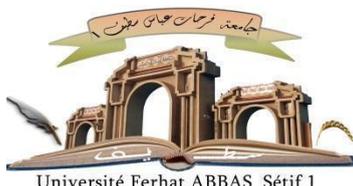


# الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE FERHAT ABBAS SÉTIF 1

Faculté de Sciences

Département d'informatique

## MÉMOIRE DE MASTER

DOMAINE: Sciences et Technologies

FILIÈRE: Informatique

SPÉCIALITÉ: Génie Logiciel

### Thème

**Approche Ontologique pour l'indexation des ressources  
pédagogiques numériques**

Présentée Par :

-Yaiche Meriem Aya

-Kheloufi Khouloud

Encadré Par : Dr. Doudi Lamri

## Résumé

Les ontologies sont un paradigme puissant pour la représentation et l'échange des connaissances dans le domaine du Web Sémantique qui ne s'intéresse qu'au traitement automatique de la sémantique. Néanmoins, elles doivent être exprimées dans des formalismes qui devraient en tirer pleinement profit, tout en offrant des outils de modélisations simples et efficaces.

Les systèmes d'E-learning visent à offrir un accès facile et permanent aux ressources pédagogiques mises en ligne. L'objectif de ce mémoire consiste en l'étude de l'intégration des recherches sémantiques dans les objets pédagogiques manipulés dans les contenus en E-learning. Cet ajout reposera sur l'utilisation des ontologies qui permettent une meilleure représentation sémantique.

**Mot clé:** Approche ontologique, l'indexation des ressources pédagogiques numériques, Ressource pédagogique, E-learning, Recherche des ressources, le web sémantique, protégé.

# Abstract

Ontologies are a powerful paradigm for knowledge representation and exchange in the Semantic Web domain, which is only interested in automatic semantic processing. Nevertheless, they need to be expressed in formalisms that should take full advantage of them, while offering simple and efficient modelling tools.

E-learning systems aim to provide easy and permanent access to online educational resources. The objective of this thesis is to study the integration of semantic searches in the pedagogical objects manipulated in E-learning contents. This addition will be based on the use of ontologies which allow a better semantic representation.

**Keyword:** Ontological approach, indexing of digital educational resources, educational resource, E-learning, resource search, semantic web, protected.

## Remerciements

Tout d'abord, nous voulons remercier Allah le tout-puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience pour effectuer ce modeste travail. Nous tenons à remercier chaleureusement notre encadreur DOUIDI LAMRI pour ses conseils et ses encouragements tout au long de ce projet.

Nous souhaitons exprimer notre gratitude à tous les membres du jury qui ont eu la bonté de juger notre travail. Aussi nos parents qui nous ont toujours soutenus et encouragés au cours de ce mémoire. Par peur d'avoir oublié quelqu'un, que tous ceux à qui nous devons être chaleureusement remerciés.

## **Dédicace:**

*Je dédie ce travail à :*

*Mes chers parents, que nulle dédicace ne peut exprimer mes sincères sentiments, pour leur patience illimitée, leur encouragement continu, leur aide, en témoignage de mon profond amour et respect pour leurs grands sacrifices.*

*\* Mes chères sœurs: Ilhem, Douaa, Amani et Aicha.*

*\* Mes frères Mohamed, Fares, et aussi mes jolies Meriem et Sabrina pour leur grand amour et leur soutien qu'ils trouvent ici l'expression de ma haute gratitude.*

*Mon binôme Yaiche Aya Meriem avec qui j'ai réalisé ce travail.*

*Toute la promotion 2022 spécialement "Génie Logiciel".*

*À tous ceux qui m'aiment et tous ceux que j'aime.*

**Kheloufi Khouloud**

## **Dédicace:**

*Je tiens à dédier ce mémoire à toutes les personnes qui ont contribué et m'ont aidée lors de la réalisation de ce mémoire, où :*

*J'exprime ma gratitude à ma famille, je suis reconnaissante envers mes très chers parents, mes sœurs Bouthaina et Lamis, et mon frère Adem, mes grands-parents, ma tante Hadjira, et chaque membre de ma famille pour leurs encouragements et être les plus grands soutiens dans ma vie, sans oublier ma cousine Loubna pour ses conseils et ses appels qui m'ont aidé à rester motivé et surtout ses suggestions et conseils valables, qui ont contribué à ma réflexion et à me pousser plus loin, en restant concentrée, je suis devenue plus sûre de moi .*

*Je remercie également mon binôme Kheloufi Khouloud avec qui j'ai fait ce travail, pour sa patience, et être une source de réconfort, et aussi une bonne amie.*

***Yaiche Meriem Aya***

## Liste des Figures :

<b>Figure 01</b> : Cycle de vie d'une ontologie.....	07
<b>Figure 02</b> : Niveau de généralité .....	13
<b>Figure 03.1</b> : Modèle en couche du Web classique. ....	18
<b>Figure 03.2</b> : Typage des ressources et liens du Web.....	20
<b>Figure 04</b> : Les couches du Web Sémantique.....	21
<b>Figure 05</b> : Diagramme de cas d'utilisation.....	27
<b>Figure 06</b> : Diagramme de classe .....	28
<b>Figure 07</b> : hiérarchie des classes de l'ontologie.....	30
<b>Figure 08</b> : Graphe de la classe Niveau.....	30
<b>Figure 09</b> : Graphe pour la disponibilité des publications.....	31
<b>Figure 10</b> : la base de données.....	36
<b>Figure 11</b> : Page d'Accueil.....	36
<b>Figure 12</b> : Interface de la page "profile" .....	37
<b>Figure 13</b> : Interface de la page "Publier" .....	37
<b>Figure 14</b> : Interface pour la section des commentaires.....	38
<b>Figure 15</b> : Premier design pour le site.....	38
<b>Figure 16</b> : Tableau profile pour les informations d'utilisateur.....	39
<b>Figure 17</b> : Tableau de publications .....	40
<b>Figure 18</b> : Design avant la réalisation de la page d'articles.....	41
<b>Figure 19</b> : Les types de recherche.....	41
<b>Figure 20</b> : Fonction pour le saisi de choix de fichier.....	42
<b>Figure 21</b> : Requêtes en cas on a un choix précis de type de fichier.....	42
<b>Figure 22</b> : les classes de notre Domain.....	43
<b>Figure 23</b> : les classes de notre domaine.....	45
<b>Figure 24</b> : Data Properties.....	46
<b>Figure 25</b> : Description de la classe Publication .....	47
<b>Figure 26</b> : Création des individus et leurs descriptions.....	47
<b>Figure 27</b> : Graphe des classes qui font parties de notre ontologie.....	48
<b>Figure 28</b> : Graphe pour la classe Utilisateur.....	48
<b>Figure 29</b> : graphe pour la class Publication.....	49
<b>Figure 30</b> : Requête pour sélectionner toutes les publications et les informations.....	49
<b>Figure 31</b> : Résultats de requête de sélection.....	50
<b>Figure 32</b> : Requête pour les professeurs qui ont publié un poste.....	50
<b>Figure 33</b> : Résultats de de la requête pour les professeurs qui ont publié un poste.....	50
<b>Figure 34</b> : Le démarrage de serveur Jena Fuseki.....	51
<b>Figure 35</b> : Connexion d'Arc2 au serveur Jena Fuseki.....	51

<b>Figure 36</b> : Requête de recherche sémantique en sparql pour les utilisateurs connectés.....	52
<b>Figure 37</b> : Fonction pour l'ajout des résultats pour les requêtes Sparql.....	52
<b>Figure 38</b> : Fonction pour l'ajout des résultats pour les requêtes SQL.....	53
<b>Figure 39</b> : l'affichage des résultats de recherche.....	53

### **Liste des tableaux:**

<b>Tab 01</b> : Description de la classe « Publication».....	28
<b>Tab 02</b> : Description de la classe «Utilisateur inscrit».....	29
<b>Tab 03</b> : Table Des classes et leurs sous classes .....	44
<b>Tab 04</b> : Objects property, leurs domaines et prédicats.....	46

# Table des matières

## Résumé

<b>Introduction générale</b> .....	01
<b>Problématiques</b> .....	02
<b>L'Objectif</b> .....	02
<b>Organisation du manuscrit</b> .....	03
<b>Chapitre 01 : Etat de l'art</b> .....	04
1. Les Ontologies.....	05
1.1 L'ontologie en philosophie .....	05
1.2 L'ontologie en informatique .....	05
1.3 Modélisation des ontologies .....	06
1.3.1 Les classes.....	06
1.3.2 Les relations.....	06
1.3.3 Les fonctions.....	06
1.3.4 Les axiomes formels.....	06
1.3.5 Les instances.....	07
1.4 Cycle de vie des ontologies : .....	07
1.4.1 La spécification de besoins .....	07
1.4.2 La conception.....	07
1.4.3 L'évaluation .....	07
1.5 Les langages des ontologies.....	08
1.5.1 OWL.....	08
1.5.2 RFD.....	08
1.5.3 RDFS .....	08
1.5.4 XML.....	09
1.6 Structure des ontologies .....	09
1.7 Motive de création d'une ontologie .....	10
1.8 Les étapes de création d'une ontologie.....	10
1.9 Classifications des ontologies.....	12
1.9.1 Le degré de formalité.....	12
1.9.2 Le degré de granularité.....	12
1.9.3 Niveau de généralité.....	12
1.9.4 Quantité, type et sujet de la conceptualisation.....	13
1.10 Différence entre ontologie et hiérarchie de classes.....	13

1.11 Définir d'éditeur d'ontologie (protégé).....	14
2. E-Learning.....	14
2.1 Définition .....	14
2.2 Méthodes utilisées en E-Learning.....	15
2.2.1 L'E-learning fixe .....	15
2.2.2 L'E-learning adaptatif .....	15
2.2.3 L'E-learning asynchrone.....	16
2.2.4 L'E-learning interactif.....	16
2.2.5 L'E-learning individuel.....	16
2.2.6 L'E-learning collaboratif .....	17
2.3 Les raisons d'utiliser la méthode d'apprentissage en ligne.....	17
2.4 Motive de créer l'E-learning et son histoire.....	17
3. Le web sémantique et le web classique .....	18
3.1 Définition de Web classique.....	18
3.2 Web Sémantique : .....	19
3.2.1 Définition.....	19
3.2.2 Objectif du web sémantique.....	19
3.2.3 Les principes du web sémantique.....	19
3.2.4 Les principales composantes du web sémantique.....	20
4. L'indexation .....	21
4.1 Indexation des documents pédagogiques à base d'ontologie.....	22
4.2 Approche classique de l'indexation.....	22
4.2.1 Indexation Manuelle.....	22
4.2.2 Indexation Automatique.....	23
4.2.3 Indexation Semi-Automatique.....	23
5. Les Objets pédagogiques.....	23
6. Ressource pédagogique numérique .....	23
Conclusion.....	24
<b>Chapitre 02 : Conception Et Modélisation.....</b>	<b>25</b>
1. Introduction .....	26
2. Expression des besoins.....	26
3. Présentation d'UML .....	26
4. Description de notre système.....	27
4.1 Pourquoi UML?.....	27
4.2 Diagramme de cas d'utilisation.....	27
4.3 Diagramme de classe.....	28
4.3.1 Description.....	28
5. La base des données.....	29
6. Conception d'ontologie(Protégé).....	30
Conclusion.....	31
<b>Chapitre 03: Implémentation .....</b>	<b>32</b>
1. Introduction.....	33

2. Description du Site.....	33
3. Les langages, outils et logiciels utilisés .....	33
4. Les interfaces et composants du Site.....	36
5. Les étapes de développement.....	38
6. La création du Système Classique de recherche .....	42
7. La création du Système sémantique de recherche.....	43
8. Quelques requêtes testées.....	49
9. L'affichage des résultats de recherche .....	52
Conclusion.....	53
<b>Conclusion générale</b> .....	<b>54</b>
<b>Références</b> .....	<b>55</b>
<b>Ressources</b> .....	<b>57</b>

# **Introduction générale:**

## **Contexte**

L'un des points les plus significatifs de notre vie moderne est le développement constant de la technologie et de ce qu'elle nous offre, en particulier la tendance croissante de l'apprentissage en ligne, qui s'est prouvé encore plus importante pendant la pandémie de covid-19, où elle était plus nécessaire que jamais, afin de l'exploiter d'une façon efficace, on a besoin d'utiliser les ontologies, pour une meilleure représentation sémantique pour les objets d'apprentissage dans une plateforme de E-learning, transformant un site web classique, à un site web sémantique.

Le Web classique peut être vu comme un ensemble de ressources (textes, images, services, etc.) conçues et interconnectées, suivant une syntaxe bien définie, pour être traitées et comprises par des utilisateurs humains. Mais, avec le volume croissant de la quantité d'information existante sur le Web, les outils présumés accompagner l'utilisateur à y accéder, ont montré leurs limites.

Pour permettre une exploitation, qualitativement supérieure, aussi bien par les humains que par les machines de ces grands volumes d'informations et de services variés, il a été proposé d'étendre le Web Classique vers le Web sémantique où, grâce à une représentation sémantique du contenu de l'information, les applications peuvent en raisonner directement dessus, en exploitant la sémantique sous-jacente et cela dans le but de soutenir l'utilisateur et lui faciliter ses différentes tâches (recherche, commerce électronique...).

La démarche du Web sémantique consiste à ajouter des métadonnées aux ressources Web qui décrivent leurs contenus et leurs fonctionnalités, ces métadonnées doivent s'appuyer sur des ontologies afin de pouvoir être partagées et munies d'interprétations opérationnelles. Les ontologies constituent l'une des bases les plus importantes de l'approche Web sémantique pour l'e-learning.

Dans ce travail, nous avons présenté l'approche ontologique pour le Web sémantique, qui vise à améliorer l'exploitation des ressources sur le Web, par l'ajout de métadonnées traitables par machine, d'où nous avons aussi introduit les langages RDF, RDFS et OWL qui permettent la rédaction de ces métadonnées décrivant les ressources Web.

## **Problématiques :**

Au sein d'une plate-forme E-learning, on trouve le plus souvent, toutes sortes de ressources pédagogiques : transparents, photocopiés, exercices, questionnaires d'auto-évaluation, bibliographie de documents auxquels ses cours font référence, ou toute autre ressource qui présente un aspect pédagogique.

Selon les cas, l'accès à ces ressources est libre ou réservé à un public donné. Face à cette densité en ligne, il est de plus en plus difficile d'exploiter efficacement ces ressources. En effet, l'abondance de ces ressources, leur perpétuelle évolution et l'aspect polymorphe de leur contenu (format, média, type d'utilisation) sont autant d'écueils qu'il faut contourner.

Les usages et la manipulation de ces nouveaux types de ressources font l'objet de nombreux travaux de recherche. Ces travaux portent principalement sur la structuration, la caractérisation, la combinaison, la mutualisation et enfin, la personnalisation de ces ressources pédagogiques.

## **L'objectif :**

L'objectif du travail consiste en l'étude de l'intégration des recherches sémantiques dans les objets pédagogiques manipulés dans les contenus en E-learning. Cet ajout reposera sur l'utilisation des ontologies qui permettent une meilleure représentation sémantique.

Les ontologies sont des représentations structurées des connaissances d'un domaine, sous forme de réseau conceptuel (concepts et liens sémantiques entre ces concepts).

Le sujet a pour objet de proposer des modèles et des outils à base d'ontologies pour la description et l'annotation de ressources pédagogiques. Il s'agit de construire ces ontologies, de définir et de prototyper des services pour l'enseignant, basés sur les rapports entre les documents pédagogiques et les représentations ontologiques de leurs contenus et usages.

## **Organisation du manuscrit :**

Ce mémoire est organisé en trois chapitres :

**Chapitre 01 :** Dans ce chapitre nous présentons les notions, composantes principales et introduit la notion de l'ontologie, sa construction à travers une représentation de ses constituants, les différentes classifications, méthodologies et outils nécessaires pour son développement. En addition, le web sémantique, l'e-learning, l'indexation, et les ressources pédagogiques.

**Chapitre 02 :** Dans ce chapitre nous présentons une ontologie dédiée à la description du domaine de ressource pédagogique, la conception a été faite dans une perspective de construction d'un vocabulaire partageable pour l'objectif recherché, de couvrir et de représenter l'ensemble des mots et expressions utilisés dans ce domaine. On a aussi parlé de l'implémentation d'une base de données, et les graphes utilisant **UML et Protège**.

**Chapitre 03 :** Dans ce chapitre nous expliquons l'implémentation de l'ontologie présentée dans le chapitre précédent. La création de l'ontologie est faite en utilisant Protégé et l'exportation est réalisée avec les langages OWL et RDF, et les logiciels et langages utilisés. Nous terminons ce manuscrit par une conclusion générale suivie de quelques

perspectives que nous jugeons importantes pour une meilleure exploitation d'ontologie dans le Web sémantique.

# **Chapitre 01 :**

## **Etat de l'art**

# 1. Les ontologies

## 1.1 L'ontologie en philosophie :

En philosophie, l'ontologie est une de ses branches, qui, dans son sens le plus général, s'intéresse au sens du mot "être", et à l'étude des différents types des objets et êtres vivants qui existent, selon Aristote, elle est définie comme la "première philosophie", ou la "science de l'être en tant qu'être", car elle dépasse largement les limites strictes de la métaphysique, l'ontologie étudie les différentes modalités et propriétés de l'être.

En même temps, le terme ontologie est parfois utilisé comme référence à un ensemble de connaissances décrivant un certain domaine, typiquement un domaine de connaissances de sens commun, en utilisant un vocabulaire de représentation, où la qualification des ontologies ne se fait pas à partir du vocabulaire lui-même, mais à travers les concepts que les termes du vocabulaire sont destinés à capturer, ainsi la traduction des termes d'une ontologie d'une langue à l'autre, par exemple du français à l'anglais, ou du français à l'arabe, ne change pas l'ontologie au niveau conceptuel.

Au fil du temps, les philosophes se sont éloignés de l'ontologie, mais celle-ci est revenue en faveur par la voie de l'informatique. [42] [51]

## 1.2 L'ontologie en informatique :

Pendant la dernière décennie, les informaticiens ont repris le terme "ontologie" qui est apparu au début des années 90, pour la première fois dans le cadre des recherches sur les systèmes à Base de Connaissances (SBC), pour ensuite devenir très utilisé dans le domaine de l'informatique, et en science de l'information, où en effet, la frontière entre l'ontologie et la base de connaissances est plutôt mince.

