénierie pédagogique est l'ensemble des procédures et tâches permettant de définir le contenu d'une formation. Cela implique d'identifier les connaissances et compétences visées, de réaliser une scénarisation pédagogique des activités d'un cours, et de définir les infrastructures, les ressources et les services nécessaires à la diffusion des cours et au maintien de leur qualité [2].

Problématique

Le web devient une base d'informations très énorme contenant des ressources diverses, ce qui provoque des réponses incohérentes aux demandes. Et comme l'apprentissage en ligne se base sur le Web, ce problème influence aussi l'apprenant et l'enseignant.

D'après nos études sur l'apprentissage à distance nous avons trouvés que les plateformes e-learning basé sur serveur de base de données traditionnelles n'est pas guidé par une sémantique .Donc les utilisateurs auront besoin d'un environnement capable de les comprendre et permet de répondre de façon personnalisée et cohérent.

Objectif du mémoire

Dans le cadre de ce projet de fin d'études de master, nous essayerons de profiter des avantages du Web Sémantique en e-learning.

Notre travail a pour objectif de :

- ◆ consiste à la construction et la formalisation d'une ontologie qui définit le système au niveau primaire.
- ◆ Réaliser une plateforme e-learning qui utilise cette ontologie, cet environnement vis de répondre à la majorité des besoins du système EAD (Enseignement à Distance). Comme l'accès, le partage et téléchargement des documents pédagogiques et l'amélioration de la communication entre les différents utilisateurs de l'environnement.

Organisation du mémoire

Afin de réaliser notre travail, nous organisons notre mémoire en quatre chapitres :

- ◆ Dans le premier chapitre, nous présentons un état de l'art sur les concepts d'e-learning, le web sémantique et particulièrement, l'impact du Web Sémantique sur l'e-learning.
- ◆ Dans le deuxième chapitre nous avons expliqué en détailles les ontologies et le Rôles des ontologies pour les applications e-learning.
- ◆ Notre conception de l'ontologie de domaine et de la plate-forme d'apprentissage est présentée dans le troisième chapitre.
- ◆ Nous présentons nos résultats d'implémentation dans le quatrième chapitre avec une vue générale sur les outils et les technologies utilisés.
- ◆ Enfin, une conclusion générale résume notre travail avec des perspectives montrant les améliorations qui peuvent être apportées à notre application.

Chapitre I :

Le web sémantique et e-learning

1. Introduction

Aujourd'hui, les systèmes de E-Learning sont très importants car ils deviennent le support de base de l'apprentissage sur le web. Ils offrent plusieurs services aux apprenants : le parcours des cours, la disponibilité, flexibilité, pas de frontières géographiques, haute qualité, et plusieurs techniques pour aider l'apprentissage des connaissances...etc.

Une application e-learning est mise en ligne via l'utilisation du Web. Compte tenu de la diversité et la croissance exponentielle des ressources pédagogiques utilisées dans le cadre d'une formation de type e-learning, il est de plus en plus difficile de trouver les documents pédagogiques pertinents. Une application e-learning partage donc le même problème de pertinence avec le Web lorsque les apprenants veulent accéder au savoir mis à leur disposition. Concevoir et développer des outils spécifiques pour faciliter l'accès aux documents pédagogiques et leur intégration devient une nécessité. Parmi les efforts visant à résoudre le problème de pertinence nous trouvons la notion de "Web Sémantique".

Dans ce chapitre, après une brève introduction nous allons présenter quelques définitions de E-Learning pour bien expliquer l'environnement de notre sujet de recherche. La section suivante nous avons discuté sur les avantages, Les topologies et plateformes de E-Learning et un survol sur les documents pédagogique, Ensuite nous allons étudier le web sémantique, et son architecture et expliquer comment le web sémantique améliorent l'e-learning Finalement, on conclut le chapitre.

2. E-Learning

2.1. Historique

- **La première phase (1983 avant)**

Une époque où la formation des enseignants traditionnels était traditionnellement avant la diffusion de l'informatique, en dépit d'une présence pour certaines personnes et la connexion entre l'enseignant et l'élève dans la salle de classe par table d'étude spécifique.

- **La deuxième phase (de 1984-1993)**

ère multimédia a été caractérisée par une interface graphique de systèmes, tels que l'exploitation: (Windows 3.1) et (Mac) et disques magnétiques comme outils pour diriger le développement de l'éducation.

Chapitre I:le web sémantique et e-learning

- **La troisième étape (de 1993-2000)**

L'émergence de l'Internet et l'émergence de l'e-mail et un logiciel pour visualiser des vidéos, qui ont donné un formidable développement et l'environnement prometteur pour le multimédia.

- **Quatrième étape (à partir de 2001)**

La deuxième génération de l'Internet où il est devenu un dessin sur le réseau web plus avancé et à une vitesse de main la plus forte et l'intensité des propriétés de contenu.

2.2. Définition du E-learning

Aujourd'hui, il y'a beaucoup de termes utilisés pour désigner l'éducation basée sur le Web comme le E-Learning, E-formation, l'enseignement en ligne, etc. Nous retenons la définition proposée par le Conseil Européen, qui considère que le E-Learning est :

« Un ensemble de concepts, de méthodes, et d'outils utilisant les nouvelles technologies multimédias et de l'Internet, pour améliorer la qualité de l'apprentissage en favorisant l'accès à des ressources et des services, ainsi que les échanges et la collaboration éventuellement à distance ». [3]

E-learning (l'apprentissage électronique) est une méthode d'éducation distance, il est basé sur les appareils électroniques et sur l'utilisation de l'internet à l'aide des outils de communication qui facilitent la discussion en ligne tels que: mail, chat, forum, etc. Il est utilisé pour stocker, créer et transférer les compétences, les connaissances...Etc. [4]

2.3. D'une formation traditionnelle à une formation à distance

La formation présentielle ou traditionnelle est caractérisée par la présence physique de l'apprenant dans des temps prédéterminés, l'enseignant explique le contenu pédagogique aux étudiants, par conséquent il y a pas des explications et des contenu personnalisés (le contenu pédagogiques doit satisfaire les besoins de chaque étudiant). Ce style classique est considéré comme statique en termes de contenu pédagogique, le temps et le lieu. Aussi l'apprentissage présentielle est très lent, ne répond pas aux besoins de plusieurs étudiants. Pour cela un nouveau style (E-learning) rend la formation rapide, distribuée, just-in-time, dynamique et personnalisée (répond aux besoins des apprenants selon leurs préférences et objectifs). Le tableau suivant exprime une comparaison entre la formation traditionnelle et E-learning [5]

Chapitre I:le web sémantique et e-learning

Tableau 1.1 : Les différences entre la formation traditionnelle et E-learning [5]

Dimension	Formation traditionnelle	E-learning
Livraison	L'instructeur qui détermine les séquences des connaissances	L'apprenant qui détermine son propre agenda
Réactivité	Anticipation: Suppose de connaître le problème	Réactionnaire: Répond à problème à la main
Accès	Linéaire : séquence de connaissances	Non-linéaire: Permet d'accéder directement à la connaissance dans un ordre quelconque selon chaque situation
Symétrie	Asymétrique: la formation se produit comme une activité distincte	Symétrique: L'apprentissage se fait comme une activité intégrée
Modalité	Discrète : La formation se déroule en morceaux dédiés avec des départs et des arrêts prédéfinis	Continue: l'apprentissage fonctionne dans les boucles parallèles et ne s'arrête jamais
Autorité	Centralisée: le contenu est sélectionné à partir d'une bibliothèque de documents élaborés par l'éducateur	Distribué: contenu provient de l'interaction des participants et les éducateurs
Personnalisation	Produit de masse: Le contenu doit répondre aux besoins d'un grand nombre	Personnalisé: le contenu est déterminé par les besoins de l'utilisateur individuel et vise à satisfaire les besoins de chaque utilisateur
Adaptabilité	Statique: contenu et l'organisation restent sous leur forme originale sans égard aux changements environnementaux	Dynamique : Modifications de contenu sans cesse à travers l'entrée d'utilisateur, les expériences, les nouveaux apprenants, les règles de gestion et l'analyse heuristique

2.4. Les caractéristiques de e-Learning

1. **L'accessibilité** : la formation à distance est d'utilisation très souple, tant dans l'espace que dans le temps. De ce fait, ce mode de formation facilite l'accès aux publics en proposant des situations d'enseignement apprentissages qui tiennent compte des contraintes individuelles de chaque apprenant.
2. **La contextualisation** : la formation à distance permet à l'individu d'apprendre dans son contexte immédiat. Elle maintient ainsi un contact direct immédiat et permanent avec les différentes composantes de l'environnement, facilitant

l'intégration des savoirs scientifiques aux savoirs pratiques et le transfert des connaissances.

3. **La flexibilité** : c'est la souplesse dans le mode d'organisation pédagogique permettant à l'apprenant de planifier dans le temps et dans l'espace ses activités d'étude et son rythme d'apprentissage. De plus, elle peut concevoir des activités offrant à l'apprenant des choix dans les contenus les méthodes et les interactions et ainsi prendre en compte les caractéristiques individuelles de chacun.
4. **L'interaction et le travail collaboratif** : le processus d'apprentissage repose essentiellement sur l'interaction entre l'apprenant et le tuteur et l'apprenant avec ses pairs. Dans ce sens le processus d'apprentissage est autant individuel, que collectif selon une négociation individuelle et sociale. [6]

2.5. Les avantages de e-learning

La formation à distance s'est imposée aujourd'hui comme une méthode de formation à part entière car elle possède de nombreux avantages:

- Elle s'adapte aux contraintes de temps et à l'organisation de chacun.
- Elle permet d'alterner formation pratique et théorique (formation en alternance, stages en milieu d'application).
- Elle permet de travailler de façon autonome et indépendante.
- Elle développe l'esprit de curiosité et de recherche.
- Le coût de la formation est amoindri (locaux, déplacement des formateurs).
- Elle permet d'éviter l'inconvénient du transport et l'éloignement géographique. [7]

2.6. Plateforme du e-learning

Une plateforme de formation est un logiciel qui assiste la conduite des formations à distance. Elle est basée sur des techniques de travail collaboratif et regroupe les outils nécessaires aux trois principaux acteurs de la formation : apprenant, tuteur, administrateur.

Une plateforme utilise des moyens de travail et de communication : visioconférence, email, forums, chats, annotations, tableaux blancs partagés, etc. [8]

Une plateforme de formation à distance permet :

- La consultation à distance de contenus pédagogiques.
- L'individualisation de l'apprentissage.
- L'accessibilité des connaissances.
- Le tutorat à distance.

Chapitre I: le web sémantique et e-learning

- L'ouverture de la formation à un public nouveau et plus large malgré la distance de toute nature (géographique, culturelle, sociale, économique, et transactionnelle).
- L'aménagement d'une relation conviviale entre formateurs et formés, Favorisé l'autonomie des apprenant. [6]

2.7 .Architecteur d'e-learning

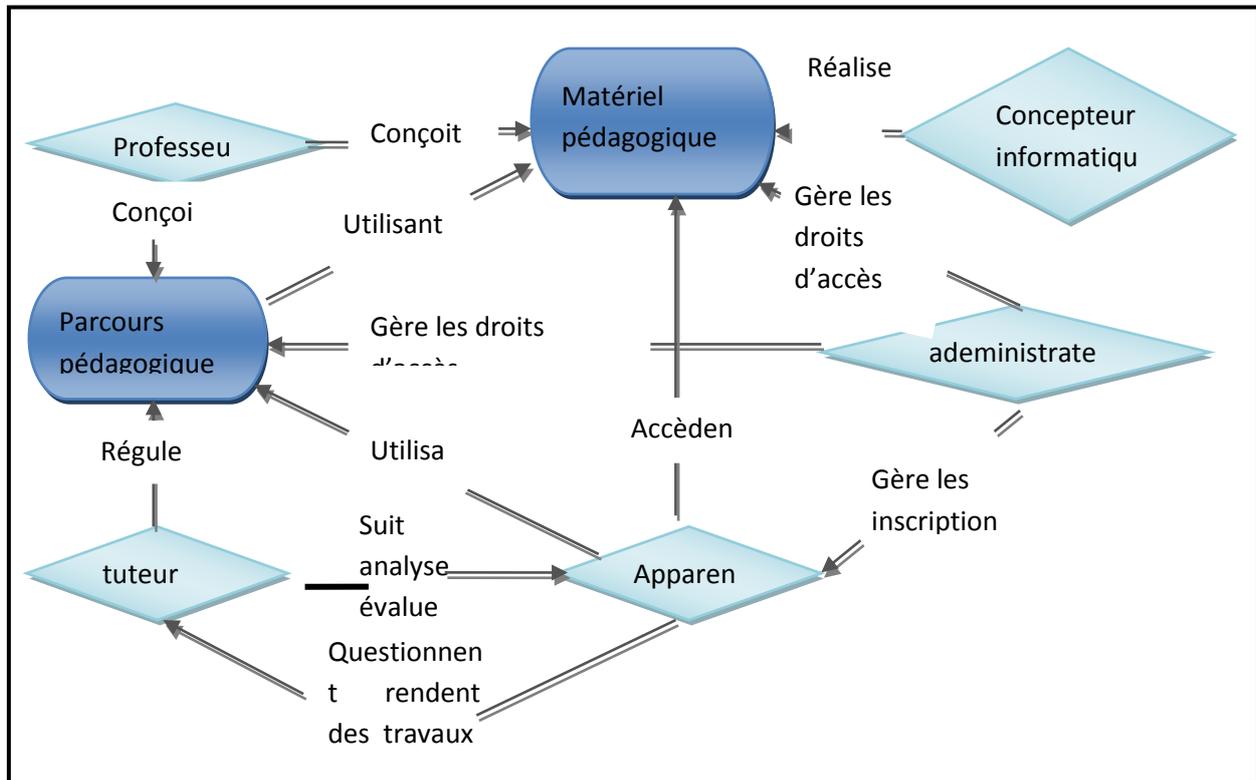


Figure 1.1: Exemple d'architecture de plateforme pour la Formation à Distance [8]

La figure ci-dessus décrit cinq acteurs. Les différentes plateformes ne prennent pas toujours en compte tous ces acteurs ou ne les séparent pas forcément, d'autres par contre sont plus complète. Ainsi certaines fusionnent le rôle de l'enseignant et du concepteur informatique, ou bien encore de l'enseignant et du tuteur. Le premier rôle est celui de l'enseignant (professeur sur la figure) qui est chargé de concevoir le matériel pédagogique des cours. Le concepteur informatique, ou l'enseignant lui-même, réalise alors les médias (texte, image, vidéo, etc..).

- L'enseignant crée par ailleurs des parcours pédagogiques types et individualisés de son enseignement. Le tuteur effectue un suivi du travail des apprenants grâce aux retours (évaluation, temps de parcours, etc..), ainsi qu'une assistance dans l'apprentissage de ces derniers. Il peut éventuellement réguler leurs parcours pédagogiques.

- L'apprenant consulte en ligne ou télécharge les contenus pédagogiques qui lui sont recommandés, organise son travail, effectue des exercices, s'auto-évalue et transmet des travaux au tuteur qui les évalue. Enseignant et apprenant communiqués individuellement ou en groupe, créent des thèmes de discussion et collaborent à des documents communs.
- L'administrateur installe et assure la maintenance du système, s'occupe de l'inscription administrative des étudiants, gère les accès et les droit aux ressources pédagogiques. On entend donc par administrateur un rôle spécifique à la plateforme et non un rôle administratif habituel. [6].

2.8. Les ressources pédagogiques

Parmi les fonctions principales d'une plateforme e-Learning : la production puis l'intégration, la gestion et l'administration des contenus de formation et des ressources pédagogique diffusion et le contrôle de l'accès à ces contenus et ressources. [9]

➤ Définition d'une ressource pédagogique

Ce sont généralement les documents de la formation: des cours, des exercices, des livres, des liens vers des sites web, des rapports, etc. Parmi ces ressources, certains sont internes c.-à-d. enregistrées directement dans l'environnement (des cours, des exercices, des rapports), tandis que d'autres sont des ressources externes et sont représentés par des liens ou des références (par exemple, livres électroniques). [10]

3. le web sémantique

3.1. Introduction

Le Web sémantique est une vision du web de demain. Elle a pour objet de rendre les informations disponibles dans le web actuel traitables par la machine. Les utilisateurs seront déchargés d'une partie de leurs tâches habituelles (recherche, construction et combinaison de résultat). Le web sémantique peut être défini comme un substrat supportant des fonctions avancées pour la collaboration (homme-homme, homme-machine, machine-machine) qui permet de partager des ressources et de raisonner sur le contenu de ces dernières. [2]

Le "Web sémantique" est un terme inventé par Tim Berners-Lee pour se référer à une vision de la prochaine évolution de la technologie du Web. Il envisage l'introduction d'une forme d'intelligence et donner le sens suivant le contexte au Web actuel (World Wide Web) [2]

3.2. Définition

Le Web sémantique désigne un ensemble de technologies visant à rendre le contenu des ressources du World Wide Web accessible et utilisable par les programmes et agents logiciels, grâce à un système de métadonnées formelles, utilisant notamment la famille de langages développés par le W3C. [11]

3.3 Les principes

- Générer des données sémantiques à partir de la saisie d'information par les utilisateurs
- Agréger des données sémantiques afin d'être publiées ou traitées
- Publier des données sémantiques avec une mise en forme personnalisée ou spécialisée
- Échanger automatiquement des données en fonction de leurs relations sémantiques
- Générer des données sémantiques automatiquement, sans saisie humaine, à partir de règles d'inférences.

