

MEMOIRE

Présenté par

NEMES IMED EDDIN
Pour l'obtention de diplôme de

MASTER
Filière : Informatique

Spécialité : Systèmes Informatiques Intelligents
Thème

L'enrichissement d'un système d'apprentissage à base de Linked-Data

Soutenu le: 30/06/2022 Devant le Jury composé de :

Nom et Prénom

Grade

Mr.Chemame Chaouki
Dr.Amina Makhoulouf
Dr.Ziani AMEL

MAA
MCB
MCB

Univ. de Chadli Bendjedid
Univ. de Chadli Bendjedid
Univ. de Chadli Bendjedid

Rapporteur
Présidente
Examinatrice

Année Universitaire: 2021/2022

Remerciements

Au terme de la rédaction de ce mémoire, c'est un devoir agréable d'exprimer en quelques lignes la reconnaissance que nous devons à tous ceux qui ont contribué à l'élaboration de ce travail, qu'ils trouvent ici notre vif respect et notre profonde gratitude.

Après avoir rendu grâce à Dieu, le Tout Puissant et le Miséricordieux, nous tenons à remercier vivement tous ceux qui, de près ou de loin ont participé à la rédaction de ce mémoire

Nous tenons, tout d'abord à exprimer notre profonde reconnaissance et nos sincères remerciements à notre cher professeur **Monsieur CHEMAM CHAOUKI** pour son suivi et pour son énorme soutien, pour le temps qu'il a consacré et pour les précieuses informations qu'il nous a prodiguées avec intérêt et compréhension.

Nous adressons aussi nos vifs remerciements aux membres des jurys pour avoir examiné et jugé ce travail.

On ne laisserait pas cette occasion passer, sans remercier tous les enseignants et le personnel pour l'aide efficace qu'ils nous ont toujours apporté, leurs critiques et leurs remarques ont largement contribué à l'aboutissement de notre travail.

Enfin, nos remerciements vont également à nos familles et amis respectifs et à tous nos camarades de promotion qui ont contribué à leur manière au bon déroulement de ce mémoire.

Imed

Dédicace

Je dédie ce mémoire, tout d'abord à mon Chère père qui m'a doté d'une éducation digne, son amour a fait de moi ce que je suis aujourd'hui.

A ma mère, aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour dont elle ne cesse de me combler que dieu lui procure bonne santé et longue vie.

A ma sœur et à mes frères qui m'ont toujours soutenu et encouragé durant ces années d'études. A tous mes amis qui m'ont toujours encouragé et à qui je souhaite plus de succès.

Je remercie de tout mon cœur mes professeurs de m'avoir soutenu ; orienté et encouragé tout au long de mon cursus scolaire et universitaire, je leur serai infiniment reconnaissant.

Résumé

Dans cette étude, une approche d'annotation basée sur des données liées est proposée. Un système d'apprentissage a été développé sur la base de l'approche en fournissant une fonction d'annotation, une fonction d'enrichissement de données liées, une fonction de partage et une fonction de recherche à facettes. Afin d'évaluer l'efficacité de cette approche innovante, une expérience a été menée à laquelle deux classes d'étudiants ont participé. La première classe a servi de groupe expérimental, dans lequel les étudiants ont appris avec l'approche proposée, et la deuxième classe a servi de groupe témoin, dans lequel les étudiants ont appris avec l'approche d'annotation conventionnelle. Les résultats de l'expérience montrent que le groupe expérimental a nettement surpassé le groupe témoin. De plus, la charge cognitive des élèves du groupe expérimental était significativement inférieure à celle des élèves du groupe témoin. Cela implique que l'approche d'annotation basée sur des données liées a non seulement réduit la charge cognitive des élèves, mais a également amélioré leurs résultats d'apprentissage

Abstract

In this study, an annotation approach based on linked data is proposed. A learning system was developed based on the approach by providing annotation function, linked data enrichment function, sharing function and faceted search function. In order to assess the effectiveness of this innovative approach, an experiment was conducted in which two classes of students participated. The first class served as an experimental group, in which the students learned with the proposed approach, and the second class served as a witness, in which students learned with the conventional annotation approach. The results of the experiment demonstrated that the experimental group significantly outperformed the control group. In addition, the cognitive load of students in the experimental group was significantly lower than that of students in the control group. This implies that the linked data-based annotation approach not only reduced students' cognitive load but also improved their learning outcomes.

ملخص

في هذه الدراسة، تم اقتراح نهج التعليق التوضيحي بناءً على البيانات المرتبطة. تم تطوير نظام التعلم على أساس النهج من خلال توفير وظيفة التعليقات التوضيحية، ووظيفة إثراء البيانات المرتبطة، ووظيفة المشاركة ووظيفة البحث ذات الأوجه. من أجل تقييم فعالية هذا النهج المبتكر، أجريت تجربة شارك فيها فصلين من الطلاب. خدم الفصل الأول كمجموعة تجريبية، حيث تعلم الطلاب من خلال النهج المقترح، وعمل الفصل الثاني كمجموعة ضابطة، تعلم فيها الطلاب باستخدام نهج التعليقات التوضيحية التقليدي. أظهرت نتائج التجربة أن المجموعة التجريبية تفوقت بشكل ملحوظ على المجموعة الضابطة. بالإضافة إلى ذلك، كان الحمل المعرفي للطلاب في المجموعة التجريبية أقل بكثير من الحمل المعرفي لطلاب المجموعة الضابطة. هذا يعني أن نهج التعليقات التوضيحية المستندة إلى البيانات لا يقلل فقط من العبء المعرفي للطلاب، بل يؤدي أيضًا إلى تحسين نتائج التعلم الخاصة بهم

Table des matières

Table des matières	I
Table des Figures	V
Liste des tableaux	VI
1 Introduction générale.....	1
1.1 Introduction	2
1.2 Problématique.....	3
1.3 Organisation du mémoire	4
2 Web sémantique et Web de données.....	6
2.1 Introduction	7
2.2 Web sémantique	7
2.3 Les progrès vers la réalisation de la vision du Web sémantique	9
2.3.1 Le langage XML.....	13
2.3.2 RDF	14
2.3.3 RDF-S (RDF Schema).....	14
2.3.4 Le langage OWL	15
2.3.5 Les profils de OWL 2	16
2.3.6 Le langage SPARQL	17
2.4 Applications du Web Sémantique	17
2.5 Le Web de données (1Linked Data).....	18
2.5.1 Le projet Linking Open Data.....	20
2.5.2 La publication de données liées sur le Web	23
2.5.3 Les outils de publication.....	23
2.5.4 Les applications de Données Liées.....	24
2.5.4.1 Les Navigateurs de données liées	24
3. E-Learning	32

3.1 Les plates formes E-Learning	33
4. Apport du web sémantique au domaine du e-Learning	35
5. Conclusion	38
6. Conception	39
6.1. Introduction	39
6.2. Diagramme de cas d'utilisation	40
6.3. Diagramme de l'activité	42
6.4. Diagramme de classe	44
6.5. Diagramme de séquence	46
7. Implémentation	69
7.1. Test et Résultats	74
8. Conclusion et perspective	89
9. Référence	90

Table des Figures

Figure 2.1: L'architecture en couche de la vision du Web sémantique	10
Figure 2.2: Représentation des ensembles URI, URL et URN.....	11
Figure 2.3: Les types de langage OWL	15
Figure 2.4: Recommandation d'application des principes de Linked Data.....	20
Figure 2.5: Évolution du Web de données	21
Figure 2.6: Nuage du web de données liées en avril 2014.....	22
Figure 3: Schéma général des plates formes pour la formation à distance	28
Figure 4.1: Diagramme de séquence Enseignant.....	36
Figure 4.2: Diagramme de séquence étudiant.....	37
Figure 4.3: Diagramme de séquence visiteur.....	38
Figure 4.4: Diagramme d'activité	39
Figure 4.5: Diagramme de classe Enseignant	40
Figure 4.6 : Diagramme de classe Etudiant... ..	41
Figure 4.7: Diagramme de classe visiteur	42
Figure 4.8: Diagramme de séquence enseignant.....	44
Figure 4.9: Architecture d'application	45
Figure 4.9.1: gestion de contenu	46
Figure 5.0: Interface de protégé.....	47
Figure 5.1: Architecture d'application	48
Figure 5.2: Graphe d'ontologie.....	48
Figure 5.3: Bases d'annotations sémantiques... ..	49
Figure 6 : Page d'accueil	58
Figure 6.1: Nos services.....	59
Figure 6.2: Page de connexion.....	60
Figure 6.3: Service Proposer à l'enseignant... ..	60
Figure 6.4: Service Proposer à l'étudiant.....	60
Figure 6.4.1.1: Interface moteur de Recherche Sémantique... ..	61
Figure 6.4.1.2: Les information détailler de notre Recherche	62
Figure 6.4.1.3: Interface DBpedia... ..	62

Figure 6.4.2.1: Interface Linked data.....	62
Figure 6.4.2.2: Interface Cours proposer	63
Figure 6.4.2.3: Interface des chapitres des cours... ..	63
Figure 6.4.2.5: Vidéo annotation... ..	64
Figure 6.4.2.6: Interface savoir plus	65
Figure 7.1: Pre test... ..	68
Figure 7.2: Post test... ..	68

Liste des tableaux

Table 01 : Web Sémantique et E-learning.....	30
--	----

Liste des Abréviations

La signification des acronymes utilisés dans ce manuscrit est, en règle générale, précisée lors de leur première utilisation. Ci-après nous donnons tous ces acronymes, leur signification en anglais et (ou) une équivalence en français lorsque nécessaire.

CMS Content Management System, Système de Gestion de Contenu (SGC)

CSS Cascading StyleSheet

JS JavaScript

HTTP/HTTPS HyperText Transfer Protocol/ HyperText Transfer Protocol Secure

HTML HyperText Markup Language

IIS Internet Information Server

GPL General Public License

PHP Personal Home Page Hypertext Preprocessor

PWS Personal Web Server

SGBDR Système de Gestion de Bases de Données

UML Unified Modeling Language ; Langage de Modélisation Unifié

XMI XML Meta-data Interchange ; Format XML d'échange de méta-données

Introduction générale

1.1 Introduction

Le world wide web (ou web), lancé en 1989, est devenu aujourd'hui la première source de connaissances au monde. Dans sa forme originelle, il consiste en un système d'information décentralisé, constitué d'un ensemble de documents (ou pages web) reliés les uns aux autres par des liens hypertexte. Un site web est un ensemble de pages web liées accessible à une adresse donnée. Pour accéder au contenu d'un site web, il faut "visiter" son adresse à l'aide d'un navigateur web.

Dans la mesure où il est nécessaire de connaître au préalable l'adresse d'un site pour le consulter, ce fonctionnement ne favorise pas la découverte de nouvelles connaissances par un utilisateur. Le web était à ses débuts constitué d'un nombre relativement faible de sites auxquels on accédait par l'intermédiaire d'annuaires web qui représentaient des portes d'entrée sur le web. Un annuaire web est un site web proposant des liens vers d'autres sites, classés par catégories et sous-catégories et visant à orienter le visiteur vers les sites web relatifs à ses centres d'intérêt. L'explosion de la taille du web et de la diversité de ses contenus a rendu cette méthode d'accès à l'information inadaptée.

Les moteurs de recherche ont constitué une réponse efficace à ces évolutions. Ces systèmes, le plus souvent commerciaux, sont encore aujourd'hui le moyen privilégié d'accès aux informations contenues sur le web. Le web et les usages qu'en font les utilisateurs étant en constante mutation, les moteurs de recherche doivent s'adapter sans cesse pour rester concurrentiels.

La principale limite de ce fonctionnement réside dans le fait que les machines n'appréhendent pas le sens des documents qu'elles traitent. En effet, les pages web ne sont à l'origine que de simples données textuelles accompagnées d'informations de mise en page. Ceci restreint les capacités des moteurs de recherche actuels, notamment en ce qui concerne les requêtes complexes ou nécessitant la fusion d'informations contenues dans des documents distincts [1].

Le web sémantique [2], une évolution du web documentaire qui interconnecte non plus seulement des documents, mais des ressources en tous genres, veut résoudre ces problèmes en ajoutant une couche de sémantique au web : les données contenues sur le web sémantique sont formellement définies et liées de façon à faciliter la découverte, l'intégration, l'exploitation et le partage d'informations. Le web sémantique se fonde sur l'héritage des travaux de recherche en représentation des connaissances et utilise 1

Formalisme des ontologies [4] pour rendre son contenu compréhensible par les machines. Là encore, les moteurs de recherche s'adaptent et apprennent peu à peu à exploiter le potentiel de ces nouveautés.

Le web de données liées (Linked Data) constitue une approche dégradée, simple et pragmatique des idées du web sémantique ; il consiste en la publication sur le web de jeux de données RDF liés les uns aux autres par l'utilisation de schémas ou de ressources communes. Il peut également être vu comme une étape intermédiaire vers la mise en place du web sémantique.

1.2 Problématique

Un grand nombre d'entrepôts de données ont déjà été publiés selon ces principes de données liées, rendues le web de données accessibles de façon uniforme et dans un format commun. Le spectre des applications possibles est immense et commence à peine à être exploré. Cependant, la faible qualité de certaines données accessibles constitue un frein important au développement de telles applications. La plupart des jeux de données sont en effet fondés sur des ontologies très simples qui consistent le plus souvent en une taxonomie de classes; certains de ces jeux de données sont de simples exports au format RDF de bases de données relationnelles préalablement existantes. Les propriétés de domaine, de co-domaine et de subsumption de relations sont rarement utilisées ; les autres types d'axiomes sont quasiment inexistantes. Cette pauvreté en connaissances ontologiques limite les possibilités de raisonnements. Enfin, certaines données assertionnelles sont incohérentes ou ne respectent pas les schémas sur lesquels elles sont fondées.

Cependant, comme l'a soutenu par Auer et Lehmann [5], les ontologies (ou de manière générale «schémas») dérivées à partir des sources RDF peuvent également apporter des avantages importants pour le Web de données. Ils peuvent aider à faciliter l'intégration, l'interrogation et l'entretien des ensembles de données RDF. En fournissant des descriptions conceptuelles des graphes RDF, les ontologies peuvent faciliter par exemple, la découverte des liens entre les ensembles de données déconnectés, ou permettre la détection des faits contradictoires répartis à travers le nuage de Linked Open Data. Contrairement à Jain et al. [6], par exemple, nous ne croyons pas que ce sera possible ou souhaitable de serrer chaque dépôt RDF sous une seule ontologie de haut niveau comme SUMO [5], et ceux qui contribuent actuellement à la réussite de l'initiative Linked Open Data par la publication de leurs données sous des triplets

RDF ne sera certainement pas prêts à adhérer à n'importe quel schéma prescrit, pourtant, si nous étions capables de générer automatiquement un tel schéma pour n'importe quel dépôt RDF donné, nous serions en mesure de fournir aux gens la sémantique formelle de la terminologie qu'ils utilisent pour parler de leurs données, et éventuellement préparer le terrain pour de nouveaux types d'applications.

Cependant, plus les données RDF devient disponibles la plus l'utilisation de l'inductive semble prometteuse, c'est-à-dire les méthodes qui facilitent la construction des ontologies à partir des faits donnés. Les méthodes inductives pour l'acquisition de connaissances au niveau du schéma à partir de sources de données RDF ont été démontré leur efficacité, par exemple, par Hellmann . On peut distinguer à peu près entre les méthodes logiques et statistiques: bien que les méthodes statistiques basées sur le regroupement conceptuel peuvent être plus robustes et évolutives en ce qui concerne les données bruyantes ou incertaines, les méthodes logiques telles que la Programmation logique inductive sont souvent inférieures en ce qui concerne la génération des ontologies très axiomatisées.

Dans cette étude, un système d'annotation basé sur des données liées qui comprend une fonction d'annotation, une fonction d'enrichissement de données liées, une fonction de partage et une fonction de recherche à facettes est proposé. Pour évaluer l'efficacité du système proposé, une quasi-expérience a été réalisée pour comparer les acquis d'apprentissage et la charge cognitive de deux groupes d'étudiants utilisant deux approches différentes, une avec le système proposé et une sans lui. De plus, les questions de recherche suivantes ont été étudiées :

Y a-t-il des différences significatives entre les résultats d'apprentissage de deux groupes d'élèves après l'activité d'apprentissage ?

- Existe-t-il une relation entre les résultats d'apprentissage et la quantité de données liées examinées ?
- Les deux traitements différents entraînent-ils une charge cognitive différente pour les étudiants ?

Organisation du mémoire :

Ce mémoire est divisé en trois grandes chapitre auxquels viennent s'ajouter cette introduction et une conclusion. La première concerne le Background qui décrit les principaux concepts relatifs au contexte général de notre travail. La deuxième partie est un état d'art des principaux travaux qui aborde l'apprentissage des ontologies à partir de données formelles et semi-formelles. Finalement, la dernière partie concerne notre contribution ainsi que son implémentation.

Chapitre 1

Web sémantique et Web de données

2.1 Introduction

Ces dernières années, la communauté de recherche du web sémantique a connu des progrès significatifs vers la réalisation de la vision architecturale de ce Web. Les progrès ont été sous forme de normalisation des langages et des technologies Web qui permettent cette vision. Le progrès est vu en termes de niveau de maturité atteint dans chaque couche. Le Web sémantique désigne un ensemble de technologies visant à rendre le contenu des ressources du World Wide Web accessibles et utilisables par les programmes et logiciels, grâce à un système de métadonnées formelles, utilisant notamment la famille de langages développés par l'organisme de standardisation W3C (World Wide Web Consortium), chargé de promouvoir la compatibilité des technologies employées dans le World Wide Web.

Le web de données liées constitue une approche dégradée, simple et pragmatique des idées du web sémantique ; il consiste en la publication sur le web de jeux de données RDF liés les uns aux autres par l'utilisation de schémas ou de ressources communes. Il peut également être vu comme une étape intermédiaire vers la mise en place du web sémantique. Le web de données est une initiative du W3C visant à encourager la publication de données structurées reliées entre elles pour augmenter leur utilité. Il est naturellement construit sur les standards du web sémantique.

Dans ce chapitre, nous introduisons des généralités sur le Web sémantique et les progrès vers la réalisation de sa vision ainsi que les différentes briques technologiques qui le composent, ensuite nous présentons l'état des lieux du déploiement du web sémantique via le web de données, ensuite nous présentons un aperçu des principales caractéristiques des données liées, enfin nous présentons les activités et les résultats des efforts de la communauté pour appliquer les principes de données liées aux données publiées sous des licences ouvertes.

2.2 Web sémantique

A sa création par Tim Berners Lee, au début des années 1990, le web était exclusivement destiné à partager des informations sous forme de pages HTML, affichables par un logiciel «navigateur web», et généralement destinées à être lues par un utilisateur humain.

Très rapidement, on s'est rendu compte que cette conception du web était bien trop limitée, et ne permettait pas un réel partage du savoir. Les limites du Web actuel sont nombreuses, nous mentionnons :

- L'hétérogénéité des formats d'information (Word, pdf ...)