En résultat, une ontologie en informatique, est définie en tant qu'une description formelle et explicite des concepts d'un domaine et l'ensemble structuré des termes et ces concepts, représentant le sens d'un champ d'informations, que ce soit par les métadonnées d'un espace de noms, ou les éléments d'un domaine de connaissances, où on trouve que les concepts sont des classes organisées d'une façon hiérarchique à partir des relations qui existent entre ces concepts, les attributs du concept sont des slots parfois appelés propriétés ou rôles, et les restrictions sur les slots qui s'agissent des restrictions de rôles [43].

L'ontologie est employée aussi dans l'intelligence artificielle, le Web sémantique, le génie logiciel, l'informatique biomédicale ou encore l'architecture de l'information.

### 1.3 Modélisation des ontologies :

La modélisation de l'ontologie en système informatique, appelée ontologie computationnelle, est plutôt plus simple que celle de la philosophie. Elle fournit une représentation symbolique des connaissances des objets, des classes d'objets, des propriétés des objets et des relations entre les objets pour représenter explicitement la connaissance d'un domaine d'application. La modélisation de l'ontologie est généralement simplifiée en différents types de définition mathématique, définition logique, ou langage structurel. [1]

Selon Grüber (1993), une ontologie construite à l'aide des techniques de cadres et de la logique de premier ordre est constituée de cinq principales composantes :

**1.3.1 Les classes** : elles représentent les concepts généraux d'un domaine donné, d'une tâche, ou un processus. Les classes sont organisées en Taxonomie, qui est une classification hiérarchique du vocabulaire contrôlé, elle est orientée vers l'information sémantique.

**1.3.2 Les relations** : elles représentent des associations existant entre les concepts du domaine. Habituellement, les ontologies contiennent des relations binaires. Le premier argument d'une relation est le domaine de la relation, tandis que le second argument est son image. Des exemples de relations incluent : des relations de généralisation et de spécialisation «sous-classe»; des relations d'agrégation ou de composition « fait partie de ».

**1.3.3 Les fonctions** : ce sont des cas particuliers de relations. Une fonction représente une relation entre n élément dont le nième élément est unique pour les n-1 éléments précédents. Une fonction est formellement définie par :

$$F: C_1 * C_2 * \dots * C_{n-1} \rightarrow C_n.$$

**1.3.4 Les axiomes formels** : ils permettent de représenter les assertions qui sont toujours vraies. Ils sont utilisés pour inférer de nouvelles connaissances.

**1.3.5 Les instances** : elles servent à représenter les éléments ou les individus des classes de l'ontologie.

Alors que la modélisation des ontologies est réalisée par la logique, sa description est construite à l'aide de ces trois composantes :

- **les concepts** : ils ont le même sens qu'en paradigme de cadres, ils représentent les classes d'objets.

- **les attributs** : il permet de décrire les relations binaires entre les concepts ainsi que les propriétés des concepts.

- **les individus** : ils représentent les instances des classes.

Cependant, d'après Gomez et Benjamins en 1999, il existe deux autres approches de modélisation d'ontologies, dont ils considèrent plus complexes, il s'agit la modélisation

«software engineering » en utilisant UML et l'approche utilisée par la communauté des bases de données. [48]

Il apparaît ainsi qu'une ontologie est plus compliquée qu'un thésaurus ou une taxinomie, où un thésaurus est un ensemble de termes ayant entre eux des relations sémantiques et génériques. Il est orienté vers l'information syntaxique. Alors que, si une ontologie contient une hiérarchie de termes mais de plus, elle explicite les relations logiques qui existent entre ces termes à l'aide d'un langage formel, elle est donc orientée vers la communication.

### 1.4 Cycle de vie des ontologies :

Le cycle de vie d'une ontologie est lié aux étapes de gestion de projet et des activités transversales de support, puisque les ontologies sont destinées à être utilisées comme des composants logiciels dans des systèmes répondant à des objectifs opérationnels différents, leur développement doit s'appuyer sur les mêmes principes que ceux appliqués en génie logiciel, ont reconnu les phases suivantes :

**1.4.1. La spécification de besoins :** consiste à extraire les besoins et identifie le domaine à traiter. Elle s'effectue généralement à travers des entretiens, l'étude de l'ergonomie, des questionnaires, et à travers l'identification (par exemple, la modélisation par scénarios)

**1.4.2. La conception :** la phase créative, son but est de permettre de créer un système ou un processus répondant à un besoin en tenant compte des contraintes.

**1.4.3. L'évaluation :** l'évaluation se fait en testant la couverture de l'ontologie par rapport au thésaurus de spécialité. Cette validation garantit que l'ontologie développée est adéquate pour notre application puisqu'elle fait le lien entre les connaissances identifiées et le codage médico-économique contenu dans le thésaurus de spécialité.

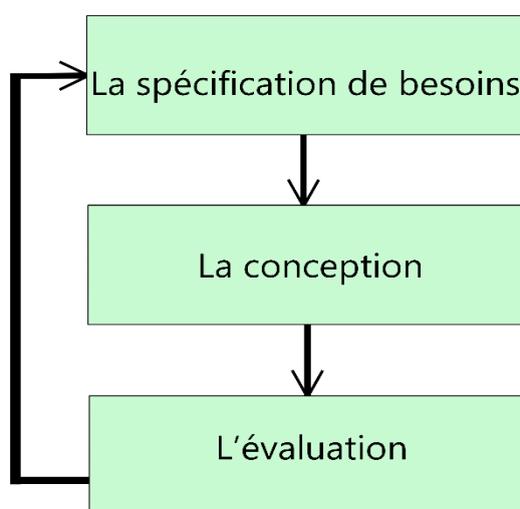


Figure 01 : Cycle de vie d'une ontologie

## **1.5 Les langages des ontologies (OWL, RDF, RDFS, XML) :**

Resource description Framework (RDF), Resource description Framework Schéma (RDFS) et web Ontology language (OWL) sont les langages de représentation du Web sémantique, le RDF servant de base, dont toutes les autres normes du Web sémantique reposent sur cette base de données distribuées.

RDF, cependant, s'appuie fortement sur l'infrastructure du Web, en utilisant un grand nombre de ses caractéristiques familières et éprouvées, tout en les étendant pour fournir une base pour un réseau distribué de données et le paradigme.

### **1.5.1 OWL :**

Le Web Ontology Language du W3C (OWL) est un langage du Web sémantique conçu pour représenter des connaissances riches et complexes sur les objets, les groupes d'objets et les relations entre les objets. OWL est un langage basé sur la logique informatique, de sorte que les connaissances exprimées en OWL peuvent être exploitées par des programmes informatiques, par exemple pour vérifier la cohérence de ces connaissances ou pour rendre explicites des connaissances implicites. Ses documents sont appelés ontologies, et peuvent être publiés sur le Web. Ils peuvent faire référence à d'autres ontologies OWL ou être référencés par elles. OWL fait partie de la pile technologique du Web sémantique du W3C, qui comprend RDF, RDFS, SPARQL. [2][46]

### **1.5.2 RDF :**

RDF est l'acronyme de Resource Description Framework. Dans un Web d'information, tout le monde peut contribuer à notre connaissance d'une ressource. C'est cet aspect du Web actuel qui lui a permis de se développer à un rythme sans précédent. Pour mettre en œuvre le Web sémantique, nous avons besoin d'un modèle de données qui permette de distribuer les informations sur le Web, puisque RDF concerne les graphes, il crée simplement une structure de ces graphes pour représenter les données. [46]

### **1.5.3 RDFS:**

RDFS permet à un modélisateur d'informations, dans la mesure où elles se rapportent à des besoins particuliers de modélisation et d'intégration des données. En tant que tel, RDFS est comme d'autres langages de schémas : Il fournit des informations sur la façon dont nous décrivons nos données. Mais RDFS diffère des autres langages de schémas de façon importante, il fournit quelques directives sur la façon d'utiliser cette structure de graphe d'une manière disciplinée et normalisée, et un moyen de parler du vocabulaire qui sera utilisé dans un graphe RDF. [46]

#### 1.5.4 XML :

XML, le langage de balisage extensible, est une norme approuvée par le W3C pour le balisage de documents. Il définit une syntaxe générique utilisée pour baliser les données avec des balises simples et lisibles par l'homme. Il fournit un format standard pour les documents informatiques, suffisamment souple pour être adapté à des domaines aussi divers que les sites Web, l'échange électronique de données, les graphiques vectoriels, la généalogie, les listes de biens immobiliers, la sérialisation d'objets, les appels de procédure à distance, les systèmes de messagerie vocale, etc. [3]

Il est possible de créer des logiciels qui interagissent avec les données contenues dans les documents XML, les traitent et les manipulent, donnant accès à un large éventail de bibliothèques gratuites dans divers langages capables de lire et d'écrire du XML, ce qui permettra de se concentrer sur les besoins spécifiques du programme spécifique, ou des logiciels standard, tels que des navigateurs Web et des éditeurs de texte, pour travailler avec des documents XML. Certains outils sont capables de travailler avec n'importe quel document XML. D'autres sont personnalisés pour prendre en charge une application XML particulière dans un domaine particulier, comme les graphiques vectoriels, et peuvent ne pas être très utiles en dehors de ce domaine. Mais la même syntaxe sous-jacente est utilisée dans tous les cas, même si elle est délibérément cachée par les outils les plus conviviaux ou limitée à une seule application. [3]

#### 1.6 Structure des ontologies :

Les ontologies bien structurées et bien développées permettent de différents types de vérification de la cohérence pour les applications (par exemple, la vérification du type et de la valeur pour les ontologies qui comprennent des propriétés et des restrictions de classe). Elles permettent également et/ou à améliorer l'interopérabilité entre différentes applications. [4]

Une structure ontologique définit comment ses composants se rassemblent et se construisent ensemble pour représenter une ontologie valide, l'un des moyens d'en définir, est une description formelle couramment utilisée pour décrire les concepts et leurs relations dans un domaine, aussi connu en tant que la structure basée sur 5-tuples (Maedche 2002) qui est définie comme suit  $S=(C, R, H, Rel, A)$  où : [1]

- C est l'ensemble des concepts décrivant les objets.
- R est un ensemble de types de relations.
- H est un ensemble de relations taxonomiques de C.
- Rel est un ensemble de relations de C avec le type de relation R, ou  $Rel. C \times$ .
- A est un ensemble de description de phrases logiques.

## 1.7 Motive de création d'une ontologie :

Une ontologie définit un vocabulaire commun pour les chercheurs qui ont besoin de partager des informations dans un domaine, et inclut des définitions compréhensibles par une machine, qui interprète les définitions des concepts de base du domaine et des relations entre eux, certaines des raisons qui ont motivé les créations des ontologies ont été :

- Vouloir partager une compréhension commune de la structure de l'information entre des personnes ou des agents logiciels, qui sont l'un des objectifs les plus courants dans le développement d'ontologies. [43]

- Le besoin de permettre la réutilisation des connaissances du domaine, étant l'un des moteurs de la récente montée en puissance de la recherche sur les ontologies. Si un groupe de chercheurs développe une certaine ontologie en détail, les autres peuvent simplement la réutiliser pour leurs domaines en futur, alors que d'autres peuvent tout simplement grouper plusieurs ontologies existant pour créer une ontologie vaste, comme utiliser l'ontologie UNSPSC (The United Nations Standard Product and Services Code).

- Une envie de rendre les hypothèses du domaine explicites, ce qui permet de changer facilement ces hypothèses si notre connaissance du domaine change, en particulier pour une personne sans expertise en programmation, ou les nouveaux utilisateurs qui doivent apprendre la signification des termes du domaine.

- La séparation de la connaissance du domaine de la connaissance opérationnelle, qui permet de décrire une tâche consistant à configurer un produit à partir de ses composants selon une spécification requise et mettre en œuvre un programme qui effectue cette configuration indépendamment des produits et des composants eux-mêmes (**McGuinness et Wright 1998**).

- L'analyse de la connaissance du domaine, dont il est possible une fois qu'une spécification déclarative des termes est disponible. L'analyse formelle des termes est extrêmement importante lorsqu'il s'agit de réutiliser des ontologies existantes ou de les étendre il est fréquent, qu'une ontologie du domaine n'est pas un but en soi, et revient à définir un l'ensemble de données et leur structure pour que d'autres programmes puissent les utiliser, dans ce cas les méthodes de résolution de problèmes, les applications indépendantes du domaine et les agents logiciels utilisent les ontologies et les bases de connaissances construites à partir des ontologies comme données.

## 1.8 Les étapes de création d'une ontologie:

En termes pratiques, le développement d'une ontologie passe par plusieurs étapes, mais il faut avant prendre en compte qu'il existe des règles à suivre pour une bonne création.

Pour commencer, il n'existe pas une seule façon correcte de modéliser un domaine, il y a toujours des alternatives viables qui dépendent souvent de l'application, et des extensions que vous prévoyez, ensuite les concepts doivent être proches des objets et relations du domaine d'intérêt, et finalement, ce développement va reconnaître nécessairement un processus itératif. [43]

Cependant les étapes du développement s'agissent du :

**Étape 1.** Déterminer le domaine et la portée de l'ontologie, pour faire cela, il faut répondre à quelque question comme "Quel est le domaine que l'ontologie va couvrir ? ", "Dans quel but allons-nous utiliser l'ontologie ?" , "Pour quels types de questions les informations contenues dans l'ontologie doivent-elles fournir des réponses ?" et "Qui va utiliser et maintenir l'ontologie ? " Même si les réponses peuvent changer pendant le développement, elles aident à limiter la sphère d'application du modèle.

**Étape 2.** Envisager la réutilisation d'ontologies existantes, Il est toujours utile de considérer ce que quelqu'un d'autre a fait et de vérifier s'il est possible d'affiner et étendre les sources existantes, ceci peut être nécessaire si notre système doit interagir avec d'autres applications qui ont déjà adopté des ontologies ou des vocabulaires contrôlés particuliers, Il existe des bibliothèques réutilisables sur le Web et dans la littérature:

- La bibliothèque Ontolingua
- DAML
- UNSPSC
- RosettaNet
- DMOZ

**Étape 3.** Énumérer les termes importants de l'ontologie, il est utile de dresser une liste de tous les termes, et les propriétés de ces derniers, sur lesquels on souhaite faire des déclarations ou expliquer à un utilisateur.

**Étape 4.** Définir les classes et la hiérarchie des classes, Il existe plusieurs approches possibles dans le développement d'une hiérarchie de classes, où on peut distinguer: un développement du haut vers le bas qui commence par la définition des concepts les plus généraux du domaine, puis la spécialisation ultérieure de ces concepts. Un développement du bas en haut commençant par la définition des classes les plus spécifiques qu'on peut appeler les feuilles de la hiérarchie puis le regroupement de ces classes dans des concepts plus généraux. Un processus de développement combiné consiste en une combinaison des approches descendantes et ascendantes qui consiste à définir d'abord les concepts les plus importants, puis à les généraliser et à les qualifier de manière appropriée.

**Étape 5.** Définir les propriétés des classes-slot, comme les classes seules ne fourniront pas suffisamment d'informations pour répondre aux questions de qualification de **l'étape 1**, donc il est nécessaire de décrire la structure interne des concepts.

**Étape 6.** Définir les caractéristiques des slots, comme elles peuvent avoir de différentes composantes, décrivant le type de valeur (String, Nombre, booléen, type énumératif, ou Instance), les valeurs autorisées, les cardinalités qui définissent le nombre de valeurs qu'un slot peut prendre.

**Étape 7.** La dernière étape consiste à créer des instances individuelles de classes dans la hiérarchie, donc il faut choisir une classe, créer une instance individuelle de cette classe et remplir les valeurs des slots. [43]

## **1.9 Classifications des ontologies:**

La classification des ontologies dépend des types d'interprétation associés au concept, les connaissances exprimées par différentes ontologies peuvent être les mêmes, mais les ontologies peuvent être différentes les unes des autres dans la manière dont ces connaissances sont exprimées. [35] Les ontologies peuvent différer les unes des autres en ce qui concerne leur :

**1.9.1 Le degré de formalité :** des termes exprimés et leur signification, où on trouve un sous classement qui s'agit du :

- a. Les ontologies hautement informelles.
- b. Les ontologies semi-informelles.
- c. Les ontologies semi-formelles.
- d. Les ontologies rigoureusement formelles. [35]

**1.9.2 Degré de granularité :** Les ontologies peuvent être classées en fonction de leur granularité dans la représentation des concepts du domaine en :

**A.** Une ontologie brute qui est partagée entre des utilisateurs qui sont déjà d'accord sur la conceptualisation sous-jacente du domaine. Elle consiste en un ensemble minimal d'axiomes écrits dans un langage d'expressivité minimale et ne supporte qu'un ensemble limité de services spécifiques.

**B.** Une ontologie à grains fins est utilisée pour établir un accord sur la conceptualisation sous-jacente du domaine entre les utilisateurs de l'ontologie. En revanche, l'ontologie à grains fins se compose d'un grand nombre d'axiomes écrits dans un langage d'expressivité étendue, pour supporter une variété de services. [35]

**1.9.3 Niveau de généralité :** Les types d'ontologie, sont classés en quatre groupes selon le niveau de généralité utilisé dans la description d'un domaine :

**A.** Le vocabulaire lié à la fois à un domaine particulier et à une tâche particulière est décrit par les ontologies "d'application". Elles sont souvent une spécialisation des ontologies de domaine et de tâche.