3.4. Insuffisance du Web actuel

Sur Internet on peut accéder à un grand volume d'information, ce qu'on considère depuis quelques années, insuffisant car on s'est rendu compte qu'il n'y a pas un réel partage de connaissance. Une recherche d'information sur le Web repose sur l'utilisation de mots ou de phrases incluses dans des documents, ce qui conduit à des résultats non pertinents car on ne dispose d'aucune information de nature sémantique à propos du contenu. [12]

3.5. Web sémantique, quoi de nouveau ?

Pour rendre le Web sémantique, il faut que toutes les ressources Web soient décrites par des métadonnées, ce qui permet aux machines une meilleure exploitation de ces ressources. [12]

▪ Les métadonnées

On peut définir les métadonnées comme "des données relatives à des données" traitables par une machine, pour le cas des documents pédagogiques, le contenu des documents sont les données, et les informations relatives aux auteurs, à leurs champs d'intérêt, à leurs objectifs pédagogiques sont des métadonnées. Par ressource on désigne tout ce qu'on peut trouver sur le Web: par exemple des documents, ou même une composante d'une autre ressource plus grande par exemple un paragraphe spécifique d'un document. [12]

▪ World Wide Web Consortium (W3C)

Fondé en 1994, pour développer les protocoles nécessaires à l'évolution du Web, c'est un consortium international qui regroupe de nombreux professionnels de l'industrie, du service, de la recherche et de l'enseignement partageant les mêmes objectifs d'évolution et de stabilisation à long terme des technologies du Web.[12]

3.6. Architecture du Web sémantique

L'architecture du Web Sémantique proposée par W3C s'appuie sur une pyramide des langages :

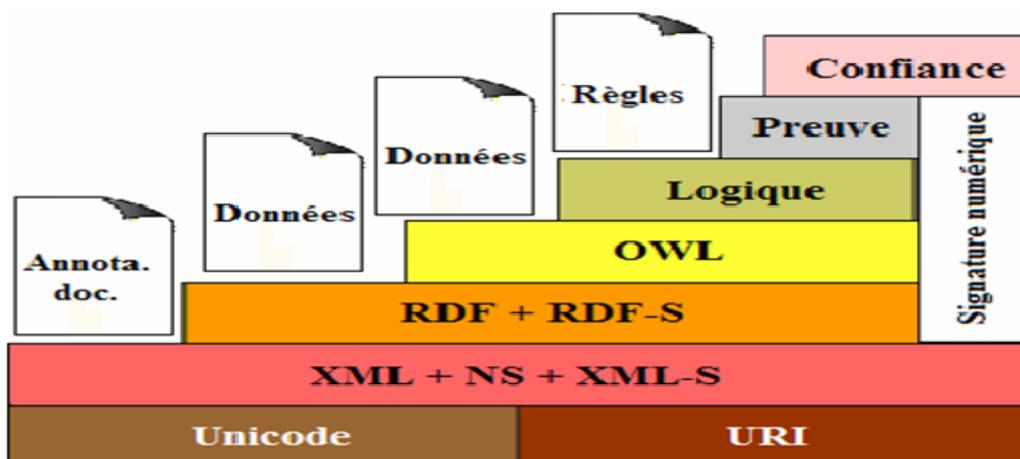


Figure 1.2 : Architecture du Web sémantique [13]

Unicode et Uniform Resource Identifier (URI) : l'Unicode est un standard utilisé pour la représentation des caractères [14] pour permettre d'utiliser tous les langages humains sur le web [15]. Une URI : est une chaîne de caractères qui permet d'identifier de manière unique une entité élémentaire abstraite ou physique [13]

XML/XML schéma : Pour donner une bonne structuration à ces données, le Web Sémantique utilise les langages de balises comme XML [16]

La couche RDF + RDFS : est considérée comme étant la première fondation de l'interopérabilité sémantique. RDF donne un cadre à la façon de décrire les ressources sur le Web, en proposant l'agencement de ces ressources au sein de triplets. C'est avec l'utilisation conjointe des langages RDF et RDFS que les ressources du Web peuvent être organisées sur deux niveaux conceptuels pour représenter les connaissances d'un domaine: le langage RDF

pour représenter les connaissances factuelles d'un domaine et le langage RDFS pour représenter les connaissances structurelles [17]

La couche ontologie : Le rôle de cette couche est d'ajouter un vocabulaire qui permet de fournir des contraintes sur les types de ressources et leurs propriétés, comme l'équivalence [14]

La couche logique : cette couche offre un ensemble de langages qui permettent l'expression des règles [16]

La couche preuve : elle fournit des moyens pour démontrer la validité des inférences données par les agents [16]

La couche confiance : Le but de cette couche est d'assurer la qualité de l'information, c'est à dire confirmer la fiabilité et la sécurité de l'information [14]

3.7. Les Langages du Web sémantique

Pour permettre aux agents logiciels de traiter l'information sur le Web (recherche et sélection des ressources pour les utilisateurs), la sémantique des documents sera rendue explicite par des métadonnées ou annotations et des ontologies. Les langages proposés par le W3C, pour atteindre les objectifs de la vision et former le layer cake, seront présentés par la suite :

3.7.1. XML (eXtensible Markup Language)

XML est un métalangage proposé par le W3C permettant de représenter un document textuel de manière arborescente en utilisant un système de balisage. Il a été élaboré pour faciliter l'échange, le partage et la publication des données à travers le web. Les langages/modèles proposés pour le web sémantique sont exprimés en XML. XML permet de structurer un document en définissant des balises suivant le besoin. Le choix de ces balises ne tient pas compte de la signification de la structure et des systèmes informatiques qui vont l'exploiter.

Le langage XML est un langage de structuration et non de représentation de données, pour cela le W3C a proposé le langage XSL (eXtensible StyleSheet Language) pour effectuer la représentation des données des documents XML. [2]

▪ Structure d'un document XML

On entend par " données structurées " des éléments tels que des feuilles de calcul, des carnets d'XML permettent de structurer un document en fonction du contenu, de la signification et de l'utilisation des données. Les documents XML sont constitués de données et d'un marquage. Les données représentent le contenu, alors que le marquage fournit une

Chapitre I: le web sémantique et e-learning

structure à ce contenu. Adresses, des paramètres de configuration, des transactions financières, des dessins techniques, etc.

XML représente une réponse aux limites de HTML, notamment en ce qui concerne le nombre de balises. Les balises XML n'ont pas de signification prédéfinie, alors qu'en HTML il n'est pas possible de créer ses propres balises. De plus, XML est extensible (d'autres langages peuvent être définis à partir de XML), structuré et peut être validé. Un même document XML peut être affiché de différentes manières sans qu'il soit nécessaire de modifier la structure sous-jacente des données.

Voici un document XML et un document HTML simples contenant les mêmes données [18]:

```
1. <?xml version="1.0" standalone="yes" ?>
2. <state stateid="MN">
3. <city cityid="12">
4. <name>Johnson</name>
5. <population>5000</population>
6. </city>
7. <city cityid="15">
8. <name>Pineville</name>
9. <population>60000</population>
10. </city>
11. <city cityid="20">
12. <name>Lake Bell</name>
13. <population>2000</population>
14. </city>
15. </state>
```

Figure 1.3 : Fichier XML [18]

```
1. <html>
2. <h1 id="MN">State</h1>
3. <h2 id="12">City</h2>
4. <dl <dt>Name</dt>
5. <dd>Johnson</dd>
6. <dt>Population</dt>
7. <dd>5000</dd> </dl>
8. <h2 id="15">City</h2>
9. <dl <dt>Name</dt>
10. <dd>Pineville</dd>
11. <dt>Population</dt>
12. <dd>60000</dd></dl>
13. <h2 id="20">City</h2>
14. <dl <dt>Name</dt>
15. <dd>Lake Bell</dd>
16. <dt>Population</dt>
17. <dd>2000</dd> </dl>
18. </html>
```

Figure 1.4 : Fichier HTML [18]

3.7.2. RDF (Resource Description Framework)

RDF est le premier langage développé pour le Web sémantique. RDF est une recommandation du W3C développée pour d'écrire des métadonnées (Métadonnée : information permettant d'en décrire une autre) et les ressources du Web et les rendre accessibles par les machines. RDF utilise XML dans sa syntaxe pour respecter l'ascendance des langages dans le Web sémantique. La structure des expressions RDF est un triple composé d'un sujet (ressource), prédicat (propriété) et objet (valeur). L'ensemble des triplets est appelé graphe RDF. [2]

Chapitre I:le web sémantique et e-learning

- Les ressources :

Les ressources sont tous les objets décrits par RDF. Généralement, ces ressources peuvent être aussi bien des pages Web que tout objet ou personne du monde réel. Les ressources sont alors identifiées par leur URI (Uniform Resource Identifier). [19]

- Les propriétés :

Une propriété est un attribut, un aspect, une caractéristique qui s'applique à une ressource. Il peut également s'agir d'une mise en relation avec une autre ressource. [19]

- Les valeurs:

Les valeurs en question sont les valeurs particulières que prennent les propriétés. Ces trois types d'objets peuvent être mis en relation par des assertions, c'est à dire des triplets. [19]

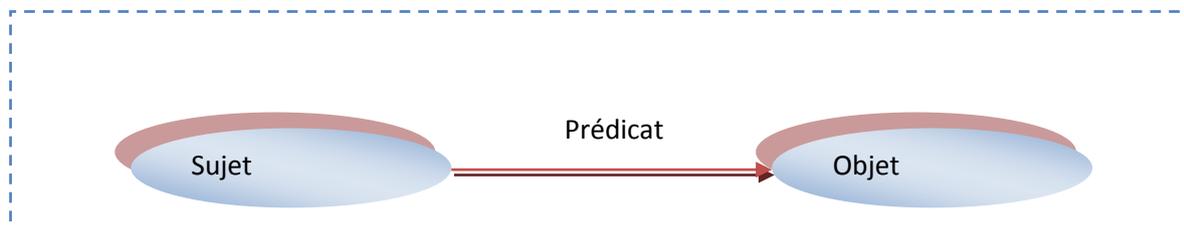


Figure 1.5 : Schématisation courante du triplet RDF [20]

```
<rdf :RDF>
<rdf:Description
about=http://www.semanticweb.org/dell/ontologies/2016/1/ontology15#meriem
><rdf:Property
about=http://www.semanticweb.org/dell/ontologies/2016/1/ontology15#adresse > el
anasser</rdf:Property>
<rdf:Property
about=http://www.semanticweb.org/dell/ontologies/2016/1/ontology15#age > 10 </rdf
:Property>
</rdf :Description>
```

Figure1.6 : Représentation RDF/XML [16]

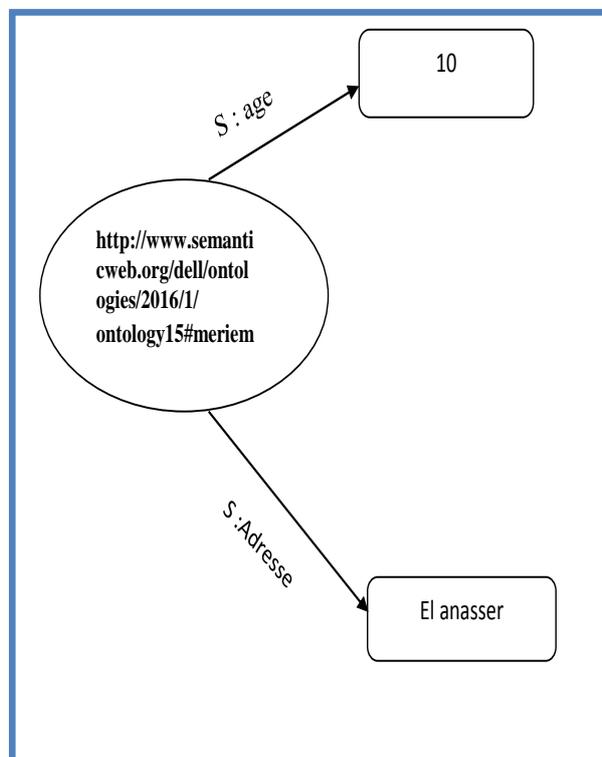


Figure1.7 : Représentation graphique [16]

2.7.3. RDFS (Ressource Description Framework Schema)

RDFS est un langage utilisé pour la définition de schémas RDF. Son modèle de données est basé sur celui des Frames. Alors qu’RDF exprime les relations sémantiques au niveau des instances sous la forme de triplets, RDFS exprime donc les relations au niveau des classes et des propriétés (les prédicats RDF), contraignant ainsi les instances possibles dans les triplets RDF . Par conséquent, RDFS marque une étape de plus vers la conception d’un formalisme de représentation plus riche et introduit les primitives de bases de la modélisation ontologique pour le Web Sémantique.[2]

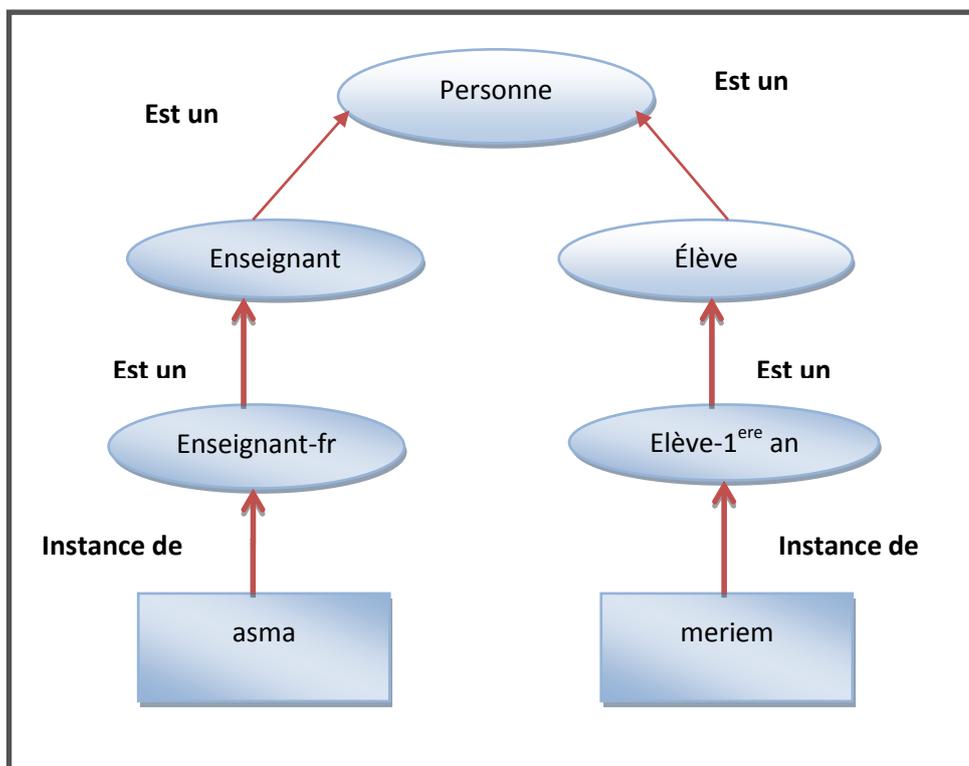


Figure 1.8 : Un exemple d’une hiérarchie is-a (ou Taxonomie) [2]

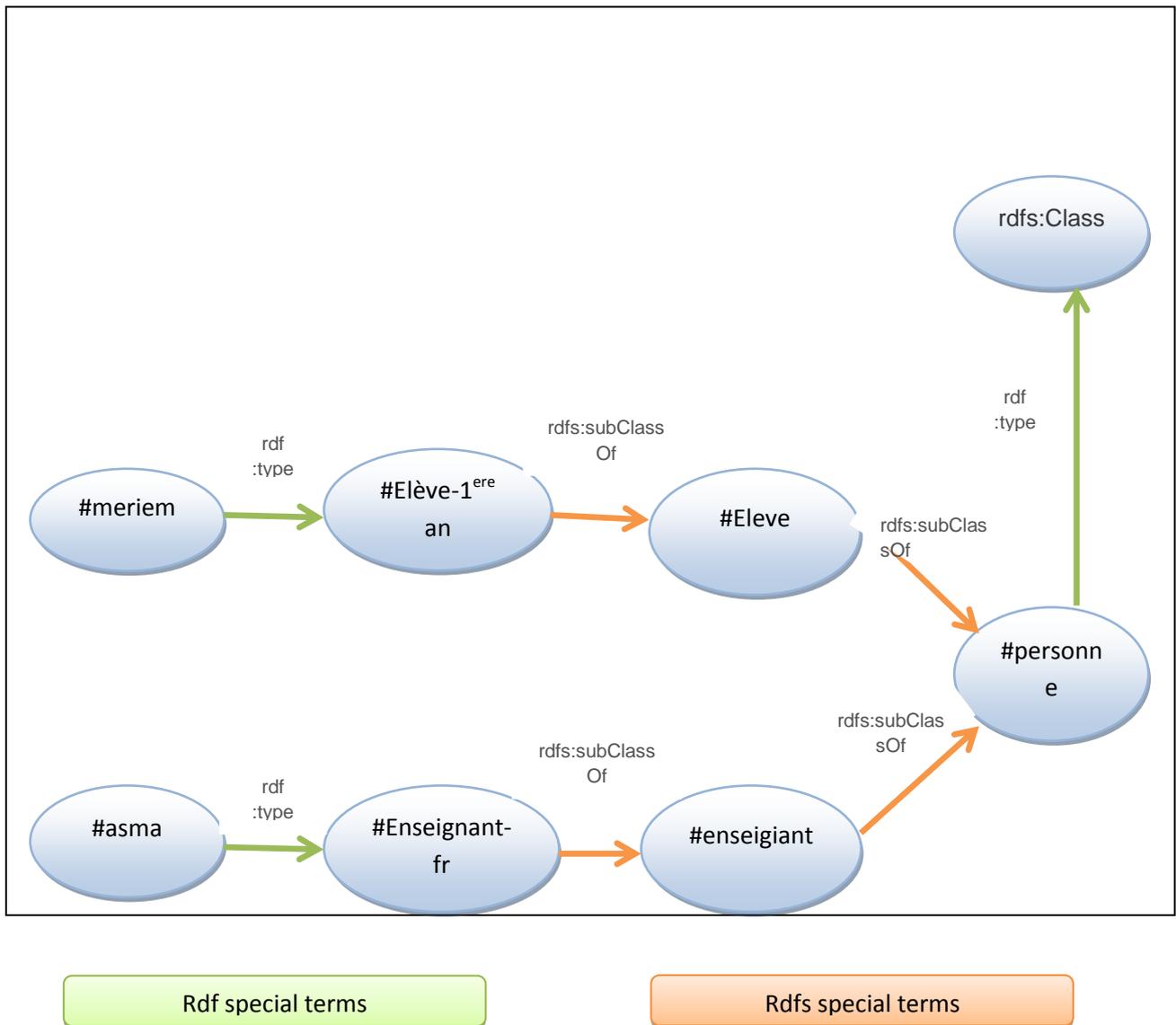


Figure 1.9 : Ontologie RDFS des personnes et groupes de travail [2]

3.7.4 .OWL (Ontologie Web Langage)

OWL a été conçu pour satisfaire le besoin d'un langage d'ontologie du Web et pour être utilisé par les applications qui traitent le contenu de l'information. Il facilite grandement l'interopérabilité en fournissant plus de vocabulaire pour décrire les classes et les propriétés comme les approches orientées objets. Par exemple les relations entre classes (par exemple la disjonction), les cardinalités (par exemple exactement un), l'égalité, typage plus riche des propriétés, caractéristiques des propriétés (par exemple la symétrie) et les classes énumérées.