- La nature dynamique et évolutive de l'information
- L'absence de sémantique ou structure de l'information elle-même, etc.

Une des solutions existantes correspond à la vision du Tim Berners-Lee qui a défini le Web sémantique en [3] comme suit :

" Le Web sémantique est une extension du Web actuel (prolongation du Web actuel), dans laquelle l'information reçoit une signification bien définie, améliorant les possibilités de travail collaboratif entre les ordinateurs et les personnes."

Le **web sémantique** vise à dépasser la simple recherche d'informations par comparaison syntaxique avec des mots clés, en complétant cette définition syntaxique des informations par une caractérisation sémantique plus formelle de leur contenu via des schémas de métadonnées (« données sur la donnée »).

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

Il s'agit d'arriver à un Web intelligent, où les informations ne seraient plus stockées, mais comprises par les ordinateurs afin d'apporter à l'utilisateur ce qu'il cherche vraiment. D'après la définition de Tim Berners-Lee, le Web sémantique permettra (contrairement au Web actuel vu comme un Web syntaxique) de rendre le contenu sémantique des ressources Web interprétables, non seulement par l'homme, mais aussi par la machine.

Le web sémantique se veut un web de demain dont le contenu peut être appréhendé et exploité par des machines. Résumons les objectifs du web sémantique dans les points suivants:

- Créer un espace d'échange de ressources entre machines permettant l'exploitation de grand volume d'informations et de services variés.
- Libérer l'utilisateur d'une bonne partie de son travail de recherche et d'exploitation des résultats.
- Rendre explicites les relations sémantiques qui existent entre unités d'information.

- Obtenir des annotations sémantiques plus riches, compatibles avec les standards du Web, tel que le XML, qui fournit un format universel de stockage et d'échange.

2.3 Les progrès vers la réalisation de la vision du Web sémantique

La vision du Web sémantique est présentée dans la figure 2.1. L'architecture de cette vision est organisée en couches dont seulement les couches basses sont aujourd'hui relativement stabilisées. Chaque niveau repose sur les résultats définis au niveau inférieur, c'est-à-dire que chaque niveau est progressivement plus spécialisé et plus complexe que le niveau précédent.

Les travaux visant la réalisation du web sémantique se situent à des niveaux de complexité très différents. Les plus simples utilisent des jeux plus ou moins réduits de métadonnées dans un contexte de recherche d'information ou pour adapter la présentation des informations aux utilisateurs. Dans ce cas, des langages de représentations simples sont suffisants. Dans les travaux plus complexes mettant en œuvre des architectures sophistiquées, pour permettre par exemple l'exploitation de ressources hétérogènes, des langages plus expressifs et plus formels issus des travaux de représentations et en ingénierie des connaissances sont nécessaires.

Grâce aux efforts établis pour réaliser la vision du Web sémantique et au grand consensus dans la communauté d'inclure les règles avec l'ontologie dans l'architecture du Web sémantique, un diagramme de couche plus raffiné a résulté [3], ce diagramme est montré dans la figure 2.1

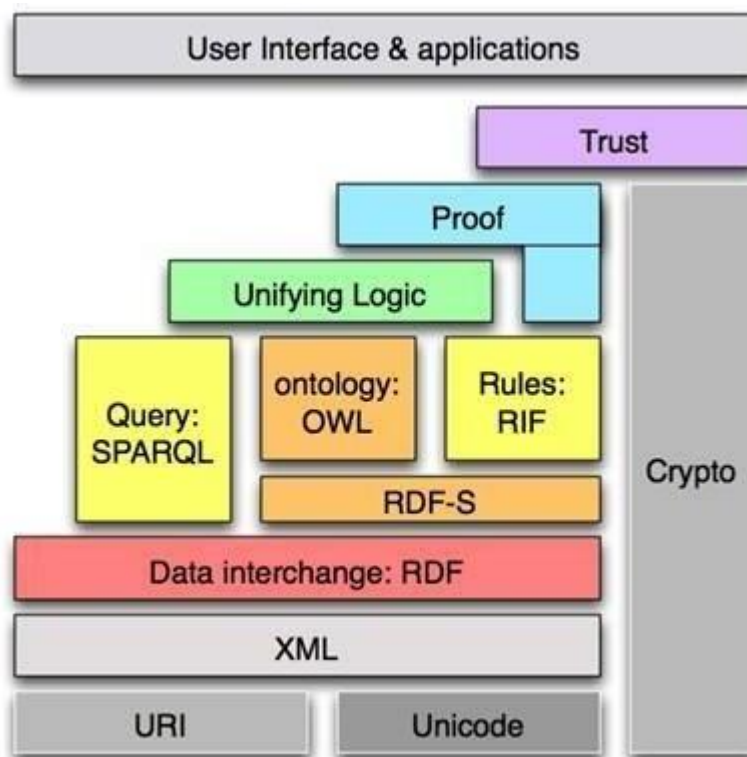


Figure 2.1: L'architecture en couche de la vision du Web sémantique[4]

La couche qui a actuellement atteint une maturité suffisante est la couche d'ontologie sous la forme du langage OWL. La prochaine étape dans le développement du web sémantique est la réalisation des couches de règles, logique et preuve qui seront développées en dessus de la couche d'ontologie. Pour mieux comprendre l'utilité de la couche de règles qui présente un formalisme fondé sur la programmation logique dans l'infrastructure du web sémantique et plus particulièrement dans les applications de recherches d'informations, nous exposons en détail les différentes couches de cette architecture.

➤ La couche URI et Unicode

L'URI est un protocole simple et extensible pour identifier, d'une manière unique et uniforme, toute ressource sur le web. Il s'agit d'un aspect central de l'infrastructure, c'est pour cette raison que cet élément se trouve à la base de l'architecture en couches proposée.

Il existe plusieurs types d'identification de ressource. En effet, un URI peut être classé en 3 catégories, selon qu'il soit destiné à la localisation, au nommage ou au deux. Le terme URL désigne un sous-ensemble d'URI qui identifie les ressources via une représentation de leur

mécanisme d'accès, plutôt que par le nom ou autre attribut de cette dernière, comme il en est le cas pour l'URN⁴. L'URL et l'URN sont donc des cas particuliers d'URI.

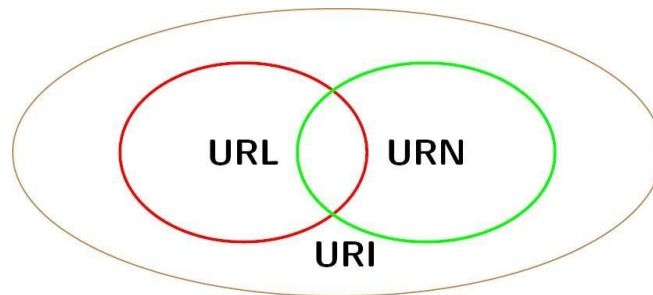


Figure 2.2: Représentation des ensembles URI, URL et URN.[5]

Par ailleurs, il est à noter que les données sont toujours encodées avec le jeu de caractères Unicode pour un maximum d'interopérabilité. C'est pourquoi cet élément figure dans cette couche de bas niveau, au même titre que l'URI.

➤ La couche XML

À ce niveau d'architecture, nous ne sommes toujours pas au point d'affecter une sémantique à l'information, c'est-à-dire de la décrire et lui donner un sens. Il s'agit seulement d'une couche syntaxique de bas niveau qui permet de structurer les données et organiser selon un format de message standard, et ce, grâce au langage de balisage extensible XML.

XML fournit une syntaxe pour décrire la structure du document, créer et manipuler des instances des documents. Il utilise l'espace de nommage (namespace) afin d'identifier les noms des balises (tags) utilisées dans les documents XML. Le schéma XML permet de définir les vocabulaires pour des documents XML valides. Cependant, XML n'impose aucune contrainte sémantique à la signification de ces documents, l'interopérabilité syntaxique n'est pas suffisante pour qu'un logiciel puisse « comprendre » le contenu des données et les manipuler d'une manière significative.

Jusqu'à ce niveau de l'architecture, le problème de l'interprétation de la sémantique de l'information par la machine n'est toujours pas résolu, XML et XML Schéma⁶ sont largement répandus dans les applications orientées Web, mais ils restent limités, car ils ne disposent pas d'une sémantique formelle [5]. Dans ce qui suit, nous présentons les standards

de représentation des connaissances qui enrichissent les informations apportées par XML, à savoir RDF/RDFS et OWL.

➤ **La couche RDF (Resource Description Framework)**

Après avoir référencé les ressources avec le protocole URI et structuré les informations avec le XML, l'étape suivante consiste à les annoter, afin de les doter d'un sens interprétable par la machine. C'est justement le rôle de la couche RDF et RDF-S dans l'architecture du Web sémantique.

Les couches RDF et RDF Schéma sont considérées comme les premières fondations de l'interopérabilité sémantique. Elles permettent de décrire les taxonomies des concepts et des propriétés. RDF fournit un moyen d'insérer de la sémantique dans un document, où l'information est conservée principalement sous forme de déclarations RDF. Le schéma RDFS décrit les hiérarchies des concepts et des relations entre les concepts, les trois langages XML, RDF et RDFS sont présentés plus en détail dans la partie suivante.

➤ **La couche ontologique**

La couche Ontologie décrit des sources d'information hétérogènes, distribuées et semi-structurées en définissant le consensus du domaine commun et partagé par plusieurs personnes et communautés. Les ontologies aident la machine et l'humain à communiquer avec concision en utilisant l'échange de sémantique plutôt que de syntaxe seulement.

➤ **La couche de règles**

Les règles sont aussi un élément clé de la vision du Web sémantique. La couche de règles offre la possibilité et les moyens de l'intégration, de la dérivation, et de la transformation de données provenant de sources multiples, etc. Les règles dans cette couche permettent un raisonnement automatisé sur des données structurées afin de déduire toutes les inférences possibles.

➤ **La couche Logique**

La couche Logique se trouve au-dessus de la couche ontologie. Certains considèrent ces deux couches comme étant au même niveau, c.-à-d. des ontologies basées sur la logique et

permettant des axiomes logiques. En appliquant la déduction logique, on peut inférer de nouvelles connaissances à partir d'une information explicitement représentée.

Une large variété de logiques a été conçue jusqu'à présent. Étant le formalisme le mieux apprécié dans la représentation de la connaissance, la logique de description est celle qui est généralement la plus adoptée pour la représentation des règles d'inférences.

➤ **La couche confiance et preuve**

Les premières couches présentées précédemment ont déjà été standardisées et recommandées par le W3C. Dans le cadre de l'architecture du web sémantique, il en est tout différent pour les couches de haut niveau.

La couche **preuve** a pour but de prouver la pertinence de l'information retournée par les couches de plus bas niveau afin de pouvoir lui accorder un niveau de confiance. Malheureusement, il n'existe encore aucun langage de preuves standardisé par le W3C. Un langage de preuve constitue un moyen simple pour prouver si une déclaration est juste ou pas.

La couche **confiance** dans l'architecture proposée par Tim Bernes-Lee, a pour objectif d'évaluer la fiabilité de l'information et des raisonnements. Cette couche repose sur les signatures numériques, le cryptage des données et sur la fiabilité des sources d'information (agents de confiance, certifications, etc.). Le web ne pourra atteindre son plein potentiel que si les utilisateurs ont confiance dans les transactions et la qualité de l'information fournie.

Ces dernières années, la communauté de recherche du web sémantique a connu des progrès significatifs vers la réalisation de la vision architecturale de ce Web. Les progrès ont été sous la forme de normalisation des langages et des technologies web qui permettant cette vision. Le progrès est vu en termes de niveaux de maturité atteint dans chaque couche.

2.4 Langages du Web sémantique

Dans le contexte du Web sémantique, plusieurs langages ont été développés. La plupart de ces langages reposent sur XML ou utilisent XML comme syntaxe. Nous allons prés brièvement certains langages principaux XML, XML Schéma, RDF(S) et OWL.

2.4.1 Le langage XML

XML est un langage de description et d'échange de documents structurés, issu de SGML (Standard Genralized Markup Language). XML permet de décrire la structure logique de

documents à l'aide d'un système de balises permettant de marquer les éléments qui composent la structure et les relations entre ces éléments.

XML est un langage de description de format de document XML permettant de définir la structure d'un document XML. La connaissance de la structure d'un document XML permet notamment de vérifier la validité de ce document. Un fichier de description de structure (XML Schéma Description, ou fichier XSD) est donc lui-même un document XML.

Les espaces de nommage XML offrent une méthode simple pour qualifier les noms des éléments et les attributs utilisés dans des documents XML, en associant ceux-ci avec des espaces de nommage désignés par des références d'URI.

2.4.2 RDF

RDF [4] est un modèle de données pour les objets (ressources) et les relations entre eux fournissant des sémantiques simples pour ce modèle de données qui peuvent être représentés en XML. RDF permet de repérer des **métadonnées** à propos des **ressources** (identifiées par des URI) du web.

La construction de base en RDF consiste en un triplet d'éléments (Ressource, Propriété, Valeur), qu'on appelle déclaration RDF. Par analogie, un triplet RDF est similaire à la déclaration < sujet — prédicat — objet >

- **Ressource** (*Sujet*) : cela peut être n'importe quel objet référencé par un URI, qu'il concerne le web (Page HTML, document PDF, fichier multimédia...), ou non (Personne, Région, Etc.).
- **Propriété** (*prédicat*) : Critère, caractéristique, attribut ou relation qui peut décrire la ressource (titre, couleur, taille, auteur, etc.).
- **Valeur** (*objet*) : C'est la valeur qui sera affectée à la propriété de la ressource. Cette affectation peut être soumise à certaines restrictions.

2.4.3 RDF-S (RDF Schema)

RDF-S est un vocabulaire de base pour décrire les déclarations RDF, au même titre que le XML-S pour le langage XML. Il ajoute à RDF la possibilité de définir des hiérarchies de classes et de définir les genres et les propriétés des ressources, d'assigner des contraintes spécifiques sur la nature des documents et de fournir des informations sur l'interprétation des

déclarations RDF. Les schémas RDF permettent donc de garantir qu'un document RDF est sémantiquement consistant.

Dans un schéma, de nouvelles ressources peuvent être définies comme des spécialisations d'autres ressources. Les schémas contraignent aussi le contexte d'utilisation des ressources.

2.4.4 Le langage OWL

OWL est un composant de l'activité Web sémantique qui vise à rendre les ressources Web plus accessibles aux processus automatisés en ajoutant des informations qui décrivent le contenu Web.

Le langage d'ontologie Web OWL définit des ontologies Web. Une ontologie OWL peut contenir des descriptions de classes, de propriétés et de leurs instances. Pour une telle ontologie donnée, la sémantique formelle OWL indique comment déduire ses conséquences logiques, c'est-à-dire les faits qui ne sont pas littéralement présents dans l'ontologie, mais déduits par la sémantique.

La figure 2.3 montre que Le OWL peut être défini en trois sous langages complémentaires proposant une expressivité croissante [6]. chacun conçu pour des communautés de développeurs et des utilisateurs spécifiques : OWL Lite, OWL DL, OWL Full.

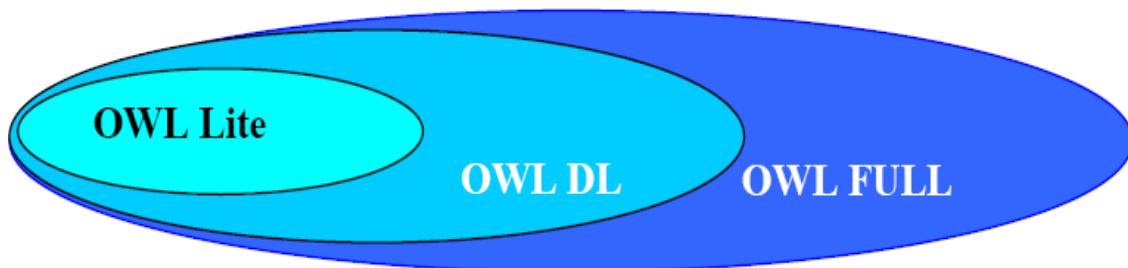


Figure 2.3: Les types de langage OWL[6]

- **OWL LITE:** est d'expressivité faible par rapport aux autres sous langages, mais qui reste quand même suffisant pour des utilisateurs qui ont principalement besoin d'une hiérarchie de classification et de contraintes simples. Par exemple, malgré qu'il permet d'exprimer des contraintes de cardinalité, il limite leurs valeurs à 0 ou 1. Une cardinalité 0 ou 1 correspond à des relations fonctionnelles, par exemple, une personne a une adresse. Toutefois, cette personne peut avoir un ou plusieurs prénoms, OWL

Lite ne suffit donc pas pour cette situation. Ainsi, le langage offre une calculabilité maximale (temps de calcul acceptables), ce qui compense sa faible expressivité.

- **OWL Description Logic** : nommé DL car il correspond à la logique descriptive. Il est d'expressivité maximale sans perte de calculabilité. Il convient aux utilisateurs qui veulent une expressivité maximale tout en maintenant la complétude de calcul (toutes les inférences sont garanties calculables) et la décidabilité (tous les calculs s'effectuent dans un temps fini). OWL DL inclut tous les constructeurs du langage OWL, mais ils sont utilisables seulement sous certaines restrictions pour garantir la décidabilité des calculs. Par exemple, lorsqu'une classe est sous classe de plusieurs classes, elle ne peut pas être instance d'une autre classe.
- **OWL FULL**: offre un maximum d'expressivité. Il a l'avantage de la compatibilité complète avec RDF/RDFS, mais aucune garantie concernant la calculabilité (la complétude et la décidabilité des calculs liés à l'ontologie) n'est offerte par ce langage.

2.4.5 Les profils de OWL 2

Depuis 2009, le consortium W3C a officiellement lancé OWL 2, qui se distingue de la première version par un pouvoir expressif augmenté et une élimination de la décomposition en trois sous-langages. On parle plutôt de profils, OWL 2 introduit différents profils ayant chacun des propriétés computationnelles et des modes d'utilisation spécifiques. Ces profils sont des sous-ensembles de ce qu'il est possible d'exprimer avec OWL 2 complet . L'expressivité est donc adaptée au profit de l'implémentation d'algorithmes pour réaliser des inférences ou bien exécuter des requêtes sur une base de faits encodée dans ce langage. Les profils sont les suivants:

- **OWL 2 EL** permet de travailler avec un nombre important de classes définies, mais élimine quelques constructeurs du langage comme la négation ou la disjonction de classes (ou concepts).
- **OWL2 QL** facilite l'interface avec les bases de données relationnelles. Ceci permet de bénéficier, une fois l'ontologie traduite, des performances meilleures d'une base de données par rapport à un encodage XML.
- **OWL2 RL** n'admet qu'un ensemble restreint des constructeurs de classes et est adapté pour des manipulations à base de langages de règles.