**B.** Le vocabulaire lié à une tâche ou à une activité spécifique est décrit par des ontologies de "tâches".

C. Le vocabulaire lié à un domaine particulier est décrit par les ontologies de "domaine".

D. Les concepts généraux où les connaissances de sens commun sont décrits par des ontologies de "haut niveau", ces ontologies sont indépendantes d'un problème ou d'un domaine particulier. [35]

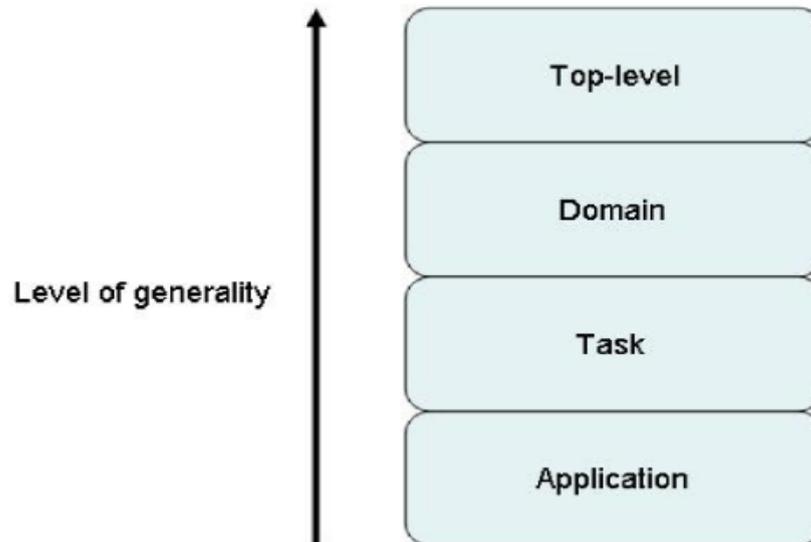


Figure 02 : Niveau de généralité [35]

**1.9.4 Quantité, type et sujet de la conceptualisation:** Les ontologies peuvent être classées en fonction de la quantité et du type de conceptualisation la structure et le sujet de la conceptualisation :

A. La quantité et le type de structure de la conceptualisation concernent principalement avec le niveau de granularité de la conceptualisation. (Les ontologies terminologiques, les ontologies d'information, ontologies de modélisation des connaissances)

B. Le sujet de la conceptualisation concerne le type de connaissances qui est modélisé dans les ontologies, et se subdivise en : les ontologies d'application, ontologies de représentation, ontologies de domaine, ontologies génériques, ontologie expressivité.

C. Les ontologies peuvent être classées, sur la base de leur expressivité (vocabulaires contrôlés, les glossaires, thésaurus, hiérarchies informelles, hiérarchies formelles): ontologies formelles de relations d'instances, ontologies des cadres, ontologies des restrictions de valeur, ontologies des contraintes logiques générales. [35]

## 1.10 Différence entre ontologie et hiérarchie de classes:

Au niveau supérieur, la méthode de développement d'une ontologie et celle d'une hiérarchie orientée objet sont similaires. Cependant au niveau inférieur, l'ontologie se

concentre sur les aspects déclaratifs tandis que la hiérarchie orientée objet se concentre sur les aspects reliés à la performance. Par conséquent, la différence essentielle entre les deux est que l'ontologie exploite la représentation déclarative, tandis que le paradigme orienté objet est intrinsèquement procédural, la signification d'une classe, d'une relation entre des classes, ainsi que les méthodes sont intégrées de façon procédurale. Dans le paradigme ontologique les descriptions sont faites de façon déclarative, ce qui permet au système de modifier son comportement en modifiant la connaissance qu'il possède. [47]

### **1.11 Définir l'éditeur d'ontologie (protégé):**

Un éditeur d'ontologie gratuite et open source et un cadre pour la construction de systèmes intelligents. Protégé est soutenu par une forte communauté d'utilisateurs universitaires, gouvernementaux et d'entreprises, qui utilisent Protégé pour construire des solutions basées sur la connaissance dans des domaines aussi divers que la biomédecine, le commerce électronique et la modélisation organisationnelle [5]

Protégé est l'un des principaux outils de conception ontologique, un logiciel Open Source créé par l'Université de Sanford, et connu pour avoir une conception critique qui peut être étendue et facilement extensible en utilisant des plug-ins, en même temps, de nombreux segments donnant des interfaces à d'autres appareils basés sur l'apprentissage (Jess, Argenon, OIL, PAL Constraint, etc.) ont été actualisés et coordonnés dans Protégé, il peut être ajusté pour aider un autre langage ontologique en incluant de nouvelles méta classes et méta-ouvertures à la philosophie de Protégé. [5]

## **2. E-learning**

### **2.1 Définition:**

E-learning se réfère à tout ce qui est fourni, activé ou médiatisé par la technologie électronique dans le but explicite d'apprendre, qui inclut l'apprentissage en ligne, sur le Web, ou la formation assistée par ordinateur, comme Little John et Pegler (2007) ont noté " L'E-learning est généralement considéré comme l'utilisation d'ordinateurs et d'Internet pour l'apprentissage ", l' E-learning comprend également les interactions entre apprenants, et entre apprenants et professeurs, elles peuvent se produire dans une communauté d'apprentissage en ligne.

Le terme lui-même a été mentionné en 1999, pour la première fois dans un contexte professionnel par Elliott Masie lors de la conférence TechLearn à Disneyworld. Cependant, les toutes premières tentatives d'apprentissage électronique remontent à 1924, lorsque Sidney

Pressey, professeur à l'université d'État de l'Ohio, a créé la toute première machine d'apprentissage électronique, l'Automatic Teacher. [44]

## **2.2 Méthodes utilisés en E-learning:**

Chaque type d'E-learning est adapté à différents environnements et préférences personnelles, donc il est nécessaire de comprendre ce qui fonctionne bien pour les apprenants et les objectifs, comme chacun a ses avantages et inconvénients, on peut distinguer ces types suivants:

**2.2.1 L'E-learning fixe:** l'une des plus anciennes versions de l'apprentissage en ligne. Il fait référence à un processus d'apprentissage qui utilise une structure traditionnelle de transmission des informations aux étudiants qui reçoivent le même type d'information, déterminées par les instructeurs. Les classes traditionnelles d'école primaire ayant besoin d'un apprentissage en ligne peuvent, par exemple, adapter ce type de structure.

### **Avantage:**

- ✓ L'e-learning fixe fonctionne bien lorsque l'apprentissage dépend d'un calendrier d'achèvement.
- ✓ Il peut être plus facile et plus rapide pour les formateurs de mettre en œuvre une stratégie unique, avec moins de variations.

### **Inconvénients:**

- ✓ En raison de sa rigidité, il serait difficile de l'adapter aux divers besoins actuels en matière d'apprentissage en ligne.
- ✓ Son approche traditionnelle de la formation manque également d'éléments du monde réel, et ne tient pas compte des capacités d'apprentissage individuel de chaque étudiant.

**2.2.2 L'E-learning adaptatif:** un autre type d'apprentissage, qui contrairement au premier type, l'E-learning adaptatif met l'accent sur la flexibilité de l'apprenant. Cette approche tient compte d'aspects tels que les compétences, les capacités et les performances individuelles. L'e-learning adaptatif fonctionne bien lorsque les apprenants préfèrent étudier à leur propre rythme.

### **Avantage:**

- ✓ L'apprentissage adaptatif est flexible et vous permet de suivre des cours en fonction de vos besoins individuels.

### **Inconvénients:**

- ✓ Étant donné que l'apprentissage adaptatif en ligne est conçu sur mesure pour chaque étudiant, les instructeurs qui le planifient sont confrontés à des difficultés lorsqu'ils essaient de répondre à l'énorme quantité de programmes d'apprentissage en ligne à grande échelle.

**2.2.3 L'E-learning asynchrone:** dans ce cadre, les participants étudient de manière indépendante depuis différents endroits à leur propre rythme, en fonction de leur emploi du temps.

#### **Avantages**

- ✓ Ce type d'apprentissage en ligne prend en compte le besoin d'horaires individuels flexibles, ce qui permet des délais d'apprentissage personnalisés et individualisés.
- ✓ Les apprenants situés dans des zones géographiques différentes bénéficient également des mêmes outils d'apprentissage que leurs pairs.

#### **Inconvénients**

- ✓ L'e-learning asynchrone peut conduire à l'isolement, créant un effet d'entraînement dans la complaisance pendant l'étude. Certains apprenants ont besoin d'une évaluation et d'une interaction constante avec leurs pairs pour garder le rythme.

**2.2.4 L'E-learning interactif :** Ici les enseignants et les étudiants peuvent communiquer librement, ce qui permet aux deux parties d'apporter des modifications au matériel d'apprentissage comme ils le souhaitent. Une ligne de communication ouverte permet également une meilleure interaction, ce qui se traduit par un meilleur processus d'apprentissage en cas de questions, il fonctionne bien dans un environnement du groupe restreint et proche ce qui permet une certaine flexibilité.

#### **Avantages**

- ✓ La forme ouverte de communication donne lieu à un processus d'apprentissage sans faille, tant pour les apprenants que pour les enseignants.
- ✓ La communication ouverte renforce également l'autonomie d'apprentissage des étudiants, puisque vous avez votre mot à dire dans le processus d'apprentissage.

#### **Inconvénients**

- ✓ Ne convient pas à un grand nombre d'apprenants en ligne, car elle est source de confusion.

**2.2.5 L'E-learning individuel:** consiste à ce que les étudiants apprennent seuls, sans communication avec leurs pairs.

#### **Avantages**

- ✓ Il aide les élèves à apprendre en se basant sur des attributs personnels tels que la réalisation d'objectifs plutôt que de se fier aux normes de leurs enseignants et de leurs pairs.

### **Inconvénients**

- ✓ Il restreint toutes les formes de communication, ce qui entraîne l'isolement. En raison du manque de suivi, l'apprentissage en ligne individuel ne peut fonctionner que dans des situations hautement spécialisées où les apprenants sont très motivés et compétents.

**2.2.6 L'E-learning collaboratif:** qui se concentre sur le travail d'équipe, permettant aux étudiants de travailler ensemble. Le matériel et les objectifs d'apprentissage reposent sur l'effort combiné de tous les étudiants pour terminer le cours.

### **Avantages**

- ✓ Favorise la communication et le travail d'équipe entre les élèves, un aspect qui fait souvent défaut dans l'apprentissage en ligne.
- ✓ Il développe également l'esprit critique nécessaire pour prendre en compte les différents points de vue des étudiants au cours du processus d'apprentissage.

### **Inconvénients :**

- ✓ L'apprentissage en ligne collaboratif peut donner lieu à une dépendance excessive de la part de certains étudiants. En raison de la dépendance à l'égard des efforts combinés, certains apprenants peuvent choisir de rester en retrait et de laisser les autres, faire le travail à leur place. [50]

## **2.3 Les raisons d'utiliser la méthode d'apprentissage en ligne:**

L'E-learning a tant de caractéristiques remarquables, il offre un environnement confortable qui les aide à apprendre et avec une formation rapidement, ce qui leur permet de retenir davantage d'informations que l'apprentissage traditionnel, en plus d'accéder à la formation à la convenance de l'apprenant, et personnaliser les programmes de formation afin de fournir juste le minimum de formation efficace, surtout dans le cas d'accès contrôlé par l'apprenant, où il économise coût, avec un programme flexible, la rapidité de livraison et l'absence de déplacement avec la capacité de relier les organisations entre elles à l'échelle mondiale et d'intégrer l'apprentissage et la communication organisée de manière globale .

## **2.4 Motive de créer l'E-learning et son histoire:**

L'histoire de l'apprentissage en ligne a montré que la plus grande motivation pour en avoir développé a été pour offrir des formations, avec le temps cela a évolué vers proposer une éducation à des étudiants à distances, l'e-learning a toujours été sur la voie d'une croissance exponentielle, et les analystes s'accordent à dire que cette croissance ne fera que s'accélérer avec le temps.

L'invention la plus importante de l'histoire de la technologie d'apprentissage en ligne est le PLATO, un système informatique conçu par **Donald L. Bitzer en 1960** et il était révolutionnaire pour l'époque.

En Grande-Bretagne, l'Open University avait toujours un système d'enseignement principalement axé sur l'apprentissage à distance. Auparavant, les supports de cours de cette université étaient envoyés par la poste et la correspondance avec les tuteurs se faisait par courrier, d'où elle était impatiente de tirer parti de l'apprentissage en ligne, comme encore d'autres universités.

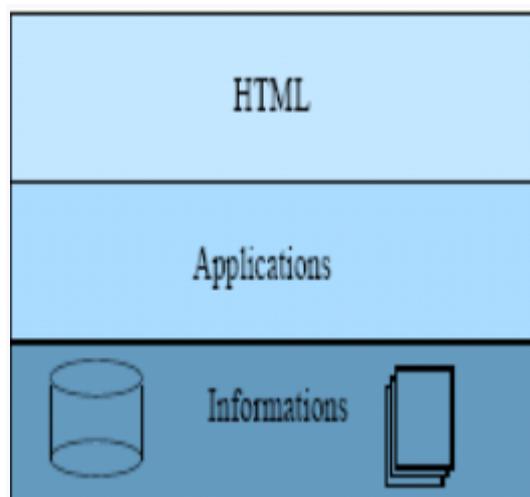
Les premiers systèmes d'apprentissage en ligne n'ont été mis en place que pour fournir des informations aux étudiants ,c'est seulement à l'aube des années 70, que l'apprentissage en ligne a commencé à devenir plus interactif, grâce à l'internet, les universités ont commencé à offrir un plus large éventail d'expériences éducatives interactives ainsi qu'une correspondance plus rapide avec les étudiants par courrier électronique, pour ensuite proposer un site web qui réponde à la demande de la majorité des visiteurs qui s'agissait d'un site web classique .[46]

### 3. le web sémantique et le web classique :

#### 3.1 Définition de Web classique :

Le Web est tout d'abord un outil universel pour publier et échanger des informations : en utilisant le trio de base : HTML+URL+HTTP. L'information est gérée sous forme de bases de données, fichiers, annuaires, etc. On peut distinguer entre (voir figure) :

- l'information à la surface, qui est accessible par navigation
- l'information en profondeur, qui est "cachée" derrière des applications. [49]



**Figure 03.1:** Modèle en couche du Web classique. [36]

## **3.2 Web sémantique :**

### **3.2.1 Définition :**

Le Web classique est surtout syntaxique, la structure des ressources est clairement définie, mais leur contenu demeure inaccessible aux traitements machines, seuls les humains peuvent l'interpréter. [29]

Le web sémantique désigne un ensemble de technologies visant à rendre les ressources du web plus largement utilisables ou plus pertinentes grâce à un système de métadonnées qui utilisent notamment la famille des langages développés par le W3C (World Wide Web Consortium). [6]

### **3.2.2. Objectif du web sémantique :**

Son objectif est de mettre en place une nouvelle technique pour relier les contenus sur le web, par exemple, aujourd'hui une requête sur un moteur de recherche est traitée via une combinaison syntaxique, il s'agirait, avec le web sémantique, de permettre une recherche par le sens des mots. Cette architecture fonctionnerait par la mise en place d'ontologies, un ensemble de mots, de relations entre les mots et de règles exprimant des contraintes agents automatiques d'avoir un approche sémantique et non simplement syntaxique .Donc l'objectif du web sémantique est de favoriser l'interconnexion des contenus et donc la facilité d'accès l'émergence de nouvelles connaissances.

### **3.2.3 Les principes du web sémantique :**

Pour expliquer ses principes, on utilise cet exemple :

En associant des métadonnées aux documents, cela nous permet de chercher, par exemple, des documents ayant dans les métas donnés "UFAS" comme université. Nous pouvons aussi faire des requêtes du genre : "afficher tous les documents ayant comme catégorie : document de recherche". Le Web sémantique ne fournit pas des URIs seulement aux documents, comme le fait le Web actuel, mais il le fait aussi pour les concepts et les relations qui définissent et mettent en relation les ressources du Web. Dans l'exemple ci- dessus, en donnant un identifiant unique aux universités et en définissant les concepts "université" et "document de recherche", on fournit de façon claire, une manière d'identifier l'université et qu'elle est la relation entre ce nom et un document particulier. [45]

Ses différentes informations descriptives peuvent être arrangées et incorporées dans le but d'avoir une connaissance plus globale d'un domaine donné. Le Web Sémantique a pour but d'ajouter une information caractéristique au Web pour aider à l'automatisation des services, de découvrir, relier et inférer des connaissances qui sont vraisemblables.