OWL est divisé en trois sous-langages définis par une syntaxe expressive avec une sémantique formelle et rigoureuse :

1. OWL-Lite : est la version légère de OWL qui reprend RDFS et l'enrichit avec de nouvelles primitives (local range restrictions, existential restrictions, simple cardinality restrictions, equality) et divers types de propriétés (inverse, transitive et symmetric).

OWL LITE assure, fondamentalement, la classification ainsi que quelques contraintes simples. Par exemple, il prend en compte les cardinalités mais les restreint à 0 ou à 1.

Owl:minCardinality, **owl:maxCardinality** spécifient les cardinalités minimales et maximales et **owl:cardinality** exprime une seule cardinalité si les valeurs min et max coïncident. OWL reprend tous les constructeurs RDF ainsi que le vocabulaire de RDFS à savoir **rdfs:class**, **rdfs:subClassOf**, **rdfs:property**, **rdfs:subPropertyOf**, **rdfs:domain** **rdfs:range**. Les classes **owl:ObjectProperty** et **owl:DatatypeProperty** sont des sous-classes de la classe **rdfs:property**.

OWL LITE permet d'exprimer des caractéristiques sur les propriétés.

- **owl:inverseOf** permet d'exprimer qu'une propriété est l'inverse d'une autre.
- **owl:TransitiveProperty** permet de spécifier qu'une propriété est transitive.
- **owl:SymetricProperty** exprime la symétrie d'une propriété.
- **owl:FunctionalProperty** permet d'exprimer qu'une propriété a au plus une valeur unique et **owl:InverseFunctionalProperty** exprime l'inverse de cette propriété.

Pour exprimer des contraintes sur les propriétés, OWL fournit **owl:allValuesFrom** qui exprime la quantification universelle et **owl:someValuesFrom** la quantification existentielle.

OWL LITE permet d'exprimer des relations d'égalité ou de différence entre les éléments suivants:

- Individus: par **owl:sameAs**, **owl:differentFrom** et **owl:allDifferent**.
- Classes : par **owl:equivalentClass**.
- Propriétés : par **owl:equivalentProperty**.

2. OWL DL : contient toutes les primitives de OWL (y compris OWL Lite) avec des contraintes particulières sur leur utilisation qui assurent la décidabilité du langage. Supporte la négation, la disjonction, la restriction sur les cardinalité, l'énumération et la restriction des valeurs.

3. OWL Full : plus flexible que OWL DL ce qui le rend indécidable

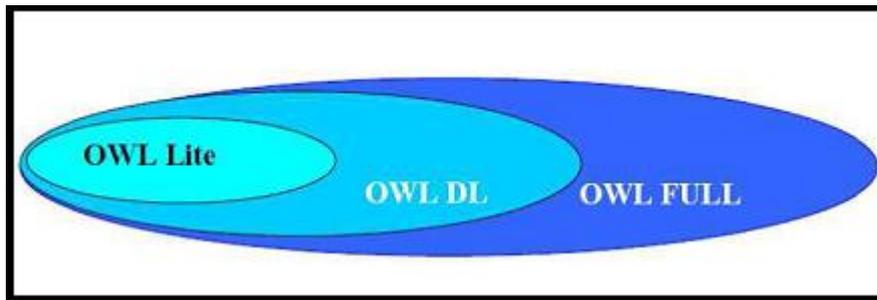


Figure 1.10 : Les sous langages du langage OWL [9]

L'utilisation du langage de représentation OWL dans le cadre d'apprentissage à distance permet d'une part de faire reposer le système E-learning, et de représenter le contenu pédagogique sémantiquement pour faciliter l'exploitation d'un contenu annoté durant le processus d'apprentissage. [2]

3.8 Impact du Web Sémantique sur e-learning

Une application e-learning exige un certain nombre de défis concernant le processus d'apprentissage : rapide, juste à temps, pertinent et moins cher. Les propriétés clés de l'architecture du Web Sémantique (sens partagé commun, ontologies, méta données traitables par les machines), offertes par un ensemble adéquat d'agents, apparaissent suffisamment puissantes pour satisfaire les exigences du e-learning.

Le Web sémantique permet le développement des ontologies et l'annotation des ressources d'apprentissage, son utilisation devient très utile et adéquate pour implémenter un système e-learning. Pour la réalisation des exigences du e-learning nous pouvons bénéficier des avantages du Web sémantique.[18]

Chapitre I: le web sémantique et e-learning

Tableau 1.2 : Web Sémantique et e-learning [18]

Exigences	e-learning	Web Sémantique
Livraison (Delivery)	Traction - l'étudiant détermine l'ordre du jour.	Les supports d'apprentissage (éléments de connaissances) sont distribués sur le web, mais ils sont généralement indexés par des ontologies communes. Cela permet la construction d'un cours spécifique à l'utilisateur, en utilisant des requêtes sémantiques sur les sujets qui l'intéresse.
Capacité à Répondre (Responsiveness)	Réactionnaire - répond au problème actuel	Les agents logiciels sur le web sémantique peuvent utiliser un langage de service commun, qui permet la coordination entre les agents et la livraison proactive de supports d'apprentissage dans le contexte des problèmes réels. L'idée est que chaque utilisateur ait son propre agent personnalisé qui communique avec d'autres agents.
Accès (Access)	Non linéaire - permet l'accès direct aux connaissances dans n'importe quel ordre donnant un sens à la situation actuelle	L'utilisateur peut décrire la situation actuelle (but de l'apprentissage, connaissances précédentes...) et exécuter des requêtes sémantiques pour le support d'apprentissage approprié. Le profil d'utilisateur est également pris en considération. L'accès aux connaissances peut être augmenté par une navigation sémantiquement définie.
Symétrie (Symmetry)	Symétrique - l'apprentissage apparaît comme une activité intégrée	Le Web Sémantique offre le potentiel de devenir une plate-forme intégrée pour tous les processus économiques dans une organisation, y compris les activités d'apprentissage
Modalité (Modality)	Continu - l'apprentissage se déroule en parallèle avec les tâches professionnelles et ne s'arrête jamais.	La livraison active d'information (basée sur les agents personnalisés) crée un environnement d'apprentissage dynamique qui est intégré dans les processus économique
Personnalisation (Personalization)	Personnalisé- le contenu est déterminé en fonction des besoins individuels de l'utilisateur et vise à satisfaire les besoins de chaque utilisateur.	L'utilisateur, en utilisant son agent personnalisé, recherche le support d'apprentissage adapté à ses besoins. L'ontologie est le lien entre les besoins d'utilisateur et les caractéristiques du support d'apprentissage.

Bien que le tableau ne présente qu'une vision de ses auteurs, il montre une vue globale des exigences à satisfaire par un système e-Learning. L'ensemble des solutions proposées est basé sur l'utilisation du Web Sémantique mais reste cependant peu précis.

Conclusion

Nous avons présenté dans ce chapitre, les liens directs entre les technologies du Web Sémantique et celle du e-Learning. La vue globale du Web Sémantique, où toutes les ressources sont disponibles et annotées pour être mieux découvertes et mieux indexées n'est pas aussi évidente lorsqu'elle est appliquée aux standards de l'e- Learning. Le rapport a porté sur une petite partie, parmi d'autres dans ce domaine, Beaucoup d'effort doit être déployé pour arriver à des machines qui recherchent, composent et présentent automatiquement des cours d'apprentissage à des personnes de différents domaines et de différents niveaux de compétence.

Chapitre II :

L'ingénierie d'ontologie

1. Introduction

La masse de plus en plus croissante d'information dans tous les domaines a généré un besoin capital d'organisation et de structuration des contenus de documents, disponibles généralement sur le web. Les ontologies en sont un moyen prometteur et qui ne cesse de donner ses preuves. Leurs applications sont multiples : indexation, recherche d'informations, traduction automatique, e-Learning etc.

Les principaux buts de la construction des ontologies sont la partageabilité, la portabilité, la réutilisabilité et la capitalisation de la connaissance et de l'expertise d'un domaine. Parce que l'information n'est pas statique, parce qu'elle se modifie, s'enrichisse, s'altère avec le temps et qu'elle vienne de différentes sources, nous avons besoin d'outils et de modèles qui permettent aux utilisateurs et aux experts du domaine de constituer, consulter et maintenir à jour leurs connaissances du domaine. Ce chapitre contient une présentation de la notion d'ontologie, une description des méthodologies et des outils d'ingénierie ontologique.

2. Historique sur l'ontologie

L'ingénierie de connaissances (IC) a longtemps été considérée comme le domaine de prédilection du développement d'expertise en conception de système à base de connaissances. Malgré le fait que l'ingénierie des connaissances ait contribué à accroître cette expertise en l'organisant dans une perspective computationnelle, certains membres de la communauté de l'intelligence ont éprouvé le besoin de passer à une ingénierie s'appuyant plus solidement sur des fondements théoriques et méthodologiques, afin d'améliorer la conception des systèmes intelligents historiquement, l'ingénierie ontologique (IO) a émergé de l'ingénierie des connaissances, l'ingénierie ontologique permet de spécifier la conceptualisation d'un système, c'est à dire de lui fournir une représentation formelle des connaissances qu'il doit acquérir, sous la forme de connaissances déclaratives exploitables par un agent. Ainsi, l'exploitation par un mécanisme d'inférence, d'une représentation de type déclarative telle que l'ontologie, tout en suivant les règles d'inférence définie dans cette ontologie, est la source de l'intelligence de système. L'ingénierie de connaissances a ainsi donné naissance à l'ingénierie ontologique, où l'ontologie est l'objet clé sur lequel il faut se pencher. La nécessité d'une ontologie et d'une ingénierie ontologique des systèmes à base de connaissances commence à être comprise et accepté. [21]

3. Notion d'ontologie

Le mot « Ontologie » vient du grec : « *ontos* » pour *être* et « *logos* » pour univers. C'est un terme philosophique introduit au XIX^{ème} siècle qui caractérise l'étude des êtres dans notre univers.

En informatique, plusieurs définitions ont été données à l'ontologie :

En 1993, *Gruber* propose sa définition : « *An ontology is an explicit spécification of a conceptualisation* »

En 1997, *Borst* modifie légèrement la définition de Gruber en énonçant que: «*Une ontologie est définie comme étant une spécification formelle d'une conceptualisation partagé*»

Ces deux définitions ont été expliquées par *Studer* et ses collègues comme suit : *Conceptualisation* réfère à un modèle abstrait d'un phénomène dans le monde, en ayant identifiés les concepts appropriés à ce phénomène.

- **Explicite** signifie que le type de concepts utilisés et les contraintes liés à leur usage sont définis explicitement.
- **Formel** réfère au fait qu'une ontologie doit être traduite en langage interprétable par une machine.
- **Partagé** réfère au fait qu'une ontologie capture la connaissance consensuelle, c'est-à-dire non réservée à quelques individus, mais partagée par un groupe ou une communauté.
- **Conceptualisation** : le modèle abstrait d'un phénomène du monde réel par identification des concepts clefs de ce phénomène. [21]

4. Les types d'ontologies

Plusieurs classification sont proposé pour les types d'ontologies parmi celles-ci nous en examinerons quatre, à savoir [18]:

- Classification Selon l'objet de la conceptualisation.
- Classification Selon le niveau de détail d'ontologie.
- Classification Selon le niveau de complétude.
- Classification selon le niveau de formalisme.

4. 1. Classification selon l'objet de conceptualisation

- ***Ontologies du domaine***

Ces ontologies expriment des conceptualisations spécifiques à un domaine. Elles sont réutilisables pour plusieurs applications de ce domaine. Selon , l'ontologie du domaine caractérise la connaissance du domaine où la tâche est réalisée. Par exemple, dans le contexte du e-learning, le domaine peut être celui de formation.

- ***Ontologies applicatives***

Ces ontologies contiennent des connaissances du domaine nécessaires à une application donnée, elles sont spécifiques et non réutilisables. Par exemple, dans le contexte de l'e-learning, une application peut être : la formation de Statistiques et Probabilités.

- ***Ontologies génériques ou ontologies de haut niveau (top-ontologies)***

Ces ontologies expriment des conceptualisations valables dans différents domaines. Ce type d'ontologies est fondé sur la théorie de l'identité, la méréologie (*theory of whole and parts rôle*) et la théorie de la dépendance. Son sujet est l'étude des catégories des choses qui existent dans le monde. Comme les concepts de haute abstraction tels que les entités, les événements, les états, les processus, les actions, le temps, l'espace, les relations, les propriétés, etc.

- ***Les ontologies des tâches ou d'activités***

Qui décrivent le vocabulaire relié à une tâche générique ou à une activité (comme diagnostiquer, programmer, ven etc.) en spécialisant les termes dans les ontologies de haut niveau. Les ontologies de tâche fournissent un vocabulaire systématique des termes utilisés pour résoudre les problèmes liés aux tâches qui peuvent ou ne peuvent appartenir au même domaine. Ce sont des ontologies dépendantes des applications. Les ontologies de tâche de domaine ("Domain-Task ontologies") sont des ontologies de tâche réutilisables dans un domaine donné, mais pas à travers des domaines. Elles se veulent indépendantes des applications.

4.2. Classification selon le niveau de détail de l'ontologie

Par rapport au niveau de détail utilisé lors de la conceptualisation de l'ontologie en fonction de l'objectif opérationnel envisagé pour l'ontologie, deux catégories au moins peuvent être identifiées :

- *Granularité fine*

On parle sur ce niveau lorsque les ontologies sont très détaillées, ou possèdent un vocabulaire plus riche capable d'assurer une description détaillée des concepts pertinents d'un domaine ou d'une tâche. Ce niveau de granularité peut s'avérer utile lorsqu'il s'agit d'établir un consensus entre les agents qui l'utiliseront.

- *Granularité large*

Correspondant à un vocabulaire moins détaillé comme par exemple dans les scénarios d'utilisation spécifiques où les utilisateurs sont déjà préalablement d'accord à propos d'une conceptualisation sous-jacente. Les ontologies de haut niveau possèdent une granularité large, compte tenu que les concepts qu'elles traduisent sont normalement raffinés subséquemment dans d'autres ontologies de domaine ou d'application.

4.3. Classification selon le niveau de complétude

Par rapport au niveau de complétude, trois catégories au moins peuvent être identifiées :

- *Niveau sémantique*

Tous les concepts (caractérisés par un terme/libellé) doivent respecter les quatre principes différentiels :

- Communauté avec l'ancêtre.
- Différence (spécification) par rapport à l'ancêtre.
- Communauté avec les concepts frères (situés au même niveau).
- Différence par rapport aux concepts frères (sinon il n'aurait pas lieu de le définir).

Ces principes correspondent à l'engagement sémantique qui assure que chaque concept aura un sens univoque. Deux concepts sémantiques sont identiques si l'interprétation du terme à travers les quatre principes différentiels aboutit à un sens équivalent.

- *Niveau référentiel*

Outre les caractéristiques énoncées au niveau précédent, les concepts référentiels (ou formels) se caractérisent par un terme dont la sémantique est définie par une extension d'objets. L'engagement ontologique spécifie les objets du domaine qui peuvent être associés aux concepts, conformément à sa signification formelle. Deux concepts formels sont identiques s'ils possèdent la même extension.

- *Niveau opérationnel*

Outre les caractéristiques énoncées au niveau précédent, les concepts du niveau opérationnel ou computationnel sont caractérisés par les opérations qu'il est possible de leur appliquer pour

Chapitre II: l'ingénierie d'ontologie

générer des inférences (engagement computationnel). Deux concepts opérationnels sont identiques s'ils possèdent le même potentiel d'inférence.

4.4. Classification selon le niveau de formalisme

Par rapport au niveau du formalisme de représentation du langage utilisé pour représenter les ontologies, on distingue des ontologies:

- **informelles** : elles sont exprimées en langue naturelle. Ainsi, cela peut les rendre plus compréhensibles par l'utilisateur, mais cela rend plus difficile à vérifier l'absence de redondance ou de contradiction dans les ontologies. En d'autres termes, elles sont plus difficiles à valider.
- **semi-informelles** : elles sont exprimées dans une forme de langue naturelle structurée et limitée. Cela permet d'augmenter la clarté de l'ontologie tout en réduisant l'ambiguïté.
- **semi-formelles** : elles sont exprimées dans un langage artificiel et défini formellement.
- **formelles** : elles sont exprimées dans un langage artificiel disposant d'une sémantique formelle, permettant de prouver des propriétés de cette ontologie.

L'intérêt de ces ontologies est la possibilité d'effectuer des vérifications sur l'ontologie : complétude, non-redondance, cohérence, etc.....

On peut résumer les dimensions de classification d'une ontologie par la figure suivante :

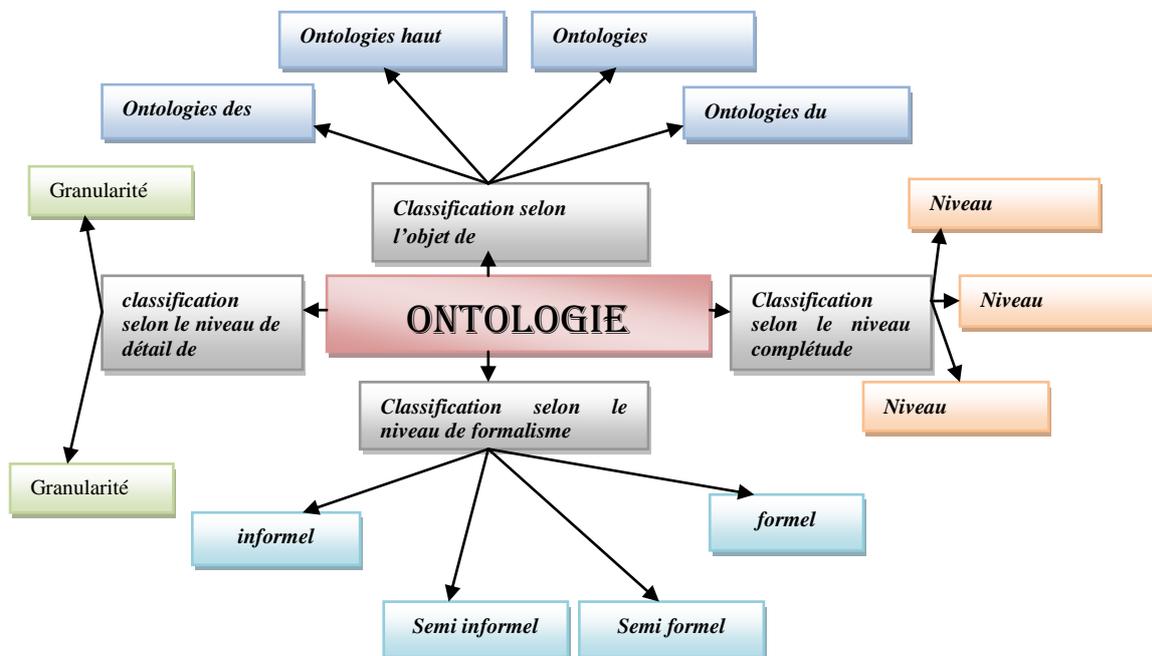


Figure 2.1 : schéma de classification des ontologies [22]

5. Les composants de l'ontologie

5.1. Les concepts

Un concept est un constituant de la pensée (un principe, une idée, une notion abstraite) sémantiquement évaluable et L'ensemble des propriétés d'un concept constitue sa compréhension ou son intention et l'ensemble des êtres qu'il englobe son extension. Ces concepts selon Gomez peuvent être classifiés selon trois dimensions :

- Niveau d'abstraction (concrets ou abstraits).
- Atomicité (élémentaires ou composés).
- Niveau de réalité (réelle ou fictive). [23]

5.2. Les relations

Elles représentent des interactions entre les concepts, elles permettent de construire des représentations complexes de la connaissance du domaine, elles établissent des liens sémantiques binaires, organisables hiérarchiquement.