2.4.6 Le langage SPARQL

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

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

SPARQL permet d'exprimer des requêtes interrogatives ou constructives :

- une requête *select*, de type interrogative, permet d'extraire du graphe RDF un sous-graphe correspondant à un ensemble de ressources ;
- une requête *construct*, de type constructive, engendre un nouveau graphe qui complète le graphe interrogé.

Par exemple sur un graphe RDF contenant des informations généalogiques, on pourra par une requête *select* trouver les parents ou grands-parents d'une personne donnée, et par des requêtes *construct* ajouter des relations frère-sœur, cousin-cousine, oncle-neveu, qui ne seraient pas explicitement déclarées dans le graphe initial.

2.5 Applications du Web Sémantique

Mais quelle discipline peut bénéficier du Web Sémantique?

Le Web Sémantique est tout d'abord un stockage massif de données : autrement dit, cette discipline est fortement liée à celle des bases de données. Le RDF permet le stockage de

données et métadonnées, mais aussi la transformation des bases de données relationnelles en triplets. Les modèles ontologiques, qui ne sont que des grandes bases des données, ont cependant l'avantage de permettre la déduction et l'inférence sur les données non explicitement déclarées. Cependant, elles nécessitent encore des efforts pour améliorer la consistance et le passage à l'échelle des méthodes pour leur traitement et interrogation.

De l'autre côté, le Web Mining ("fouille du Web") intensifie actuellement ses efforts afin d'exploiter les techniques de fouille de données pour extraire l'information dans le Web. On parle alors de Web of Data ("Web de données") plutôt que de Web Sémantique, en opposition au Web 2.0 dit "documentaire" ou "des documents", qui n'est qu'un énorme ensemble de documents. Alors que les métadonnées sémantiques améliorent la recherche d'information dans les pages Web, le Web Mining profite des techniques de TAL pour traduire directement les contenus de ces pages pour le peuplement d'ontologies et le liage des données.

2.6 Le Web de données (Linked Data)

Les solutions technologiques principales destinées à soutenir le web sémantique sont maintenant matures. L'évolution vers un web sémantique est donc techniquement possible. Cependant, quelques verrous scientifiques subsistent et freinent encore le déploiement à grande échelle du web sémantique. Le *web de données liées* est une version dégradée du web sémantique, qui contourne ces verrous.

Le *web de données liées* (*Linked Data* ou simplement *web de données*) constitue une approche dégradée, simple et pragmatique des idées du web sémantique ; il consiste en la publication sur le web de jeux de données RDF liés les uns aux autres par l'utilisation de schémas ou de ressources communes. Il peut également être vu comme une étape intermédiaire vers la mise en place du web sémantique.

Le web de données est une initiative du W3C visant à encourager la publication de données structurées reliées entre elles pour augm leur utilité. Il est naturellement construit sur les standards du web sémantique. La méthode de publication de données en accord avec les principes du web de données peut se résumer en quatre principes introduits par Tim Berners-Lee :

1. utiliser des URI pour identifier les choses;
2. les URI doivent utiliser le protocole *http* afin de rendre les ressources accessibles via ce protocole ; on parle d'URI *de référençables*;

3. adapter le format des informations servies en cas de déréférencement d'un URI en fonction de la nature de l'agent à l'origine de la requête ; par exemple, si un humain a effectué cette requête à l'aide d'un navigateur web, les informations sont envoyées sous la forme d'un document HTML, ou s'il s'agit d'un agent logiciel, les informations sont envoyées en RDF;
4. ajouter des liens à des éléments de jeux de données externes en utilisant leurs URI.

En utilisant des URIs HTTP pour identifier des ressources, le protocole HTTP comme mécanisme de recherche, et le modèle de données RDF pour représ les descriptions de ressource, Les Données Liées s'appuient directement sur l'architecture générale du Web [5]. Le Web de données peut donc être considéré comme une couche supplémentaire qui est strictement liée avec le Web de documents classique et possède plusieurs propriétés similaires:

- Le Web de données est générique et peut contenir n'importe quel type de données.
- N'importe qui peut publier des données sur le Web de données.
- Les publieurs de données ne sont pas contraints dans le choix des vocabulaires pour représ des données.
- Les entités sont reliées par des liens RDF, créant un graphe de données global qui s'étend des sources de données et permet la découverte de nouvelles sources de données.

Du point de vue du développement d'applications, le Web de données dispose des caractéristiques suivantes:

- Les données sont strictement séparées des aspects du formatage et de présentation.
- Les données sont auto-descriptives. Si une application consommant de données liées rencontre des données décrites avec un vocabulaire inconnu, l'application peut déréférencer l'URI qui identifie les termes de vocabulaire afin de trouver leur définition.
- L'utilisation du protocole HTTP en tant que mécanisme standardisé d'accès aux données et RDF comme un modèle standardisé de données simplifie l'accès aux données par rapport aux APIs Web, qui se basent sur des modèles de données et interfaces d'accès hétérogènes.

- Le Web de données est ouvert, ce qui signifie que les applications n'ont pas à être implémentées pour un ensemble fixe de sources de données, mais peuvent découvrir de nouvelles sources de données lors de l'exécution en suivant les liens RDF.



Figure 2.4: Recommandation d'application des principes de Linked Data.[7]

2.6.1 Le projet Linking Open Data

Les principes du Web de données se retrouvent appliqués dans Linking Data Project¹². Le projet, fondé en 2007 et supporté par le W3C, a comme objectif d'exploiter les informations contenues dans le Web, en les récupérant des bases de données existantes, en les convertissant au format RDF et en les rendant disponibles sur le Web [7]. Depuis quelques années donc, les efforts de cette communauté ne cessent pas de s'intensifier, ce qui a porté une croissance remarquable des contenus disponibles (cf. Figures 2.5, 2.6). L'évolution rapide est principalement due à la nature open source du projet, permettant à toute communauté d'alim et agrandir les données.

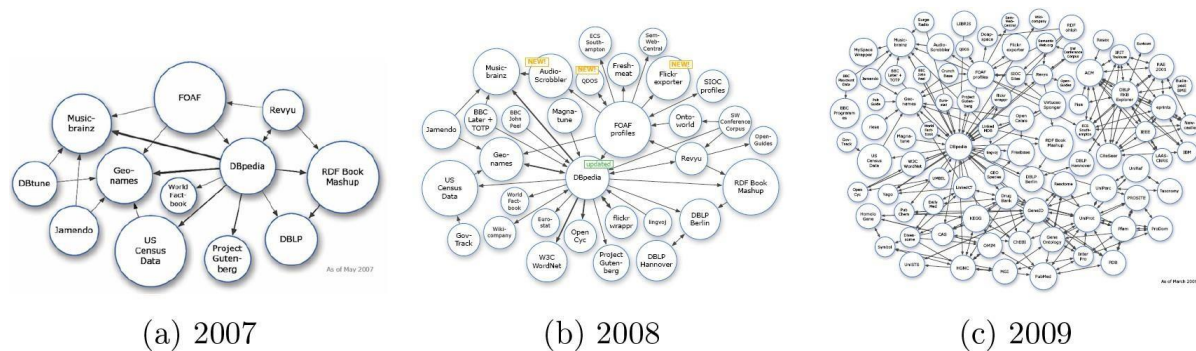


Figure 2.5: Evolution du Web de données[7]

La situation en septembre 2011 comptait plus que 31 milliards de triplets RDF [Bizer et al., 2009a], et 295 bases mises en relation, traitant de domaines différents. DBpedia est le point central du Web des données. Les médias (musique, télévision, film, radio), les données gouvernementales (statistiques, recensements), géographiques, bibliographiques (publications scientifiques ou livres), sciences et médecine, les personnes, les compagnies, les réseaux sociaux, etc. en font partie. Les "connexions" sont exprimées dans le graphe par les arcs entre les datasets : elles peuvent être bidirectionnelles ou unidirectionnelles selon que les liens existent dans les deux bases de données ou pas.

La base de connaissances DBpedia a pris beaucoup d'importance avec le développement du web de données et est au cœur de la toile tissée par les liens entre chaque jeu de données [Auer et al., 2007; Bizer et al., 2009b]. Cette popularité s'explique par la largeur du spectre qu'elle couvre. En effet, DBpedia est le résultat d'efforts universitaires et communautaires d'extraction de données sur la base de Wikipedia. D'autres jeux de données jouent un rôle dans la cohésion du web de données de par l'omniprésence des domaines qu'ils modélisent dans de multiples autres domaines ; par exemple, *FOAF* permet de décrire des personnes, et *Geo-Names* d'exprimer des informations géospatiales. Parmi les autres jeux de données notables, on en dénombre quelques-uns provenant des communautés de recherche en sciences de la vie qui, comme nous l'avons dit plus haut, entretiennent une longue tradition d'exploitation des méthodes de représentation des connaissances. D'autres, construits par la communauté ou par des acteurs privés, ciblent des domaines d'intérêt du grand public, comme la musique pour *Musicbrainz*. Enfin, d'autres encore, plus récents, ont été mis en ligne par des collectivités publiques (états, régions, communes...); ils sont le fruit de courants politiques (principalement dans les pays anglo-saxons) visant à promouvoir la transparence

dans le fonctionnement des organisations publiques et à encourager toute nouvelle idée d'applications exploitant ces données.

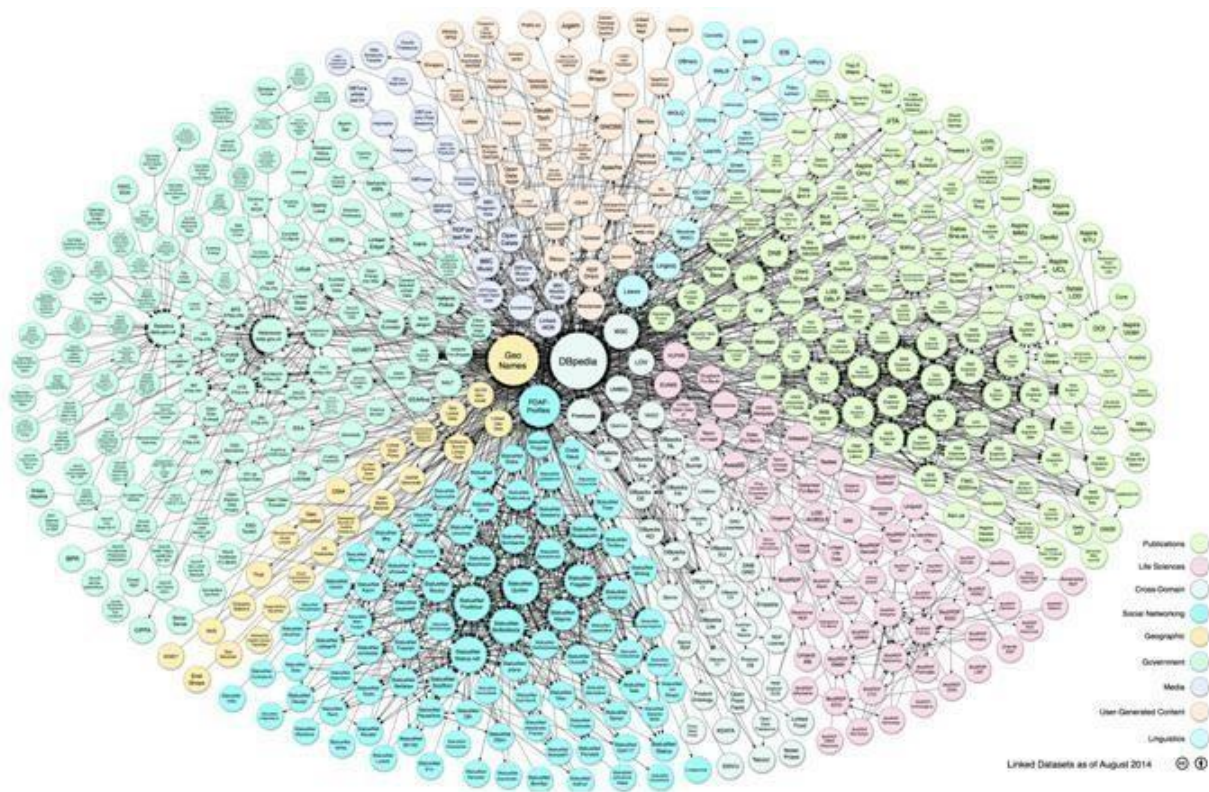


Figure 2.6: Nuage du web de données liées en avril 2014 [7]

L'initiative du web de données a rencontré un franc succès. D'importants projets de recherche nationaux et internationaux, tels que *Linked Open Data 2 (LOD2)* [7] *PlanetData*, *Linked open data Around The Clock (LATC)* ou encore *Datalift*, ainsi que des dynamiques politiques à différentes échelles ont participé à cet engouement.

Ainsi, le web de données a su atteindre une masse critique de données liées les unes aux autres, rendues accessibles de façon uniforme et dans un format commun. Le spectre des applications possibles est immense et commence à peine à être exploré. Cependant, la faible qualité de certaines données accessibles constitue un frein important au développement de telles applications. La plupart des jeux de données sont en effet fondés sur des ontologies très simples qui consistent le plus souvent en une taxonomie de classes ; certains de ces jeux de données sont de simples exports au format RDF de bases de données relationnelles

préalablement existantes. Les propriétés de domaine, de co-domaine et de subsomption de relations sont rarement utilisées ; les autres types d'axiomes sont quasiment inexistantes. Cette pauvreté en connaissances ontologiques limite les possibilités de raisonnements. De plus, les étiquettes sur les éléments de l'ontologie sont régulièrement omises, ce qui complique l'interfaçage avec les utilisateurs. Enfin, certaines données assertionnelles sont incohérentes ou ne respectent pas les schémas sur lesquels elles sont fondées.

2.6.2 La publication de données liées sur le Web

En publiant des données sur le Web selon les principes de données liées, les fournisseurs de données ajoutent leurs données à un espace de données global, qui permet aux données d'être découvertes et utilisées par des applications diverses. Publier un ensemble de données sous forme de données liées sur le Web implique les trois étapes de base suivantes:

1. Attribuer et fournir des URIs pour les entités décrites par l'ensemble des données pour le déréférencement de ces URIs via le protocole HTTP en représentations RDF.
2. Définir des liens RDF vers d'autres sources de données sur le Web, afin que les clients puissent naviguer sur le Web de données comme un tout en suivant les liens RDF.
3. Fournir des métadonnées sur les données publiées, de sorte que les clients peuvent évaluer la qualité des données publiées et choisir entre différents moyens d'accès.

2.6.3 Les outils de publication

Une variété d'outils de publication des données liées a été développée. Les outils soit servent le contenu des entrepôts RDF comme données liées sur le Web ou fournissent des vues de données liées sur les sources de données non-RDF existantes. Les outils protègent les éditeurs de traiter avec les détails techniques tels que la négociation de contenu et s'assurer que les données sont publiées selon les meilleures pratiques de la communauté de données liées. Tous les outils prennent en charge le déréférencement des URI dans les descriptions RDF. En outre, certains outils offrent également un accès de requête SPARQL pour les ensembles de données servis et supportent la publication des décharges RDF. [8]

- **D2R Server.** D2R Server est un outil pour la publication des bases de données relationnelles non-RDF comme données liées sur le Web. En utilisant un langage de correspondance déclaratif, l'éditeur de données définit un alignement entre le schéma

relationnel de la base de données et le vocabulaire RDF cible. Sur la base de l'alignement, le serveur D2R publie une vue de données liées sur la base de données et permet aux clients d'interroger la base de données via le protocole SPARQL.

- **Virtuoso Universal Server.** Le serveur Virtuoso OpenLink fournit pour servir des données RDF via une interface de données liées et un point de terminaison SPARQL. Les données RDF peuvent être stockées directement dans Virtuoso ou peuvent être créées à la volée à partir des bases de données relationnelles non-RDF à la base d'un alignement.
- **Pubby.** Le serveur Pubby peut être utilisé comme une extension à n'importe quel entrepôt RDF qui supporte SPARQL. Pubby réécrit les requêtes d'URI en requêtes SPARQL DESCRIBE sur l'entrepôt RDF sous-jacent. En plus de RDF, Pubby fournit également une vue HTML simple sur l'entrepôt de données et prend en charge la gestion des redirections 303 et la négociation du contenu entre les deux représentations.
- **OAI2LOD Server.** OAI2LOD est un wrapper de données liées pour les serveurs de documents qui supportent le protocole OAI-RMH des archives ouvertes.

2.6.4 Les applications de Données Liées

Avec des volumes importants de données liées publiées sur le Web, de nombreux efforts sont en cours pour la recherche et la création des applications qui exploitent ce Web de données. Actuellement ces efforts peuvent être classés en trois catégories: les navigateurs des données liées, les moteurs de recherche de données liées, et les applications de données liées spécifiques à un domaine. Dans la section suivante, nous examinerons chacune de ces catégories.

2.6.4.1 Les Navigateurs de données liées

Comme les navigateurs Web traditionnels permettent aux utilisateurs de naviguer entre les pages HTML en suivant les liens hypertextes, les navigateurs de données liées permettent aux utilisateurs de naviguer entre les sources de données en suivant les liens exprimés en triplets RDF. Par exemple, un utilisateur peut voir la description RDF de DBpedia de la ville de Birmingham (Royaume-Uni), suivre un lien 'birthplace' vers la description du comédien Tony

Hancock (qui est né dans la ville), et à partir de cela vers l'avant dans des données RDF des émissions décrivant la BBC dans lesquelles Hancock s'est tenu le premier rôle. Le résultat est que l'utilisateur peut commencer la navigation dans une source de données et progressivement traverser le Web en suivant des liens RDF plutôt que HTML. Parmi les navigateurs existant on peut citer *Tabulator* et *Marbles*.

2.6.4.2 Moteurs de recherche et index des données liées

Dans le Web hypertexte traditionnel, la navigation et la recherche sont souvent considérées comme les deux modes d'interaction dominants. Bien que les navigateurs fournissent les mécanismes pour naviguer l'espace d'information, les moteurs de recherche sont souvent l'endroit où ce processus de navigation commence. Un certain nombre de moteurs de recherche ont été développés qui analysent les données liées à partir du Web en suivant les liens RDF, et fournissent des capacités d'interrogation sur les données agrégées. D'une manière générale, ces services peuvent être divisés en deux catégories: moteurs de recherche orientés humain, et index orientés applications.

- **Moteurs de recherche orientés humain :**

Les moteurs de recherche tels que *Falcons* [6] et *SWSE* [7] fournissent des services de recherche orientés mots-clés vers les utilisateurs humains, et suivent un paradigme d'interaction similaire aux leaders existants du marché, tels que Google et Yahoo. Les utilisateurs sont présentés avec une boîte de recherche dans laquelle ils peuvent entrer des mots clés relatifs à l'élément ou le sujet dans lequel ils sont intéressés, et l'application retourne une liste de résultats qui pourraient être pertinents à la requête.