### 3.2.3.1 Principe 1: Identification par URI :

Les personnes, les places et les choses du monde réel peuvent être indexées dans le Web sémantique en utilisant un ensemble d'identifiants. Dans le Web sémantique les identifiants sont des URIs (Uniform Resource Identifier) [45]

### 3.2.3.2 Principe 2 : Typage des ressources et liens Web :

Le Web actuel est composé de ressources et de liens. Les ressources sont des documents web conçus pour la compréhension humaine et ne possèdent pas de descriptions expliquant en quoi elles sont utilisées et quelles relations entretiennent-elles avec d'autres documents. Quand une personne peut à directement connaître si un tel document est une facture, un roman ou encore un article de recherche, une machine ignore fréquemment ce type d'information. De la même manière, une personne peut connaître le lien entre deux ressources en lisant le libellé du lien hypertexte qu'il y a entre elles. Alors que pour une machine il est impossible de procéder de la même manière. L'un des objectifs du Web Sémantique est de typer les ressources et les liens du web. [45]

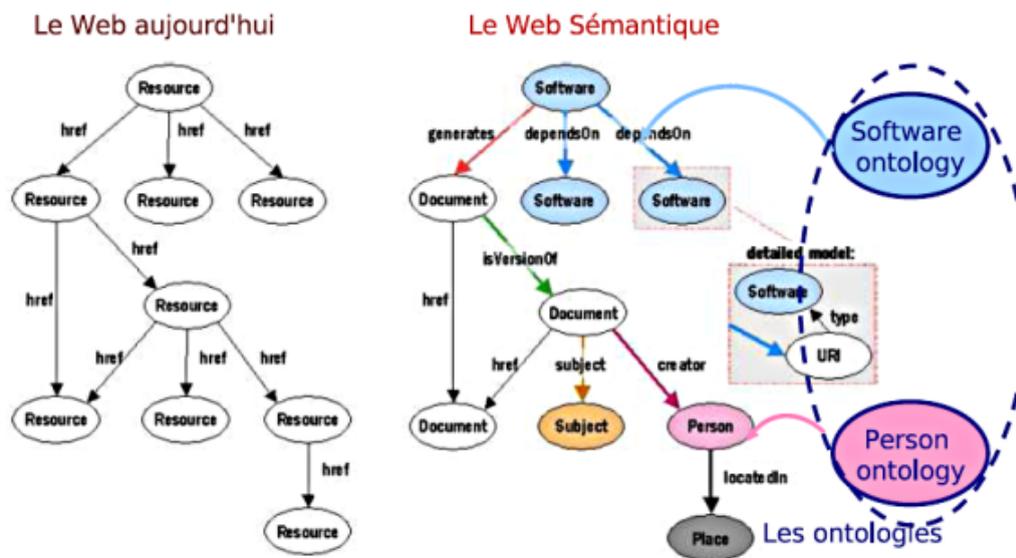
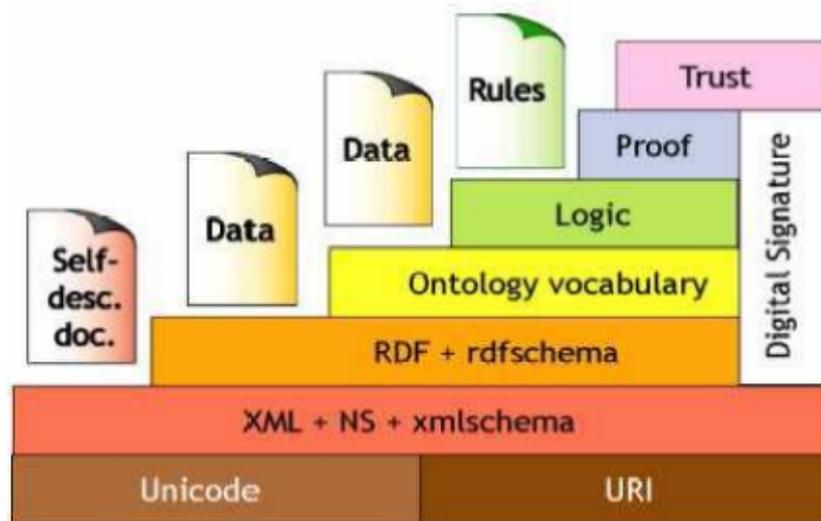


Figure 03.2 : Typage des ressources et liens du Web [45]

### 3.2.4 Les principales composantes du web sémantique :

L'architecture du web sémantique s'appuie sur une pyramide de langages pour représenter des connaissances sur le web en satisfaisant les critères de standardisation, d'interopérabilité et de flexibilité. Cette architecture en couches (Figure 04) peut permettre une approche progressive dans les processus de standardisation et d'acceptation par les utilisateurs. Un langage de la couche haute doit être une extension du langage de la couche au-dessous. La liste suivante introduit la fonction principale de chaque couche dans l'architecture du web sémantique [7]

- ✓ XML est utilisé comme couche de base syntaxique du web sémantique. Le langage XML est actuellement considéré comme un standard pour le transport de données sur le web.
- ✓ La couche RDF représente les métadonnées pour les ressources web.
- ✓ La couche « ontologie », fondée sur une formalisation commune, spécifie la sémantique de métadonnées fournies dans le web sémantique.
- ✓ La couche « logique » s'appuie sur des règles d'inférence qui permettent le raisonnement intelligent exécuté par des agents logiciels.



**Figure 04 :** Les couches du Web Sémantique [7]

## 4. L'indexation :

L'indexation se définit comme étant l'analyse documentaire qui a pour objet de produire une représentation réduite et formalisée des documents en y retenant l'ensemble des éléments essentiels [8]. On remarque que dans cette définition deux finalités complémentaires sont évoquées pour réaliser une analyse documentaire reconnue en tant que processus d'indexation :

La première est de produire une représentation réduite et formalisée, c'est-à-dire le passage d'un document à une représentation structurée, donc traitable par un système.

La seconde est de retenir les éléments essentiels c'est-à-dire que cette représentation réduite doit refléter fidèlement le contenu du document original. Donc, la définition de MONTEIL affirme que dans un processus d'indexation, on doit réfléchir à la fois au fond (le contenu) et à la forme (la représentation).

Cependant, à notre avis, cette définition ne représente qu'un cadrage général (une spécification générale) du processus d'indexation et ne prend pas en compte les techniques

de représentation ou de description des contenus. En d'autre terme, le problème posé est : comment peut-on identifier l'ensemble des éléments essentiels (descripteurs) d'un document. Dans la section suivante, nous présentons un échantillon de méthodes existantes dans la littérature et permettant une telle identification. [08]

#### **4.1 Indexation des documents pédagogiques à base d'ontologie:**

Un document pédagogique doit être indexé selon une ontologie de domaine et une autre pédagogique :

- ✓ L'indexation domaine de document pédagogique vise à indexer par les concepts du domaine des fragments qui y font référence. Une ontologie de domaine permet de réutiliser des modélisations déjà faites, construire des cours cohérents à partir d'un même ensemble de concepts.
- ✓ L'indexation selon le point de vue pédagogique permet d'associer à l'objet pédagogique un objectif, un type de tâche d'apprentissage, une opération d'enseignement... etc. Une ontologie pédagogique permet de marquer et réutiliser des objets pédagogiques présentant des propriétés pédagogiques déjà répertoriées. [09]

#### **4. 2. Approches classiques de l'indexation**

Il existe trois approches classiques d'indexation :

##### **4.2.1. Indexation Manuelle :**

L'exemple le plus courant d'indexation réalisée par des humains est celle des livres dans les bibliothèques. Dans l'indexation manuelle, chaque document est analysé par un spécialiste du domaine correspondant ou par un expert documentaliste. L'expert d'un domaine synthétise les idées contenues dans le texte et choisit les termes qu'il considère représentatifs de ses idées, ainsi que les associations sémantiques entre les termes, pour en créer une « carte » des concepts d'un domaine. Puis d'autres experts, bibliothécaires et documentalistes, prennent chaque document qu'ils vont indexer selon ces concepts. On dit alors qu'ils associent aux documents des métadonnées (données sur les données). Ce type d'indexation est fondé sur le jugement d'un être humain. Elle se caractérise par sa profondeur, sa cohérence et sa qualité. [30]

#### **4.2.2. Indexation Automatique:**

Avec la croissance extrêmement rapide de la quantité de documents numériques dans nos sociétés, l'automatisation de l'indexation est devenue un enjeu de recherche central pour la gestion documentaire. [32] Ces documents ont besoin d'être classés et organisés d'une façon structurée afin d'être facilement retrouvé par d'autres utilisateurs. Un ordinateur peut contenir une très grande quantité de documents numérisés et utiliser certains termes pour indexer les données automatiquement. L'indexation automatique de documents est un domaine de l'informatique et des sciences de l'information et des bibliothèques qui utilise des méthodes logicielles pour organiser un ensemble de documents et faciliter ultérieurement la recherche de contenu dans cette collection. L'indexation automatique permet de déterminer, par ordinateur, les termes d'indexation d'un document. On distingue essentiellement deux types d'indexation automatique : *sélective* et *non sélective*. Dans le cas *non sélectif*, un index (terme d'indexation) est créé pour chaque mot d'un document (prise en compte de tous les mots non vides du document) [31] Alors que l'indexation *sélective* ne retient que les termes qui sont estimés par le système comme les plus représentatifs de la sémantique du document. [30]

#### **4.2.3. Indexation Semi-automatique:**

Cette méthode est une combinaison de deux précédentes. Le documentaliste garde un certain contrôle sur le choix final des termes d'indexation des documents. Elle a l'avantage d'améliorer la rapidité et la cohérence de l'indexation grâce à l'analyse automatique tout en conservant une précision élevée garantie par la validation humaine. [33]

### **5. Les Objets pédagogiques:**

Un objet pédagogique, ou Learning Object (LO), peut être défini comme "toute entité, sur un support numérique ou non, pouvant être utilisée pour l'apprentissage, l'enseignement ou la formation". Pour Yolaine Bourda et Marc Hélier, "les objets pédagogiques peuvent être, par exemple, des transparents, des notes de cours, des pages Web, des logiciels de simulation, des programmes d'enseignement, des objectifs pédagogiques, etc.

Un objet pédagogique peut être réutilisé pour différentes fins. Par exemple, un exercice peut bien servir dans une série de TD que dans le cadre d'un examen. [10]

### **6. Ressource pédagogique numérique :**

Une ressource pédagogique numérique (RPN) désigne un document numérique contenant du matériel pour l'enseignement. Toute RPN est le résultat d'une activité instrumentale

menée par l'enseignant-concepteur (EC) via les TICE (Technologies de l'information et de la communication pour l'enseignement), qui s'agit d'une création ex nihilo ou bien d'une ré-éditorialisation à partir de ressources numériques existantes. [11]

Cette activité de ré-éditorialisation demande à l'EC un travail de sélection et de recomposition. Pour la sélection, l'enseignant concepteur doit ouvrir de nombreux fichiers, les lire pour repérer des fragments qui l'intéressent, par exemple : un texte, une photo, un schéma, une animation, une bande-son. Chaque fragment propose un contenu mis en forme et structuré : nous appelons ce fragment un « composant sémiotique » (CS). [12]

Nous considérons que cette phase de sélection serait plus aisée à l'aide d'un parseur qui indique les occurrences des types de composantes sémiotiques d'une RPN et qui facilite leur localisation dans la ressource.

Pour la recomposition, l'enseignant concepteur doit rassembler les CS sélectionnés. Pour le guider dans cette phase complexe, nous proposons un logiciel qui assiste l'enseignant concepteur à la prise en compte des traitements cognitifs induits par les composants sémiotiques, car par exemple, la lecture d'un texte demande un traitement cognitif différent de la lecture d'un graphique.

Le but du logiciel est de constituer automatiquement des indicateurs sur les traitements cognitifs induits par les composants inclus dans une RPN. [13]

## **Conclusion :**

L'ontologie, est la représentation et la description des concepts d'un domaine et l'ensemble structuré des termes et ces concepts, représentant le sens d'un champ d'informations, afin de faciliter l'indexation des informations sur les sites web sémantiques, cette approche de représentation passe par plusieurs étapes essentielle, qui permettent la bonne structuration de ses concepts, et leurs relations et descriptions, ce qui permet d'améliorer un site web, d'un site web classique, vers un site web sémantique, ce qui facilite la recherche des ressources pédagogiques.

# **Chapitre 2 :**

# **Analyse et Conception**

## **1. Introduction :**

La réalisation d'un site web doit être impérativement précédée d'une méthode d'analyse et de conception qui a pour objectif de permettre de formaliser les étapes préliminaires du développement d'un site afin de rendre ce développement plus fidèle à nos besoins.

La phase de conception permet de décrire de manière non ambiguë, le plus souvent en utilisant un langage de modélisation, le fonctionnement futur du système, afin d'en faciliter la réalisation.

Dans ce chapitre, nous allons définir les langages, et logiciels qui nous ont permis de réaliser notre projet, modéliser notre site, et ses classes, en utilisant un langage de modélisation objet qui est l'UML, pour un diagramme des cas d'utilisation, un diagramme de classes et des diagrammes de séquences. En addition à utiliser Protégé, pour créer des graphes de notre ontologie.

## **2. Expression des besoins :**

L'objectif du travail consiste à l'étude de l'intégration des recherches sémantiques dans les objets pédagogiques manipulés dans les plateformes E-Learning .cet ajout reposera sur l'utilisation des ontologies qui permet une meilleure représentation sémantique, puisque les ontologies sont des représentations structurées des connaissances d'un domaine, sous forme de réseau conceptuel.

Le sujet a donc pour objet de proposer des modèles et des outils à base d'ontologies pour la description et l'annotation de ressources pédagogiques.

## **3. Présentation d'UML :**

UML (Unifié Modeling Language), se définit comme un langage de modélisation graphique et textuelle destiné à comprendre et à définir des besoins, spécifier et documenter des systèmes, esquisser des architectures logicielles, concevoir des solutions et communiquer des points de vue. UML modélise l'ensemble des données et des traitements en élaborant différents diagrammes. En clair, il ne faut pas désigner UML en tant que méthode mais plutôt comme une boîte d'outils qui servent à améliorer les méthodes de travail. UML est un langage graphique de modélisation des données et des traitements, fondé sur des concepts orientés objets. UML propose de décrire un système à l'aide des diagrammes. [14]



### 4.3 Diagramme de class :

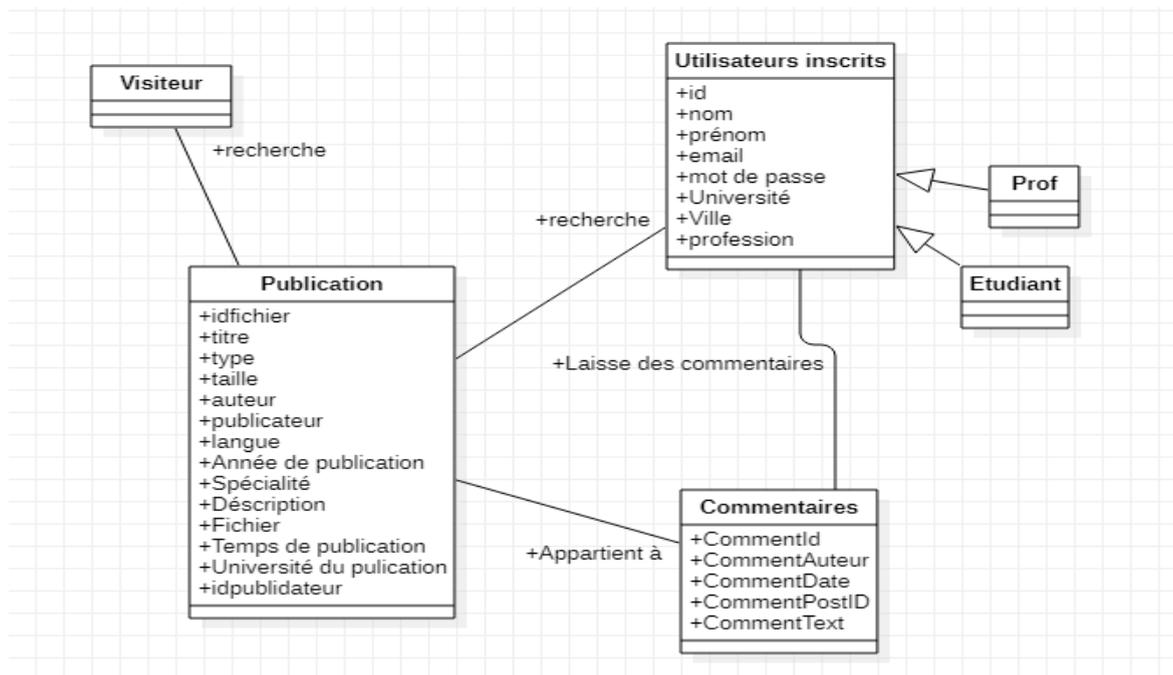


Figure 06 : Diagramme de classe

#### 4.3.1. Description :

**Publication** : cette classe est l'entité la plus essentielle de notre application, elle représente les informations sur la publication, les fichiers, et leur publicateurs.

-Liste des attributs de l'entité «publication» :

Propriétés	Description	Type
<b>Idfichier</b>	Identifiant de fichier	Alphanumérique
<b>Titre</b>	Titre de fichier publié	Alphanumérique
<b>Taille</b>	Taille de fichier	Entier
<b>Type</b>	Type de fichier : Word, PDF,...	Caractère
<b>Auteur</b>	Auteur c'est l'éditeur de fichier	Alphanumérique
<b>Publicateur</b>	Le professeur qui a posté la publication	Chaine de caractère
<b>Langue</b>	La langue peut être : Français, Anglais ou Arabe	Caractère

**Tab 01** : Description de la classe« Publication»

**Utilisateur inscrit** : Cette classe représente toutes les informations personnelles des utilisateurs inscrits qui peuvent être un professeur ou un étudiant.

- liste des attributs de l'entité «Utilisateur inscrit» :

<b>Propriétés</b>	<b>Description</b>	<b>Type</b>
<b>Id</b>	Identifiant d'utilisateur	Alphanumérique
<b>Nom</b>	Nom d'utilisateur	Caractère
<b>Prénom</b>	Prénom d'utilisateur	Caractère
<b>Email</b>	Email d'utilisateur	Alphanumérique
<b>Mot de Passe</b>	Identifiant pour l'accès au site	Alphanumérique
<b>Université</b>	Nom de l'Université	Chaîne de caractère
<b>Profession</b>	Le rôle de l'utilisateur	Caractère
<b>Ville</b>	Localisation de l'université	Chaîne de caractère

**Tab 02** : Description de la classe «Utilisateur inscrit»

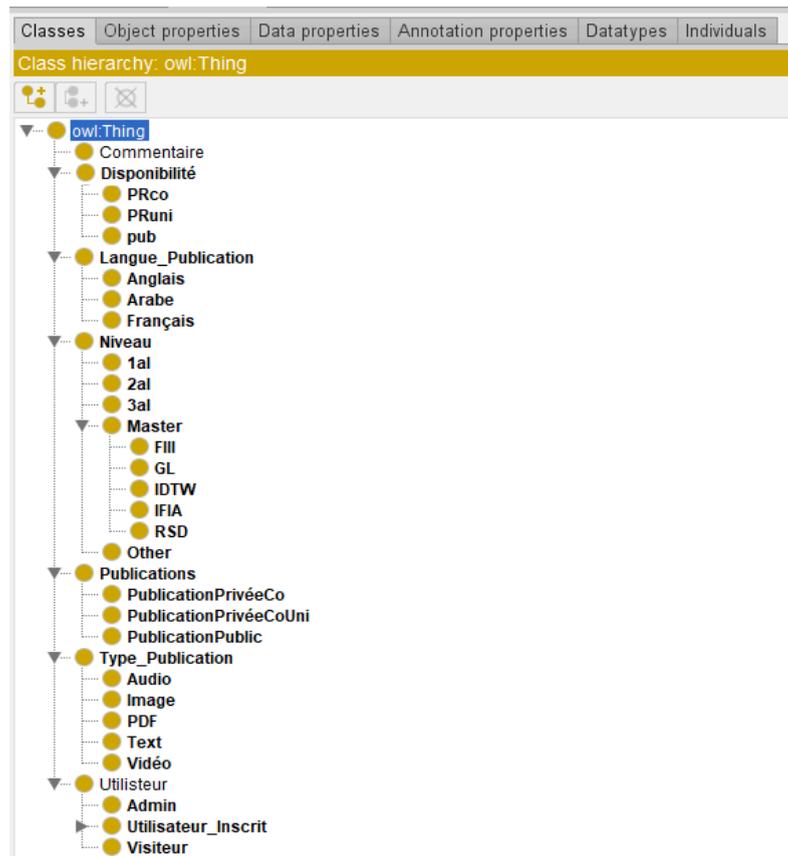
## **5. La base des données :**

Une base de données (en anglais data base), permet de stocker et de retrouver l'intégrité de données brutes ou d'informations en rapport avec un thème ou une activité ; celles-ci peuvent être de natures différentes et plus ou moins reliées entre elles.