Les propriétés intrinsèques à une relation

- **Les propriétés algébriques** : symétrie, réflexivité, transitivité...
- **La cardinalité** : nombre possible de relations de ce type entre les mêmes concepts (ou instances de concept), les relations portant une cardinalité représentent souvent des attributs. Exemple: une pièce a au moins une porte. [23]

5.3. Les fonctions

Elles présentent des cas particuliers de relations dans lesquelles le nième élément de la relation est unique pour les n-1 éléments précédents. Formellement, les fonctions sont définies telles que : $F : c_1 * c_2 * ... * c_{n-1} * c_n$. [23]

5.4. Les axiomes

Les axiomes sont des expressions qui sont toujours vraies, ils ont pour but de définir dans un langage logique la description des concepts et des relations permettant de représenter leur sémantique. Ils représentent les intentions des concepts et des relations du domaine et, de manière générale, leurs inclusions dans une ontologie peuvent avoir plusieurs objectifs :

- ◆ Définir des restrictions sur la valeur des attributs.
- ◆ Définir les arguments d'une relation...

5.5. Les instances (ou individus)

Elles constituent la définition extensionnelle de l'ontologie ; elles sont utilisées pour représenter des éléments dans un domaine. [23]

6. Cycle de vie d'ontologie

Étant donné que les ontologies sont destinées à être utilisées comme des composants logiciels dans des systèmes informatiques répondant à des objectifs opérationnels différents, leur développement doit s'appuyer sur les mêmes principes que ceux appliqués en génie logiciel. En particulier, elles doivent être considérées comme des objets techniques évolutifs et posséder un cycle de vie spécifique. Les activités liées à une ontologie peuvent être regroupées en trois catégories :

- Des activités de gestion de projet : planification, contrôle, assurance qualité.
- Des activités de développement : spécification, conceptualisation, formalisation.
- Des activités de support : évaluation, documentation, gestion de la configuration.

La Figure représente les différentes activités présentées par Fernandez et al. (1997) qui expliquent que le cycle de vie préconisé est un cycle par prototypes : "la vie d'une ontologie passe par les états suivants : spécification, conceptualisation, formalisation, intégration, implantation, et maintenance. Le cycle de vie par évolution de prototypes permet à l'ontologiste de retourner de à n'importe quel autre si une certaine définition manque ou est erronée. Ainsi, ce cycle de vie permet l'inclusion, le déplacement ou la modification de définitions n'importe quand durant le cycle de vie de l'ontologie. L'acquisition, la documentation et l'évaluation de connaissances sont des activités de support qui sont effectuées pendant la majorité de ces états."

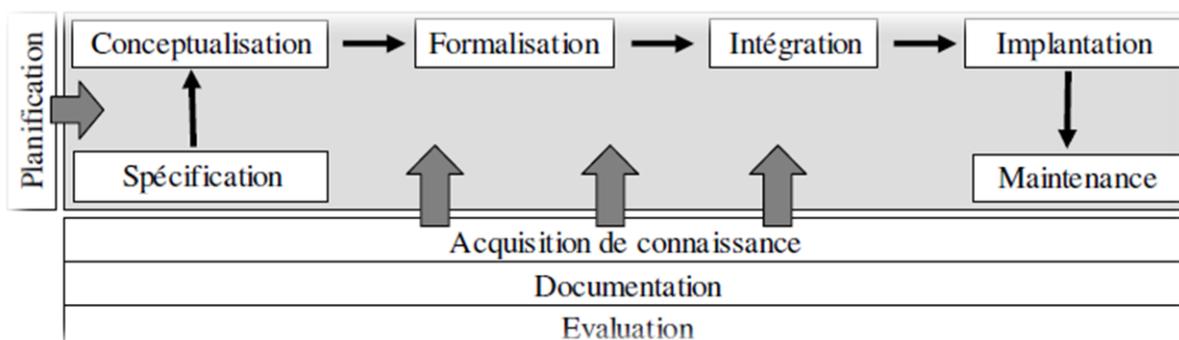


Figure 2.2 : Schéma de cycle de vie d'une ontologie [18]

Fernandez insiste sur le fait que les activités de documentation et d'évaluation sont nécessaires à l'étape du processus de construction d'ontologie, l'évaluation précoce permettant de limiter la propagation d'erreurs. [18]

7. Processus de construction d'une ontologie

L'activité de construction est la partie centrale du cycle de vie d'une ontologie. Le processus de leur construction est une collaboration qui réunit des experts du domaine de connaissance, des ingénieurs de la connaissance, voire les futurs utilisateurs de l'ontologie. Cette collaboration ne peut être fructueuse que si les objectifs du processus ont été clairement définis.

La figure 2.3 présente les différentes étapes permettant de passer des données brutes à l'ontologie opérationnelle. [24]

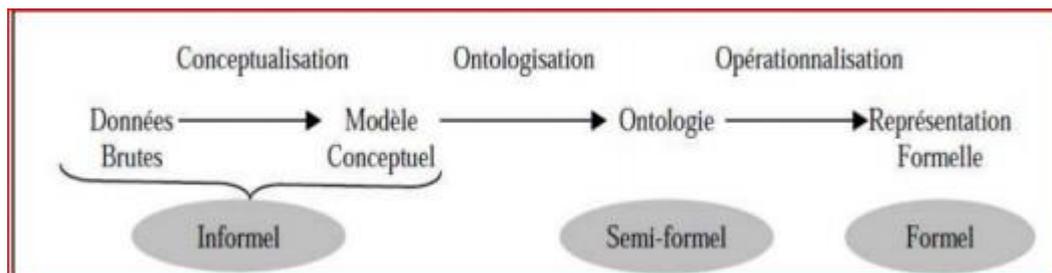


Figure 2.3: Processus général de construction d'une ontologie [24]

7.1. Conceptualisation

Cette étape permet d'aboutir à un modèle informel, donc sémantiquement ambiguë et généralement exprimé en langage naturel. Elle consiste, à partir des données brutes, à dégager les concepts et les relations entre ces concepts permettant de décrire de manière informelle les entités cognitives du domaine. L'objectif est d'aboutir à un modèle conceptuel, ce modèle consiste en un ensemble de termes désignant les entités du domaine de connaissances (concepts, relations, propriétés des concepts et des relations, ...), assortis d'informations exprimant leur sémantique. La découverte des connaissances d'un domaine peut s'appuyer à la fois sur l'analyse de documents et sur l'interview d'experts du domaine. Ces activités doivent être raffinées au fur et à mesure que la conceptualisation émerge.

7.2. Ontologisation

L'ontologisation consiste en une formalisation partielle, sans perte d'information, du modèle conceptuel obtenu dans l'étape précédente. Ce qui permet de faciliter sa représentation ultérieure dans un langage complètement formel et opérationnel. Elle effectue une transcription des connaissances dans un certain formalisme de connaissances, ce formalisme devant être aussi générique que possible, mais sémantiquement clair. Le modèle obtenu est souvent qualifié de semi-formel (car certaines connaissances ne peuvent pas être totalement formalisées). Le caractère semi-formel d'une ontologie lui interdit d'être utilisée telle quelle dans un SBC. En revanche, une ontologie, contenant toutes les connaissances d'un domaine, constitue le support idéal de communication et de partage des connaissances de ce domaine.

7.3. Opérationnalisation

Cette étape consiste à formaliser complètement l'ontologie obtenue dans un langage de représentation de connaissances formel (i.e. possédant une syntaxe et une sémantique) et opérationnel (i.e. doté de services inférentiels permettant de mettre en œuvre des raisonnements), par exemple, le modèle des Graphes Conceptuels ou la Logique de Descriptions. On obtient alors une représentation formelle des connaissances du domaine. Ainsi, le caractère formel de l'ontologie permet à une machine, via cette ontologie, de manipuler des connaissances du domaine. La machine doit donc pouvoir utiliser des mécanismes opérant sur les représentations de l'ontologie.

8. Les méthodologies de construction d'une ontologie

Plusieurs méthodes sont proposées pour développer une ontologie dont :

8.1. La méthode On-To-Knowledge

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

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

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

Chapitre II: l'ingénierie d'ontologie

3. Raffinement avec extraction des concepts auprès des experts, développement de la taxonomie de base, conceptualisation et formalisation, ajout de relations et axiomes.
4. Évaluation avec révision et extension fondées sur les rétroactions, analyse des utilisations de l'ontologie, analyse des questions de compétence de l'ontologie.
5. Maintenance de l'ontologie. [1]

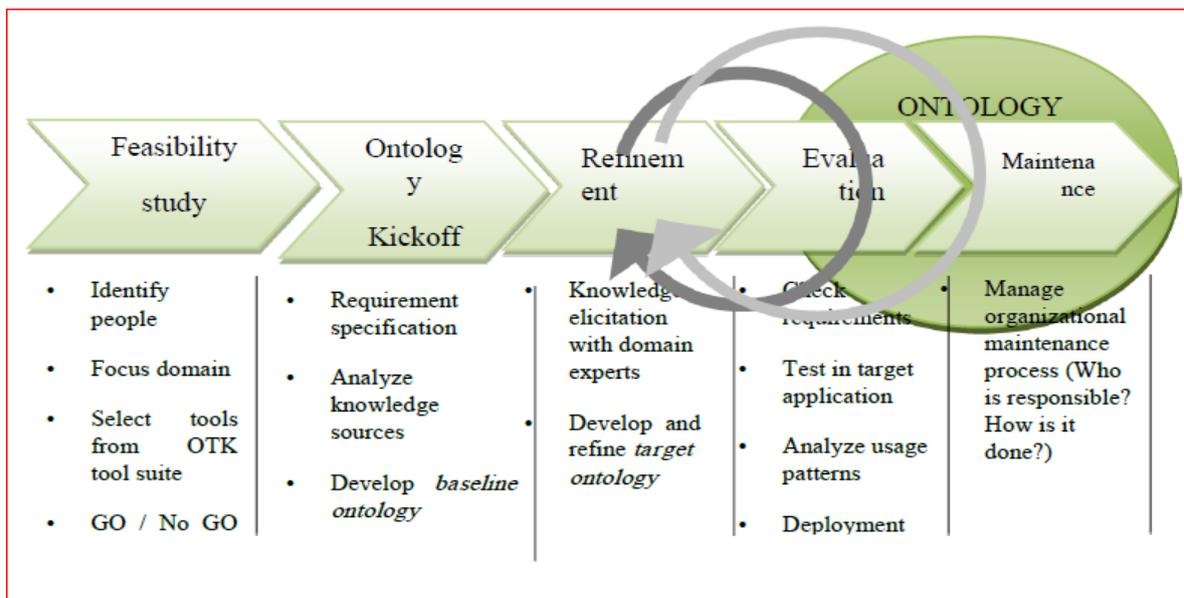


Figure 2.4 : processus de la méthode On-To-Knowledge[1]

8.2. Methontologie

Développée par l'Ontological Engineering Group de l'Université Polytechnique de Madrid, Methontologie s'inspire des travaux déjà effectués en ingénierie des connaissances et en génie logiciel. Basée sur un prototypage évolutif, elle couvre l'ensemble du cycle de vie d'une ontologie. L'étude comparative menée par Corcho montre que Methontologie est la méthode la plus avancée.

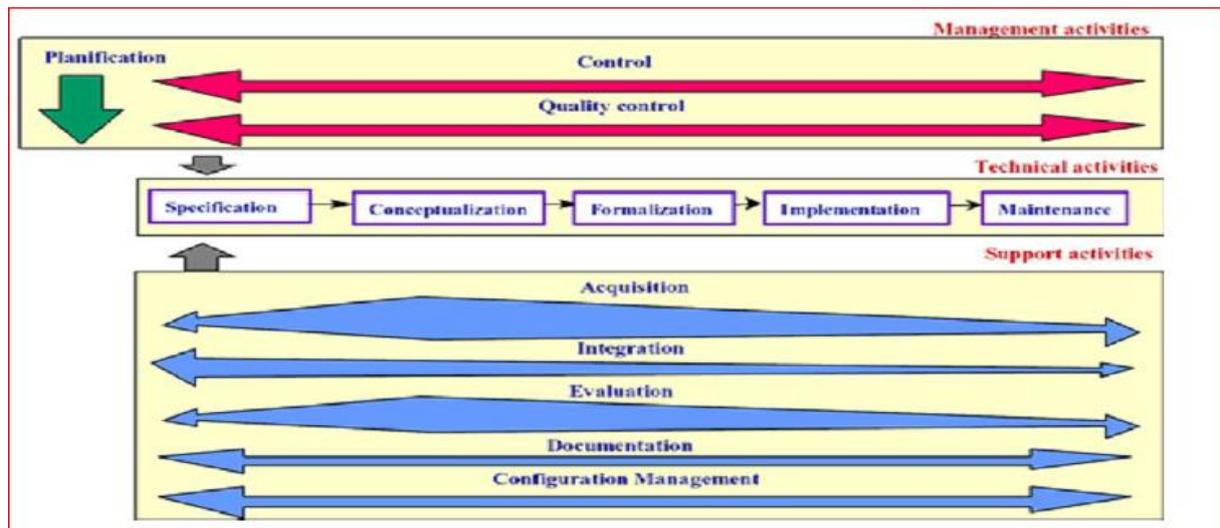


Figure 2.5 : processus de la méthode methontology[25]

Bien que les noms des activités de développement diffèrent, une logique similaire aux cinq phases de développement définies dans On-To-Knowledge peut être observée :

- **Spécification** : définit l'objectif de l'ontologie, les utilisateurs finaux ainsi que son dimensionnement.
- **Conceptualisation** : il s'agit ici d'organiser la connaissance. Pour cela, onze activités principales ont été définies allant de la définition des termes jusqu'à la description des instances et des règles. C'est l'une des phases les plus importantes car l'essentiel de la connaissance est acquis au début de la construction.
- **Formalisation** : c'est dans cette phase que les connaissances sont traduites sous la forme d'une ontologie. Il s'agit de passer d'un modèle purement conceptuel à une implémentation informatique.
- **Implémentation** : l'ontologie est alors traduite dans un langage ontologique comme l'OWL ou le RDF.
- **Maintenance** : la phase de maintenance corrige ou améliore l'ontologie créée. Methontology est l'une des méthodologies les plus complètes disponibles actuellement. Elle décrit en détails les différentes phases, mais aussi l'ordre des tâches à effectuer dans chacune d'entre elles. Cette complétude fait qu'elle a été utilisée dans des projets et domaines aussi divers que l'industrie chimique, la minéralogie ou encore la détection de polluants. [26]

9. Les principes de construction d'une ontologie

Afin de construire une ontologie susceptible à répondre aux objectifs d'une ontologie, on doit respecter un ensemble de principes. Gruber a proposé un ensemble des critères pour la construction des ontologies [5] :

- **Clarté** : une ontologie devrait transmettre efficacement la signification de termes définis. Les définitions devraient être objectives. Tandis que la motivation pour définir un concept pourrait être des situations sociales ou des conditions informatiques
Cohérence Une ontologie devrait être cohérence, c'est-à-dire elle doit être sanctionné les inférences qui sont compatibles avec la définition de l'ontologie. Au moins les termes définis doivent être logiquement cohérents. [27]
- **Extensibilité** : une ontologie devrait être conçue pour prévoir les utilisations du vocabulaire partagé. Elle devrait offrir une base conceptuelle pour une gamme des tâches prévues, et la représentation doit permettre d'étendre et spécialiser l'ontologie
En d'autres termes, on devrait pouvoir définir des nouvelles termes pour utilisations spéciales on basant sur le vocabulaire existant, sans que cela exige la révision des définitions existantes. [27]
- **Encodage minimal** : la conceptualisation de L'ontologie doit être indépendamment du langage d'implémentation. Pour le partage (l'ontologie) entre différentes applications utilisant des langages différents. [27]
- **Engagement ontologique minimal** : une ontologie devrait exiger le minimal engagement ontologique suffisamment pour capturer et partager la connaissance. C'est-à-dire capturer un maximum de connaissance par un minimum de termes. [27]

10. Les outils de construction d'ontologie

- **OntoSaurus** : OntoSaurus de l'Information Science Institute de l'Université de Southern California est composé de deux modules : un serveur utilisant LOOM comme langage de représentation des connaissances, et un serveur de navigation créant dynamiquement des pages HTML qui affichent la hiérarchie de l'ontologie; le serveur utilise des formulaires HTML pour permettre à l'utilisateur d'éditer l'ontologie.
- **Protégé 2000** : est une interface modulaire permettant l'édition, la visualisation, le contrôle d'ontologie, l'extraction d'ontologies à partir de sources textuelles, et la

fusion semi-automatique d'ontologies. Le modèle de connaissances sous-jacent à protégé 2000 est issu du modèle des frames et contient des classes, des slots (propriétés) et des facets (valeurs des propriétés et contraintes), ainsi que des instances des classes et des propriétés. Il autorise la définition de méta-classes, dont les instances sont des classes, ce qui permet de créer son propre modèle de connaissances avant de bâtir une ontologie.

- **ODE et WebOde :** L'outil ODE (Ontology Design Environment) permet de construire des ontologies au niveau connaissance, comme le préconise la méthodologie METHONTOLOGY. L'utilisateur construit son ontologie dans un modèle de type frame, en spécifiant les concepts du domaine, les termes associés, les attributs et leurs valeurs, les relations de subsomption.