- **Index orientés applications :**

Bien que SWSE et Falcons fournissent des capacités de recherche orientées humains, une autre race de services a été développée pour répondre aux besoins des applications construites au sommet de données liées distribuées. Ces index orientés applications, tels que *Swoogle*, *Watson* fournissent des API à travers lesquels les applications de données peuvent découvrir des documents RDF sur le Web qui font référence à un certain URI ou contiennent certains mots clés.

- **Applications spécifiques aux domaines :**

Bien que les navigateurs de données liées et moteurs de recherche décrits ci-dessus fournissent largement les fonctionnalités génériques, un certain nombre de services ont été développés qui offrent des fonctionnalités plus spécifiques au domaine par le broyage des données provenant de diverses sources de données liées.

3. E-Learning :

Plusieurs termes sont utilisés pour traduire le terme Anglais **E-Learning**. Les termes corrects sont **apprentissage en ligne**, **apprentissage virtuel** et **apprentissage électronique**. Parfois certains emploient le terme **E-formation**, un calque de l'anglais.

- "Le **e-Learning** est un processus d'apprentissage à distance s'appuyant sur des ressources multimédias, qui permet à une ou plusieurs personnes de se former à partir de leur ordinateur. Les supports multimédias utilisés peuvent combiner du texte, des graphismes en 2 ou 3 dimensions, du son, de l'image, de l'animation et même de la vidéo."

- "Mode d'apprentissage basé sur l'utilisation des nouvelles technologies, permettant l'accès à des formations en ligne, interactives et parfois personnalisées, diffusées par l'intermédiaire d'internet, d'un intranet ou autre média électronique, afin de développer les compétences, tout en rendant le processus d'apprentissage indépendant de l'heure et de l'endroit." Aujourd'hui, le e-Learning est lié spécialement à deux secteurs :

Des universités qui offrent des alternatives de formation à distance. Des grandes entreprises qui l'utilisent avec le KM (Knowledge Management ou management des connaissances) pour former et actualiser les connaissances de ses employés de manière plus rapide.

. L'apprentissage est indépendant du temps et du lieu ;

.Permet une réduction des coûts (déplacement, hébergement...);

.C'est un moyen trop aisé pour des personnes qui n'ont pas la possibilité de se déplacer facilement

.L'acquisition des connaissances est permise pour n'importe quelle personne quelqu'il soit son âge ou son niveau (ses compétences techniques) à condition qu'elle possède les outils de cette technologie

.Chacun devient responsable de son apprentissage (personnaliser la formation) ;

.Avoir un nombre non limité d'apprenants ; Une meilleure assimilation des connaissances (le suivi de l'apprenant est personnalisé) ; Élargir les conditions d'accès des publics { la formation ;

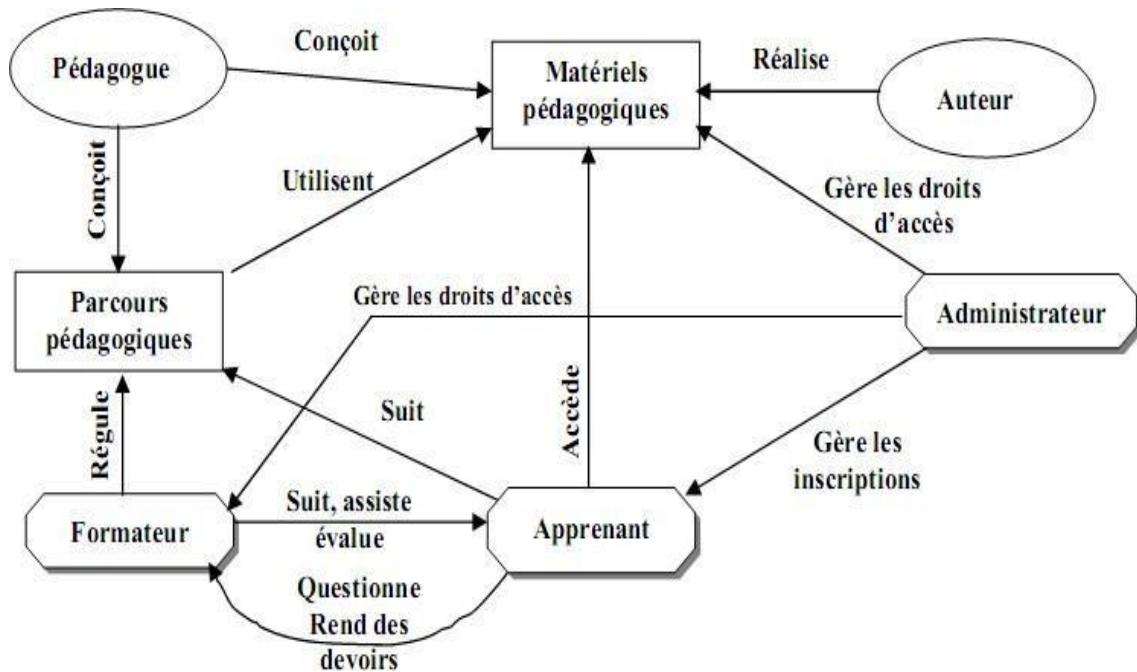
3.1. Les plates formes E-Learning :

La plate-forme est un outil de diffusion et de gestion des connaissances, associant des contenus de cours à des moyens de communication, des outils d'entraînement et d'évaluation. Les plateformes sont très nombreuses et offrent un choix très varié de services pour les usagers. Parmi les acteurs d'une plate forme : le formateur, l'apprenant, et l'administrateur qui est le responsable de la plate-forme de e-Learning. Il gère les comptes utilisateurs, les groupes, les connaissances du domaine d'enseignement et leurs mises à jour.

La plate-forme de e-Learning est l'élément central d'un système de formation { distance. Ses principales fonctions sont :

- Diffusion du contenu pédagogique.
- La construction des parcours de formation personnalisés.
- La gestion des évaluations des apprenants.
- Le suivi et l'assistance individuelle des enseignants aux apprenants dans leurs progressions ;
- La gestion administrative des apprenants.

La figure suivante illustre un schéma général des plates formes pour la formation à distance.



⬡ : Accès en lecture et en écriture.

○ : Accès en lecture.

□ : Ressources.

Figure 3: Schéma général des plates formes pour la formation à distance[9]

- **l'enseignant pédagogue** : chargé de concevoir le matériel pédagogique des cours et crée les parcours pédagogiques de son enseignement.
- **L'auteur(concepteur informatique)** : ou l'enseignant lui-même, réalise les médias (texte, image, etc.).
- **Le formateur (tuteur)** : effectue un suivi du travail des apprenants (évaluation, temps de parcours, etc.), ainsi qu'une assistance dans l'apprentissage de ces derniers. Il peut éventuellement réguler leurs parcours pédagogiques.
- **L'apprenant** : consulte en ligne outélécharge les contenus qui lui sont recommandés, organise son travail, effectue des exercices, s'auto-évalue et transmet des travaux au tuteur qui les évalue.
- **L'administrateur** : installe et assure la maintenance du système, s'occupe de l'inscription des apprenants, gère les accès et les droits aux ressources pédagogiques.

L'enseignant et l'apprenant communiquent individuellement ou en groupe, créent des thèmes de discussion et collaborent pour produire des documents communs.

3.2. Apport du web sémantique au domaine du e-learning :

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

Le Web sémantique permet le développement des ontologies et l'annotation des ressources d'apprentissage, son utilisation devient très utile et adéquate pour implémenter un système e-learning.

Pour la réalisation des exigences du e-learning nous pouvons bénéficier des avantages du Web sémantique. Le tableau suivant, traduit les travaux de, montre cet apport :

Exigences	e-learning	Web Sémantique
Livraison (Delivery)	Traction-l 'étudiant détermine l'ordre du jour.	Les supports d'apprentissage (éléments de connaissances) sont distribués sur le web, mais ils sont généralement indexés par des ontologies communes. Cela permet la construction d'un cours spécifique { l'utilisateur, en utilisant des requêtes sémantiques sur les sujets qui il l'intéresse.
Capacité à Répondre (Responsiveness)	Réactionnaire - répond au problème actuel.	Les agents logiciels sur le web sémantique peuvent utiliser un langage de service commun, qui permet la coordination entre les agents et la livraison proactive de supports d'apprentissage dans le contexte des problèmes réels. L'idée est que chaque utilisateur ait son propre agent personnalisé qui communique avec d'autres agents.

Accès (Access)	Non linéaire - permet l'accès direct aux connaissances dans n'importe quel ordre donnant un sens à la situation actuelle.	L'utilisateur peut décrire la situation actuelle (but de l'apprentissage, connaissances précédentes...) et exécuter des requêtes sémantiques pour le support d'apprentissage approprié. Le profil d'utilisateur est également pris-en considération. L'accès aux connaissances peut être augmenté par une navigation sémantiquement définie.
Symétrie (Symmetry)	Symétrique –l'apprentissage apparaît comme une activité intégrée	Le Web Sémantique offre le potentiel de devenir une plate-forme intégrée pour tous les processus économiques dans une organisation, y compris les activités d'apprentissage.
Modalité (Modality)	Continu – l'apprentissage se déroule en parallèle avec les tâches professionnelles et ne s'arrête jamais.	La livraison active d'information (basée sur les agents personnalisés) crée un environnement d'apprentissage dynamique qui est intégré dans les processus économique.
Autorité (Authority)	Distribué- le contenu se construit à partir des interactions des participants et des enseignants.	Le Web Sémantique doit être décentralisé le plus possible. Cela permet une efficace gestion coopérative du contenu.
Personnalisation (Personalization)	Personnalisé- le contenu est déterminé en fonction des besoins individuels de l'utilisateur et vise { satisfaire les besoins de chaque utilisateur.	L'utilisateur, en utilisant son agent personnalisé, recherche le support d'apprentissage adapté { ses besoins. L'ontologie est le lien entre les besoins d'utilisateur et les caractéristiques du support d'apprentissage.
Adaptativité (Adaptivity)	Dynamique - le contenu change constamment à travers les entrées de l'utilisateur : ses expériences, ses nouvelles pratiques, ses règles de travail et l'heuristique, etc.	Le Web Sémantique permet l'utilisation de connaissances distribuées délivrées sous diverses formes, avec des annotations sémantiques du contenu. La nature distribuée du Web Sémantique permet une amélioration continue des supports d'apprentissage.

Table 01 : Web Sémantique et E-learning

2.7 Conclusion

Le web sémantique s'inscrit dans l'architecture du web classique et repose sur une pile de technologies qui ont désormais atteint un stade de maturité suffisant pour permettre son déploiement à grande échelle.

Les principes et les pratiques de données liées ont été adoptés par un nombre croissant de fournisseurs de données, résultant la création d'un espace de données mondiale sur le Web contenant des milliards de triplets RDF. Juste comme le Web a provoqué une révolution dans la publication et la consommation de documents, les données liées ont le potentiel pour permettre une révolution dans la façon dont les données sont accessibles et utilisées.

Dans ce chapitre, nous avons introduit des généralités sur le Web sémantique et les progrès vers la réalisation de sa vision ainsi que les différentes briques technologiques qui le compose, ensuite nous avons fait l'état des lieux du déploiement du web sémantique via le web de données et nous avons présenté un aperçu des principales caractéristiques des données liées, les activités et les résultats des efforts de la communauté pour appliquer les principes de données liées aux données publiées sous des licences ouvertes.

Chapitre 2

Analyse et conception d'un système d'apprentissage basé sur linked data

L'Analyse et la conception sont les phases clés dans le cycle de développement d'un logiciel et de la réussite d'un projet. Ce chapitre se compose de deux phases, la première étape est la conception et la production du système, et la deuxième partie consiste à réaliser une ontologie de web sémantique et à transformer la requête SPARQL en une question dans le langage naturel. L'objectif est de trouver et d'installer une nouvelle technologie pour faciliter l'apprentissage de T'apprenant. Ainsi dans ce chapitre nous présentons les étapes d'analyse et de conception qui ont menés à la réalisation de ce projet.

1. Phase 01 : Analyse des besoins :

Analyse du besoin n'est pas complexe à comprendre, elle fait appel au bon sens, toutefois Sa mise en œuvre repose sur un enchaînement qu'il faut respecter. Si on veut aboutir à un résultat satisfaisant et compréhensible par tous. Dans cette section, nous allons identifier un ensemble de besoins fonctionnels indispensables pour tous les acteurs, mais aussi des besoins non fonctionnels.

1.1. Besoins fonctionnels :

Les besoins fonctionnels se rapportent aux fonctionnalités que doit fournir l'application pour satisfaire les attentes des utilisateurs.

1.2. Besoins non-fonctionnelles :

Les besoins non fonctionnels sont indispensables et permettent l'amélioration de la qualité de l'application. En effet cette dernière doit aussi répondre aux exigences ci-dessous :

- Le système doit être convivial et intuitif, facile dans la navigation. L'intégrité du système : les informations ne peuvent être modifiées que par les personnes qui sont autorisés
- La sécurité : le système doit disposer d'un minimum de sécurité.

- Les Système doit être extensible pour mettre des améliorations futures.
- L'application doit pouvoir s'adapter aux différent terminaux (mobile, desktop, ...).

2. Spécifications fonctionnelles :

2.1. Diagramme de cas d'utilisation :

Les diagrammes de cas d'utilisation sont des diagrammes UML utilisés pour donner une vision globale du comportement fonctionnel d'un système logiciel. Ils sont utiles pour des présentations auprès de la direction ou des acteurs d'un projet, mais pour le développement, les cas d'utilisation sont plus appropriés. Un cas d'utilisation est une unité cohérente représentant une fonctionnalité visible de L'extérieur. Il modélise un service rendu par le système, sans imposer le mode de réalisation de ce service. Ils permettent de décrire l'interaction entre l'acteur et le système. L'idée forte est de dire que l'utilisateur d'un système logiciel a un objectif quand il use Te système. Composé par : des acteurs sont des entités externes qui interagissent avec le Système, comme une personne humaine ou un robot. Une même personne (ou robot) peut être plusieurs acteurs pour un système. On reconnaitre 4 catégories :

Les acteurs principaux (ex: Visiteur, Étudiant , Enseignant, .etc.),

Les acteurs secondaires (ex: Administrateur..etc.),

Le matériel externe (ex : imprimante, ...etc.),

Les autres systèmes (ex: serveur, .etc.).

- Les Acteurs de notre système sont:

➤ **Enseignant :**

C'est l'acteur qui a le droit de faire toutes les actions affecté aux Étudiants ou Enseignants

(Annotations, documents pédagogies, annonces, affichage,, etc.), plus la gestion des cspaces

Enseignant, la vérification et la validation en ligne.

➤ **Étudiant :**

Cet acteur peut consulter, connecté, discuter, et Suivre le déroulement d'avancement (cours,

annoter, faire des tests on ligne..., etc.)

➤ **Visiteur :**

Il a le droit de consulter les différents pages qui sont existées (visite panoramique) en tant que

Visiteur n'a pas possibilité d'accéder à certain fonctionnalité (cours, etc.).

❖ **Description détaillée des diagrammes de cas d'utilisation :**

a. Gestion des Enseignants :

La figure 4.1 présente le diagramme de cas d'utilisation des enseignants,
Tel que :

- a. Naviguer sur les pages permises.
- b. Déposer les cours (documents pédagogie : ajouter, modifier, supprimer).
- c. Ajouter groupe des apprenants.
- d. Publier des annonces de cours.
- e. Afficher les annotations personnelles ou partagés par groupe.
- f. Assister a forums.
- g. Se Connecté.

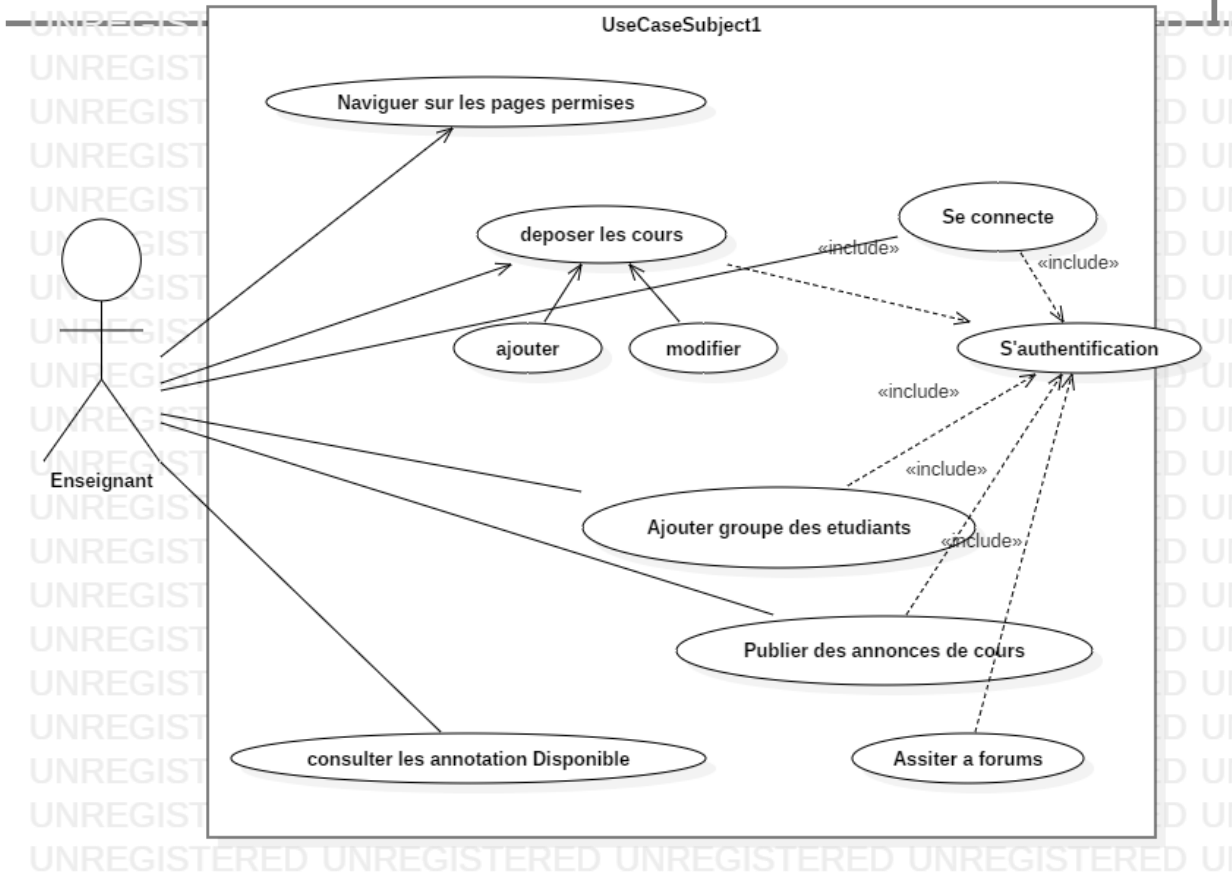


Figure 4.1: Diagramme de séquence Enseignant

b. Gestion des étudiants :

La figure 4.2 présente le diagramme de cas d'utilisation des étudiants , Tel que :

- h. Naviguer sur les pages permises.
- i. Consulter les documents pédagogie
- j. Afficher les DP
- k. Afficher les annotation Partage
- l. Accès a la bibliothèque sémantique .
- m. Se Connecté.