La base de données est au centre des dispositifs informatiques de collecte, mise en forme, stockage et utilisation d'informations. Le dispositif comporte un système de gestion de base de données (SGBD), un moteur qui manipule la base de données et dirige l'accès à son contenu. de tels dispositifs comportent également des logiciels applicatifs, et un ensemble de règles relatives à l'accès et l'utilisation des informations. [23]

## 6. Conception D'ontologie (Protégé) :

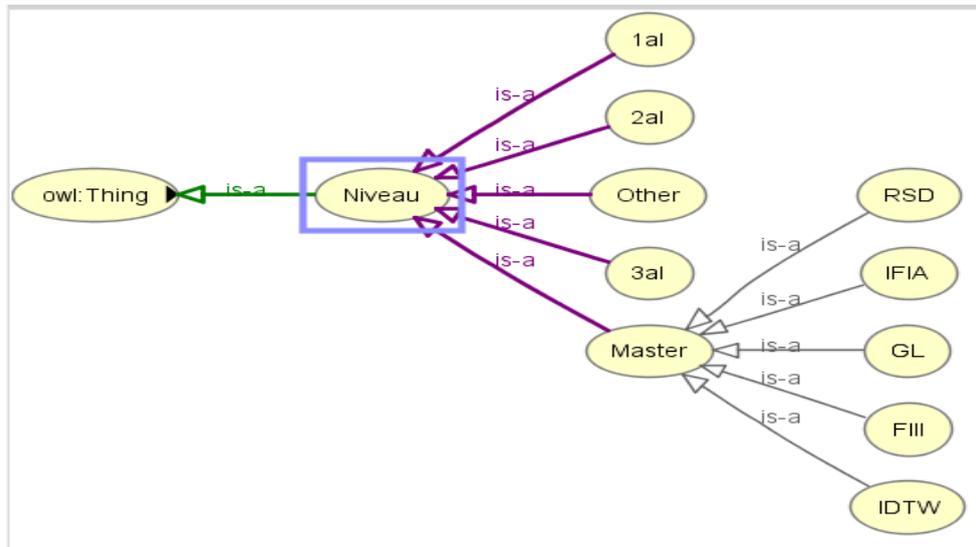
Notre hiérarchie de classes avec leurs sous-classes pour notre ontologie ressemble à ceci:



**Figure 07** : hiérarchie des classes de l'ontologie

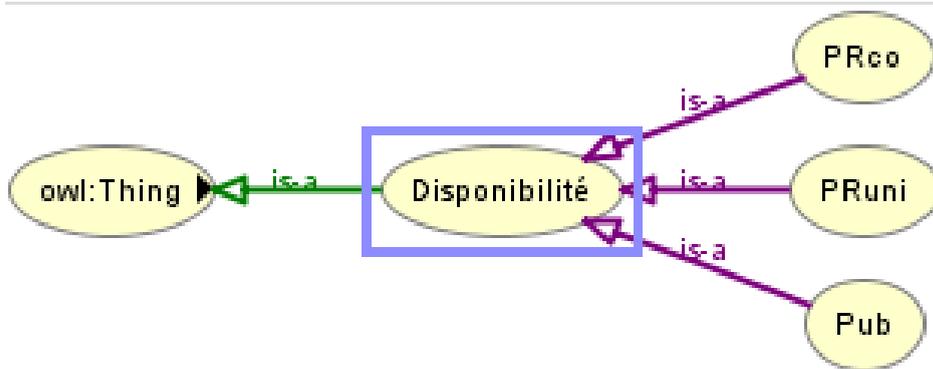
D'où on a eu les graphes suivants :

Un graphe pour la classe Niveau et ses sous classes des publications.



**Figure 08 :** Graphe de la classe Niveau

Un graphe pour la disponibilité des publications.



**Figure 09 :** Graphe pour la disponibilité des publications

## Conclusion :

Une représentation utilisant des diagrammes, d'un système et ses classes est un moyen qui permet à mieux comprendre ces classes, leurs attributs, et relations avec les autres classes, c'est ce qu'UML nous a permis de faire, où on a représenté notre système sous un diagramme de cas d'utilisation, et un diagramme de classes, cependant cette représentation n'est pas toujours suffisante, et peut être difficile à comprendre, contrairement à la représentation utilisant une approche ontologique, qui nous a permis de créer une hiérarchie de classes de notre domaine, et leurs sous-classes utilisant Protégé, ce qui nous donne des représentations graphiques; mieux détaillé et plus facile à comprendre.

# **Chapitre 03 :**

# **Implémentation**

## 1. Introduction :

Dans ce chapitre, consacré à la réalisation et la mise en œuvre de notre site de suivi Approche ontologique pour l'indexation des ressources pédagogiques numériques où nous allons décrire les composants de notre site web, et leur fonctionnement, définir les langages, logiciels, serveurs, endpoint, et bibliothèques qu'on a utilisé, pour ensuite expliquer les étapes de l'implémentation qu'on a suivi afin d'appliquer une approche ontologique pour l'indexation des ressources pédagogiques.

## 2 .Description du Site :

Notre projet est un site web E-learning, au début été considéré comme une simple bibliothèque pour les étudiants de notre faculté d'informatique, où les modérateurs du site partagent à chaque fois des sources pédagogiques avec ces étudiants en appliquant une approche ontologique pour les ressources pédagogiques.

Ensuite, le site web a changé vers une plateforme que tous les visiteurs qui suivent des études en informatique ou veulent en apprendre et rechercher des cours et d'autres ressources utiles, peuvent en utiliser, on a ajouté, un système d'inscription et de connexion, pour donner des rôles à nos utilisateurs, en tant qu'un étudiant, ou des professeurs qui vont partager des fichiers audio, vidéo, PDF, Word, et image, en plus les publications ont été divisé selon le niveau ou spécialité Informatique inspiré de notre faculté, et les résultats de publications que les utilisateurs peuvent trouver changent selon leurs rôles et autorisations, où on peut trouver :

✓ **Des publications publiques** : dont tous les utilisateurs peuvent y trouver et y accéder.

- ✓ **Des publications privées** : en plus des publications publiques, les utilisateurs connectés, ont accès aux publications privées.
- ✓ **Des publications privées aux utilisateurs de l'université** : où seuls les utilisateurs connectés, qui sont de la même université que le professeur qui a posté la publication concernée, peuvent en trouver.

## 2. Les langages, outils et logiciels utilisés :

**Le langage de requêtes SQL** : Un langage de requêtes spécialement conçu pour les bases de données, et permet aux utilisateurs de créer ces derniers, d'y ajouter de nouvelles données, de gérer les données qu'elles contiennent et de récupérer des parties sélectionnées des données. Développé dans les années 1970 chez IBM, pour ensuite grandir et évoluer au fil des ans pour devenir la norme de l'industrie. Il est régi par une norme formelle maintenue par les normes internationales Organisation (ISO).

SQL a été développé à l'origine pour opérer sur des données dans des bases de données qui suivent le modèle relationnel. Récemment, la norme internationale SQL a intégré une partie du modèle objet, résultant en des structures hybrides appelées bases de données relationnelles objet. [16]

**EasyPHP** : Un package d'environnement de développement PHP complet et prêt à l'emploi sous Windows, il permet aux utilisateurs d'utiliser toutes les capacités du langage dynamique PHP, du serveur web apache, MySQL, ainsi que du gestionnaire de base de données PhpMyAdmin et du débogueur Xdebug. [19]

**HTML** :(Hyper Text Markup Language) Est un langage informatique spécialement conçu pour la création de sites Web, facile à apprendre, Ses principes fondamentaux peuvent en fait être saisis en une seule séance. Même s'il est simple, il est efficace et puissant. Il passe également en permanence par des révisions afin de répondre aux exigences et aux demandes des utilisateurs. Ce langage informatique comporte une série de codes abrégés qui sont saisis dans un fichier texte. Ceux-ci deviennent les balises du HTML. Le texte est enregistré sous forme de fichier HTML et est visualisé à l'aide d'un navigateur tel qu'Internet Explorer. Le navigateur lit le fichier, puis traduit le texte sous une forme visible qui rend la page comme prévu par le programmeur. [20]

**JavaScript** : Un langage de programmation dynamique qui ajoute de l'interactivité et des comportements personnalisés à nos sites. Il s'agit d'un langage de script côté client, ce qui signifie qu'il s'exécute sur la machine de l'utilisateur et non sur le serveur, comme le font d'autres langages de programmation Web tels que PHP et Ruby. Cela signifie que JavaScript, et la façon dont nous l'utilisons dépend des capacités et des paramètres du navigateur. Il peut même ne pas être disponible du tout, soit parce que l'utilisateur a choisi de le désactiver, soit

parce que l'appareil ne le prend pas en charge, ce que les bons développeurs gardent à l'esprit et planifient. [21]

**CSS :** Un langage de conception simple utilisé pour faciliter le développement de sites Web. Il est essentiellement utilisé pour définir les styles des pages Web, y compris leur mise en page, leur conception, les variations d'affichage pour divers appareils et la taille des écrans.

Il traite de la sensation et de l'apparence de la page Web. Avec lui, vous avez le pouvoir de contrôler les styles de vos polices, les couleurs de vos textes, l'espacement entre vos paragraphes, les tailles et mises en page de vos colonnes, les couleurs d'arrière-plan et les images d'arrière-plan de votre site Web, les conceptions de votre mise en page globale, les tailles de vos écrans, variation d'affichage sur plusieurs appareils et de nombreux autres effets étonnants, et de contrôler la présentation de vos documents HTML, comme le plus souvent, CSS est utilisé en combinaison avec les langages de balisage XHTML et HTML. [20]

**Notepad++ :** Un éditeur de texte et de code source gratuit et un remplacement de Notepad qui supporte plusieurs langues, et permet de travailler avec plusieurs fichiers ouverts dans une seule fenêtre. Fonctionnant dans l'environnement MS Windows, son utilisation est régie par la licence publique générale GNU.[24]

**Apache Jena Fuseki:** Une interface HTTP-POUR les données RDF, Il supporte SPARQL pour l'interrogation et la mise à jour, avec des protocoles SPARQL 1.1 pour les requêtes, ainsi que le protocole SPARQL Graph Store. Ce projet est un sous-projet de Jena qui fournit un support pour OWL, et est développé en tant que servlet. Fuseki peut également être exécuté en tant que serveur autonome car il est livré préconfiguré avec le serveur web Jetty, fonctionné comme un service du système d'exploitation, comme une application web Java (fichier WAR), et comme un serveur autonome. [26]

**Sparql:** Abréviation de "SPARQL Protocol and RDF Query Language" (protocole SPARQL et langage de requête RDF) et qui se prononce "sparkle", est le langage et le protocole d'interrogation standard pour les données ouvertes liées au Web ou pour les triplets RDF, permet aux utilisateurs d'interroger des informations provenant de bases de données ou de toute autre source de données pouvant être mappées en RDF, contrairement à SQL, les requêtes SPARQL ne sont pas limitées à une seule base de données : les requêtes fédérées peuvent accéder à plusieurs entrepôts de données (end points). Cela est techniquement possible car SPARQL est plus qu'un simple langage d'interrogation. Il s'agit également d'un protocole de transport basé sur HTTP, qui permet d'accéder à n'importe quel point d'extrémité SPARQL via une couche de transport normalisée. [27]

**Arc2:** Une bibliothèque gratuite en PHP 7.2+ qui permet de travailler avec un système RDF flexible pour le web sémantique et les praticiens de PHP, elle est facile à utiliser, et

fonctionne dans la plupart des environnements de serveurs web. Elle fournit également un triple store basé sur MySQL avec un support SPARQL, sa documentation est disponible sur cette page Git Hub <https://github.com/semsol/arc2/wiki#core-documentation>. [28]

**MYSQL :** Un système de gestion de base de données relationnelle open-source. MySQL est l'un des meilleurs RDBMS utilisés pour créer différentes applications de programmation en ligne. MySQL est le système de base de données le plus populaire utilisé avec SQL. MySQL fonctionne comme un serveur offrant un accès multiutilisateur à un certain nombre de bases de données [18]

**PhpMyAdmin (administrateur de la base de données) :** Une application Web de gestion pour les systèmes de gestion de base de données SQL réalisée principalement en PHP est distribuée sous licence GNU GPL. [22]

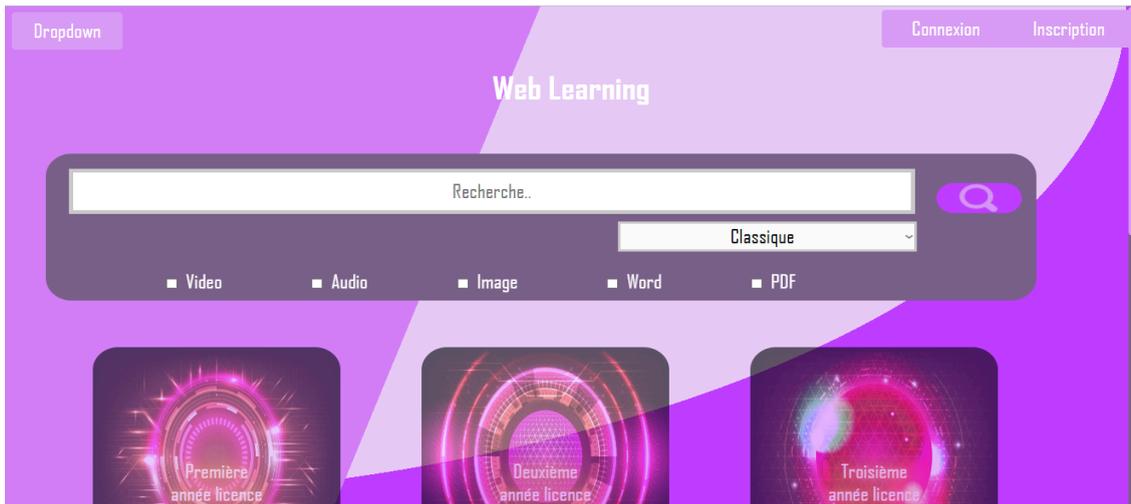
Table	Action	Lignes	Type	Interclassement	Taille	Perte
commentaires	Afficher Structure Rechercher Insérer Vider Supprimer	27	MyISAM	utf8_bin	3,5 Kio	-
profile	Afficher Structure Rechercher Insérer Vider Supprimer	5	MyISAM	utf8_bin	3,7 Kio	1600
publications	Afficher Structure Rechercher Insérer Vider Supprimer	21	MyISAM	utf8_bin	10,4 Kio	1,2Kio
pwsrest	Afficher Structure Rechercher Insérer Vider Supprimer	0	MyISAM	utf8_bin	1 Kio	-
<b>4 tables</b>	<b>Somme</b>	<b>53</b>	<b>MyISAM</b>	<b>utf8_bin</b>	<b>18,6 Kio</b>	<b>1,3 Kio</b>

Figure 10 : la base de données

Notre base de données créée dans PhpMyAdmin qui contient des tables essentielles

#### 4. Les interfaces et composants du Site :

**L'interface accueil (index) :** C'est la première page que l'utilisateur voit dès qu'il entre au site, elle se compose d'une barre de recherche, avec des check box pour le type de fichier recherché, et une barre de sélection pour choisir entre une recherche classique et une recherche sémantique, avec la barre de menus qui change selon la profession d'utilisateur, et s'il est connecté.



**Figure 11 : Page d'Accueil**

**Le pop-up d'inscription :** un pop-up qui a été réalisé avec JavaScript et CSS pour permettre aux utilisateurs de s'inscrire.

**Le pop-up de connexion :** un pop-up aussi réalisé avec JavaScript et CSS pour permettre aux utilisateurs de s'identifier.

**L'interface de la page de profil :** Une page dont seuls les utilisateurs inscrits peuvent y accéder, qui contient un design d'Accordions pour de différentes options disponibles pour configurer le compte de l'utilisateur.



**Figure 12 :Interface de la page "profil"**

**L'interface de la page "Publier" :** Elle permet aux professeurs de partager des fichiers, en envoyant ces derniers à notre base de donnée

**Créer un article**

Titre  
Entrez un titre

Auteur  
Entrez le nom ou les noms d'auteur(s). Si vous êtes l'auteur de ce fichier laissez ce champ vide

Année  
2022

Langue  
Arabe

Disponibilité  
Public

Niveau ou Spécialité  
Première année licence

Description  
Ecrivez quelque chose...

Choisissez votre fichier    Aucun fichier choisi

Upload

**Figure 13** : Interface de la page “Publier”

- Si le professeur lui-même est l'auteur de la publication, ou s'il ne connaît pas l'auteur, il peut laisser ce champ vide, notre fonction va considérer que le publicateur est lui-même l'auteur, en cas il n'est pas sûr en quel catégorie appartient sa publication, il peut choisir 'pas spécifié'.

Le reste des informations sur le fichier, seront ajoutés grâce à des fonctions de PHP qui retournent le type, taille, le nouveau nom aléatoire choisi pour notre fichier, dans le dossier “uploads”, avec le nom et prénom du publicateur, son identifiant, et université du publicateur, avec la date et heure d’ajout.

C’est pour cela que des boutons de niveaux et spécialité de master en informatique ont été ajoutés sur la page d’accueil, l’idée était d’aider les utilisateurs à trouver les postes qui concernent leurs niveaux et spécialités plus facilement.

**La page “Mes publications”** : Une page disponible aux professeurs, pour voir leur publications dont ils ont posté.

**La page “Les articles”** : Une page disponible pour tous les utilisateurs connectés et non connectés, qui affiche tous les articles disponibles aux utilisateurs.

**La section des commentaires** : Une section pour les commentaires laissés par les utilisateurs connectés.



**Figure 14** : Interface pour la section des commentaires

## 5. Les étapes de développement :

Comme le sujet de ce mémoire était ‘‘Approche ontologique pour l’indexation des ressources pédagogiques numériques ’’, on a pensé à créer un type de bibliothèque pour les étudiants, que les professeurs peuvent publier des postes pour eux, en ajoutant un système de recherche pour appliquer l’approche ontologique.