11. Rôles des ontologies pour les applications e-learning :

Même si le besoin de développer une ontologie est très varié et dépend du domaine d'application, nous pouvons énumérer un certain nombre d'utilités dans le cas d'un usage e-learning :

- **La connaissance du domaine e-learning :** l'utilisation des ontologies permet d'améliorer le processus d'acquisition de connaissances lors de la construction d'une formation e-learning. Cela se traduit par une meilleure organisation des objets pédagogiques et des connaissances du domaine.
- **Modularité et réutilisabilité des connaissances :** Les ontologies sont surtout utilisées pour la représentation de connaissance et l'application de raisonnements sur ces connaissances. Cependant une ontologie possède des caractéristiques qui, au-delà de cette représentation, favorise la réutilisation et le partage de données. Les ontologies ont le rôle de favoriser la modularité et la réutilisabilité dans les systèmes informatiques. En effet, les ontologies permettent l'étude de conceptualisations, indépendamment du formalisme choisi pour les représenter ainsi que du langage utilisé pour la programmation des applications, de la plate-forme utilisée et des protocoles de communication (protocoles réseaux) La représentation explicite des connaissances dans un domaine donné sous forme d'une ontologie, permet à son tour une plus grande réutilisation, un partage plus large et une interopérabilité plus étendue.
- **La communication :** les ontologies assurent une communication fiable et hétérogène entre personnes et machines (entre les différents acteurs de la formation, entre les

Chapitre II: l'ingénierie d'ontologie

systèmes et entre les acteurs et les systèmes) du fait qu'elle permet de mettre en place un langage ou un vocabulaire conceptuel commun.

- **Le partage et la réutilisation des informations pédagogiques** : l'utilisation des ontologies permet la mise en correspondance des contenus sémantiques des objets pédagogiques utilisés dans différents systèmes. Elle facilite la réutilisation des objets pédagogiques par d'autres systèmes, au moyen d'une traduction automatique.
- **L'indexation et la recherche d'information** : les ontologies peuvent être utilisées comme méta-descripteur pour décrire le contenu sémantique associé aux objets. En effet, dans le web sémantique, d'une façon générale, les ontologies sont utilisées pour indexer et décrire les ressources utilisées. Notons que l'apport des ontologies dans les systèmes informatiques basés sur la technologie web sémantique est très considérable et consiste surtout en la réutilisation et le partage des connaissances.
- **Mise à jour des informations pédagogiques** : les ontologies peuvent contribuer rendre le processus de mise à jour des objets pédagogiques qu'elles décrivent, plus facile et plus efficace.
- **La spécification de notions** : les ontologies peuvent être utilisées comme moyen de spécification des notions à appréhender et des relations entre notions d'une formation donnée. [23]

Conclusion

A travers ce que nous avons présenté dans ce chapitre la notion des ontologies constitue une approche très efficace pour représenter les connaissances, Au début en présentant certaines définitions. Ensuite, nous avons exposé les composantes d'une ontologie, les différentes classifications, En outre, nous avons décrit plusieurs méthodologies de construction des ontologies et quelques outils de manipulation

Chapitre III:

La conception

1. Introduction

Après avoir abordé les notions du e-learning, le Web Sémantique et les ontologies dans les chapitres précédant, nous allons présenter dans ce chapitre notre travail qui consiste à construire une ontologie du domaine pour l'apprentissage à distance. Ensuite on va développer un environnement de domaine basé sur cette ontologie. En effet nous avons débuté par la conception de notre ontologie de domaine en utilisant la méthode methontologie. Ensuite, nous passons à la conception de notre environnement d'apprentissage en utilisant le diagramme des cas d'utilisation et le diagramme de classe pour le langage UML (Unified Modeling Language) dans l'objectif de formaliser les besoins des utilisateurs et Enfin, nous terminons par une conclusion.

2. La conception de l'ontologie

Dans cette étape nous avons besoins de toutes les informations sur le domaine étudié. Notre ontologie de domaine décrit les concepts d'un environnement d'apprentissage a distance: les acteurs (Administrateur, Enseignant et Apprenant), les documents (Support de cours, les séries...etc.) et bien sûr les modules que les apprenants peuvent les suivre. Ensuite on va faire une structuration de ces informations en choisissons une méthode de conception de l'ontologie parmi les méthodes de conception qui sont présenté dans le chapitre précédant. Nous avons choisi la méthode methontologie parce que c'est la méthode la plus utilisée, elle est claire. En plus, elle présente un nombre d'étapes spécifié et très détaillé ce qu'on ne trouve pas dans les autres méthodologies.

2.1. Le processus de développement de l'ontologie selon la méthode Methontologie

Le processus de développement enchaîne les étapes suivant :

- ◆ Spécification
- ◆ Conceptualisation
- ◆ formalisation

2.1.1. Spécification des besoins

Une ontologie ne peut être construite qu'après la phase de spécification, il s'agit d'établir un document informel de spécification des besoins, au niveau de ce document, nous décrivons l'ontologie à construire à travers a ces aspects représentés dans la Figure suivante :

Domaine de connaissance : e- Learning (l'enseignement à distance)

Objectif : créer une ontologie pour le domaine d'enseignement à distance au niveau primaire qui essaye de répondre à la majorité des besoins du système EAD comme la recherche, l'évaluation et de construire un environnement d'apprentissage qui interroge cette ontologie et répond aux exigences des utilisateurs (les élèves et enseignants).

Utilisateurs : les élèves, enseignants, les administrateurs

La Portée de l'ontologie (liste des termes importants) : enseignant, apprenant, module, support de cours...etc.

Sources d'informations : Documents techniques en rapport avec le domaine de e-learning

Figure 3.1 : La phase de spécification

2.1.2.La conceptualisation :

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

- ◆ du glossaire de termes.
- ◆ Construction du diagramme de relations binaires et de classification de concepts.
- ◆ Dictionnaire de concepts.
- ◆ Table des relations binaires.
- ◆ Table des attributs.

Chapitre III : la conception

a. Construire un glossaire des termes :

Construire un glossaire de termes est la première tâche effectuée dans l'étape de conceptualisation, ce glossaire contient les noms et les descriptions de tous les termes relatifs au domaine qui seront représentés dans l'ontologie final.

Tableau 3.1 : Le glossaire des termes de l'ontologie de domaine

concept	Définition
personne	c'est l'acteur qui interagit avec la plate-forme. Il peut être un enseignant, un apprenant, ou un administrateur.
Administrateur	c'est la personne qui gère la plate-forme.
Enseignant	c'est la personne responsable de la tâche d'enseignement dans un processus de formation.
Apprenant	c'est la personne qui participe dans la formation.
Niveau	c'est l'année d'étude de l'apprenant (1, 2eme, 3eme, 4eme, 5eme).
Module	il regroupe des connaissances liés à une année et adapté à un certain niveau.
Document pédagogique	il regroupe des connaissances liées à un module, il peut être pédagogique : un support du cours, ou une série d'exercice ou un corrigé type.
Support du cours	Est un document pédagogique. Il regroupe des connaissances liées à un module.
Unité	il est le composant de base d'un support du cours il regroupe un ensemble de connaissance nécessaire pour la compréhension du module.
Paragraphe	il est le composant de base d'une unité Chaque paragraphe regroupe des connaissances plus élémentaires, nécessaires pour la compréhension d'une unité
figure	la représentation graphique de la connaissance. Une figure peut apparaître dans un paragraphe, dans une série des exercices ou dans un corrigé type.
Série d'exercice	est un document pédagogique composé d'un ou plusieurs exercices et qui peut être un examen ou un devoir.
exercice	est un problème que l'étudiant doit résoudre, ou particulièrement un travail pratique qu'il doit réaliser.
devoir	est une Série d'exercice et qui permet d'évaluer les capacités des apprenants pour un concept ou un module.
examen	est une Série d'exercice et qui permet d'évaluer les capacités des apprenants pour un concept ou un module.
Corrigé type	Est un document qui est composé d'un ensemble d'exercices corrigés et qui peut être un corrigé examen, un corrigé de devoir.
Corrigé devoir	Est un corrigé type qui fournit la solution type d'un devoir.
Corrigé examen	Est un corrigé type qui fournit la solution type d'un examen.
Forum	c'est l'ensemble de questions, de remarques qui peuvent être partagés entre les apprenants.
Message	c'est l'ensemble de questions, de remarques qui peuvent être envoyés ou reçus par un enseignant ou un apprenant.

b. Construction des hiérarchies de concepts

Chaque hiérarchie organise un groupe de concepts sous forme d'une taxonomie.

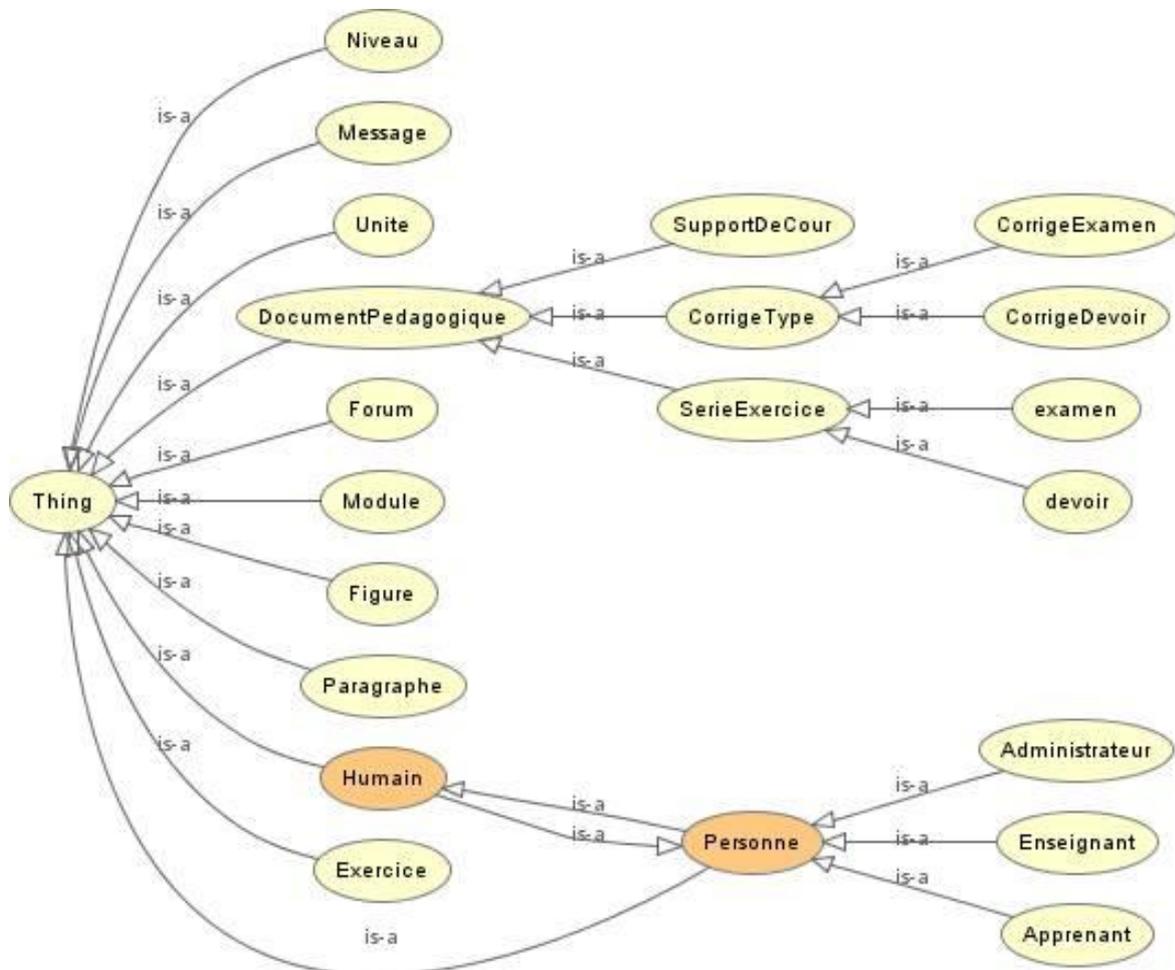


Figure 3.2 : La hiérarchie de concepts de l'ontologie

c. Construction d'un diagramme des relations binaires

Ce diagramme permet de représenter de manière graphique les différentes relations qui existent entre les divers concepts de même ou de différentes hiérarchies.

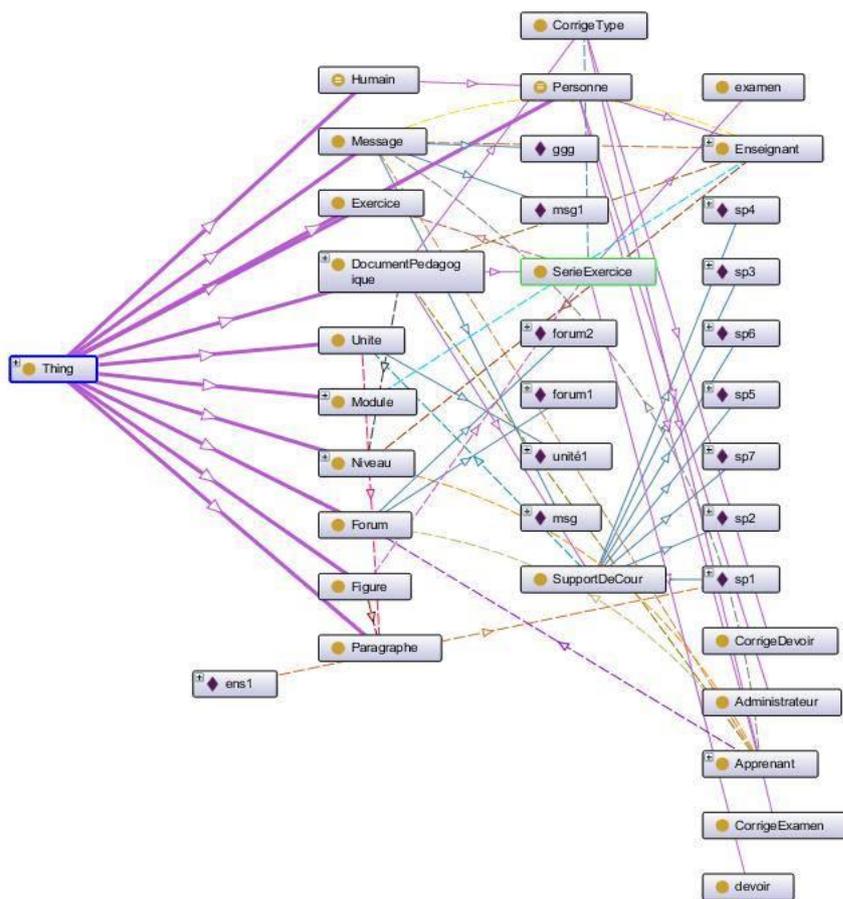


Figure 3.3 : Le diagramme des relations binaires de l'ontologie

d. Construire le dictionnaire des concepts

Dans cette étape, nous essayons de décrire chaque concept (classe) de façon détaillé qui contient :

- la liste des attributs (concept, ses attribut, concept père et ses synonymes si existent)
- la liste des relations (relation, prédécesseur, successeur et la définition). Qui sont définit dans les tableaux suivant :

Chapitre III : la conception

d.1 liste des attributs

Tableau 3.2 : La liste des attributs de différents concepts.

Concept	les attributs	Synonymes	Concept père
personne	-Nom -Prénom -Date de naissance -Email -Mot de passe	humain	
Enseignant		Prof, éducateur	personne
Apprenant		Elève, étudiant	personne
Administrateur			personne
Niveau	-Identifiant- niveau -Désignation - niveau		
Module	-Identifiant-module -Désignation module		
Document pédagogique	-URI -Titre -Format -Langue -Date de publication -Créateur		
Support de cours	-numéro-support de cours -type-support de cours	cours	Document pédagogique
Unité	-Num unité -Titre unité -Sous titres -Mots-clé		
Paragraphe	-Num de paragraphe -Titre de paragraphe		
Figure	-Num de figure -Titre de figure -Type de figure		
Série d'exercices	-Num de série d'exercices -Nom de série d'exercices		Document pédagogique
Exercice	-num-exercice		
Examen	-Date examen		Série d'exercices
Devoir	-Date devoir		Série d'exercices
Corrige type	-Num corrige type		Document pédagogique
Corrige examen	-Date corrige examen		Corrige type
Corrige devoir	-Date corrige devoir		Corrige type
Forum	-NumF -ContenuF -CréateurF -DateF		
Message	-NumM -ObjetM -Contenu -Createur -Date		

Chapitre III : la conception

d.2 La liste des relations

Table 3.3: la liste des relations entre les concepts.

Relation	Prédécesseur	Successeur	Définition
Est composé	niveau	Module	Un niveau est composé de plusieurs modules
composé de2	Unité	paragraphe	Une unité est composée de plusieurs paragraphes
Composé de 3	Module	Document pédagogique	Un module composé d'un ou plusieurs documents pédagogiques
Enseigné	Enseignant	Module	Un enseignant peut enseigner un ou plusieurs modules
Prendre	Enseignant	niveau	Un Enseignant peut prendre un ou plusieurs niveaux
Envoyer	Enseignant	message	Une Enseignant peut envoyer un ou plusieurs messages
Reçoit	Apprenant	message	Un apprenant peut reçoit un ou plusieurs message
Ajouter msg	Apprenant	forum	Un apprenant peut ajouter msg dans un ou plusieurs forums
Possède 1	Support de cours	unité	Un support de cour possède plusieurs unités
Possède 2	Série des exercices	Corrigé type	Une série des exercices possède un ou plusieurs corrigés type
Compose de7	Série des exercices	Exercice	Une série des exercices compose d'un ou plusieurs exercices
Partager	enseignant	Document pédagogique	Un enseignant peut partager un ou plusieurs documents pédagogiques
Appartient 1	Figure	Paragraphe	Une figure appartient d'un ou plusieurs paragraphes
Appartient 2	figure	Série des exercices	Une figure appartient d'un ou plusieurs Série des exercices
contient	Corrige-type	Figure	Un corrigé-type peut contenir une Ou plusieurs figures.
Appartient 3	Document pédagogique	Niveau	Un document pédagogique appartient d'un ou plusieurs niveaux
Appartient 4	Apprenant	Niveau	Apprenant appartient à un et un seul niveau
télécharger	Apprenant	Document pédagogique	Un apprenant peut télécharger un ou plusieurs Document pédagogique

Chapitre III : la conception

e. Construction de la table des relations binaires

Tableau 3.4 : La table des relations binaires de l'ontologie.