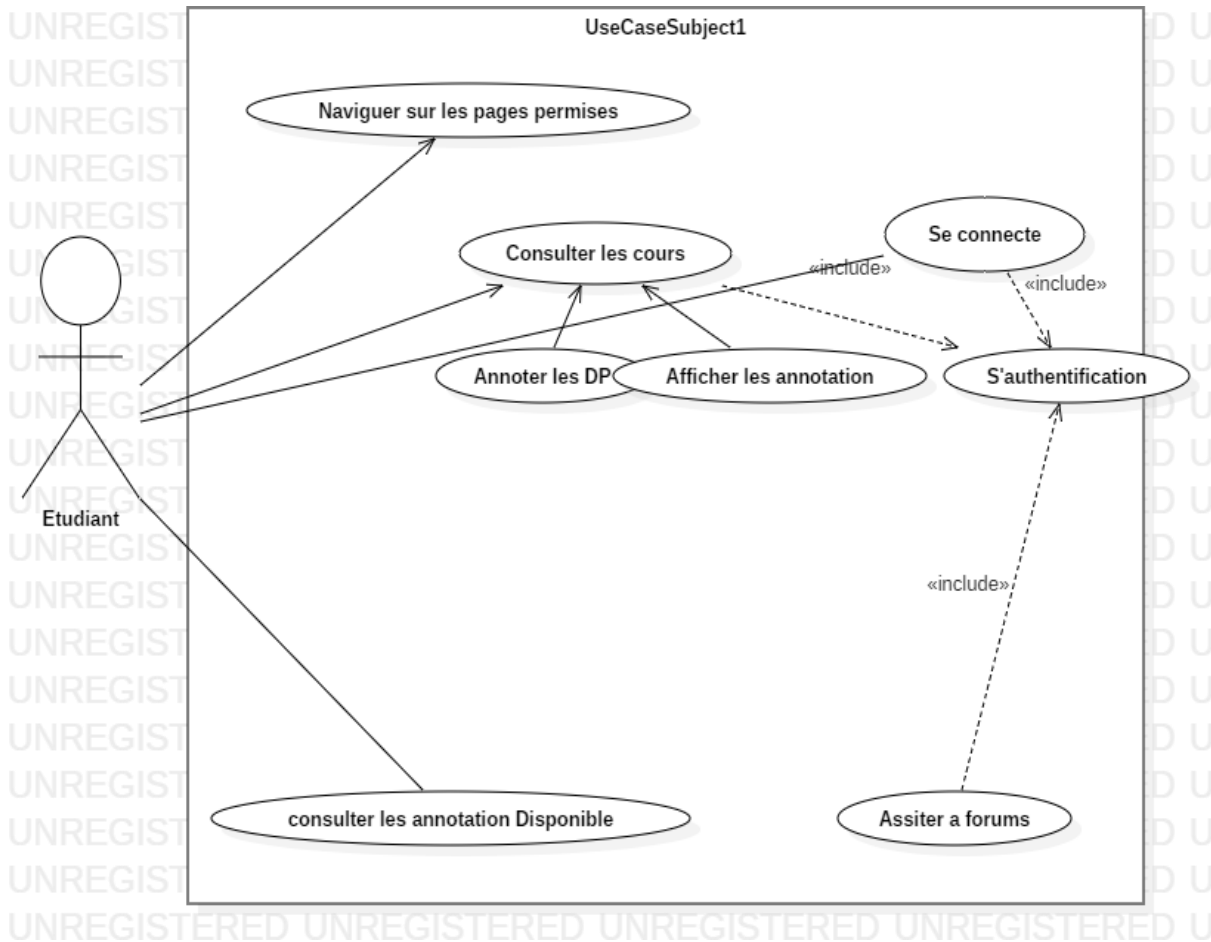


Figure 4.2: Diagramme de séquence étudiant

c. Gestion des Visiteurs :

La figure 4.3 présente le diagramme de cas d'utilisation des Visiteurs, Tel que :

- n. Consulter les pages.
- o. Consulter les Annonces
- p. Contacter l'admin

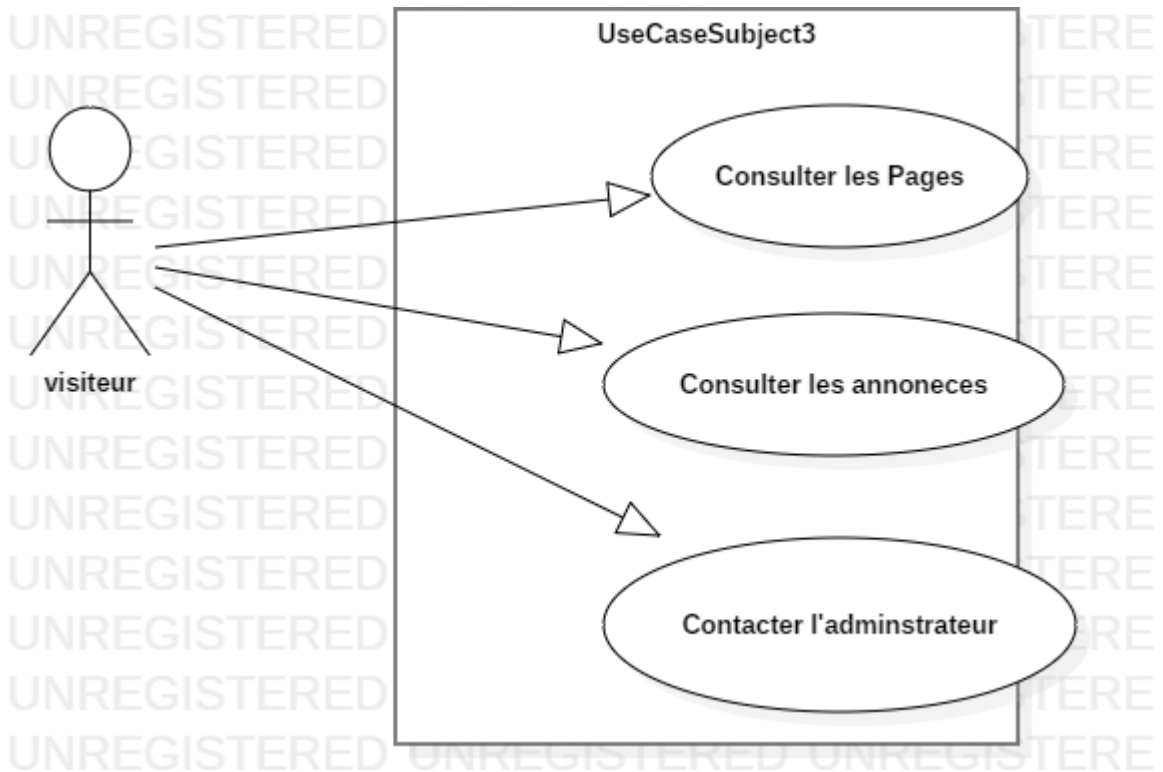


Figure 4.3: Diagramme de séquence visiteur

2.2. Diagramme d'activité :

Un diagramme d'activité permet de modéliser un processus interactif, global ou partiel pour un système donné (logiciel, système d'information). Il est recommandable pour exprimer une dimension temporelle sur une partie du modèle, à partir de classe sous de cas d'utilisation. Le diagramme d'activité est une représentation proche de l'organigramme ; la description d'un cas d'utilisation par un diagramme d'activité correspond à sa traduction algorithmique. Une activité est l'exécution d'une partie du cas d'utilisation, elle est représentée par un rectangle aux bords arrondis. Le diagramme d'activité est sémantiquement proche des diagrammes de communication (Appelés diagramme de collaboration en UML), ou d'état-transitions, ces derniers offrant une vision microscopique des objets du système. Description détaillée des diagrammes d'activité :

❖ Diagramme d'activité des acteurs (étudiants , enseignants) :

La Figure 4.4 présente le diagramme d'activité des Acteurs (gestion de connexion, inscription l'annotation), Tel que L'enseignant et L'apprenant accèdent aux E-Learning. Ils demandent la connexion. S'ils sont inscrits ils vont entrer ses informations (Nom d'utilisateur et mot de passe) pour commencer la connexion sur le site. Sinon, ils vont demander une inscription.

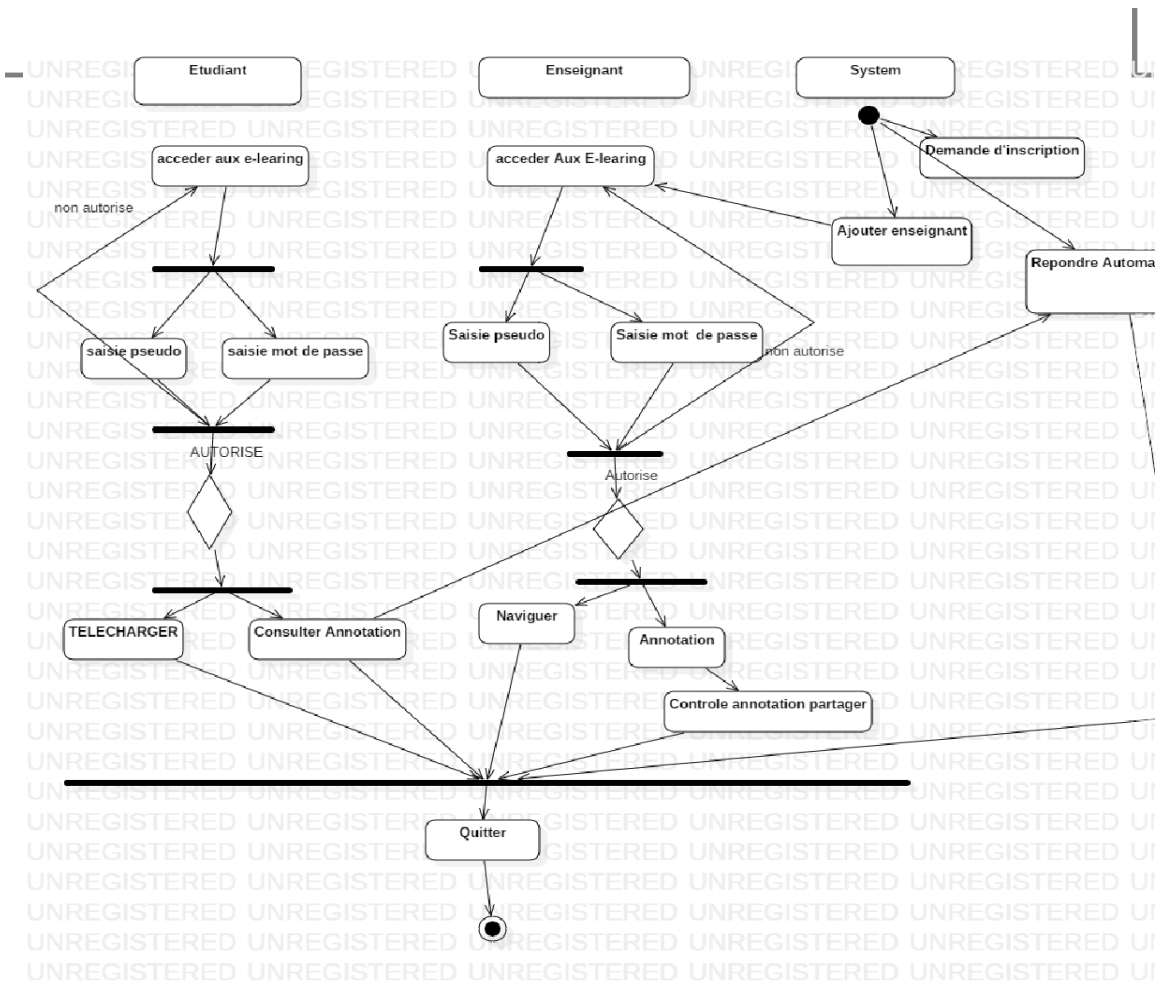


Figure 4.4: Diagramme d'activité

b. Gestion des Enseignants

La figure 4.4 présente le diagramme de classe des enseignants, Tel que: Chaque enseignant est caractérisé par (Id, Nom, Prénom, Date de naissance, username, Spécialité, E-mail, mot de passe) Règles de gestion: Un enseignant a un est une seule connexion (login), et une connexion peut caractériser un ou plusieurs enseignants. Enseignant a une seule spécialité, et une spécialité peut être concerné plusieurs enseignants.

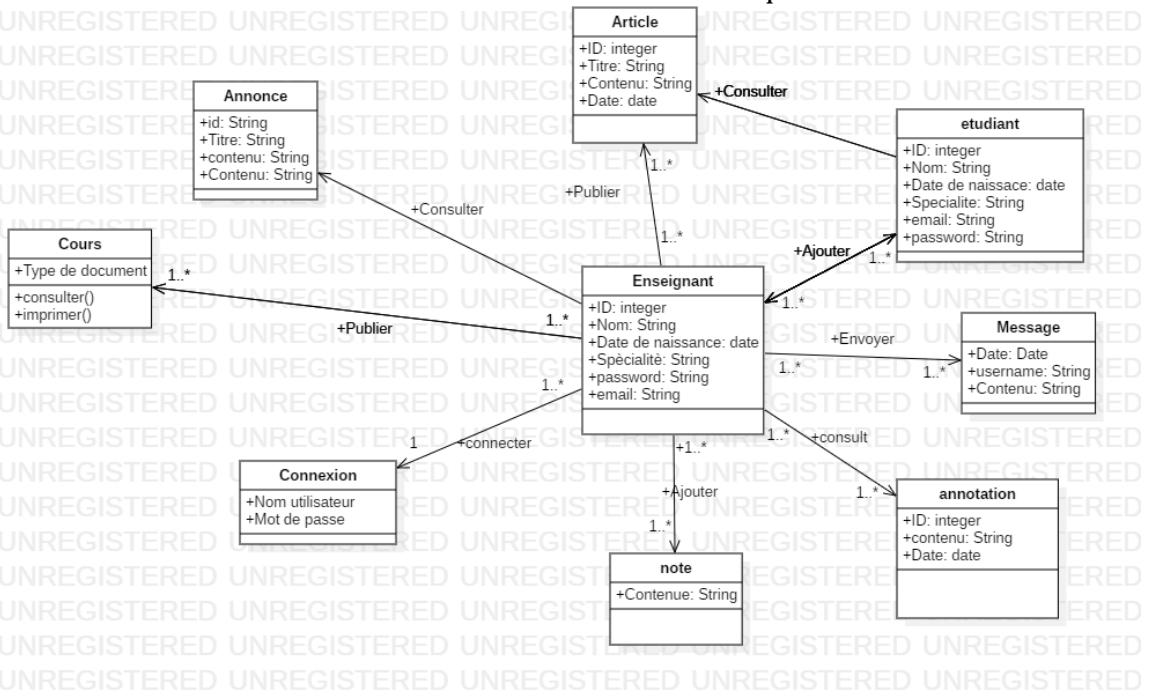


Figure 4.5: Diagramme de classe

2.3.2. Diagramme de séquence :

Les diagrammes de séquence expriment les interactions qui surviennent dans une séquence Temps. En particulier ils montrent la participation d'objets dans les interactions et les Messages qu'ils échangent dans un intervalle de temps. Ils ne montrent pas les associations Entre objets. Les composants de ces diagrammes sont: ligne de vie, acteur, objets, message, action. Description détaillée des diagrammes de séquence:

a. Gestion des étudiants : La figure 4.7.1

Présente le diagramme de séquence des Étudiants, Tel que:

L'apprenant accéder au page permise et demande la page connexion.

L'apprenant demande la page connexion Serveur lui affichera boîte de connexion.

L'apprenant entrer ses informations.

- ❖ Serveur envoi donnée au système.
- ❖ Système vérifier les données.
- ❖ Système retourner a la page de connexion qu'il y a une erreur, Système vérifier les données et lui donnera l'autorisation de consulte Cours.
- ❖ L'apprenant consulter les documents pédagogiques.
- ❖ Le serveur envoyé la demande II lui accepté.
- ❖ L'apprenant consulter la vidéo et annoter Serveur envoi les annotations au système.
- ❖ Système affichera les réponses d'annotations L'apprenant déconnecté.

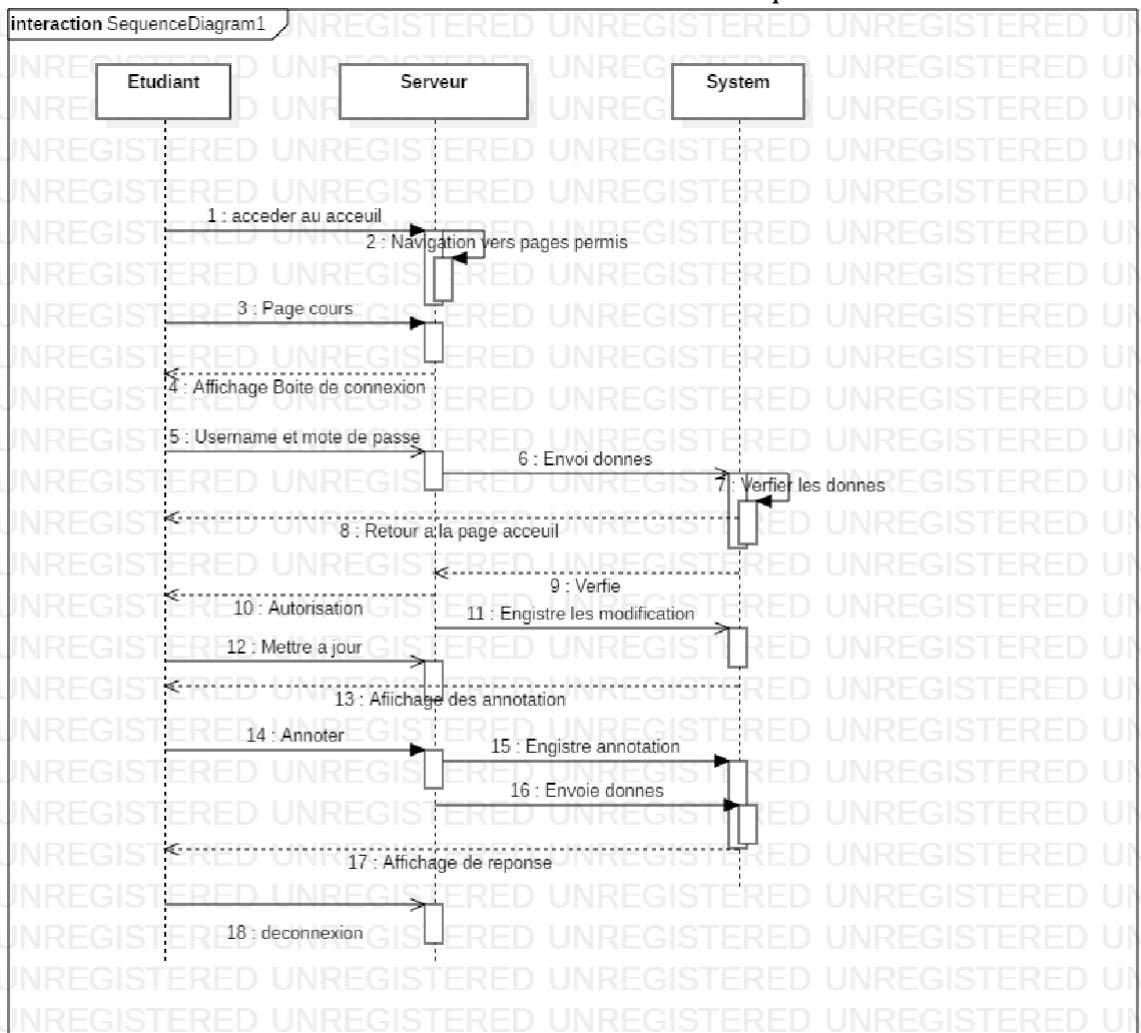


Figure 4.7.1: Diagramme de séquence etudiant

b. Gestion d'enseignant:

La figure 4.8 présente le diagramme de séquence des enseignants, Tel que :
L'enseignant accéder aux pages permises et demande la page connexion.