La programmation et création de ce site ont commencé avec un design fait sur un logiciel de dessin, pour avoir une idée à quoi le site peut ressembler.



**Figure 15** : Premier design pour le site

Ensuite la page d’index, aussi connue en tant que la page d’accueil a été créée, elle était un fichier HTML, qui utilise un fichier CSS principale, qui a été aussi utilisé pour le reste des pages, le premier composant ajouté sur la page d’index a été la barre de recherche.

Pour pouvoir publier les postes, on a dû créer un système d'inscription et connexion, comme on voulait que ce soit des professeurs inscrits qui peuvent en publier, il était aussi nécessaire de définir les rôles des utilisateurs.

Les deux boutons de connexion et d'inscription ont été ajoutés, chaque bouton fait apparaître un pop-up avec son formulaire développé, utilisant des CSS et JavaScript, après remplir chaque formulaire, les informations sont envoyées selon ces deux cas :

1. **Inscription** : Vers le fichier "upload.php", où l'email saisi et vérifié dans le tableau "profile" de la base de données, si l'email est déjà utilisé, un message en indique à l'utilisateur qu'il ne peut pas choisir ce mail pour cette raison, si l'email n'existe pas, l'inscription est validée et les informations de cet utilisateur sont ajoutés à notre tableau.
2. **Identification** : Vers le fichier "login" où on vérifie si l'email existe bien dans notre tableau "profile", s'il existe et le mot de passe est correcte, l'utilisateur un message de connexion apparut, sinon, on indique à l'utilisateur que l'email n'existe pas, ou qu'il y a une erreur niveau mot de passe ou email.

La base de données 'elearningweb' a été créée, et les deux premiers tableaux nécessaires ont été ajoutés:

→ Tableau 'profile' pour les informations d'utilisateurs dont on a testé avec notre système d'inscription et identification:

#	Nom	Type	Interclassement	Attributs	Null	Défaut	Extra	Action
<input type="checkbox"/>	1 <b>IDUti</b>	varchar(10)	utf8_bin		Non	Aucune		Modifier Supprimer Primaire Unique plus
<input type="checkbox"/>	2 <b>NomUti</b>	varchar(20)	utf8_bin		Non	Aucune		Modifier Supprimer Primaire Unique plus
<input type="checkbox"/>	3 <b>PrenomUti</b>	varchar(20)	utf8_bin		Non	Aucune		Modifier Supprimer Primaire Unique plus
<input type="checkbox"/>	4 <b>EmailUti</b>	varchar(20)	utf8_bin		Non	Aucune		Modifier Supprimer Primaire Unique plus
<input type="checkbox"/>	5 <b>MDPUti</b>	varchar(20)	utf8_bin		Non	Aucune		Modifier Supprimer Primaire Unique plus
<input type="checkbox"/>	6 <b>ProfessionUti</b>	varchar(3)	utf8_bin		Non	Aucune		Modifier Supprimer Primaire Unique plus
<input type="checkbox"/>	7 <b>VilleUti</b>	varchar(20)	utf8_bin		Non	Aucune		Modifier Supprimer Primaire Unique plus
<input type="checkbox"/>	8 <b>UniUti</b>	varchar(100)	utf8_bin		Non	Aucune		Modifier Supprimer Primaire Unique plus

**Figure 16:** Tableau profile pour les informations d'utilisateur

→ Tableau 'publications' pour les informations de publications publiées par les professeurs, qui sont utilisés pour le reste de nos fonctions d'affichage des articles.

#	Nom	Type	Interclassement	Attributs	Null	Valeur par défaut	Commentaires	Extra	Action
1	<b>IDPub</b>	varchar(10)	utf8_bin		Non	Aucun(e)			Modifier Supprimer Plus
2	<b>TitrePub</b>	varchar(200)	utf8_bin		Non	Aucun(e)			Modifier Supprimer Plus
3	<b>AuteurPub</b>	varchar(100)	utf8_bin		Non	Aucun(e)			Modifier Supprimer Plus
4	<b>AnneePub</b>	year(4)			Non	Aucun(e)			Modifier Supprimer Plus
5	<b>LanguePub</b>	varchar(20)	utf8_bin		Non	Aucun(e)			Modifier Supprimer Plus
6	<b>DisponibilitePub</b>	varchar(20)	utf8_bin		Non	Aucun(e)			Modifier Supprimer Plus
7	<b>SpecialitePub</b>	varchar(40)	utf8_bin		Non	Aucun(e)			Modifier Supprimer Plus
8	<b>DescriptionPub</b>	longtext	utf8_bin		Non	Aucun(e)			Modifier Supprimer Plus
9	<b>FichierPub</b>	varchar(100)	utf8_bin		Non	Aucun(e)			Modifier Supprimer Plus
10	<b>Timepub</b>	datetime			Non	Aucun(e)			Modifier Supprimer Plus
11	<b>PublicateurPub</b>	varchar(20)	utf8_bin		Non	Aucun(e)			Modifier Supprimer Plus
12	<b>IDPublicateur</b>	varchar(10)	utf8_bin		Non	Aucun(e)			Modifier Supprimer Plus
13	<b>Unipublication</b>	varchar(1000)	utf8_bin		Non	Aucun(e)			Modifier Supprimer Plus
14	<b>TypePub</b>	varchar(20)	utf8_bin		Non	Aucun(e)			Modifier Supprimer Plus
15	<b>TaillePub</b>	int(20)			Non	Aucun(e)			Modifier Supprimer Plus

**Figure 17** : Tableau de publications

On a ajouté deux utilisateurs à notre tableau "profile", l'un avait le rôle d'un professeur, l'autre le rôle d'un étudiant, qui appartiennent à la même université, ensuite publier et tester quelques types de fichiers, pour s'assurer que tous fonctionnaient correctement, malheureusement on n'a pas pu ajouter des fichiers audio, vidéo, on recevait un message d'erreur qui indiquait que ces fichiers ont dépassé la taille autorisée par notre serveur EasyPhp, d'après les configurations, 2.5 MO était sa limite, cependant les fichiers word se téléchargeaient automatiquement sur les pages d'articles.

Pour s'assurer l'affichage correct de notre interface, selon les rôles des utilisateurs, on a cherché un moyen pour garder l'utilisateur connecté, où on a appris qu'on devait utiliser les sessions, qui ne fonctionnait pas avec notre fichier HTML, donc on a changé son extension vers un fichier PHP, ce que nous ont aussi permis d'ajouter plus de fonctions utiles à notre site web. Avec la création des sessions, dès qu'un utilisateur se connecte, il peut remarquer que sa barre de menus a encore plus d'options, les options ajoutées dépendent de sa profession.

Pour l'étape suivante, on a dû utiliser le logiciel de dessin MeddibangPaint pro encore une fois pour créer le design de l'affichage des articles sur nos pages, et voici le design qu'on avait réalisé :



**Figure 18** : Design avant la réalisation de la page d'articles

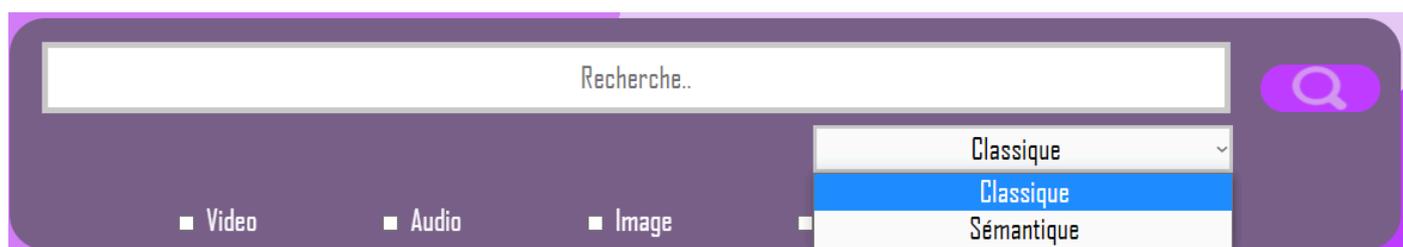
La page des articles, a été créée afin d'écrire le code source pour l'affichage des articles après que tous les articles ont été affichés correctement, des conditions ont été ajoutées pour afficher les articles publics pour tous les utilisateurs, les articles privés pour les utilisateurs connectés, et les articles privés pour les universités spécifiques, pour les utilisateurs connectés qui sont de la même université que celle du publicateur.

Il est nécessaire d'avouer qu'avant on avait juste spécifié les catégories de publications selon les spécialités de master en informatique, mais ensuite on a choisi d'ajouter les trois niveaux de licence 1, licence 2 et licence 3, ensuite une catégorie pour les publications qui n'appartiennent pas à un niveau ou spécialité en particulier.

On a utilisé le code source dont on a créé pour la page des articles avec les mêmes conditions, pour chaque niveau et spécialité, ajoutant des requêtes où chaque page affiche seulement le niveau ou, spécialité ou catégorie qui lui convient.

Puis on a décidé d'ajouter le système des commentaires qui d'après nous pouvait aider les utilisateurs à juger à quel point un poste était utile pour eux.

Quand on s'est assuré que le système de connexion et les publications s'affichent correctement, en créant deux autres comptes, où les deux utilisateurs étaient un étudiant et un professeur d'une autre université, on était prêt à créer notre requête de recherche pour permettre aux utilisateurs de faire des recherches utilisant des mots-clés, on a divisé la recherche en classique et sémantique, et le type de fichier à chercher en audio, image, PDF, Word et vidéo.



**Figure 19** : Les types de recherche

## 6. La création du système classique de la recherche classique :

Pour le système classique de recherche, ce genre de recherches a été développé se basant sur la comparaison entre le mot-clé saisi par l'utilisateur, et entre le titre ou description enregistrée dans notre tableau "publications" de notre base de données.

```
if(!isset($_POST['choix'])){
    $choixtype='all';
}
else{
    $choixtypesemantic=$_POST['choix'];
    $choixtype=$_POST['choix'];
    $choixtype=implode(',',$_POST['choix']);
    $choixtypesemantic=implode('|',$_POST['choix']);
}
```

Figure 20 : Fonction pour le saisi de choix de fichier

Pour commencer, on a ajouté les choix du type de fichier à afficher, dans des listes, la liste \$choix type pour la recherche classique, où les requêtes Sql traitent les listes avec des éléments séparés par des virgules.

Cependant \$choixtypesemantic est la liste pour la recherche sémantique, puisque les requêtes sparql traitent plutôt des listes avec des éléments séparés par la barre verticale.

En cas l'utilisateur n'a pas coché un des choix, et veut qu'on lui retourne tous les résultats sans spécifier le type de fichier, on a utilisé juste la liste \$choix type qui reçoit la valeur 'all'. En même temps, le variable \$r prend le mot-clé saisi par l'utilisateur, pour en comparer dans notre base de données.

Si on a pas de type de fichier précisé ,la requête ne fait que la comparaison entre le mot clé dont la variable \$r a pris grâce au langage PHP, et la méthode POST,si on a bien préciser le type de fichier, que ça soit un ou plusieurs choix,on utilise la requête qui compare le mot clé, et les types de fichier avec ceux des publications dans notre base de donnée.

```
if(isset($_SESSION['loggedinid'])){
    $unietud=$_SESSION['loggedinuniversity'];
    $query =$con->prepare("SELECT * FROM publications WHERE (Lower(TitrePub) LIKE '%$r%' OR Lower(DescriptionPub) LIKE '%$r%')AND ((DisponibilitePub='pub' OR DisponibilitePub='PRco' )OR(DisponibilitePub='PRuni' AND Unipublication='$unietud' ))AND (FIND_IN_SET (TypePub,'$choixtype')) ORDER BY Timepub DESC");
    $query->execute();
    $result=$query->get_result();}
else{
    for($i=0;$i<count($choixtype);$i++){
        $query =$con->prepare("SELECT * FROM publications WHERE( Lower(TitrePub) LIKE '%$r%' OR Lower(DescriptionPub) LIKE '%$r%')AND(DisponibilitePub='pub' ) AND (FIND_IN_SET (TypePub,'$choixtype')) ORDER BY Timepub DESC");
        $query->execute();
        $result=$query->get_result();}}}
```

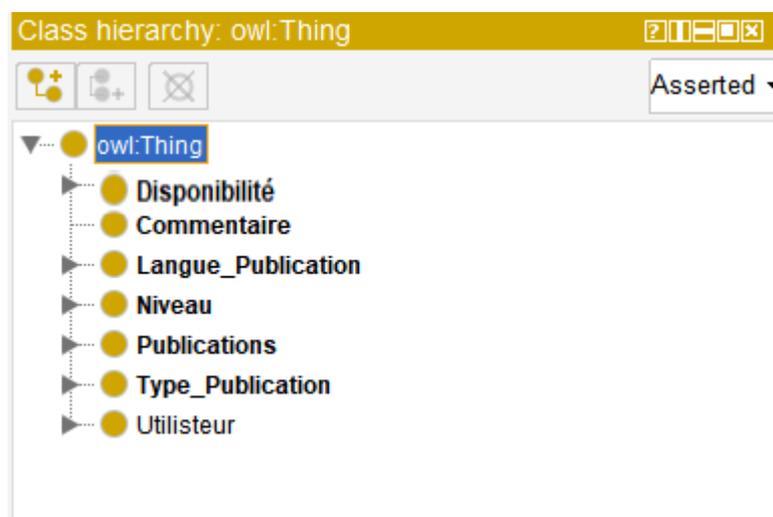
Figure 21 : Requêtes en cas on a un choix précis de type de fichier

Sans oublier qu'on doit respecter dans tous les cas, les conditions pour afficher les publications pour un utilisateur connecté, ou un simple visiteur

## 7. La création du système sémantique de la recherche sémantique :

Pour notre système sémantique de recherche, on a commencé à créer notre ontologie sous le logiciel Protégé qui est de version 5.5.0, utilisant le langage OWL.

On a choisi un IRI simple pour nous assister dans les étapes suivantes dans la création de notre ontologie et commencer par définir les classes de notre domaine, qui s'agissent des classes suivantes :



**Figure 22:** les classes de notre Domain

- "Disponibilité" : Une classe qui indique si la publication est publique, privée aux utilisateurs connectés, ou privées aux utilisateurs connectés qui sont de la même université que le professeur, qui a publié cette publication.
- "Commentaire": Une classe commentaires pour les utilisateurs inscrits.
- "Langue Publication": Une classe qui indique les langues possibles des publications comme l'arabe, français, et anglais.
- "Niveau": La classe des Niveau et spécialité disponibles, de la première jusqu'à troisième année licence, les spécialités du master, et la catégorie des publications non spécifiées.
- "Type\_Publication": Classe qui exprime que les publications peuvent être une image, un PDF, document Word, un audio, ou une vidéo.
- "Publications": La classe des publications, qui a une relation avec les autres classes.

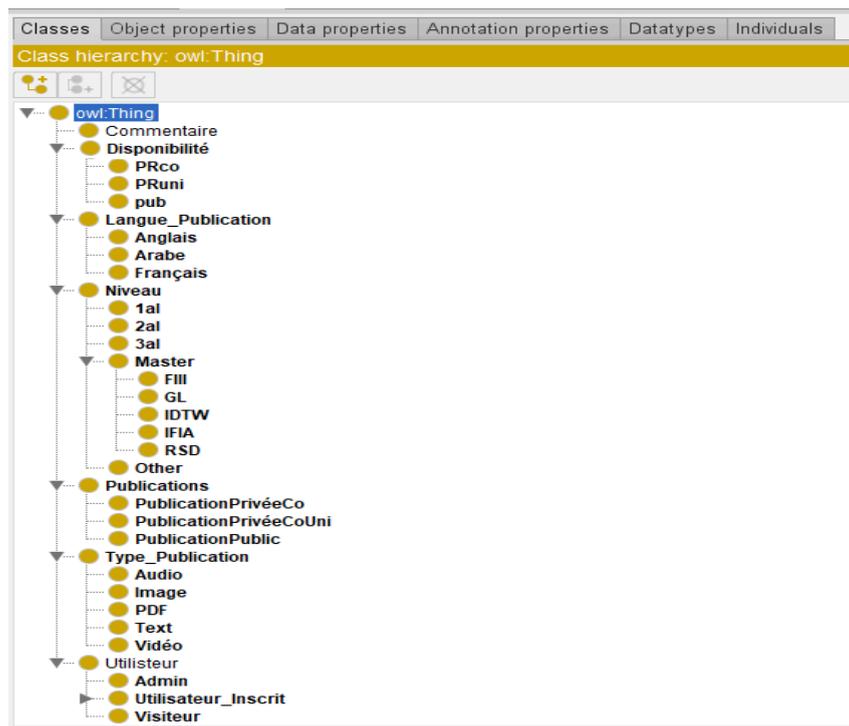
→ "Utilisateur ": Une classe pour les indiquer les types d'utilisateurs qui ont accès à notre site web, et peuvent rechercher les publications que ce dernier contient, où on a un admin, les utilisateurs inscrits qui sont le professeur et les étudiants, et les visiteurs.