Relation	Concept source	Concept cible	Cardinalité source	cardinalité cible	Relation inverse
Est composé	Niveau	Module	1,*	1,*	Appartient 5
composé de 2	Unité	paragraphe	1,1	1,*	Appartient 10
Composé de3	Module	Document pédagogique	1,1	1,*	Appartient 6
Enseigné	Enseignant	Module	1,*	1,*	Enseigné par
Prendre	Enseignant	niveau	1,*	1,*	Prendre par
Reçoit	Apprenant	message	1,1	1,*	Envoyer1
envoyer	Enseignant	message	1,1	1,*	Reçoit1
Ajouter msg	Apprenant	forum	1,*	1,*	Ajouter par
Possède 1	Support de cours	unité	1,1	1,*	Appartient 7
Possède 2	Série des exercices	Corrigé type	1,*	1,*	Appartient 8
Compose de 7	Série des exercices	exercice	1,*	1,*	Appartient 9
Partager	Enseignant	Document pédagogique	1,*	1,*	Partager par
Appartient t1	Figure	Paragraphe	0,*	1,*	Composé de4
Appartient t 2	figure	Série des exercices	0,*	1,*	Composé de5
contient	Corrige-type	figure	1,*	0,*	Appartient 11
Appartient t 4	Apprenant	Niveau	1,*	1,1	Compose de 1
Télécharger	Apprenant	Document pédagogique	1,*	1,*	Télécharger par

Chapitre III : la conception

f. Construction de la table des attributs

Dans cette étape, nous avons décrit les attributs existant dans notre ontologie : définir leur type, les cardinalités, et le concept de chaque attribut qui sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 3.5: La table des attributs de notre ontologie.

Nom d'attribut	Type	Cardinalité	Concept concerné
-Nom	String	1,1	-Personne
-Prénom	String	1,1	-Personne
-Email	String	1,1	-Personne
-Mot de Passe	String	1,1	-Personne
-Date de naissance	Date	1,1	-Personne
-identifiant Niveau	String	1,1	-Niveau
-Désignation niveau	String	1,1	- Niveau
- identifiant Module	String	1,1	-Module
-désignation Module	String	1,1	-Module
-Uri	String	1,1	-Document pédagogique
-Format	String	1,1	-Document pédagogique
-Date pub	Date	1,1	-Document pédagogique
-Createur	String	1,1	-Document pédagogique
-Langue	String	1,1	-Document pédagogique
-Titred	String	1,1	-Document pédagogique
-Numéro support de cours	String	1,1	-Support de cours
-Type support de cours	String	1,1	-Support de cours
-Date examen	Date	1,1	-Examen
-Date corrige examen	String	1,1	-Corrige examen
-Numéro unité	Date	1,1	-Unité
-Titre unité	String	1,1	-Unité
-Sous –titre	String	1,1	-Unité
-Mots clé	String	1,1	-Unité
-Numéro paragraphe	String	1,1	-Unité
-Titre paragraphe	String	1,1	-Paragraphe
-Numéro figure	String	1,1	-Paragraphe
-Titre figure	String	1,1	-Figure
-Type figure	String	1,1	-Figure
-Numéro corrige type	String	1,1	-Figure
-Num de série d'exercices	String	1,1	- Série d'exercices
-Nom de série d'exercices	String	1,1	- Série d'exercices
-Num-exercice	String	1,1	-Exercice
-Date devoir	String	1,1	- Devoir
-Date corrige devoir	String	1,1	- Corrige devoir

Chapitre III : la conception

-Numéro m	Date	1,1	-Message
-Objet	String	1,1	-Message
-Contenu	String	1,1	-Message
-Emeteur	String	1,1	-Message
-Recepteur	String	1,1	-Message
-Date	String	1,1	-Message
-Numéro f	Date	1,1	-Forum
-Contenu f	String	1,1	-Forum
-Createur f	String	1,1	-Forum
-Date f	String	1,1	-Forum

2.1.3. Formalisme

Cette étape consiste on l'édition de l'ontologie conceptuelle par un éditeur d'ontologie afin de la rendre exploitable par une machine.

```

thing ⊆ T
Personne ⊆ T.
Enseignat ⊆
Enseignat ≡ personne ∧ ∃ partagé.documentpédagogique.
Enseignat ≡ personne ∧ ∃ envoyer .Message ∨ ∃ recoit .Mssgage.
Enseignant ≡ personne ∧ ∃ enseigné.Module. ∧ ∃ prendre.niveau.
Apprenant ⊆ personne
Apprenant ≡ personne ∧ ∃ appartient.Niveau. ∧ ∃ ajoutermsg.Forum.
Apprenant ≡ personne ∧ ∃ envoyer.Message ∨ ∃ recoit.Mssgage.
Niveau ⊆ T
Niveau ≡ T. ∧ ∃ contient. Module.
Module ⊆ T
Module ≡ T. ∧ ∃ composéde2. Document pédagogique.
Document pédagogique ⊆ T.
Supportdecours ⊆ document pédagogique .
Unité ⊆ T
Unité ≡ T. ∧ ∃ compose.support de cours
Paragraphe ⊆ T
Paragraphe ⊆ T. ∧ ∃ compose.unité
Figure ⊆ T
Figure ⊆ T ∧ ∃ appartient. paragraphe ∨ ∃ appartient. Série d'exercice ∨ ∃ appartient corrigé type
Série d'exercice ⊆ document pédagogique.
Série d'exercice ≡ document pédagogique ∧ ∃ possède.corrigé type.
Corrigé type ⊆ série d'exercice
Corrigé examen ⊆ corrigé type.
Corrigé devoir ⊆ corrigé type.
Message ⊆ T.
Forum ⊆ T

```

Figure 3.4 : La formalisation de l'ontologie de domaine.

3. La conception de notre environnement

3.1. Diagramme des cas d'utilisation

Le diagramme des cas d'utilisation permet de décrire l'interaction entre le système et son utilisateur, c'est un moyen de description des besoins des utilisateurs du système.

Notre application est orientée vers trois utilisateurs : l'administrateur, les enseignants et les étudiants.

Les différentes tâches que peut effectuer chaque type d'utilisateur, sont illustrées sur le diagramme des cas d'utilisation suivant :