- ❖ L'enseignant demande la page connexion Serveur lui affichera boite de connexion.
- ❖ L'enseignant entrer ses informations. Serveur envoi donnée au système.
- ❖ Système vérifier les données.
- ❖ Système retourner a la page de connexion qu'il y a une erreur.
- ❖ Système vérifier les données et lui donnera l'autorisation de consulter le cours.
- ❖ L'enseignant mettre a jour les documents pédagogies.
- ❖ Le serveur enregistré les modifications.

- ❖ Système affichera les annotations des apprenants.
- ❖ L'enseignant annote.
- ❖ Serveur enregistré les annotations.
- ❖ Système affichera les annotations personnelles.
- ❖ L'enseignant déconnecte.

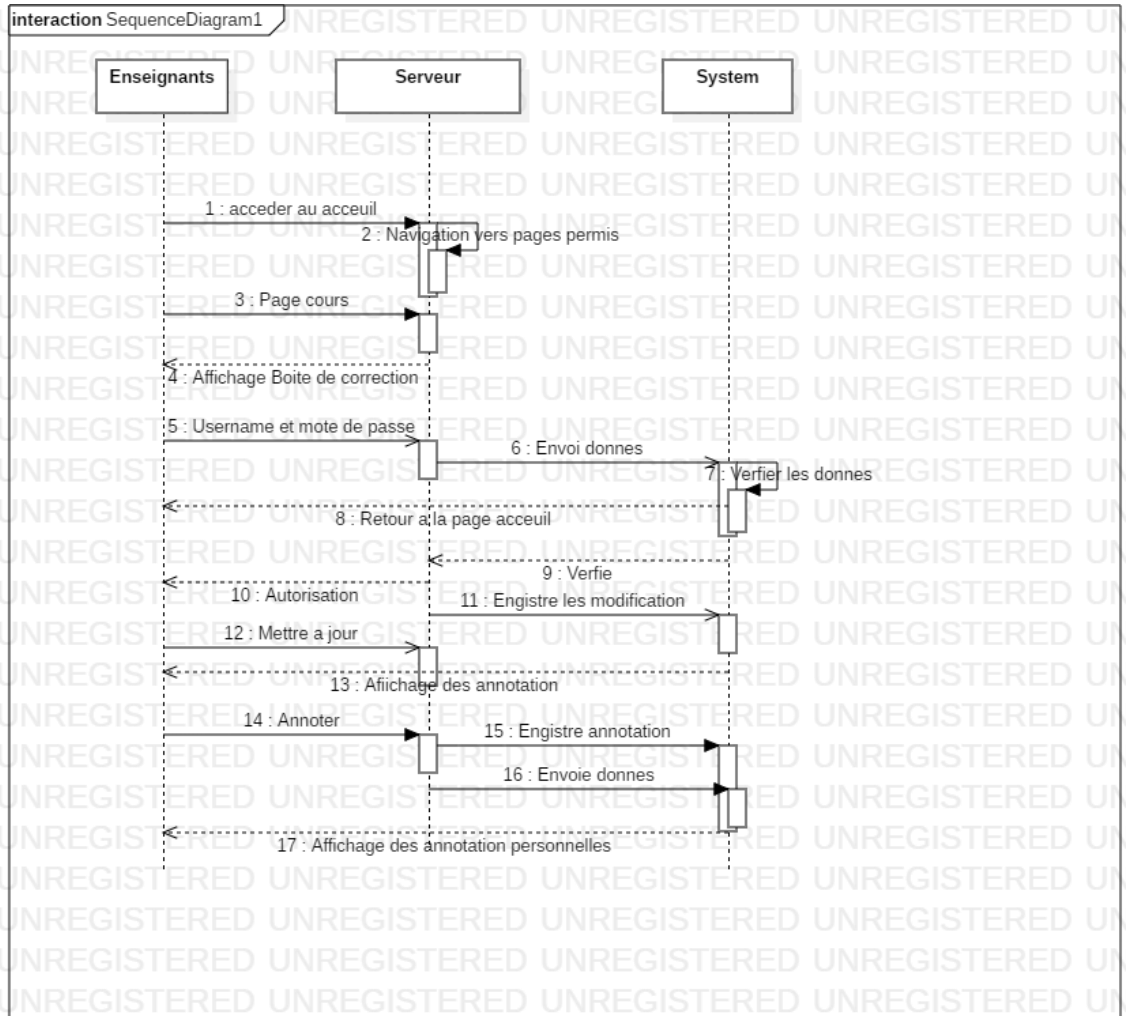


Figure 4.8: Diagramme de séquence enseignant

La figure 4.9 représente l'architecture globale du système. Nous présentons les trois interfaces de notre application, une interface d'enseignant, interface de visiteur et interface d'apprenant.

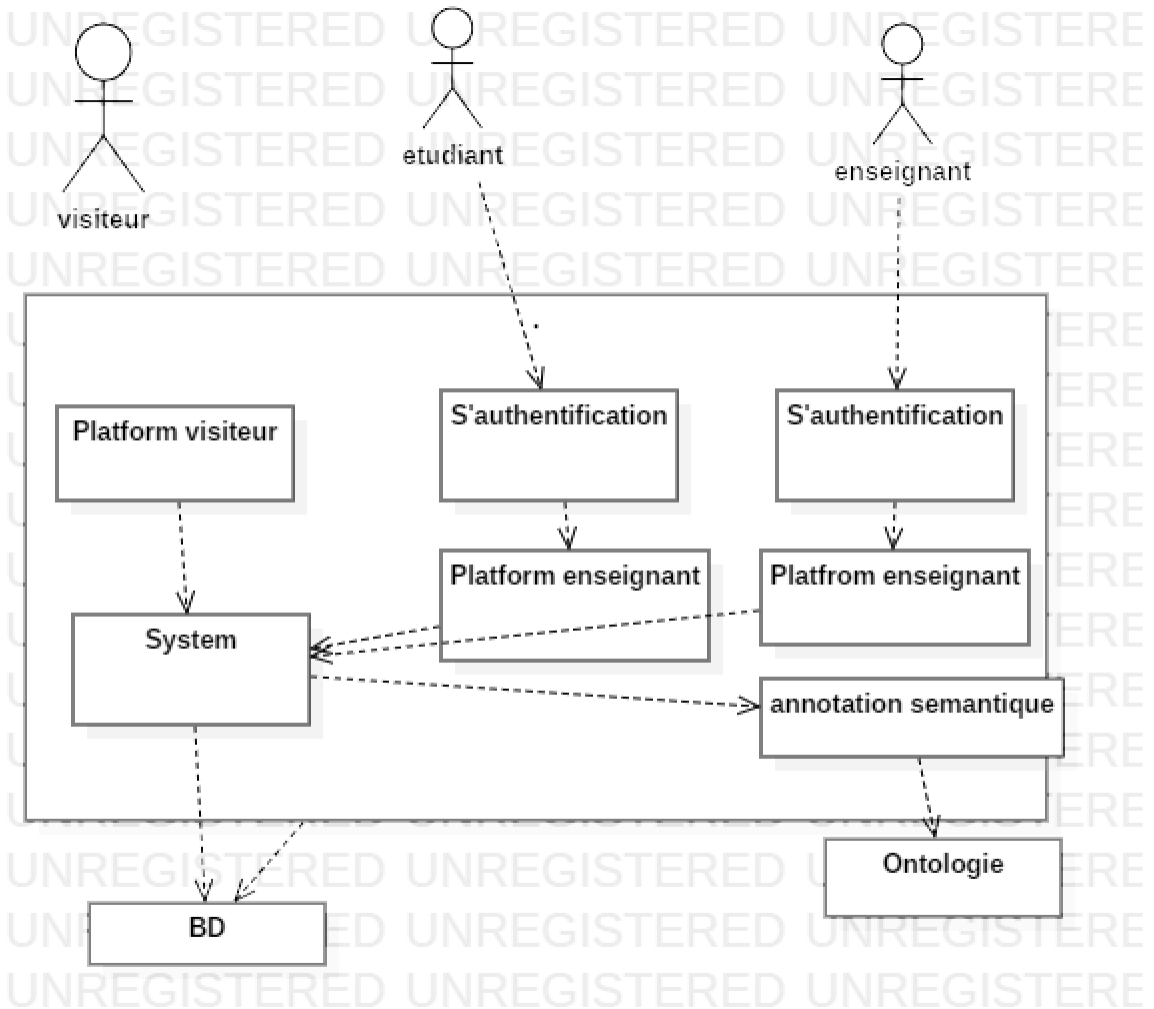


Figure 4.9: Architecture d'application

4. Conception de la base de données:

4.1. Modèle conceptuel de données:

Le modèle conceptuel des données (MCD) a pour but de repérer de façon structurée les données qui seront utilisées par le système d'information. Le modèle conceptuel des données décrit la sémantique c'est à dire le sens attaché à ces données et à leurs rapports et non à l'utilisation qui peut en être faite. On établit le MCD après avoir recensé et donné un nom à l'ensemble des données du domaine étudié. Ensuite on étudie les relations existantes entre.

ces données (les dépendances fonctionnelles), pour aboutir au MCD

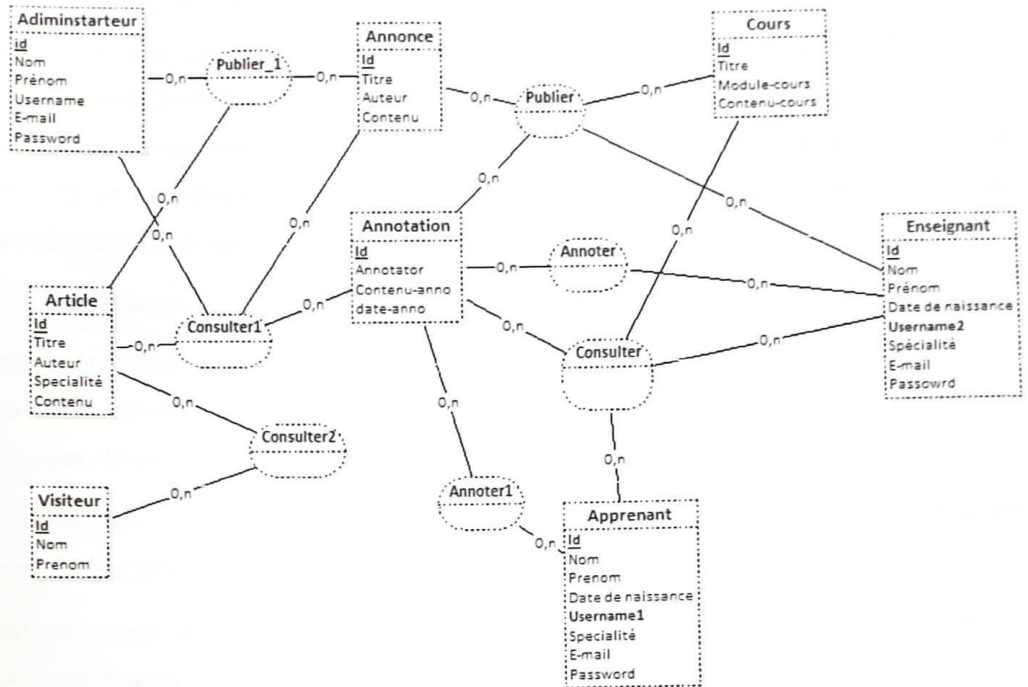


Figure 4.9.1: gestion de contenu

5.Phase 2 : l'ontologie et l'annotation sémantique

A Ce stade, nous expliquons et analysons le cœur de notre projet, qui est des indications récentes a travers l'ontologie, et nous en avons déjà parlé dans le premier chapitre et expliquons ses Fondements, et à partir d'ici nous réalisons notre projet, qui est de donner des leçons à l'apprenant le plus facilement possible avec la technologie sémantique et d'utiliser des commentaires Sémantiques comme coordinateur de l'étude et demander le système selon la langue Demande SPARQL; Et en le reliant à une question du langage naturel, nous avons donc facilite l'apprentissage des cours par l'élève .

5.1. L'ontologie :

L'ontologie du domaine et fonctionnelle et orientée objet, elle est utilisé pour repérés le domaine informatique de cours Algorithme 2 « Langage C» sous forme de base de Connaissances elle présente les concepts-clés, les attributs, les instances relatifs au domaine. Les concepts sont organisés dans un graphe dans les relations peuvent être des relations sémantiques et/ou des relations de composition et d'héritage (au sens objet). Pour réaliser ce type d'ontologie, il existe des éditeurs de structure de base de connaissance le plus utilisé est

Protégé. Il est implémenté à partir d'une plateforme Java J2EE, et ils peuvent être exportée dans les formats : RDF(S), OWL et XML schémas.

5.1.1. Les étapes de création d'ontologie :

Lancer Protégé et vous devriez obtenir une configuration semblable à la prochaine figure qui utilise le Look & Feel Protégé qui peut différer légèrement sur différentes plateformes (on peut le modifier via le menu Window). Pour ce tutoriel, vous pouvez ignorer les mises à jour de plug-in offertes au lancement du programme. Sur Windows : il faudra peut-être autoriser le lancement d'une application venant d'un développeur non enregistré en passant par les Préférences Système dans la section Sécurité et confidentialité. Définir l'Ontologie IRI pour un URI qui vous ressemble. Dans le menu système File/Save, indiquer le format de sauvegarde de l'ontologie, je suggère RDF/XML et l'endroit sur votre disque où sera conservée l'ontologie. En principe, votre écran devrait ressemblera celui-ci:

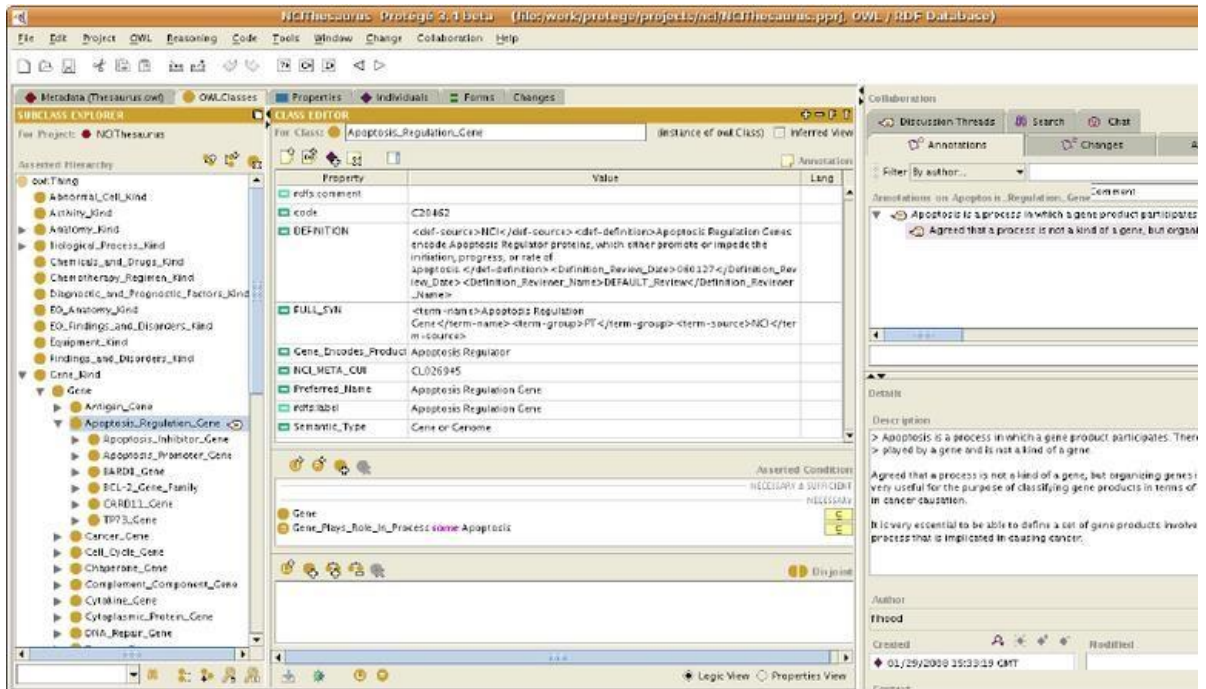


Figure 5.0: Interface de protégé

a) Définition des classes: Dans l'onglet Entités, choisir le sous-onglet Classes. Cliquer sur le mot owl:Thing dans la vue Class hiérarchie qui est la racine de toutes les classes que nous allons créer. En appuyant sur le premier bouton en haut à gauche de cette vue, un dialogue

apparaît qui permet de créer une classe qui sera un enfant de la classe sélectionnée. On peut ainsi définir des sous-classes. Le deuxième bouton permet de créer une classe sœur de la classe sélectionnée. Le troisième bouton détruit la classe sélectionnée ainsi que ses sous-classes. Faire de même pour créer la hiérarchie des classes dont les noms sont en gras dans la liste des énoncés ci-haut pour obtenir une figure semblable à celle-ci (ne pas tenir compte de l'ordre des classes et sous-classes). Ne définira ici que les noms des classes et leur hiérarchie, sans tenir des autres types de contraintes pour le moment. Représenter dans la **figure 5.1**.