Selon ces descriptions on a déterminé que certaines classes, auront besoin de sous-classes, pour mieux préciser notre ontologie, donc on a créé les sous-classes nécessaires, où on peut remarquer selon ce tableau :

<b>Classes</b>	<b>Sous Classes</b>
Disponibilité	Pub, PRco, PRuni
Langue_Publication	Anglais, Arabe, Français
Niveau	1 al, 2 al, 3 al, Master, Other
Master	FIII, GL, IDTW, IFIA, RSD
Type_Publication	Audio, Image, PDF, Text, Vidéo
Publications	PublicationPrivéeCo,PublicationPrivéeCoUni, PublicationPublic
Utilisateur	Admin, Utilisateur_Inscrit, Visiteur
Utilisateur_Inscrit	Etudiant, Professeur

**Tab 03 :** Table Des classes et leurs sous classes

Notre hiérarchie de classes avec les sous-classes ressemble à ceci :



**Figure 23** : les classes de notre domaine

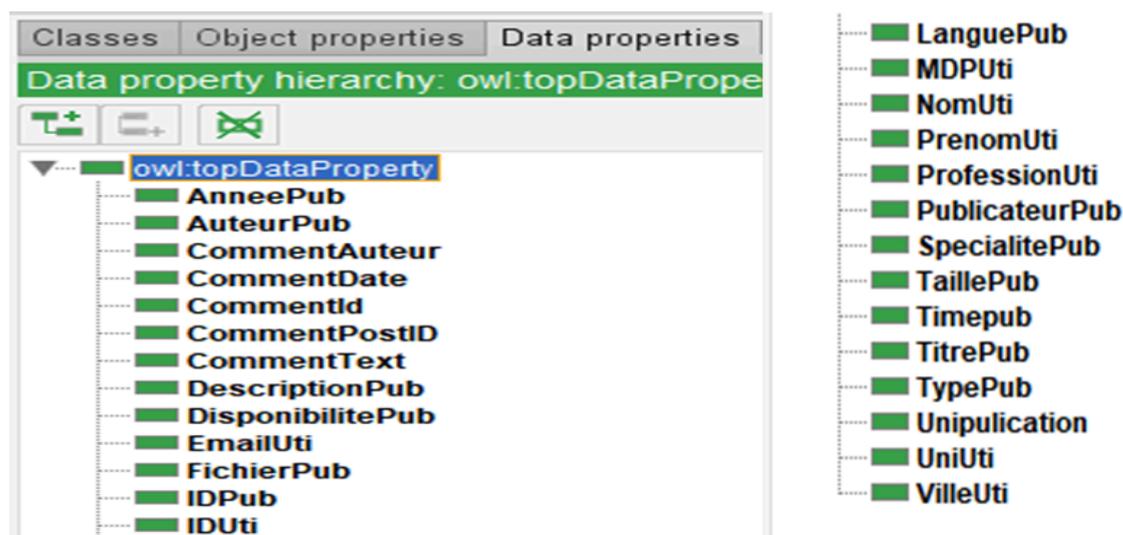
Une fois on avait nos classes et sous-classes, on est passées vers la création des objets Property, qui représentent le prédicat dans la description de ressources sous forme de triplet entre un sujet et un objet, pour résumer la relation triplet entre l'objet Property (Prédicat), le domaine(Sujet) et la range(Objet), on peut utiliser ce tableau :

Property	Domain	Range	Inverse Of
Commente	Utilisateur_Inscrit	Commentaire	CommentéPar
CommentéPar	Commentaire	Utilisateur_Inscrit	Commente
HasDispo	Publications	Disponibilité	IsDispoOf
HasLanguage	Publications	Langue_Publication	IsLanguageOf
HasLevel	Publications	Niveau	IsLevelOf
HasType	Publications	Type_Publication	IsTypeOf
IsDispoOf	Disponibilité	Publications	HasDispo
IsLanguageOf	Langue_Publication	Publications	HasLanguage

IsLevelOf	Niveau	Publications	HasLevel
IsTypeOf	Type_Publication	Publications	HasType
Publie	Professeur	Publications	PubliéPar
PubliéPar	Publications	Professeur	Publie
Recherche	Utilisateur	Publications	RecherchéPar
RecherchéPar	Publications	Utilisateur	Recherche

**Tab 04** : Objects Property, leurs domaines et prédicats

Ensuite, pour les Data Properties, on a utilisé les mêmes noms que les attributs utilisés dans notre base de données, pour les tableaux publication, profile et commentaires, on a réalisé qu'on n'avait pas besoin de tous les attributs, et on pouvait les remplacer avec les objets Property, chaque Data Properties a son type selon ce qui est approprié.



**Figure 24** : Data Properties

En créant les classes, les Object Property et data Properties, on est passés vers les descriptions des classes et leurs restrictions, voici un exemple pour la classe Publications :

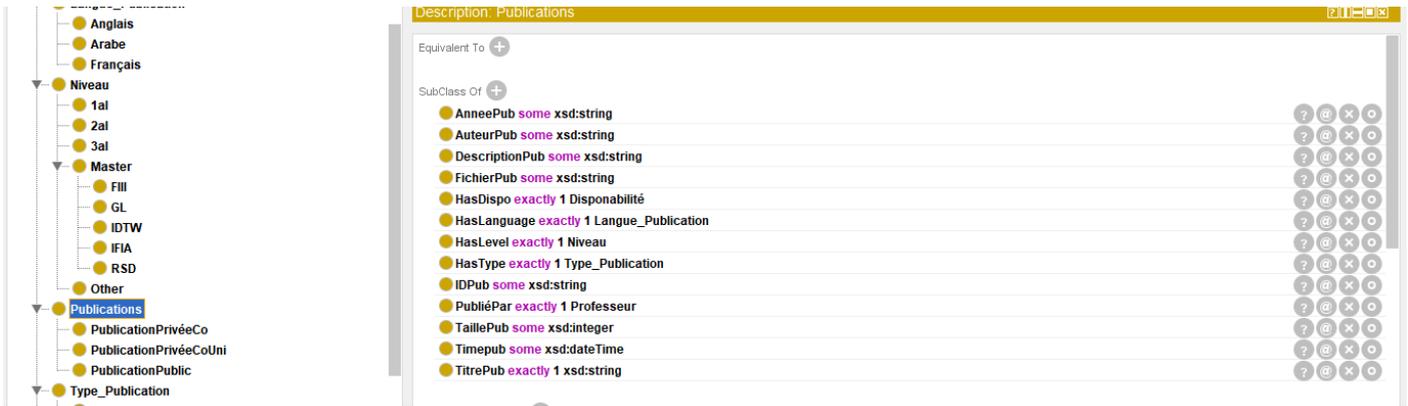


Figure 25: Description de la classe «Publication »

Une fois tous été correctement défini, on a essayé de lier notre base de données sur MyAdminEasyPhp avec notre ontologie sur protégé, mais malheureusement cela n'a pas fonctionné, comme il n'existait pas un API qui pouvait lier les deux, et avec le manque de documentation pour l'utilisation de PHP pour exploiter une ontologie, on a dû créer des Individuals by class (instances )et on a ajouté leurs descriptions, comme avec cet individu :

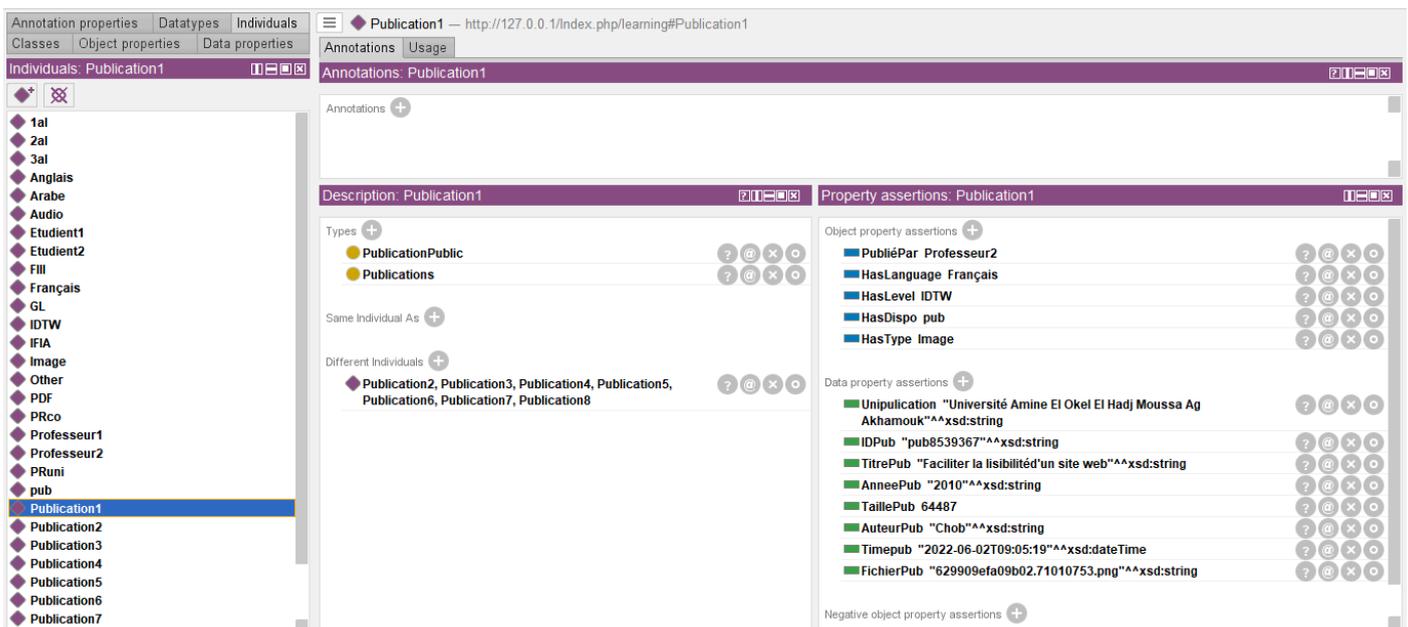
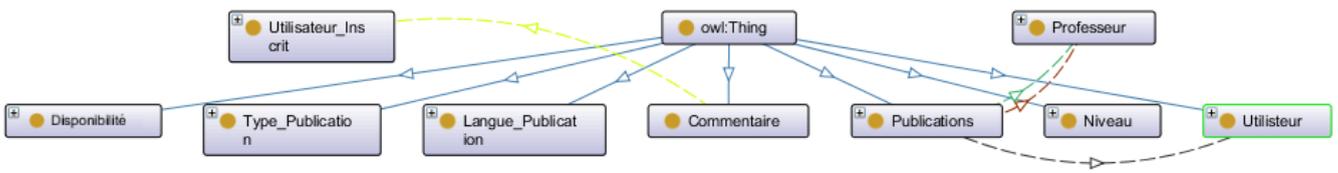


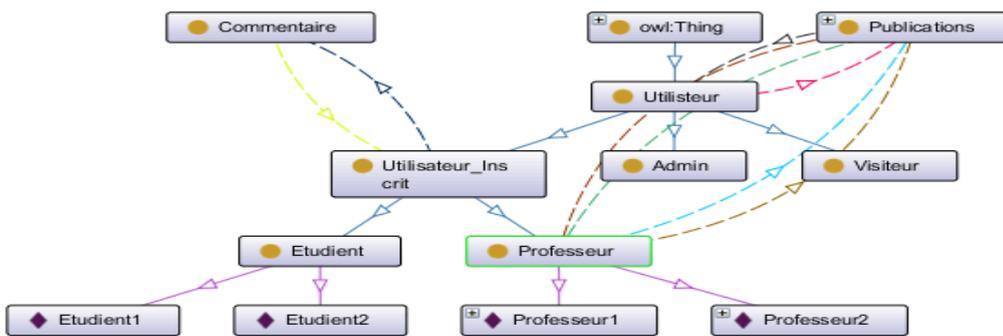
Figure 26 : Création des individus et leurs descriptions

En résultat voici quelques graphes qu'on a eus, utilisant le plugin OntoGraf :



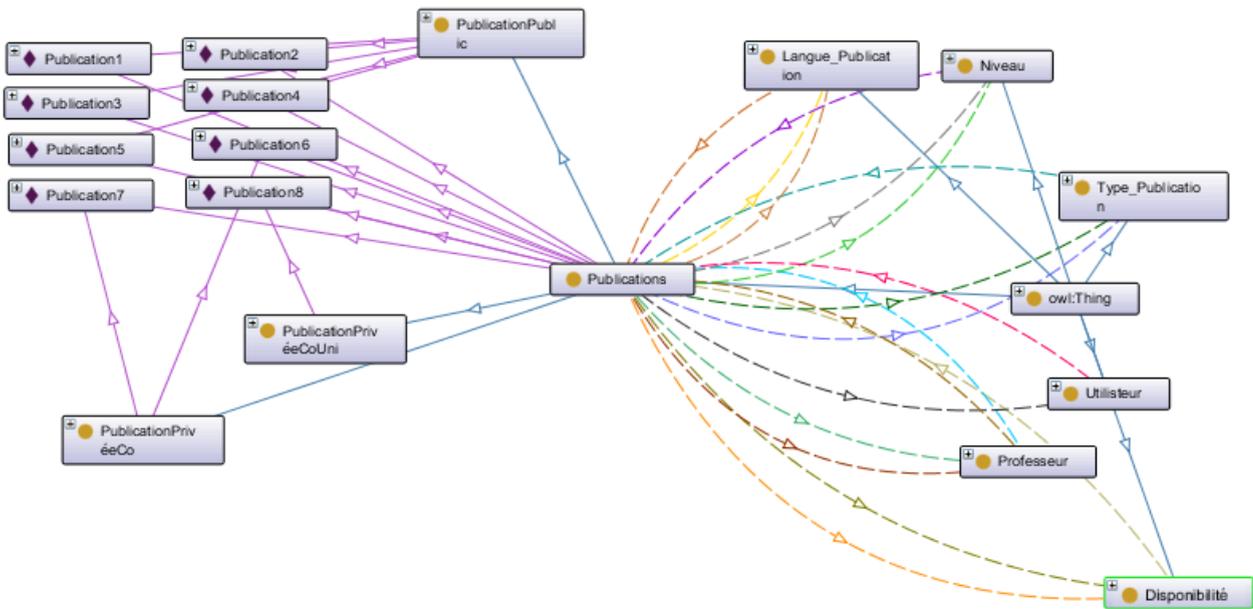
**Figure 27** : Graphe des classes qui font parties de notre ontologie

→ Un simple graphe qui montre les classes qui font partie de notre ontologie.



**Figure 28** : Graphe pour la classe Utilisateur

→ Un graphe pour la classe utilisateur, ses sous classes et instances.



**Figure 29** : graphe pour la class Publication

→ Un graphique de la classe Publication et ses relations avec les autres classes, avec ses sous classes et instances.

Pour vérifier que notre ontologie était correcte, on a utilisé le raisonnement HermiT.1.4.3.456 et testé des requêtes utilisant le langage SPARQL, et le Préfix nommé article, pour voir si les résultats s'affichent correctement.

## 8. Quelques requêtes testées:

→ **Requête 1**: sélectionner toutes les publications et leurs informations :

```

PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX article: <http://127.0.0.1/index.php/learning#>
SELECT *
WHERE
{
  ?Publication article:HasLevel ?niveau ;
  article:HasLanguage ?Langue ;
  article:HasType ?Type ;
  article:PubliéPar ?Professeur ;
  article:HasDispo ?Disponabilite ;
  article:Timepub ?Temps ;
  article:AnneePub ?Annee ;
  article:AuteurPub ?Auteur ;
  article:DescriptionPub ?Description ;
  article:FichierPub ?Fichier ;
  article:IDPub ?ID ;
  article:TaillePub ?Taille ;
  article:TitrePub ?Titre ;
  article:Unipublication ?Univrsité
}
ORDER BY ?Publication

```

**Figure 30** : Requête pour sélectionner toutes les publications et les informations

Cette requête a donné comme résultat ce tableau:

Publication	niveau	Langue	Type	Professeur	Disponabilité	Temps	Annee	Auteur	Description	Fichier	ID	Taille	Titre	Univrsité
Publication1	IDTW	Français	Image	Professeur2	pub	"2022-06-02T05"	"2010"	"Chob"	"Une image qui"	"629909efa09b1"	"pub8539367"	"64487"	"Faciliter la lisibi"	"Université Amir
Publication2	IDTW	Anglais	Image	Professeur1	pub	"2022-06-02T04"	"2022"	"UtterWeb"	"5 rules to follow"	"6298cc7d979e"	"pub5340148"	"363177"	"5 Rules of com"	"Université Ferh
Publication3	1al	Anglais	PDF	Professeur1	pub	"2022-06-02T04"	"2021"	"admin admin"	"Just like Binary,"	"6298ca18f1ee"	"pub1015106"	"240743"	"Hexadecimal"	"Université Ferh
Publication4	Other	Français	PDF	Professeur1	pub	"2022-06-02T03"	"2000"	"by Didier Fourt"	"Un livre pour le:"	"6298c1c53848"	"pub2991821"	"971131"	"Glossaire des t"	"Université Ferh
Publication5	1al	Anglais	Image	Professeur1	pub	"2022-06-02T02"	"2018"	"Alvaro H. Salas"	"The NOR gate \	"6298b179008f"	"pub1220001"	"26244"	"The gate Functi"	"Université Ferh
Publication6	RSD	Anglais	PDF	Professeur1	PRco	"2022-06-02T04"	"2021"	"admin admin"	"How video trave"	"6298c9b36691"	"pub7698089"	"125373"	"How to stream"	"Université Ferh
Publication7	1al	Français	PDF	Professeur1	PRco	"2022-06-02T04"	"2022"	"admin admin"	"Un pdf pour doi"	"6298c890e411"	"pub5022644"	"1534612"	"Introduction à l"	"Université Ferh
Publication8	GL	Anglais	PDF	Professeur1	PRuni	"2022-06-02T04"	"2022"	"admin admin"	"Doughnut Onto"	"6298c401858c"	"pub3604858"	"946639"	"Doughnut ontol"	"Université Ferh

**Figure 31**: Résultats de requête de sélection

→ **Requête 2**: Sélectionner les publications et le professeur qui les ont publiés :

```
SPARQL query:
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX article: <http://127.0.0.1/learn.php/learning#>
SELECT *
WHERE
{ ?Publication article:PubliéPar ?Professeur
}
ORDER BY ?Publication
```

**Figure 32**: Requête pour les professeurs qui ont publié un poste

Cette requête a donné comme résultat ce tableau:

Publication	Professeur
Publication1	Professeur2
Publication2	Professeur1
Publication3	Professeur1
Publication4	Professeur1
Publication5	Professeur1
Publication6	Professeur1
Publication7	Professeur1
Publication8	Professeur1

**Figure 33** : Résultats de de la requête pour les professeurs qui ont publié un poste

Une fois notre ontologie était prête, on a cherché un API qui peut nous permettre à implémenter cette ontologie sur notre site web, on a rencontré quelques difficultés à choisir, comme la plupart des bibliothèques API pour le langage OWL, étaient conçus pour le langage Java ou Python, on avait testé RAP, PHPSPARQL qui manquaient de documentations, et finalement ARC2 qui ne supportait pas la version SPARQL 1.1 mais il était possible de travailler avec grâce à la documentation.

Au début les fonctions d'ARC2 n'étaient pas compatibles avec la version d'Easyphp-DevServer-14.1 VC11 qu'on a commencé à développer avec, donc on a changé vers EasyPHP-DevServer-17, où on a dû mettre à jour notre version de PHP, MySQL, et APACHE.