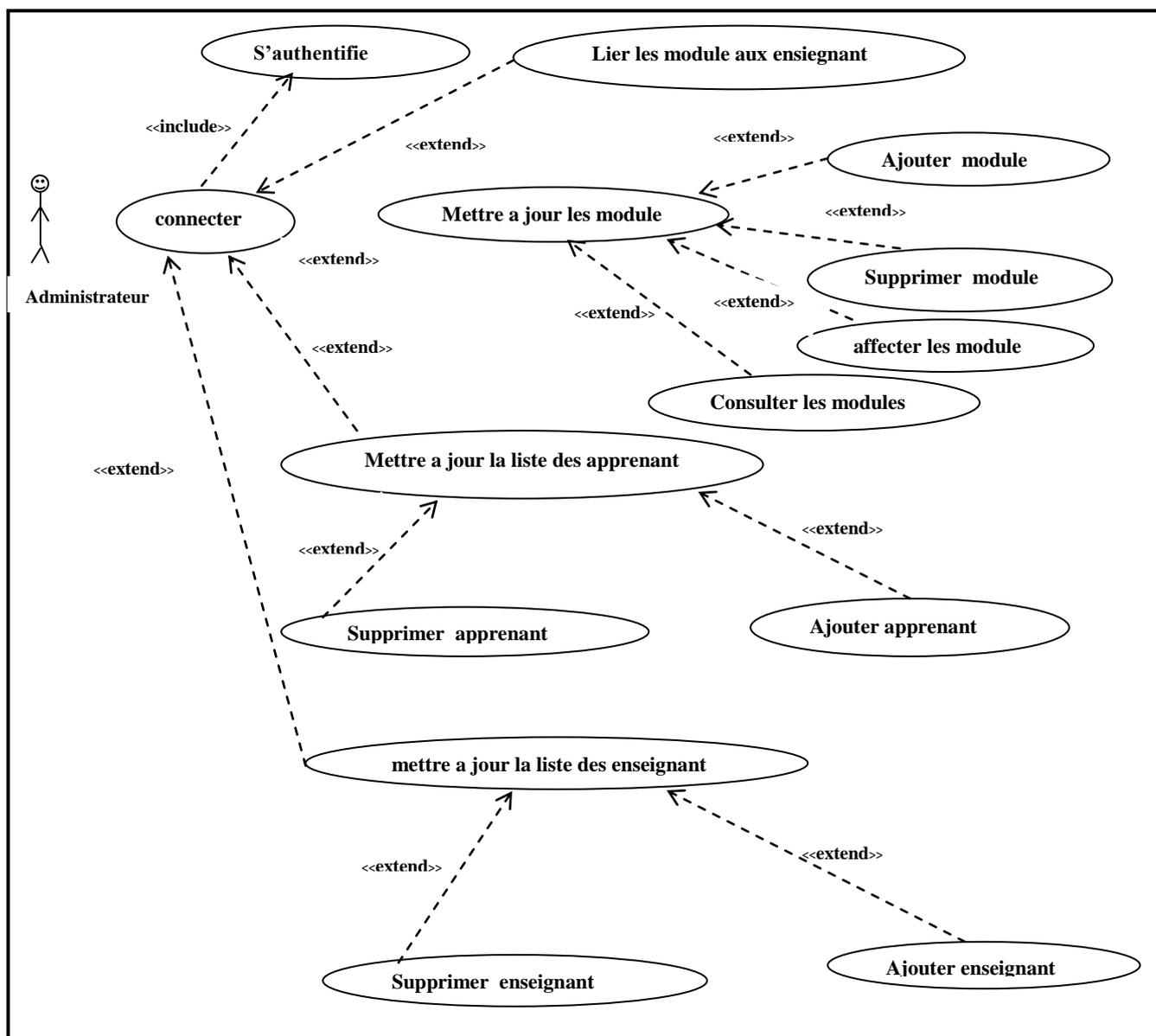


Figure 3.5 Diagramme des cas d'utilisation de l'administrateur

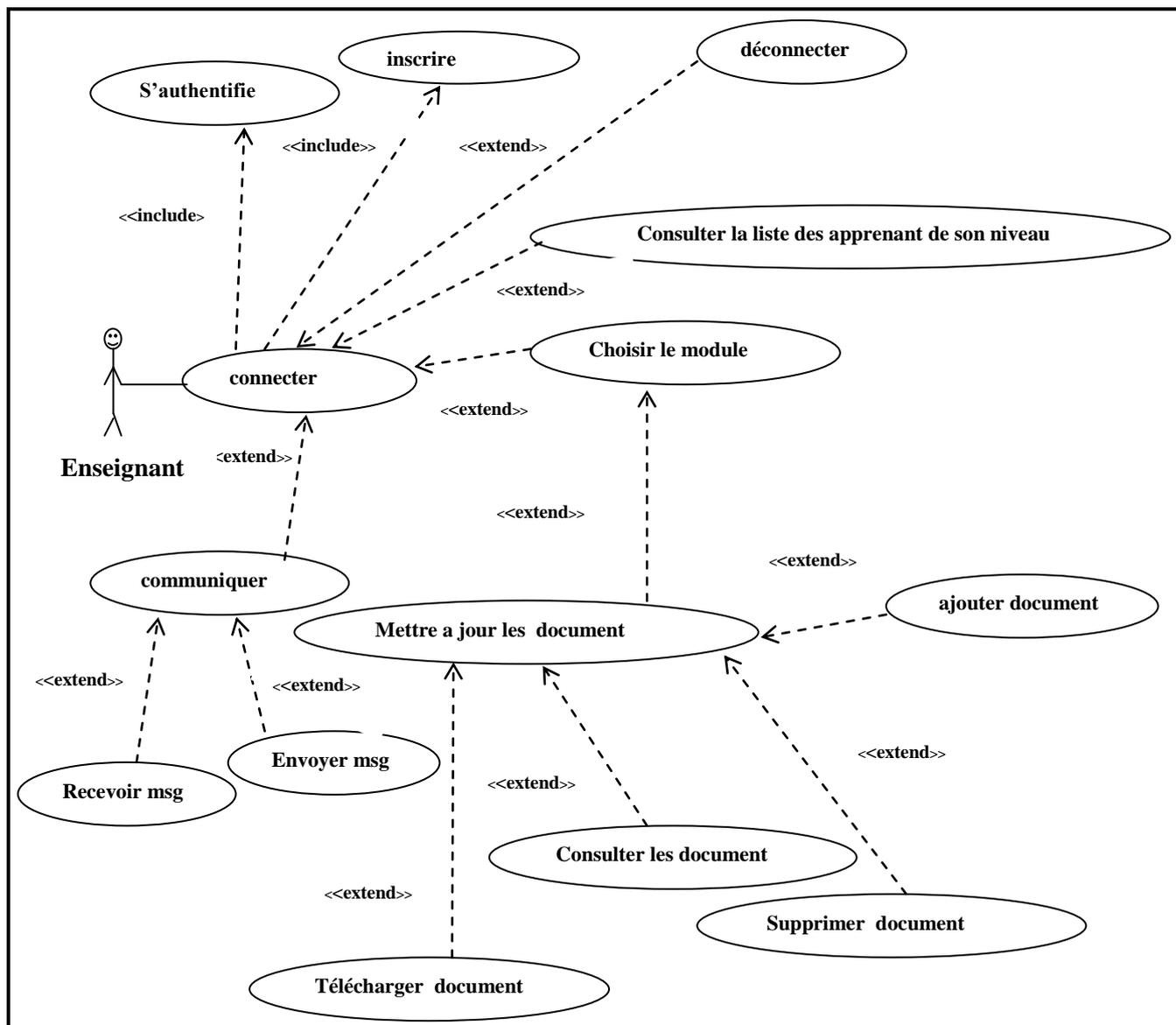


Figure 3.6 Diagramme des cas d'utilisation de l'enseignant

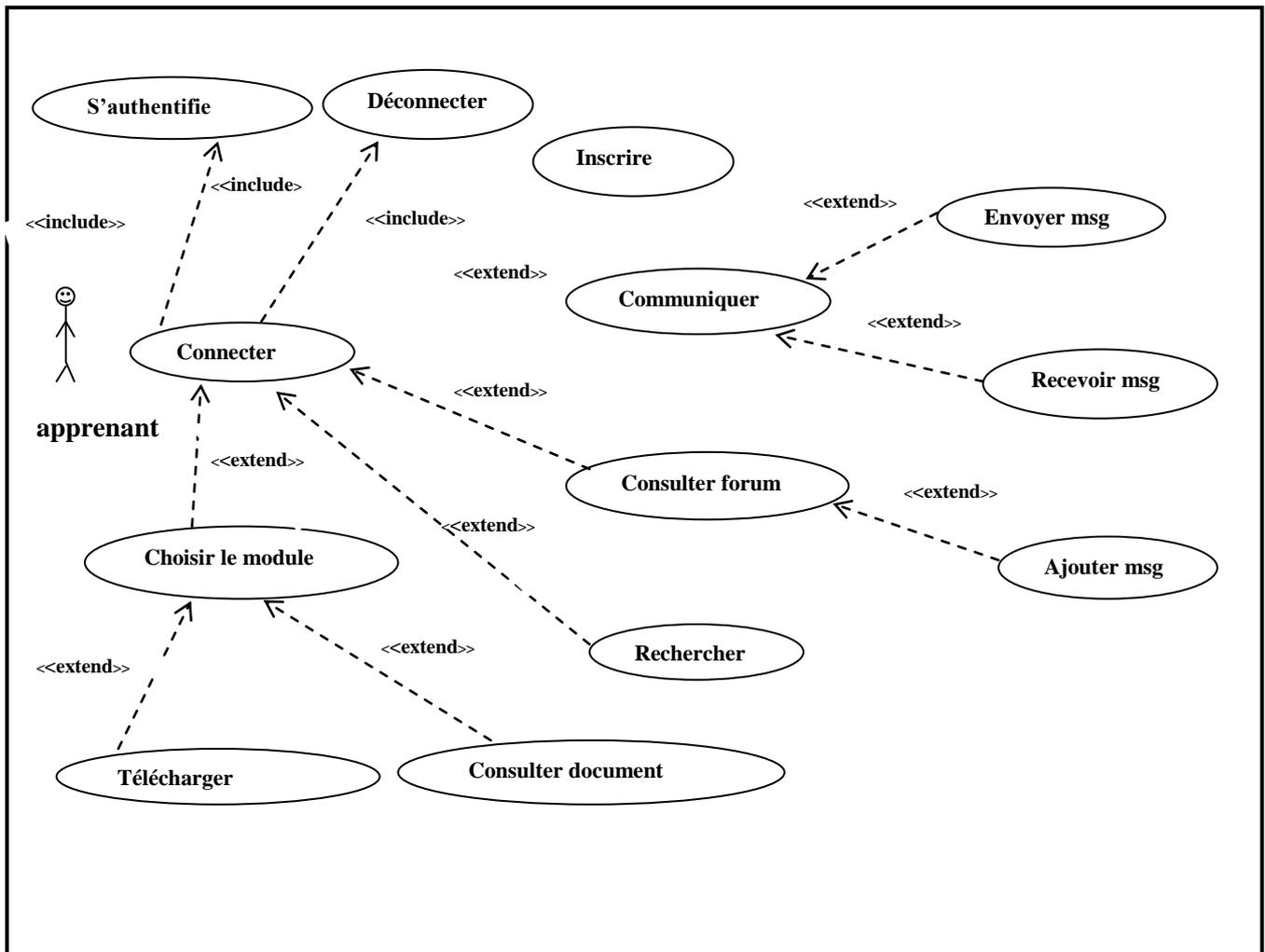


Figure 3.7 Diagramme des cas d'utilisation de l'apprenant

3.2. Diagramme de classe

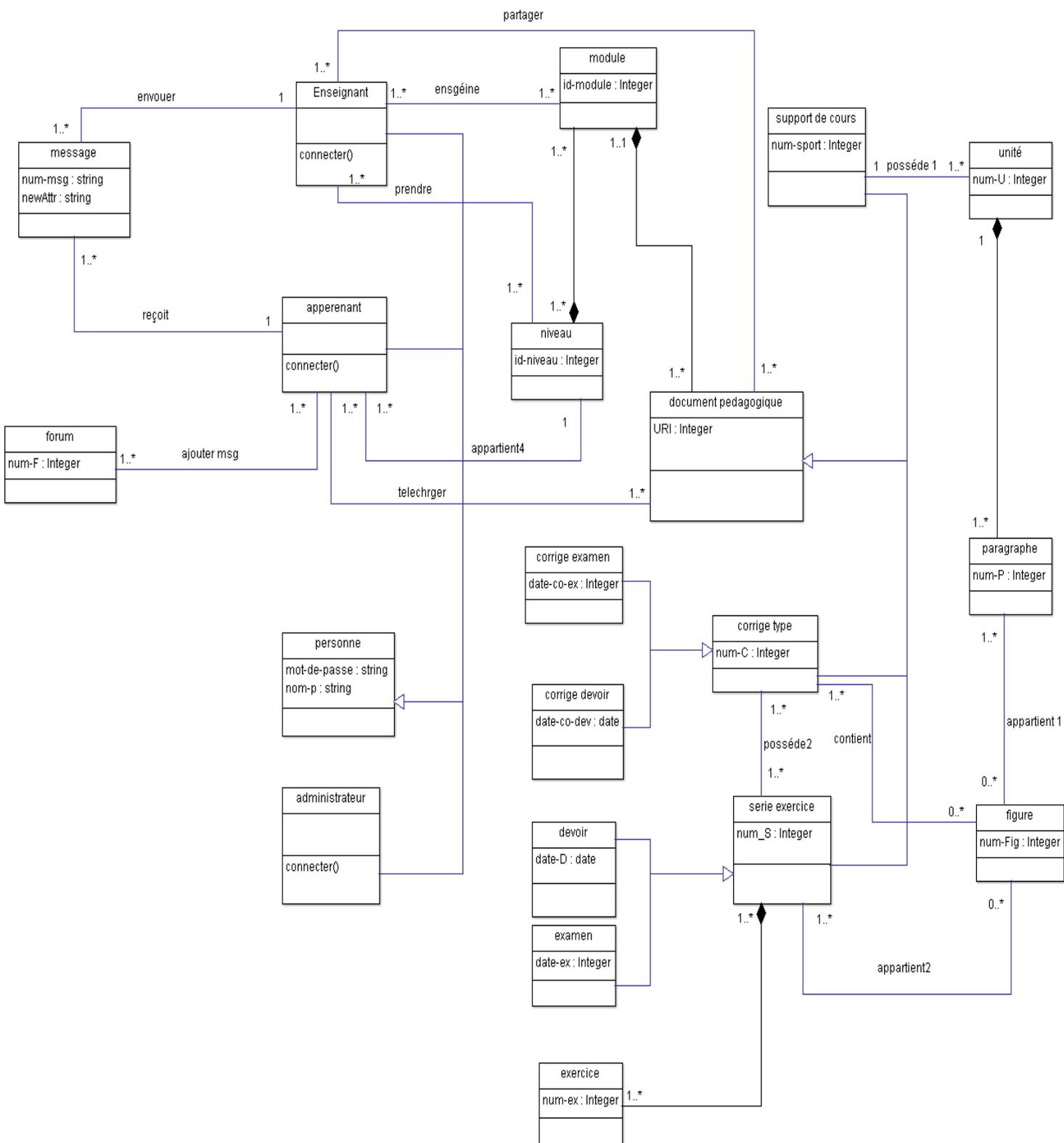


Figure 3.8 : diagramme de classe

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons mis en clair notre conception de l'ontologie de domaine qui sera la base de notre environnement d'apprentissage. Pour construire cette ontologie, nous avons suivi les étapes de la méthode methontologie dont nous avons spécifié le domaine, et l'objectif de notre ontologie, nous avons identifié les connaissances du domaine étudié et les structurées sous forme de concepts reliés entre eux par des relations. Ensuite, nous avons défini les cas d'utilisation de différents acteurs en utilisant le diagramme des cas d'utilisation et diagramme de classe du langage UML.

Dans le chapitre suivant nous présenterons l'implémentation de notre ontologie dans l'un des outils d'édition des ontologies. Ensuite nous avons présenté les résultats d'intégration et d'interrogation de notre ontologie de domaine dans notre environnement d'apprentissage.

Chapitre IV

La réalisation

1. Introduction

Après avoir présenté notre conception dans le chapitre précédant, nous allons présenter, dans ce chapitre, notre travail d'implémentation qui consiste premièrement à éditer notre ontologie sous l'éditeur PROTEGE, puis à l'intégrer dans une application d'FAD.

Nous commençons d'abord par la présentation des outils et des technologies utilisés dans le développement de notre environnement. Ensuite, nous présentons une vue globale sur l'édition de l'ontologie sous l'éditeur PROTEGE. Enfin, nous présentons des scénarios d'utilisation de notre environnement.

2. Les outils et les technologies utilisés

2.1. L'éditeur PROTEGE

Éditeur d'ontologie open source disponible à l'adresse <http://protege.stanford.edu> développé au département d'*Informatique Médicale* de l'*Université de Stanford*.

L'éditeur d'ontologie « Protégé version 3.4 », a été utilisé pour éditer l'ontologie de ce projet dans l'objectif de générer automatiquement le code OWL correspondant, ainsi que pour générer une documentation HTML pour notre ontologie. Il est à noter que « Protégé » offre bien sur beaucoup de fonctionnalités, et on n'en a pas certainement tous utilisés,

2.2. NetBeans IDE

Est un environnement de développement intégré (IDE) pour Java, placé en open source par Sun en juin 2000 sous licence CDDL (Common Développement 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, NetBeans est disponible sous Windows, Linux, Solaris (sur x86 et SPARC), Mac OS X et Open VMS. Dans notre projet, nous avons utilisé la version netbeans 8.0

2.3. Le serveur Glass Fiche

GlassFish est le nom du serveur d'applications Open Source Java EE 5 et désormais Java EE 6 avec la version 3 qui sert de socle au produit Oracle GlassFish Server36 (anciennement Sun Java System Application Server37 de Sun Microsystems). Sa partie Toplink persistence38 provient d'Oracle. C'est la réponse aux développeurs Java désireux d'accéder aux sources et de contribuer au développement des serveurs d'applications de nouvelle génération. La distribution dite Open Source Edition est placée sous double licence CDDL etGPLv2.

GlassFish peut s'installer comme une extension d'un serveur Web (Apache, Microsoft IIS ou Netscape NetServer), ce qui permet des meilleures performances pour le service des pages HTML.

2.4. Java EE

Le terme « Java EE » signifie *Java Enterprise Edition*, et était anciennement raccourci en « J2EE ». Java EE est une plate-forme basée sur le langage Java contenant un grand nombre de bibliothèques dans l'objectif est de faciliter le développement d'applications web robustes et distribuées, déployées et exécutées sur un serveur d'applications.

2.5. La technologie JSP (Java Server Pages)

L'interface utilisateur de notre environnement d'apprentissage est composée de plusieurs pages web qui vont être générées dynamiquement selon les requêtes de l'utilisateur. Pour la conception de notre interface, nous avons eu recours aux Java ServerPages (JSP).

2.6. Le Framework Jena

Jena est disponible à l'adresse : <https://jena.apache.org/>. Jena est un ensemble d'outils (une API) open source développé par HP Labs semantic Web programme, permettant de lire et de manipuler des ontologies décrites en RDFS ou en OWL et d'y appliquer certains mécanismes d'inférences. Pour notre projet ont utilisé la version 2.13.0 qui était la version la plus récente de Jena au début de notre projet.

3. Implémentation de l'ontologie

Après la conception de notre ontologie du domaine, nous l'avons édité sous PROTEGE pour générer automatiquement le code OWL correspondant.

3.1. L'édition de l'ontologie

1. Au démarrage de protégé, la fenêtre suivante va apparaître au premier lieu :

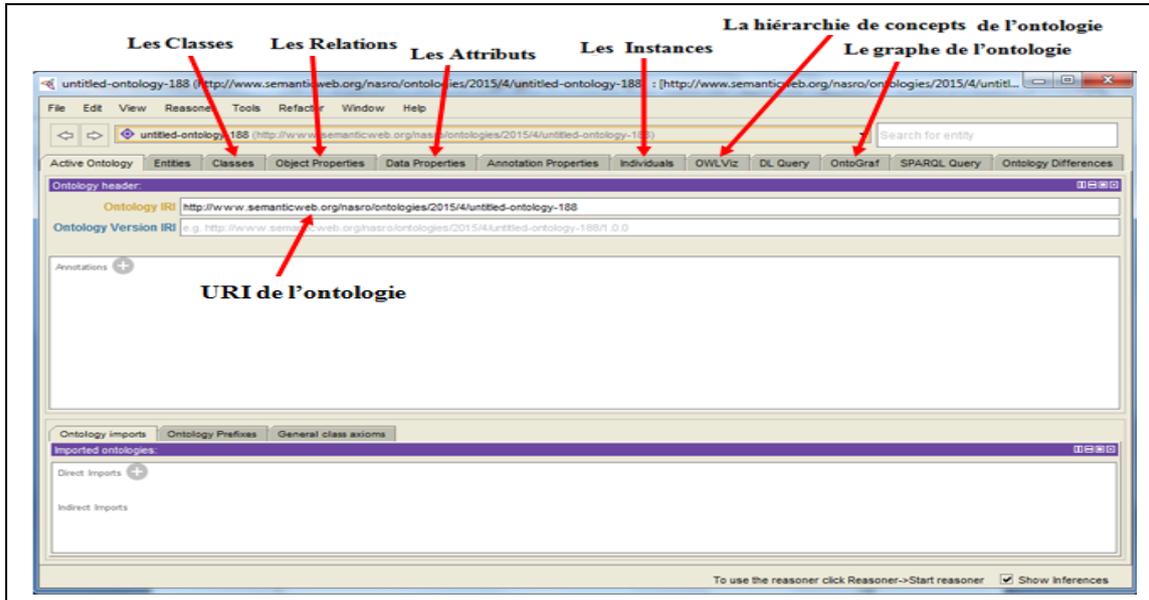


Figure 4.1 : L'interface de PROTEGE

3.1.1. L'ajout d'un concept

Pour ajouter un concept sous protégé il faut définir son nom et son concept père s'il existe. (Voir la figure.4.2)

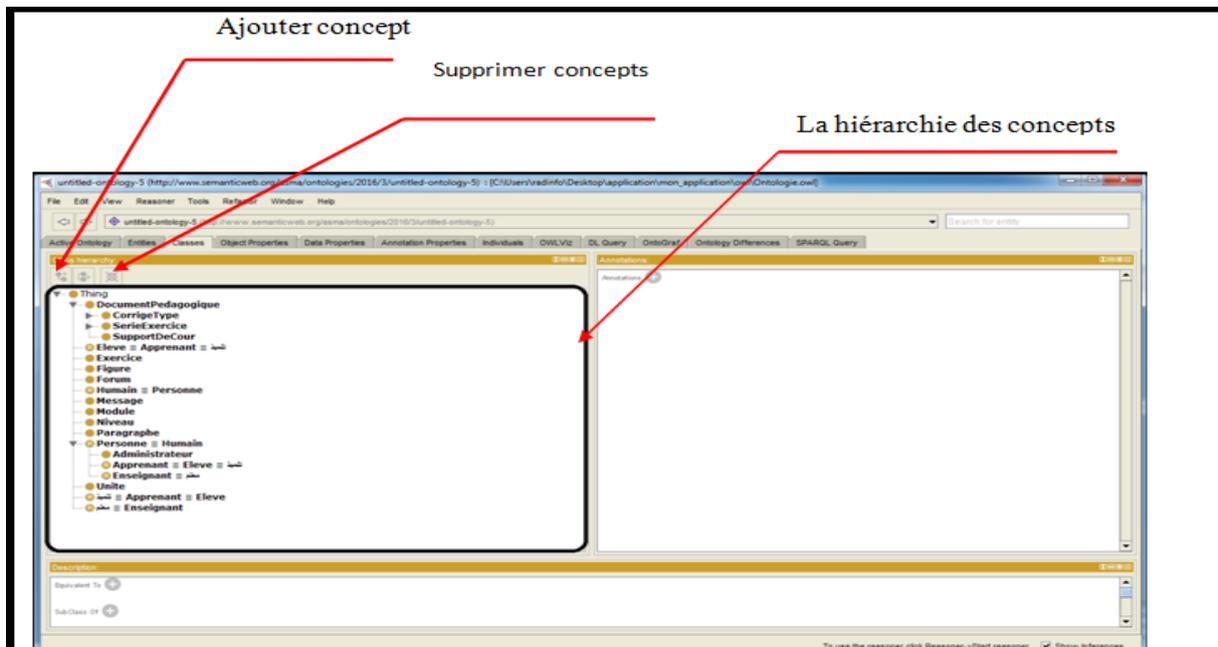


Figure 4.2 : Création des concepts sous PROTEGE

3.1.2. Création des relations

Pour ajouter une relation il faut définir son nom, son domaine, son co-domaine, et sa relation inverse s'elle est nécessaire. La figure suivante définit comment ajouter une relation sous protégé.

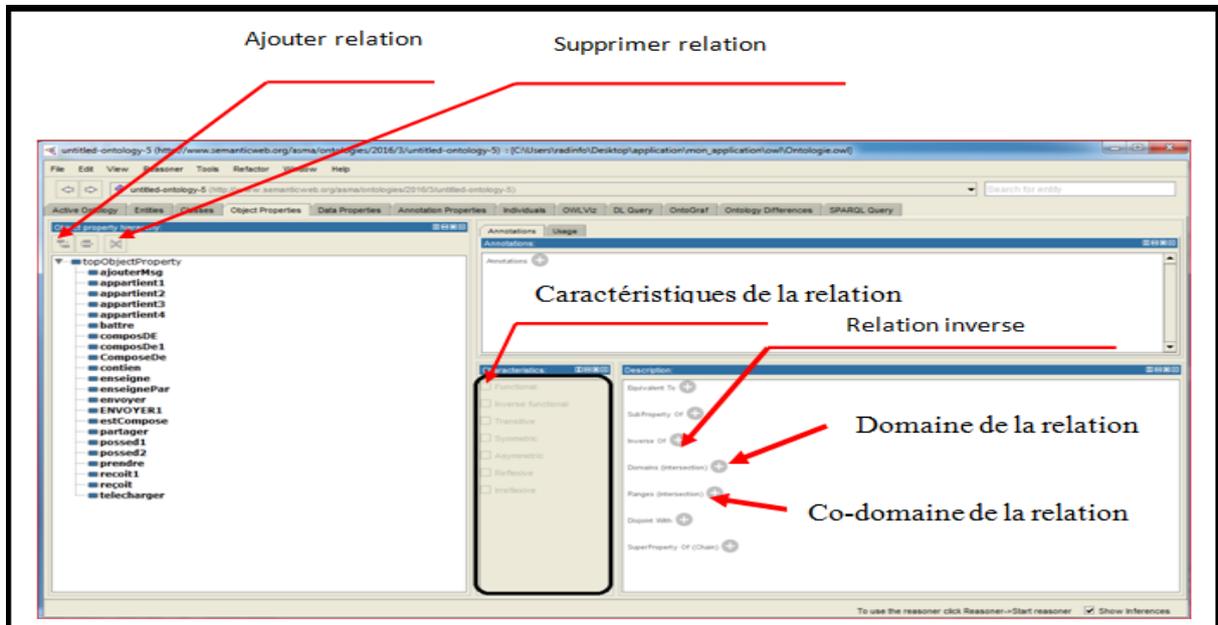


Figure 4.3 : Création des relations sous PROTEGE

3.1.3. L'ajout d'un attribut

L'ajout d'un attribut exige de préciser son nom, son type et son concept d'appartenance. La figure 4.5 montre comment ajouter un attribut sous protégé.

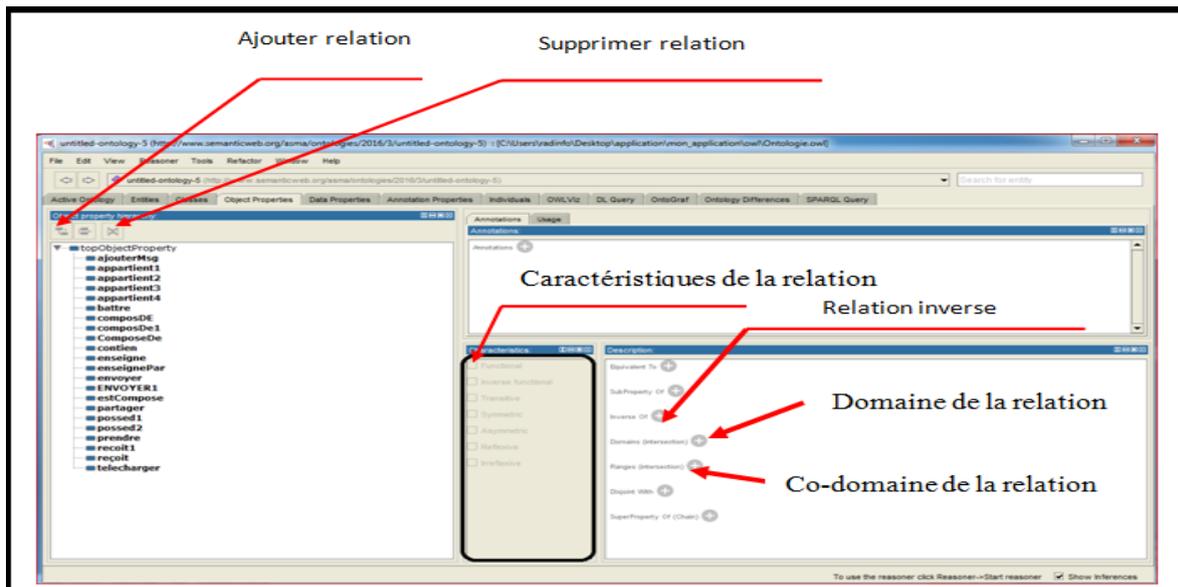


Figure 4.4 : Création des attributs sous PROTEGE

3.1.4. La vérification de l'ontologie

Protégé fournit un moyen qui permet de tester la consistance de l'ontologie, c'est-à-dire grâce à son raisonneur, nous pouvons détecter l'existence des erreurs dans notre ontologie :