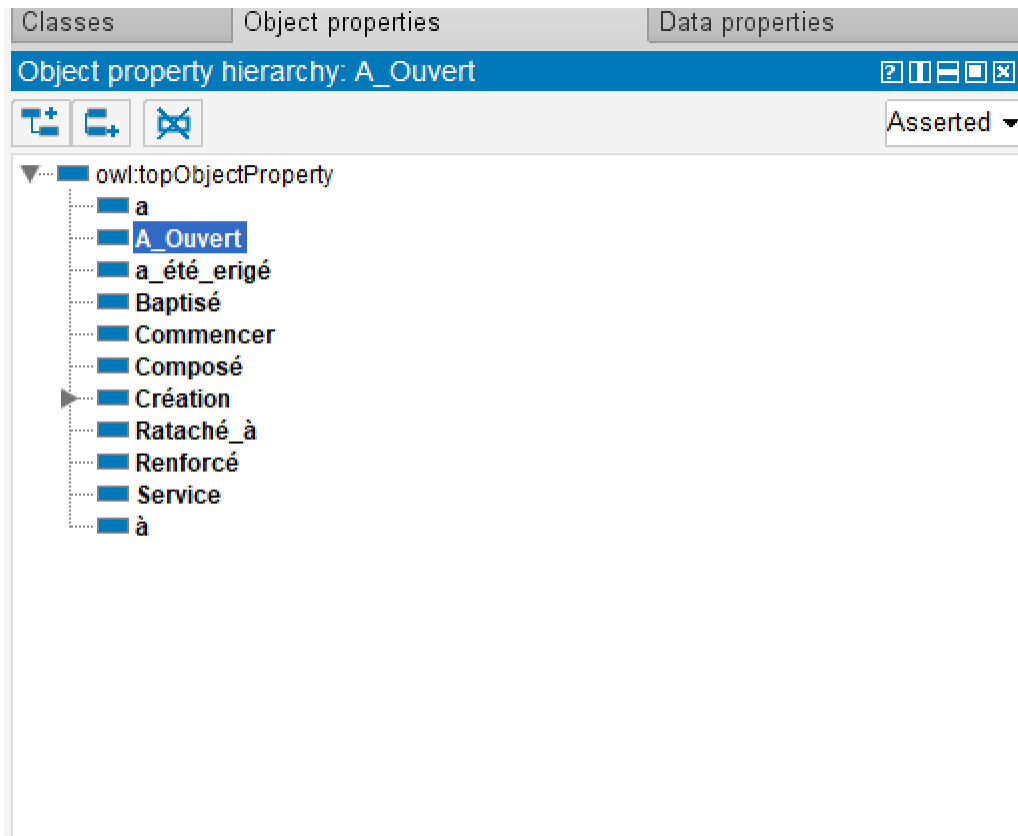


Figure 5.1: Architecture d'application



Figure 5.2: Graphe d'ontologie

5.2. Manipulation d'ontologie

Le web sémantique est un écosystème complexe qui intègre un ensemble de dispositifs logiciels_Nécessaires à la modélisation, à la diffusion et à l'exploitation des connaissances entreposées.

Dans une ontologie. En tant qu'environnement de développement intégrer, IDE Eclipse met à Disposition du programmeur Java un ensemble de fonctionnalités apte à cimenter l'écosystème Sémantique dans la perspective de construire un environnement de

développement d'applications Sémantiques. S'adresse à tous les concepteurs intéressés à développer des applications en Java. Pour le web sémantique. D'une perspective théorique, l'auteur donne un aperçu des principaux usages du web sémantique ainsi que les notions associées à la représentation des connaissances et à l'ontologie. Dans la perspective pragmatique, l'auteur présente une procédure détaillée d'intégration des dispositifs nécessaires au développement d'applications sémantiques en Java ainsi que l'encapsulation en plug-in Eclipse: du Java OWL-API pour la manipulation et la sérialisation d'ontologies, de l'API de Pellet pour assurer le raisonnement logique de l'ontologie de l'intégration de Protégé pour l'édition d'ontologies, et la configuration d'Eclipse en tant que serveur de développement web d'ontologies. Suivant la séquence de présentation du W3C OWL-2 Primer, chaque élément d'expressivité de la modélisation ontologique est repris, expliqué et schématisé dans le langage G-OWL avant d'être défini en Java dans la syntaxe du Java OWL-API. Une démonstration de raisonnement logique complète la discussion concernant

l'expressivité. En tant que fichier informatique, le document ontologique possède des caractéristiques de traitement qui lui sont propres. Une section du livre est consacrée à la manipulation Java du document ontologique ainsi qu'à la manipulation Java des paramètres

du raisonneur.

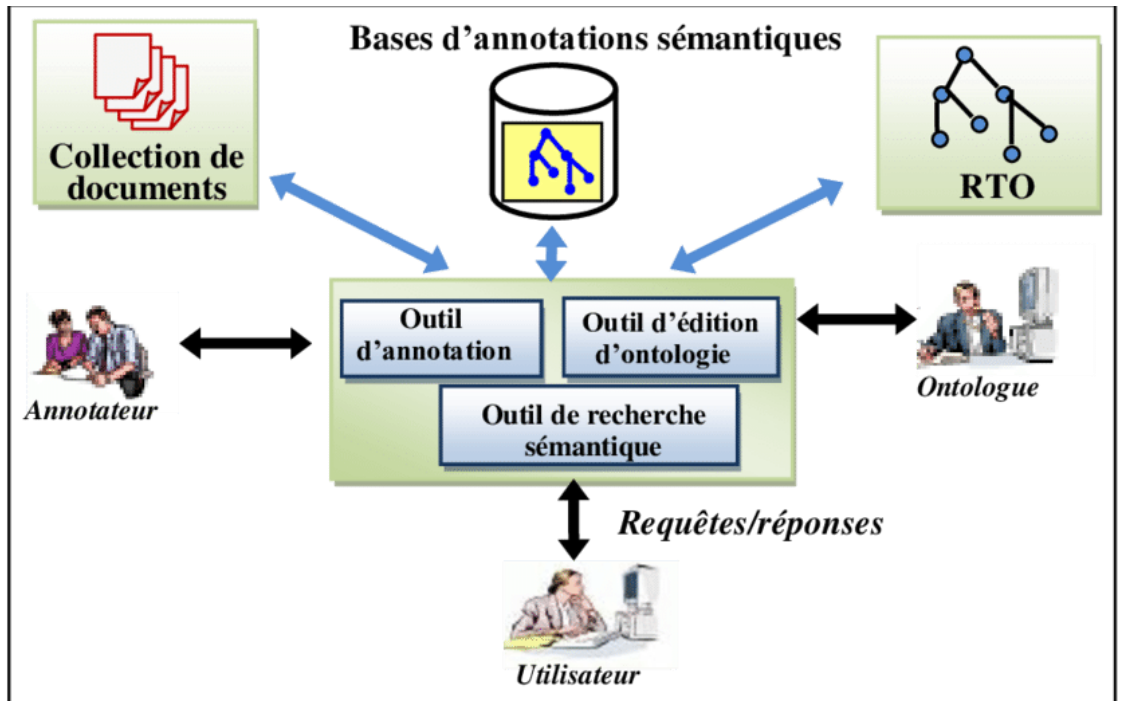


Figure 5.3: Architecture de l'annotation sémantique

5. Conclusion

Dans ce chapitre, nous nous sommes concentrés sur les deux étapes, la première étape concernant les aspects analytiques et conceptuels de notre application à travers le diagramme UML, l'architecture du système, le MCD et MLD, et l'étape 2 est liée à la façon de définir l'ontologie, de traiter l'ontologie, le passage du langage naturel à la requête SPARQL et enfin de définir le commentaire. Explicatif sémantique en général, compte tenu de son importance dans le domaine de l'apprentissage et de l'acquisition des connaissances. Le chapitre suivant sera consacré à l'implémentation et à la présentation de notre Application.

Chapitre 3

Implémentation et Réalisation de l'application

Après avoir abordé la phase de conception, la réalisation reste la plus importante étape dans le développement. Donc Il faut nous devons faire en sorte qu'il réponde effectivement aux exigences prévues. Cela comprend une partie est la dernière partie de ce rapport. Après avoir mis les retouches finales et quelques améliorations, la solution étant déjà choisie et étudiée, il nous reste que d'affirmer dans quel environnement nous allons travailler, afficher les choix techniques utilisés et le langage adopté, et décrire l'aspect implémentation, présenter l'application et les tests réalisés

1. Technologies utilisées

Nous décrivons ici brièvement les options techniques que ce soit : les langages, les systèmes, les plateformes et les environnements de développement utilisés pour la mise en œuvre notre travail. Pour la réalisation de notre site web dynamique nous avons la prise en compte du développement avec le PHP un langage de programmation libre qui a été conçu pour la création des sites "vivants" (dynamique) mais qui peut aussi être servir comme n'importe quel langage interprété de façon locale. PHP est un langage impératif orienté-objet. Du côté statique de notre site web que nous avons créé, on a utilisé le WordPress, outils efficace qui vous aide à améliore le portail du site web et il est indispensable.

PHP/MvSQL :



Le PHP (officiellement, ce sigle est un acronyme récursif pour PHP Hypertext Preprocessor) est un langage de script exécuté du côté serveur (comme les scripts CGI, ASP, ...) et non du côté client (un script écrit en JavaScript ou une applet Java s'exécute sur son ordinateur...), spécialement conçu pour le développement

d'applications web. Il est Open Source. La syntaxe du langage provient de celles du langage C, du Perl et de Java [7]. Ses principaux atouts en font un des langages web le plus utilisé [5]:

- Une grande communauté de développeurs partageant des centaines de milliers d'exemples de script PHP ;
- La gratuité et la disponibilité du code source ;
- La simplicité d'écriture de scripts ;
- La possibilité d'inclure le script PHP au sein d'une page HTML
- L'intégration au sein de nombreux serveurs web (Apache, Microsoft IIS, etc.). 38

C'est également un langage simple à utiliser avec des bases de données (de nombreux SGBD sont supportés, mais le plus utilisé avec ce langage est MySQL, un SGBD gratuit disponible sur de nombreuses plateformes : Unix, Linux, Windows, MacOS X, ...); MySQL est un Système de Gestion de Bases de Données Relationnelles (abrégé SGBDR). C'est-à-dire un logiciel qui permet de gérer des bases de données, et donc de gérer de grosses quantités d'informations. Il utilise pour cela le langage SQL. Il s'agit d'un des SGBDR les plus connus et les plus utilisés (Wikipédia et Adobe utilisent par exemple MySQL). MySQL peut donc s'utiliser seul, mais est la plupart du temps combiné à un autre langage de programmation : PHP par exemple pour de nombreux sites web, mais aussi Java, Python, C++, et beaucoup, beaucoup d'autres [8].



MySQL est un Système de Gestion de Bases de Données Relationnelles (abrégé SGBDR). C'est-à-dire un logiciel qui permet de gérer des bases de données, et donc de gérer de grosses quantités d'informations. Il utilise pour cela le langage SQL. Il s'agit d'un des SGBDR les plus connus et les plus utilisés (Wikipédia et Adobe utilisent par exemple MySQL). MySQL peut donc s'utiliser seul, mais est la plupart du temps combiné à un autre langage de programmation : PHP par exemple

pour de nombreux sites web, mais aussi Java, Python, C++, et beaucoup, beaucoup d'autres [5,8]

PHPMvAdmin (PMA), est une application Web de gestion pour les systèmes de gestion de base de données MySQL réalisée en PHP et distribuée sous licence GNU GPL.



XamppServer [W4], est une plateforme permettant de faire fonctionner localement « sans avoir à se connecter à un serveur externe » des scripts PHP. Xampp n'est pas en soi un logiciel, mais un environnement comprenant deux serveurs (Apache et MySQL), un interpréteur de script (PHP), ainsi que PHPMyAdmin pour l'administration Web des bases MySQL

JavaScript



JavaScript est un langage de programmation de scripts principalement employé dans les pages web interactives et à ce titre est une partie essentielle des applications web. Avec les langages HTML et CSS, JavaScript est au cœur des langages utilisés par les développeurs web.

HTML



Le HyperText Markup Language, généralement abrégé HTML ou, dans sa dernière version, HTML5, est le langage de balisage conçu pour représenter les pages web. Ce langage permet : d'écrire de l'hypertexte, d'où son nom, de structurer

sémantiquement la page, de mettre en forme le contenu

CSS



Les feuilles de style en cascade, généralement appelées CSS de l'anglais Cascading Style Sheets, forment un langage informatique qui décrit la présentation des documents HTML et XML. Les standards définissant CSS sont publiés par le World Wide Web Consortium.



Protégé est un système auteur pour la création d'ontologies. Il a été créé à l'université Stanford et est très populaire dans le domaine du Web sémantique et au niveau de la recherche en informatique. Protégé est développé en Java. Il est gratuit et son code source est publié sous une licence libre.

2. Matérielle utilisé :

Ordinateur : Asus

- Système d'exploitation : Windows 10 Familiale Premium 64 bits
- Processeur : Intel(R) Core(TM) CPU i7-8550U @ 1.80GHz
- Mémoire installée (RAM) : 8,00Go (7,89 Go utilisable)
- Type du système : Système d'exploitation 64 bits, processeur x64

3.Présentation & Test de l'application

Notre application web représente un portail d'un site web dynamique et Intelligent base sur linked data Pour la faculté « ST » de L'Université Chadli Bendjedid El-Tarf (UCBET).

3.1Interface visiteur

Lorsque vous ouvririez à la première notre site web vous afficher une page d'accueil principal



Figure 6 : Page d'accueil



Figure 6.1 : Les accès de notre plateforme

Cette figure 6.1 nous montre les différentes accès de notre plateforme (étudiant,enseignants) et bibliothèque livres pour les visiteurs

2.1 Interface utilisateur

Dans cette description vous être soit un Enseignant ou Étudiant. On a réservé un espace à chaque un, donc il y a fort possible un balayage globale de site bien déterminé et une exploitation des

Différentes fonctionnalités vous propose le site de façon mieux que visiteur en résume ça comme suit :

❖ Connexion

On prend comme exemple l'accès à l'espace enseignant ou vous allez mettre votre nom

Utilisateur et votre mot de passe



Connexion Enseignants

imed1@gmail.com

imed1@gmail.com

....

SE CONNECTER

Figure 6.2: Page de connexion

❖ Navigation

En présentant quelque fonctionnalités du site Proposé

Espace enseignant








 Cours Poster les cours .TD,TP. (PDF,Videos,Word....etc). ENTRER	 Annonces Poster votre Annonces ici. ENTRER	 Livres Livres disponibles de l'Informatique. ENTRER
 Etudiants Ajouter des etudiants ici. ENTRER	 Test en ligne Mettez les Sujets de Test ici . ENTRER	 Linked Data Systeme annotation vidéo. ENTRER
 bibliothèque Sémantique Espace Bibliotheque electronique . ENTRER		

Figure 6.3: Service Proposé à l'enseignant

La figure 6.3 Nous montre les services proposés par la Platform pour les enseignants (après authentification)

Espace Étudiant :

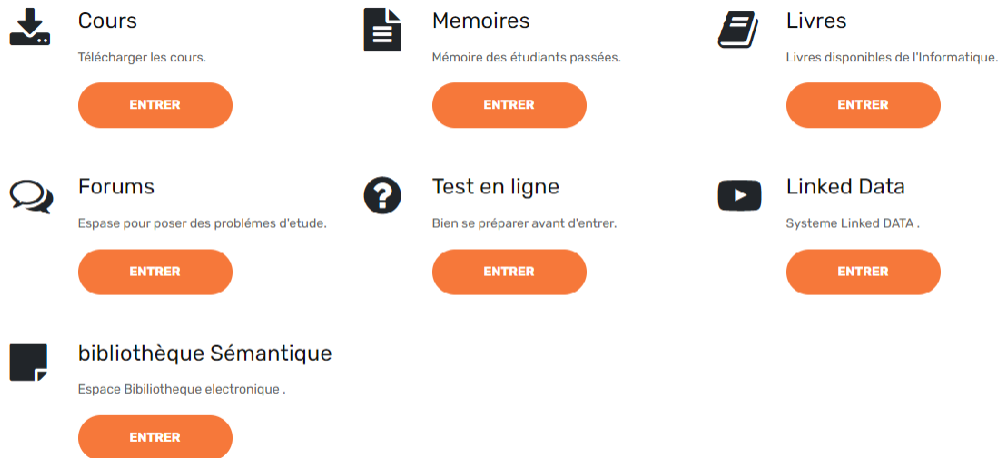


Figure 6.4: Service Proposé à l'étudiant

La figure 6.4 montre les service proposé par la platform pour les étudiants (après authentification)

❖ Les Services base sur le web sémantique

En présentant quelque fonctionnalité du site qui sont bases sur notre sujet le Linked-data, On n'a pas mis une différence entre les enseignant et les étudiants au thème de service Linked-data . Dans le but d'agrandir la communauté de test que on parlera à la dernière partie de notre mémoire



Figure 6.4: Les services base sur le web sémantique

❖ **Bibliothèque Sémantique**

C'est un moteur de recherche Base sur le Linked-data . L'ontologie de ce moteur de recherche est les livres (Auteur,Titre,Résumer) .

Recherche

4112 résultats pour c :

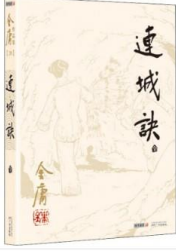
A Deadly Secret
 Louis Cha
 A Deadly Secret, also translated as Requiem of Ling Sing and Secret of the Linked Cities, is a wuxia novel by Jin Yong (Louis Cha). It was first published in the magazine Southeast Asia Weekly (東南亞周刊)...

A Christmas Carol
 Charles Dickens
 A Christmas Carol(Vous lisez un « article de qualité ».)(Pour les articles homonymes, voir Chant de Noël (homonymie) et A Christmas Carol.) Un chant de Noël (A Christmas Carol), également publié... (A Christmas Carol. In Prose. Being a Ghost Story of Christmas, commonly known as A Christmas Carol, is a novella by Charles Dickens, first published in London by Chapman & Hall in 1843 and illustrated...)

A Tale of Two Cities
 Charles Dickens
 A Tale of Two Cities(Vous lisez un « article de qualité ». Il fait partie d'un « thème de qualité ».) Le Conte de deux cités, parfois intitulé en français Le

Figure 6.4.1.1: Interface moteur de Recherche Sémantique

Recherche



A Deadly Secret

Auteur : Louis Cha
Editeur : Ming Pao
Langue originale : Chinese

Résumé : A Deadly Secret, also translated as Requiem of Ling Sing and Secret of the Linked Cities, is a wuxia novel by Jin Yong (Louis Cha). It was first published in the magazine Southeast Asia Weekly (東南亞周刊) and the Hong Kong newspaper Ming Pao in 1963. Its original Chinese title was Su Xin Jian before Jin Yong changed it to Lian Cheng Jue. The story revolves around the adventures of the protagonist Di Yun, an ordinary young peasant, who is imprisoned after being framed. In his quest for vengeance, he accidentally acquires the Liancheng Swordplay manual (連城劍譜), an ancient artefact not only prized for the skills detailed inside, but also for containing a secret leading to a treasure.