On a exporté notre base de données et ses tableaux de l'ancienne version vers la nouvelle, comme les deux avaient les mêmes configurations (nom de base de données, nom de tableaux, mot de passe et port), on n'a pas eu le besoin de changer nos requêtes.

Une des fonctions d'ARC2, est la connexion avec un `remote_store_endpoint`, qui nous permet de choisir un end point local pour notre ontologie, et pour notre end point on as utilisé Apache Jena Fuseki version 4.5.0.

Pour démarrer cet end point, on a utilisé CMD, indiqué le chemin où se trouve le contenu du dossier "apache-jena-fuseki-4.5.0". Ensuite on utilise la commande "fuseki-server --mem /default".

```
C:\Users\lenovo>cd C:\Program Files (x86)\EasyPHP-Devserver-17\eds-www\apache-jena-fuseki-4.5.0
C:\Program Files (x86)\EasyPHP-Devserver-17\eds-www\apache-jena-fuseki-4.5.0>fuseki-server --mem /default
16:39:38 INFO Server      :: Apache Jena Fuseki 4.5.0
16:39:40 INFO Config      :: FUSEKI_HOME=C:\Program Files (x86)\EasyPHP-Devserver-17\eds-www\apache-jena-fuseki-4.5.0\
16:39:40 INFO Config      :: FUSEKI_BASE=C:\Program Files (x86)\EasyPHP-Devserver-17\eds-www\apache-jena-fuseki-4.5.0\run
16:39:41 INFO Config      :: Shiro file: file://C:\Program Files (x86)\EasyPHP-Devserver-17\eds-www\apache-jena-fuseki-4.5.0\run\shiro.ini
16:39:42 INFO Config      :: Template file: templates/config-mem
16:39:48 INFO Server      :: Database: in-memory
16:39:48 INFO Server      :: Path = /default
16:39:48 INFO Server      :: System
16:39:48 INFO Server      ::   Memory: 1,2 GiB
16:39:48 INFO Server      ::   Java:   17.0.1
16:39:48 INFO Server      ::   OS:    Windows 10 10.0 amd64
16:39:48 INFO Server      ::   PID:   6008
16:39:48 INFO Server      :: Started 2022/06/08 16:39:48 GMT+01:00 on port 3030
```

**Figure 34** : Le démarrage de serveur Jena Fuseki

Le dernier message dans le CMD, indique que notre end point est prêt, pour y accéder, on va sur un nouvel onglet, et on y accède du 'localhost:3030', où on importe notre ontologie. L'adresse de notre end point pour la fonction de ARC2 été le suivant :

```
include_once('arc2/ARC2.php');
$con_arc2=array(
"remote_store_endpoint" => "http://localhost:3030/default/query");
$store = ARC2::getRemoteStore($con_arc2);
if ($errs = $store->getErrors()) {
echo "<h1>getRemoteSotre error<h1>" ;}
```

**Figure 35** : Connexion d'Arc2 au serveur Jena Fuseki

Puisque tout était configuré, on pouvait écrire la requête SPARQL pour la recherche sémantique, qui comme la recherche classique, respecte les conditions d'accès aux publications, prends un mot-clé comme input, dont sa valeur est reçue par \$r , l'utilisateur peut aussi choisir le type de fichier, à partir du check box disponible ,et en ajoute à notre liste \$choixtypesematnic comme expliqué dans la **Figure 20**.

```

$q = '
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX article: <http://127.0.0.1/Index.php/learning#>
SELECT DISTINCT *
WHERE
{
  ?Publication article:HasLevel ?niveau ;
  article:HasLanguage ?Langue ;
  article:HasType ?Type ;
  article:HasDispo ?Disponabilite ;
  article:Timepub ?Temps ;
  article:AnneePub ?Annee ;
  article:AuteurPub ?Auteur ;
  article:DescriptionPub ?Description ;
  article:FichierPub ?Fichier ;
  article:IDPub ?ID ;
  article:TaillePub ?Taille ;
  article:TitrePub ?Titre ;
  article:Unipublication ?Universite;
  article:PubliéPar ?Professeur .
  ?Professeur article:NomUtil ?NomProf.
  ?Professeur article:PrenomUtil ?PrenomProf
}
FILTER( (REGEX(STR(?Titre), ".$r.", "i") || REGEX(STR(?Description), ".$r.", "i"))&&(((REGEX(?Universite, ".$unietud.", "i"))&&((?Disponabilite=article:PRuni))||((?Disponabilite=article:Pub)||(?Disponabilite=article:PRco))&&(REGEX(STR(?Type), ".$choixtypesematnic.", "i"))))
ORDER BY DESC(?Temps)';

```

**Figure 36:**Requête de recherche sémantique en sparql pour les utilisateurs connectés

## 9. L’affichage des résultats de recherche :

Finalement on affiche les résultats de recherche, utilisant une boucle qui prend les valeurs de la requête et en ajoute à des variables PHP.

```

if($rows=$store->query($q, 'rows')){
    foreach( $rows as $row ) {
        $fileURL = 'uploads/' . $row['Fichier'];
        $filetitre=$row['Titre'];
        $fileauteur=$row['Auteur'];
        $filepublisher=$row['NomProf'] . " " . $row['PrenomProf'];
        $filedescription=$row['Description'];
        $fileyear=$row['Annee'];
        $filelanguage=$row['Langue'];
    }
}

```

**Figure 37:** Fonction pour l’ajout des résultats pour les requêtes Sparql

```

if($result->num_rows > 0){
    while($data =$result->fetch_assoc()){
        $fileURL ='uploads/' . $data['FichierPub'];
        $filetitre=$data['TitrePub'];
        $fileauteur=$data['AuteurPub'];
        $filepublisher=$data['PublicateurPub'];
        $filedescription=$data['DescriptionPub'];
        $fileyear=$data['AnneePub'];
        $filelanguage=$data['LinguePub'];
        $filetype=$data['TypePub'];
    }
}

```

**Figure 38 :** Fonction pour l’ajout des résultats pour les requêtes SQL

Ensuite on affiche les valeurs dans une partie HTML pour l’affichage comme on a utilisé pour les autres pages précédemment créées:

```

<div class="article">
<embed src="<?php echo $fileURL; ?>" alt="Avatar" width="90"></embed>
<div class="info">
<h2 class="title"><a href="<?php echo $fileURL; ?>" alt=""><?php echo $filetitre ;?></a></h2>
<p>Auteur:<?php echo $fileauteur ;?></p>
<p>Publicateur:<?php echo $filepublisher ;?></p>
<p >Description:</p><textarea class="disc"rows="5" cols="33"disabled="disabled"><?php echo $filedescription ;?></textarea>
<p class="rightbottom">Année:<?php echo $fileyear ;?>&nbsp; Langue:<?php echo $filelanguage ;?>&nbsp; Type:<?php echo $filetype ;?>&nbsp; Taille:<?php echo $filesize ;?></p>
</div>
</div>

```

**Figure 39 :** l’affichage des résultats de recherche

## Conclusion :

La méthode de recherche classique, même si elle ressemble à la méthode de recherche sémantique en résultat qu’elle nous retourne, la deuxième méthode reste supérieur, en niveau de vitesse d’exécution, le nombre d’ontologies et bases de données qu’elle peut utiliser, pendant que le SQL fait des jointures entre les tableaux de la même base de données, le langage Sparql utilisé pour l’ontologie, est capable de faire une jointure entre de différentes bases de données, et peut utiliser les anciennes ontologies auprès des nouvelles, même si malheureusement il y en a pas assez de documentation entre l’utilisation d’ontologie pour les langages PHP; ou un moyen pour en lier la base de données du MyAdminEasyPhp et le logiciel protégé, en addition un manque de documentation pour les requêtes en langage sparql qui est l’opposé du cas de documentation en langage SQL.

## Conclusion générale :

Les ontologies ont prouvé qu'ils étaient assez puissants et nous permettent à gagner du temps, et faciliter l'accès et la recherche des ressources pédagogiques, spécialement pour notre thème l'e-learning, puisqu'ils font des traitements sémantiques sur un grand nombre de ressources, on a choisi de travailler avec le langage PHP, que beaucoup de site web utilise, pendant que le logiciel protégé de notre ontologie, ne permettait pas la connexion avec un site web PHP, on a suivi une autre méthode pour en exploiter .

Notre travail consiste à étudier le web sémantique, l'ontologie, et l'E-learning, et comprendre comment pouvoir les exploiter, et faciliter la tâche d'accès aux ressources pédagogiques pour les utilisateurs.

On a utilisé le PHP, JavaScript, CSS et html pour créer notre site web, UML et protégé pour modéliser nos classes, MyAdminEasyPhp pour notre base de données classique, et l'API Jena pour notre ontologie.

Et le langage des requêtes SQL pour la recherche classique dans notre base de données, cependant le langage des requêtes SPARQL ont été utilisés pour la recherche sémantique, dans notre ontologie.

Notre fonction de recherche se base sur un mot-clé, saisi par l'utilisateur, et le check box des types qu'il a choisi, pour comparer le mot-clé avec le titre , et la description des articles, et le check box pour indiquer le type de publication souhaité, où les deux approches, classiques et sémantiques, travaillent d'une façon qui nous offre les mêmes résultats, mais sont différentes dans la façon de leur implémentation, leurs langages de requêtes, serveurs et end points, vitesse d'exécution, et la source des informations.

Si on avait eu encore plus de temps et ressources, voici les fonctions qu'on aura aimé ajouter:

- Une page pour les exercices, quiz et devoirs envoyés par les professeurs aux étudiants.
- Ajouter une option pour que le professeur puisse enrichir encore plus leurs publications.
- Ajouter une option qui permet de modifier les commentaires par son auteur.
- Héberger notre site web en ligne, et publier notre ontologie pour être exploité par d'autres développeurs, où malheureusement on a rencontré des difficultés.
- Publier des vidéos, et audio, et d'autres types de fichiers, avec une taille volumineuse.
- Ajouter un système de reviews, avec les commentaires.

## Perspective:

Pour améliorer notre site web on propose de :

- Créer une deuxième ontologie pour les universités et écoles supérieures où cette ontologie prend les informations des étudiants et professeurs de chaque université, pour les inscrire à notre site web d'une façon automatique.
- Ajouter un système de traduction qui traduit les titres et description, les commentaires, à la langue dont l'utilisateur souhaite.

- Ajouter un serveur qui supporte les fichiers volumineux, surtout les vidéos qui sont le type de fichiers dont beaucoup d'utilisateurs cherchent.
- Ajouter des Bots qui analysent les publications pour s'assurer que le titre et description, conviennent à cette publication.
- Ajouter des Bots qui lisent les commentaires et s'assurer qu'il s'agit d'un commentaire approprié.
- Ajouter un système de sécurité, pour éviter les injections.

## References:

- [1]: Knowledge Seeker - Ontology Modelling for Information Search and Management A Compendium (Edward H. Y. Lim, James N. K. Liu etc.)
- [2] : <https://www.w3.org/OWL/> **consulté le 11/04/2022**
- [3]: XML in a nutshell (Elliott Rusty Harold WScott Means)
- [4]: Model driven engineering and ontology development (Dragan Djuric, Dragan Gasevic, and Vladan Devedzic).
- [5]: <https://protege.stanford.edu> **consulté le 09/04/2022**
- [6]: Le web sémantique, comment lier les données et les schémas sur le web ? Fabien Gondon, Olivier Corby, Catherine Faron-Zucker
- [7]: Tuan Dung CAO, Exploitation du web sémantique pour la veille Technologique, Thèse de doctorat, UNIVERSITÉ de Nice-Sophia Antipolis, 29 Novembre 2006.
- [8]: Marie-Gaëlle MONTEIL, Indexation manuelle et indexation automatique : comparaison et perspectives, IDT 95 , 12e Congrès, Paris, 12-15 juin 1995, p.214
- [9]: CONCEPTION D'UNE ONTOLOGIE POUR UNE PLATE FORME D'ENSEIGNEMENT A DISTANCE Réalisé par Dirigé par Saloua Chettibi&a Amina Rouibah Melle.Ouafia Ghebghoub
- [10]: Benayache Ahcene (2005) Construction d'une mémoire organisationnelle de formation et évaluation dans un contexte e-learning : le projet MEMORAe
- [11]: Crozat, S. : Chaînes éditoriales et rééditorialisation de contenus numériques. In L. Calderan, P. Laurent, H. Lowinger, & J. Millet (Éd.), Le document numérique à l'heure du web (2012) 179-220
- [12]: Greffier, F., Tajariol, F: A semiotic and cognitive approach to the semantic indexation of digital learning resources In Advances in Intelligent Systems and Computing. Lecture Notes in Computer Science: Springer Verlag (in press).
- [13]: Schnotz, W., Bannert, M.: Construction and interference in learning from multiple representation. Learning and Instruction 13 (2003) 141–156
- [14] [http://www.memoireonline.com/06/12/5947/m\\_Conception-dun-outil-dadministration-reseaux4.html](http://www.memoireonline.com/06/12/5947/m_Conception-dun-outil-dadministration-reseaux4.html) consulté le 21/03/2022
- [15]: [http://www.memoireonline.com/11/13/7785/m\\_Developpement-d-une-application-de-contrle-parental12.html](http://www.memoireonline.com/11/13/7785/m_Developpement-d-une-application-de-contrle-parental12.html) consulté le 21/03/2022
- [16]: SQL for Dummies (Allen G. Taylor)
- [17]: Getting Started with SQL A Hands-On Approach for Beginners (Thomas Nield)
- [18]: <https://localhost.me/mysql> **consulté le 11/04/2022**
- [19]: <https://localhost.me/easyphp> **consulté 11/04/2022**

- [20]: (HTML et CSS). (Learn The Fundamentals In 7 days (Michael Knapp)
- [21]: Learning Web Design - A Beginner's Guide to HTML, CSS, JavaScript, and Web Graphics (Jennifer Niederst Robbins)
- [22]: <https://fr.wikipedia.org/wiki/PhpMyAdmin> ("Système de gestion de base de données " licence publique générale GNU version 2). **Consulté le 09/06/2022**
- [23]: Colin Ritchie, " Data base principales and design" cengage Learning EMEA 2008
- [24]: <https://notepad-plus-plus.org> . **Consulté le 09/06/2022**
- [25]: [https://en.wikipedia.org/wiki/Opera\\_\(web\\_browser\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Opera_(web_browser)). **Consulté le 09/06/2022**
- [26]: <https://jena.apache.org/documentation/fuseki2/>. **Consulté le 09/06/2022**
- [27]: <https://www.ontotext.com> **Consulté le 09/06/2022**
- [28]: <https://github.com/semsol/arc2> **Consulté le 09/06/2022**
- [29]:Lekhchine R., “ Construction d’une ontologie pour le domaine de la sécurité : Application aux agents mobiles“. Mémoire Pour l’obtention du diplôme de Magister en Informatique. Université Mentouri – Constantine Faculté des Sciences de l’Ingénieur – Département d’Informatique. 2009
- [30]:HUYNH-KIM-BANG Benjamin. Indexation de documents pédagogiques fusionner les approches du Web Sémantique et du Web Participatif. Informatique [cs]. Université Henri Poincaré - Nancy I, 2009
- [31]:Mabrouka EL HACHANI, "L'indexation automatique", Ecole Nationale Supérieure des Sciences de l’Information et des Bibliothèques (ENSSIB), Mars 1997
- [32]:Jean-François Chartier, Dominic Forest, "Les espaces sémantiques de mots-clés : une méthode d’indexation automatique de documents par assignation de mots clés",2017 ISTE OpenScience – Published by ISTE Science Publishing, London, UK – [openscience.fr](http://openscience.fr)
- [33]:Laurent Kevers, "Indexation semi-automatique de textes : thésaurus et transducteurs ", CORIA 2009 - Conférence en Recherche d'Information et Applications
- [34]:Évaluation, évolution et maintenance d’une ontologie en médecine : état des lieux et expérimentation, par Audrey Baneyx et Jean Charlet.
- [35]: Ontology-Based Multi-Agent Systems (Maja Hadzic, PornpitWongthongtham etc.)
- [36]: Recommendation W3C OWL, 2004. <http://www.w3.org/TR/owl-ref/>
- [37]:<http://www.ksl.stanford.edu/software/ontolingua/>
- [38]:<http://www.daml.org/ontologies/>
- [39]:[www.unspsc.org](http://www.unspsc.org)
- [40]:[www.rosettanel.org](http://www.rosettanel.org)
- [41]:[www.dmoz.org](http://www.dmoz.org)
- [42]:[https://fr.wikipedia.org/wiki/Ontologie\\_\(philosophie\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Ontologie_(philosophie)) **Consulté le 08/04/2022**
- [43]: Noy, Natalya F., and Deborah L. McGuinness. "Ontology development 101: A guide to creating your first ontology." (2001).
- [44]: Take a Trip Through the History of E-learning - E-Student. **Consulté le 09/04/2022**
- [45]: Laublet, Philippe, Chantal Reynaud, and Jean Charlet. "Sur quelques aspects du Web sémantique." Assises du GDR I 3 (2002): 59-78.

[46]: Semantic web for the working ontologist effective modeling for linked data, RDFS, and OWL (Dean Allemang Fabien Gandon James A. Hendler)

[47]:Sticef.org (2004) le role de l'ingénierie ontologique dans le domaine des EIAH

[48]: Gomez-Péres, A.(1998).Knowledges sharing and reuse. Handbook of Applied Expert Systems. Liebowitz, editor, CRC Press.

[49]:Mémoire Master Ontologie et Web Sémantique par Dr.Salima Bourougaa –Tria(15 November 2019)

[50] :

<https://www.knowledgeanywhere.com/resources/article-detail/a-guide-to-the-different-types-of-elearning> consulté le 09/04/2022

[51] :Ontologie du devenir par Anne Fagot-Largeault.

## Ressources:

- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Ontologie\\_\(informatique\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Ontologie_(informatique)) Consulté le 08/04/2022
- Doukoure, Ismaël. Ontologies, web sémantique et elearning: vers la composition automatique des objets d'apprentissage fondée sur les ontologies et les théories pédagogiques. Diss. Université du Québec à Montréal, 2014.
- Fundamentals of Software Engineering Designed to provide an insight into the software engineering concepts (Hitesh Mohapatra, Amiya Kumar Rath)