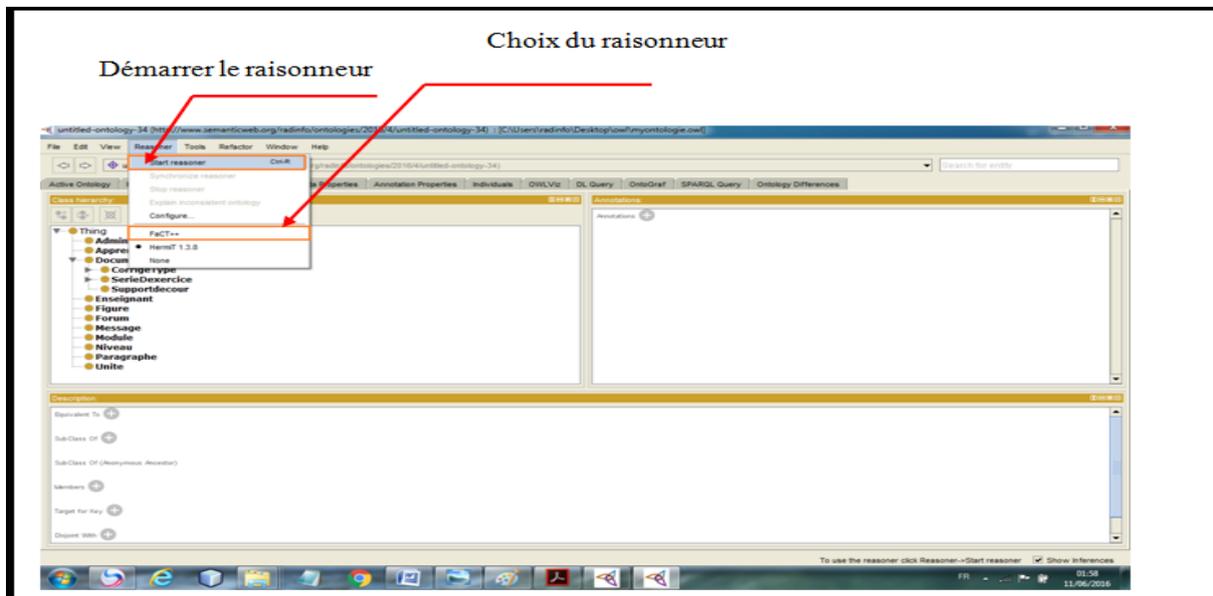


Figure 4.5 : Vérification de la consistance de l'ontologie

3.1.5. La génération du code OWL

Après l'édition des classes, des relations et des attributs, nous obtenons un fichier OWL qui sera utilisé par notre application. La figure suivante présente une partie du code de notre ontologie de domaine généré par Protégé.

```
<!-- http://www.semanticweb.org/asma/ontologies/2016/3/untitled-ontology-5#appartient4 -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.semanticweb.org/asma/ontologies/2016/3/untitled-ontology-5#appartient4">
  <rdf:type rdf:resource="http://www.semanticweb.org/asma/ontologies/2016/3/untitled-ontology-5#DocumentPedagogique"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="http://www.semanticweb.org/asma/ontologies/2016/3/untitled-ontology-5#Niveau"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.semanticweb.org/asma/ontologies/2016/3/untitled-ontology-5#Niveau"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.semanticweb.org/asma/ontologies/2016/3/untitled-ontology-5#battre -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.semanticweb.org/asma/ontologies/2016/3/untitled-ontology-5#battre">
  <rdf:type rdf:resource="http://www.semanticweb.org/asma/ontologies/2016/3/untitled-ontology-5#Apprenant"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="http://www.semanticweb.org/asma/ontologies/2016/3/untitled-ontology-5#Apprenant"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.semanticweb.org/asma/ontologies/2016/3/untitled-ontology-5#Niveau"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.semanticweb.org/asma/ontologies/2016/3/untitled-ontology-5#composDE -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.semanticweb.org/asma/ontologies/2016/3/untitled-ontology-5#composDE">
  <rdf:type rdf:resource="http://www.semanticweb.org/asma/ontologies/2016/3/untitled-ontology-5#Exercice"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.semanticweb.org/asma/ontologies/2016/3/untitled-ontology-5#Exercice"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="http://www.semanticweb.org/asma/ontologies/2016/3/untitled-ontology-5#SerieExercice"/>
</owl:ObjectProperty>
```

```
<!-- http://www.semanticweb.org/asma/ontologies/2016/3/untitled-ontology-5#contien -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.semanticweb.org/asma/ontologies/2016/3/untitled-ontology-5#contien">
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.semanticweb.org/asma/ontologies/2016/3/untitled-ontology-5#Apprenant"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="http://www.semanticweb.org/asma/ontologies/2016/3/untitled-ontology-5#Niveau"/>
  <owl:inverseOf rdf:resource="http://www.semanticweb.org/asma/ontologies/2016/3/untitled-ontology-5#battre"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.semanticweb.org/asma/ontologies/2016/3/untitled-ontology-5#enseigne -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.semanticweb.org/asma/ontologies/2016/3/untitled-ontology-5#enseigne">
  <rdfs:domain rdf:resource="http://www.semanticweb.org/asma/ontologies/2016/3/untitled-ontology-5#Enseignant"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.semanticweb.org/asma/ontologies/2016/3/untitled-ontology-5#Module"/>
  <owl:inverseOf rdf:resource="http://www.semanticweb.org/asma/ontologies/2016/3/untitled-ontology-5#enseignePar"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.semanticweb.org/asma/ontologies/2016/3/untitled-ontology-5#enseignePar -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.semanticweb.org/asma/ontologies/2016/3/untitled-ontology-5#enseignePar"/>
```

Figure 4.6: une partie de code OWL de notre ontologie

4. Présentation de l'application

Afin d'interroger notre ontologie nous avons développé un environnement d'apprentissage à distance qui permet aux utilisateurs de naviguer dans l'ontologie, de trouver des documents, d'ajouter et d'indexer des ressources. D'après l'étude des besoins des utilisateurs (administrateur, enseignant, apprenant) présenté dans le chapitre précédent, nous avons développé cet environnement qui s'adapte avec chaque utilisateur.

4.1. Page d'accueil

Dans la page d'accueil, nous trouvons des boutons et des liens pour faire l'inscription, se connecter, et tous les informations sur site, et des conseils pour guider les étudiants



Figure 4.7 : Page d'accueil.

4.2. Login

Tout au début, l'utilisateur peut se connecter ou s'inscrire s'il n'est pas encore inscrit



Figure 4.8 : Page de connexion.

4.2.1. Scénario d'utilisation par l'apprenant

Lorsque l'apprenant s'identifie, il est dirigé vers la page d'accueil de l'apprenant, où l'apprenant peut consulter la liste des enseignants, les niveaux et de consulter les modules, et contacter un enseignant. Il a aussi la possibilité de déconnecter à tout instant par le lien « Déconnexion (خروج) ».

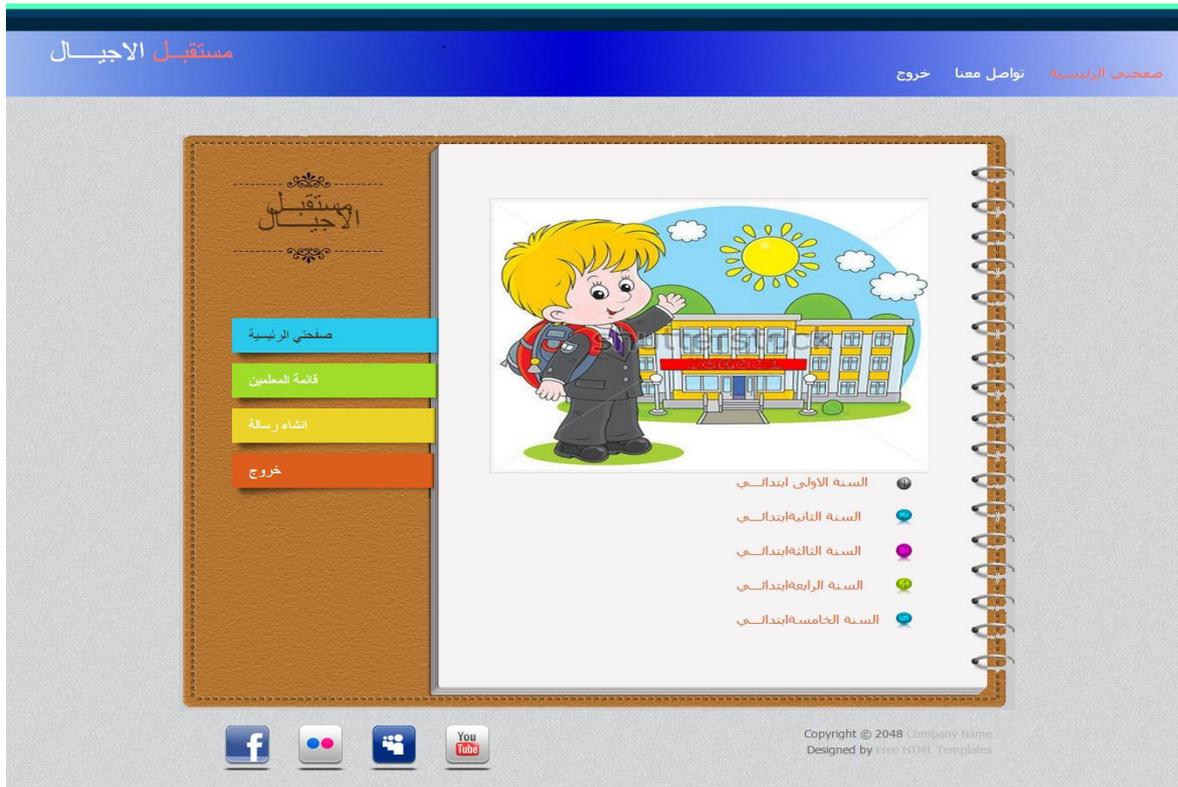


Figure 4.9 : la page d'accueil de l'apprenant

Pour consulter les modules de son niveau, l'apprenant choisit son niveau (ex : السنة اولى ابتدائي). À ce moment, la page qui contient la liste des modules qui appartient à ce dernier s'ouvre et il choisit le module qu'il veut suivre.



Figure 4.10 : Page des modules

L'apprenant peut contacter l'enseignant pour poser des questions sur le module suivi comme suit :

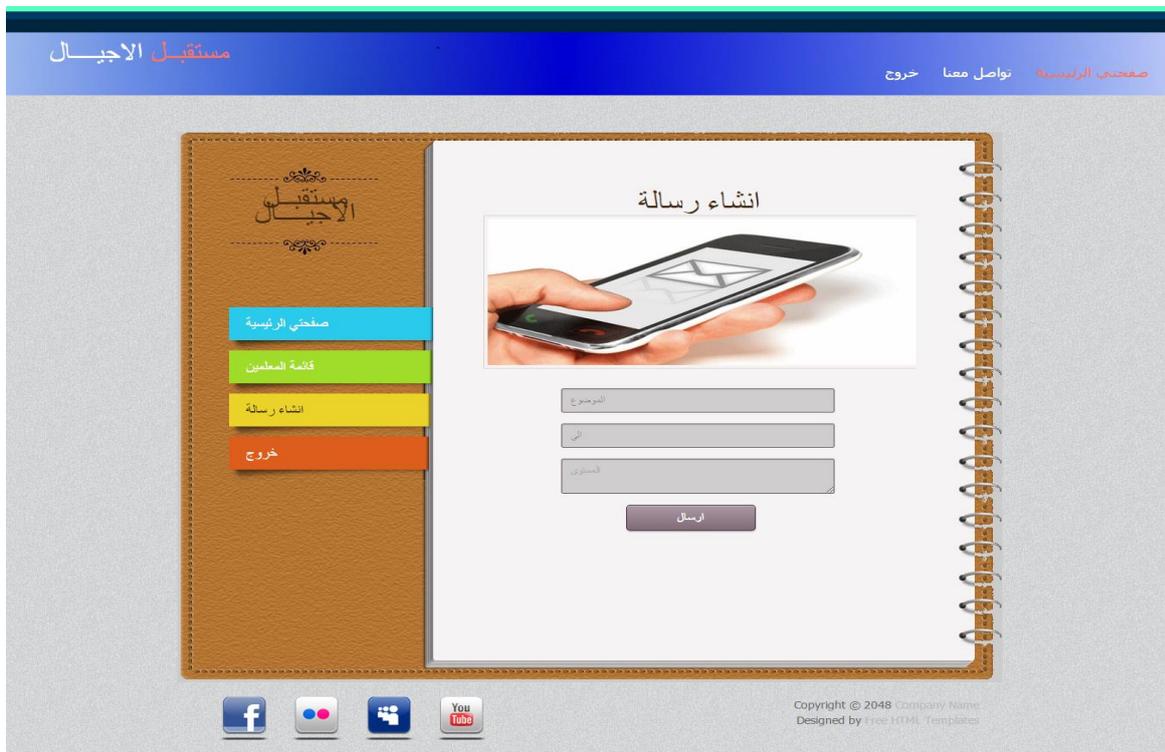


Figure 4.11 : la page de message

4.2.2. Scénario d'utilisation par l'enseignant

Lorsque l'enseignant s'identifie, il est dirigé vers la page d'accueil de l'enseignant où il peut consulter la liste des apprenants, la liste des enseignants, de consulter les modules, et communiquer, répondre aux questions des apprenants. Il a aussi la possibilité de déconnecter à tout instant par le lien « Déconnexion ».

مستقبل الاجيال

صفحتي الرئيسية تحديث الملفات البريد تواصل معنا خروج

قائمة التلاميذ

قائمة المعلمين

قائمة المواد

تمارين و اختبارات



© 2016

Figure 4.12 : la page d'accueil de l'enseignant

Conclusion

Nous avons abordé dans ce chapitre un tour d'horizon sur les différentes technologies utilisées dans le développement d'ontologies. Nous n'avons présenté qu'une liste succincte mais nous avons tenu à ce qu'elle soit la plus représentative possible des outils existant pour chaque phase de la création d'ontologie

Conclusion générale

Le Web sémantique est venu comme une solution quand les recherches d'informations deviennent fastidieuses, et fournissent des résultats moins exacts. Le Web Sémantique permet aux machines d'interpréter le contenu grâce à l'ontologie qui offre une représentation formelle.

Dans l'objectif de contribuer à l'amélioration de la qualité de l'apprentissage, nous avons proposé un environnement de ce dernier à base d'ontologies, pour le faire nous avons construit une ontologie de domaine qui joue le rôle d'une base de connaissances pour notre environnement dans lequel nous l'avons intégrée et interrogée.

Puis, nous avons fait la conception de notre ontologie en suivant les étapes et la démarche de la méthodologie « methontologie ». Une fois la conception de l'ontologie est faite, nous avons passé à son implémentation en utilisant l'outil « Protégé» qui nous a permis de générer le code OWL de notre ontologie. Nous avons développé notre environnement en utilisant la technologie JSP, et le framework Jena.

La mise en œuvre de cette plateforme permettra aux apprenants de naviguer sémantiquement, d'évaluer leurs compétences et de donner la possibilité aux enseignants d'indexer leurs propres ressources.

Les perspectives

Comme perspectives futures, nous pouvons envisager d'enrichir notre environnement par l'intégration d'un outil d'indexation et de recherche des documents pédagogiques..

Référence

- [1] M. Salah, «apport des ontologies pour les placements financiers intelligents,» universite de setif el baz, setif, 2011.
- [2] F.-e. Hachemi, «description sémantique des objets d'apprentissage à base de modèles de contenu,» université abou bekr belkaid, tlemcen, 2008
- [3] B. Asma, «perception du comportement de l'apprenant dans un environnement d'apprentissage,» universite badji mokhtar, annaba, 2013
- [4] B. Lamia, «construction et interrogation d'une ontologie de domaine pour un environnement d'apprentissage collaboratif.,» setif, 2014..
- [5] B. Samir, «un environnement sémantique à base d'agents pour la formation à distance (e-learning),» universite mohamed khider, biskra , 2010..
- [6] « cellule de télé-enseignement et d'enseignement à distance,» univercité 20 aout 1955, sekikda, 2011.
- [7] P. Technologie, «le formateur,» 2015. [en ligne]. Available: <https://www.le-formateur.com/le-formateur-c-est-quoi/formation-a-distance.html>.
- [8] H. Chaib, «initiation de ntic,memoir de magister » univercité de ouargla.
- [9] A. Derifa, «developement d'une plate forme pour la découvret de services web,» univercité m' hamed bougera, boumerdes, 2012..
- [10] M. D. C. Mediani, «e-pacad: a collaborative learning environment based ontologies,» fourth international conference on information and communication technology and accessibility (icta),» hammamet,, algeria, oct 2013.
- [11] S. Bouarroudj, «raisonnement sur une ontologie enrichie par des règles swrl pour la recherche sémantique d'images annotées,» universite 20 aout 1955, sekikda, 2010.
- [12] S. C. & A. R. Melle, «conception d'une ontologie pour une plate forme d'enseignement a distance,» universite de jijel, 2005.
- [13] V. A. A. A. Joshi, «“a review on semantic web mining,» international journal of computer science and information technologies, india,» 2015.
- [14] J. S. C. S. Bhatia, «semantic web mining : using ontology learning and grammatical rule inference technique,» international conference on process automation control and computing (pacc),,» coimbatore, india, 2011.
- [15] M. Gueffaz, «model checking et web sémantique,» thèse de doctorat,» université de bourgogne, france, 2012..

- [16] M. Khelif, « construction d'une ontologie pour la recommandation de cours à un utilisateur,» mémoire de master,,» université abou bakr belkaid, tlemcen, algérie,, 2014..
- [17] M. Hemam, «“développement des ontologies multi-points de vue: une approche basée sur la logique de descriptions,» thèse de doctorat,,» université mentouri, constantine, algérie, , 2012..
- [18] A. Benayache, «construction d'une memoire organisationnelle de formation et evaluation dans un contexte elearning,» uni v e r s i t e d e t e c h n o l o g i e d e, 2005.
- [19] F. Amourache, «construction d'ontologie pour l'annotation des cvs/offres l'emploi,» université de mentouri - constantine , 2008 .
- [20] M. Karaouzene, «la création d'une ontologie pharmaceutique,» mémoire demaster,» université abou bakr belkaid, tlemcen, algérie, 2012.
- [21] Sticef.org, «apport de l'ingénierie ontologique aux environnements de formation à distance,» 2003.
- [22] K. F. Khelili, «modélisation à base d'ontologie d'une plate-forme de e-learning,» université kasdi merbah de ouargla , algérie, 2009.
- [23] K. Manel, «intégration d'ontologies dans le cadre du web sémantique : une détection des web sémantique : une détection des,» universite mentouri, constantine. .
- [24] R. Lekhchine, «construction d'une ontologie pour le domaine de la sécurité : application aux agents mobiles,» université mentouri – constantine, 2009.
- [25] M. Salah, «apport des ontologies pour les placements financiers intelligents,» universite de setif el baz, setif, 2011.
- [26] A. Vandecasteele, «modélisation ontologique des connaissances expertes pour l'analyse de comportements à risque application à la surveillance maritime,» ecole national superieur des mines de paris spécialité science et génies des activité a risque, paris, 2012.
- [27] M. Abdelbasset, « «une approche basée agent pour le processus génération d'ontologie de domaine,»,» université mohamed khider, biskra , 2011.