Du même auteur

The Return of the Condor Heroes
A Variant of the Snowy Mountain
The Young Flying Fox
Demi-Gods and Semi-Devils
The Book and the Sword
The Deer and the Cauldron
Sword Stained with Royal Blood
Mandarin Duck Blades
White Horse Neighs in the Western Wind

[Lien DBpedia](#)
Recherche

Figure 6.4.1.2: Les information détaillée de notre Recherche

Cette figure 6.4.1.2 nous montre les informations détaillée sur les résultats recherchée avec un liens au pied de la page pour accéder directement au DBpedia

DBpedia

About: [A Deadly Secret](#)

An Entity of Type: [livre](#), from Named Graph: <http://dbpedia.org>, within Data Space: [dbpedia.org](#)

A Deadly Secret, also translated as Requiem of Ling Sing and Secret of the Linked Cities, is a wuxia novel by Jin Yong (Louis Cha). It was first published in the magazine Southeast Asia Weekly (東南亞周刊) and the Hong Kong newspaper Ming Pao in 1963. Its original Chinese title was Su Xin Jian before Jin Yong changed it to Lian Cheng Jue. The story revolves around the adventures of the protagonist Di Yun, an ordinary young peasant, who is imprisoned after being framed. In his quest for vengeance, he accidentally acquires the Liancheng Swordplay manual (連城劍譜), an ancient artefact not only prized for the skills detailed inside, but also for containing a secret leading to a treasure.

Property	Value
dboc:abstract	<ul style="list-style-type: none"> A Deadly Secret, also translated as Requiem of Ling Sing and Secret of the Linked Cities, is a wuxia novel by Jin Yong (Louis Cha). It was first published in the magazine Southeast Asia Weekly (東南亞周刊) and the Hong Kong newspaper Ming Pao in 1963. Its original Chinese title was Su Xin Jian before Jin Yong changed it to Lian Cheng Jue. The story revolves around the adventures of the protagonist Di Yun, an ordinary young peasant, who is imprisoned after being framed. In his quest for vengeance, he accidentally acquires the Liancheng Swordplay manual (連城劍譜), an ancient artefact not only prized for the skills detailed inside, but also for containing a secret leading to a treasure. (en)

Figure 6.4.1.3: Interface DBpedia

Cette figure 6.4.1.3 nous montre l’interface de DBpedia de Notre recherche

❖ **Linked data (video annotation)**

C'est un espace de Learning annotation vidéo

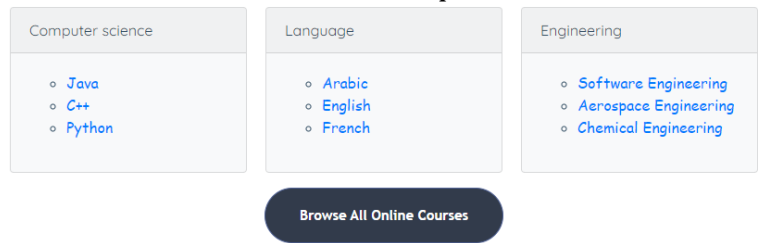


Figure 6.4.2.1: Interface Linked data

Cette figure 6.4.2.1 affiche les différents cours disponibles dans notre plateforme



Figure 6.4.2.2: Interface Cours proposer

La figure 6.4.2.2 affiche l'interface des cours Proposer sur le sujet de C++ .

Chapter 0 : Introduction

Chapter 1 : Manipulating Data types

Chapter 2 : Conditional statements

Chapter 3 : Loops

Chapter 4 : Arrays

Figure 6.4.2.3: Interface des chapitres des cours

La figure 6.4.2.3 Nous montre les différents chapitre de cour (c++)

Home Computer Science C++ Learn C++ Programming | Video Tutorial for Beginners What is C++, Its Introduction and History

introduction to C Programming Language, History, Features and Why Study it

A computer is a general purpose machine that can perform many computational and task but these computer's there really can't do anything on their own. so for this computer something one has to give the instructions to it. These instructions which are given to this computer are called as "Program" and the person who is going to write this program called as the "Programmer". And the language in which these instructions are written is called as a programming language. The C language is one of the programming language use to write the instructions for the computer or C is one of the language which can be used to write the computer programs.

History of C Programming Language.

C was created in 1972 at Bell Laboratories of USA by a team lead by Dennis Ritchie and he called his new language as the C because it was the successor of the existing language called as the B language. This B language was influenced by another language called as BCPL. Originally this C language was created to write the operating systems and later because of its simplicity and its features it became one of the popular programming language and even to this day it is one of the popular programming language used.

+ Poser une question



Figure 6.4.2.4: Interface de cour

Commentaire

 Publish

Suggestion

- What is C++, Its Introduction and History
- Where CPP is Used, Why Learn C++ Programming Language
- C++ Source Code to Executable | Compilation, Linking, Pre Processing | Build Process Explained
- Tool Set, Tool Chain and IDE
- Installing Code Blocks IDE with Compiler for C and C++
- C++ First Hello World Program
- Savoir Plus



Figure 6.4.2.5: Vidéo annotation

Cette Partie affichée dans cette figure contient les outils d'annotation vidéo :

- ❖ **Commentaire** : Espace de commentaire ouvert
- ❖ **Suggestion** : Sont des questions Proposée par le system Linked data
- **Savoir plus** : Moteur de recherche pour poser des questions non proposée par le system
- ❖ **Espace note** : Pour laisser des notes en vidéo soit par l'étudiant ou par l'enseignant

SAVOIRPLUS!

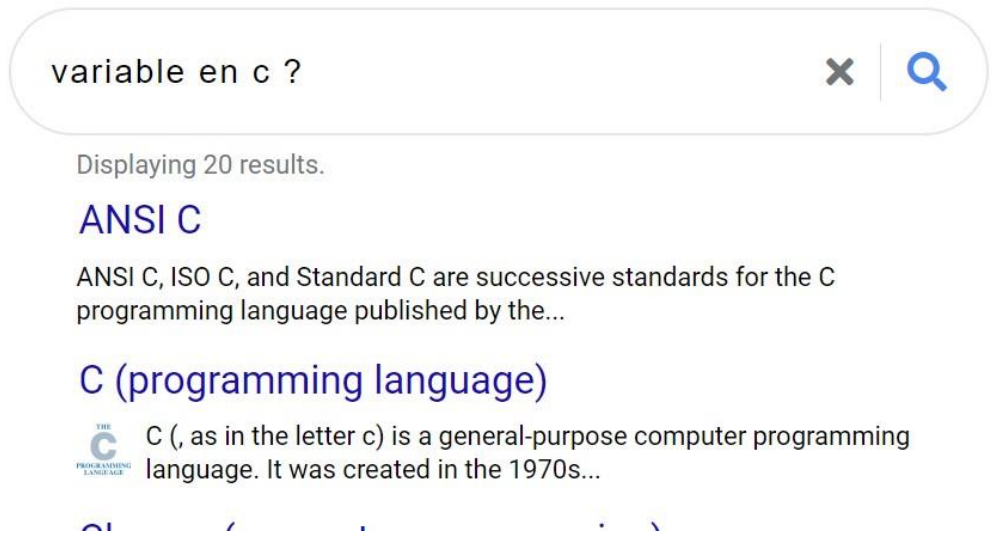


Figure 6.4.2.6: Interface savoir plus

Cette figure nous montre l'interface d'un Moteur de recherche pour poser des questions non proposée par le system

Tests et Résultats

Introduction

Dans la présente étude, un pré-test, un post-test ont été utilisés pour mesurer les outils. Les deux tests ont été conçus par un enseignant expérimenté sur la base des contenus d'apprentissage. Le pré-test visait à évaluer les connaissances préalables des étudiants sur le langage c. Il comportait 10 items à choix multiples, avec un score parfait de 10. Le post-test visait à évaluer les acquis d'apprentissage des élèves. Il comportait 10 items à choix multiples. Questions, avec un score parfait de 10.

Participants

Les participants comprenaient 80 personnes motivées d'apprendre le langage c. Ces cours étaient répartis en deux groupes de 40 personnes chacun ; un était le groupe A et l'autre était le groupe de B.

Les étudiants du groupe A ont été instruits et guidés pour apprendre en utilisant notre web sémantique avec annotation vidéo, tandis que ceux du groupe B ont été instruits et guidés pour apprendre avec des cours PDF.

Procédure expérimentale

Au début, ils ont passé un pré-test pour évaluer leurs connaissances antérieures. Avant de mener l'activité d'apprentissage, tous les participants ont reçu via email des instructions à respecter à propos du temps et de la durée de l'apprentissage. Pour avoir un test réel de e-learning. Au cours de l'activité d'apprentissage, la communauté du groupe (A) a été amenée à utiliser les systèmes qui se concentrent sur le mécanisme d'enrichissement des données liées. Ce mécanisme vise à relier les annotations à des ensembles de données pédagogiques externes en réutilisant des vocabulaires couramment utilisés. Ils pourraient parcourir les annotations contenues dans les documents, en fonction du paradigme de la recherche sémantique et parcourir les annotations contenues dans les documents, en fonction du paradigme de la recherche sémantique. Ce navigateur permet aux participants d'explorer les annotations souhaitées à partir des résultats de recherche organisés selon un ensemble de hiérarchies de balises, chacune représentant une facette différente pertinente pour la ressource éducative.

En revanche, le groupe B a appris avec une annotation textuelle sans utiliser l'enrichissement des données liées basé sur des annotations. Après l'activité d'apprentissage, les apprenants des deux groupes ont passé le post-test pour mesurer leur réussite scolaire ; de plus, ils ont rempli le questionnaire sur la charge cognitive

pour examiner la charge cognitive entre différents groupes de capacités.

The image shows a pre-test questionnaire with 10 questions, each worth 2 points. The questions are:

- le langage C Par qui a-t-il été créé ? *
 - Bill Gates
 - Steve Job
 - Dennis Ritchie
- 'En quelle année a été créé le langage C ? *
 - 1972
 - 1975
 - 1980
- Dans ce langage tout part d'une seule fonction Laquelle ? *
 - La fonction main()
 - La fonction first()
 - La fonction principale()
- Que fera l'instruction suivante : printf ("Bonjour !") ? *
 - Elle affichera "Bonjour !" en différentes polices.
- Que fera l'instruction suivante : printf ("Bonjour !") ? *
 - La fonction first()
 - La fonction principale()
- Que fera l'instruction suivante : printf ("Bonjour !") ? *
 - Elle affichera "Bonjour !" en différentes polices.
 - Elle affichera "Bonjour !"
 - Elle ne fera rien.
- Il existe 5 variables principales dans ce langage. Lesquelles ? *
 - Char, int, double, float et long.
 - If, else, switch, signed et main.
 - While, do, for, do...while et if...else
- Grâce à la SDL, une bibliothèque, quels genres de programmes peut-on établir ?
 - Des programmes "console"
 - Des programmes "fenêtre"
 - Aucun des deux.
- 'Qu'est ce qu'une boucle ? *
 - Une instruction qui se répète.

Figure 7.1: Prè-test



Scanner le code QR Pour accès direct au formulaire

Résultats de Pré-test

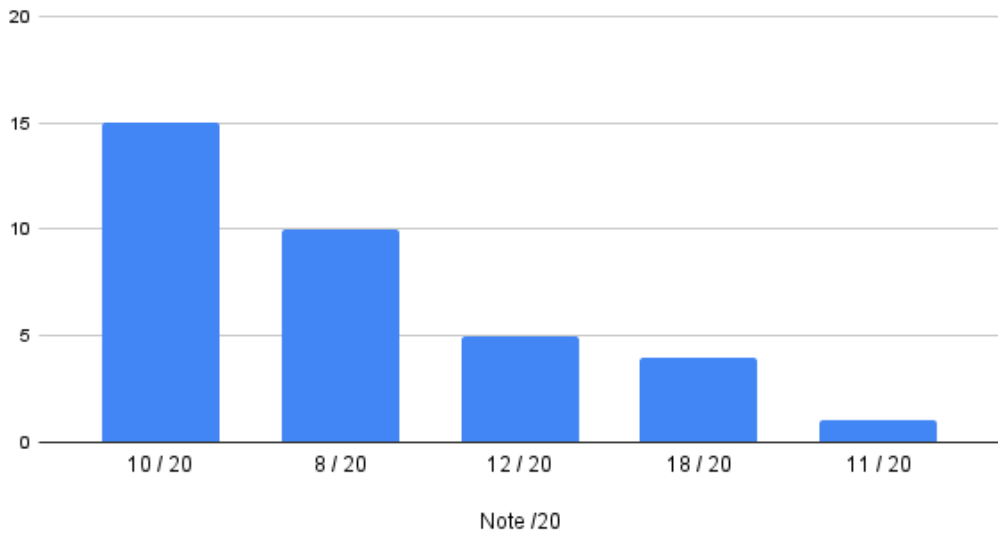


Figure 7.1.1: Résultats Pré-test

La figure 7.1.1 ne montre le résultats de Pre Test Pour les deux communauté et ça prouve que les 2 communauté sont choisie aléatoirement

The image shows a quiz interface with three questions. The first question is a multiple-choice question about the output of a C program. The code is:

```
float a = 0.2;
printf("%d", a);
printf("%f", a);
```

The options are:

- 0.0.999999
- 0.0.200000
- Valeur aléatoire, 0.200000
- 0.200000, Valeur aléatoire
- Ajouter une option ou ajouter 'Autre'

The question is marked as 'Corrigé (2 points)' and 'Obligatoire'. The second and third questions are also multiple-choice questions about the output of a C program. The code is:

```
#include <stdio.h>
void main()
{
    float a;
    int b;
    printf("entrez deux chiffres \n", a);
    scanf("%f %f", &a, &b); //5, 6
    printf("%f, %d", a, b);
}
```

The options for the second question are:

- 5.000000, 5
- 5.000000, Junk value
- Erreur d'exécution
- Autres

The third question is partially visible and shows the same code as the second question.

Figure 7.2: Post test



Scanner le code QR Pour accès direct au formulaire

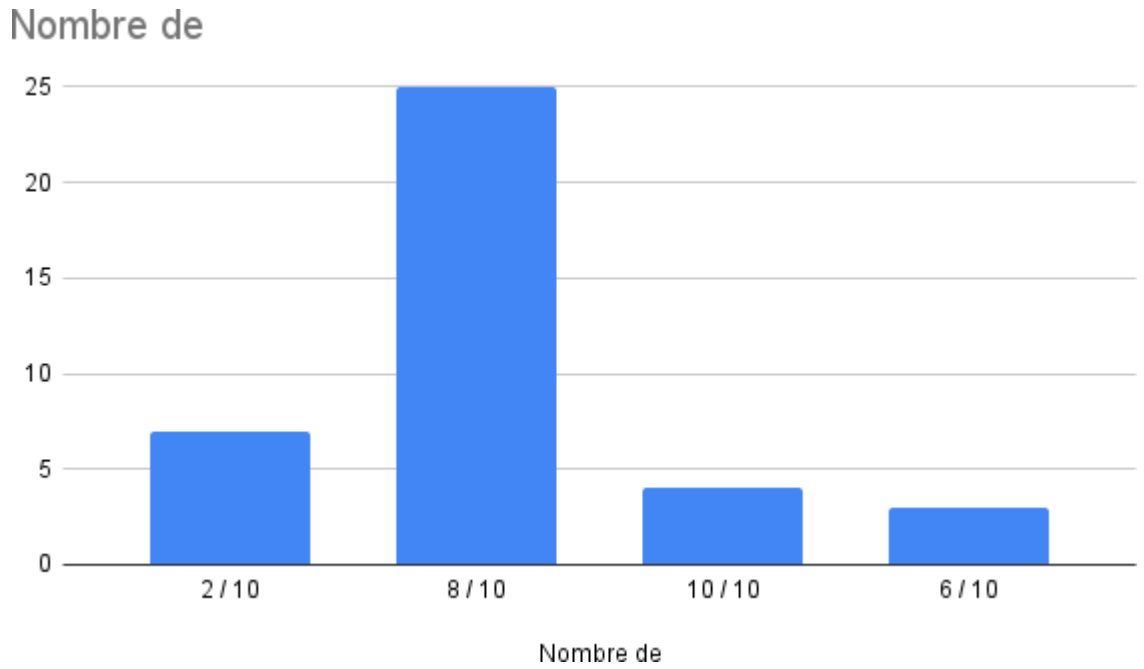
Résultats :

Figure 9 : interface Post-test Groupe A

Nombre de etudiant groupe B

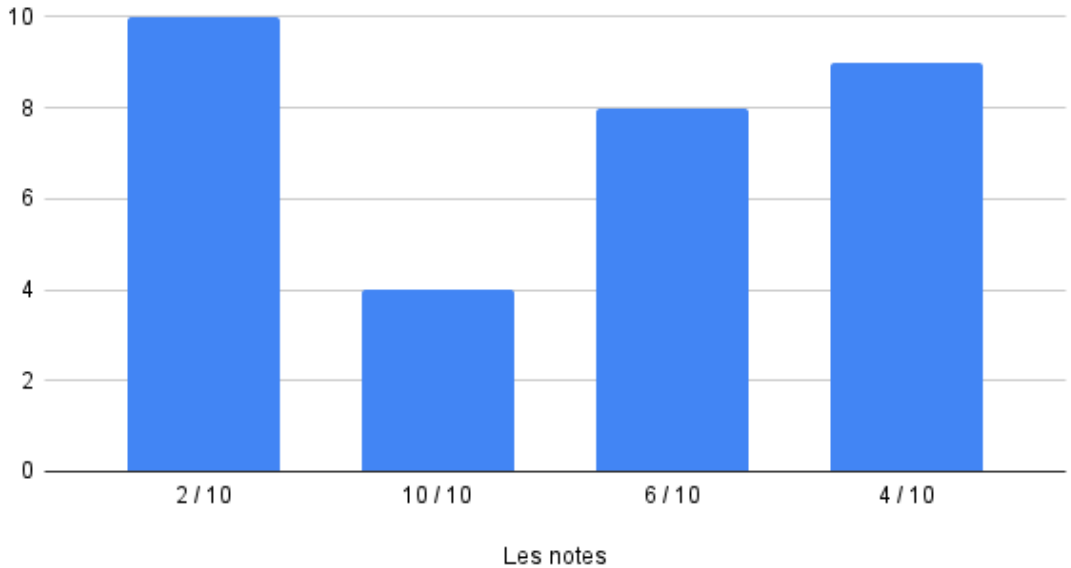


Figure 10 : interface Post-test Groupe B

D'après résultats du post-test pour les deux groupes A et B (figure 9, figure 10), On remarque qu'il y avait une différence significative entre les deux groupes ; cela suggère que les étudiants qui ont appris avec platform Linked-data ont obtenu des résultats d'apprentissage nettement meilleurs que ceux qui ont appris avec des méthodes d'apprentissage classique.

Formulaire de motivation

Finalement, pour avoir le feedback étudiant à propos cette expérience d'apprentissage Linked-data, On a faits un formulaire de motivation pour les deux groupes, pour voir leur point de vue à propos cette expérience d'apprentissage. La figure suivant nous montre le formulaire de motivation.

	Tout à fait d'accord	Accepter	Indécis	Être en désaccord	fortement en désaccord
L'approche d'apprentissage a enrichi l'activité d'apprentissage.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Le système d'apprentissage m'a aidé à acquérir de nouvelles connaissances.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Les mécanismes d'apprentissage fournis par le système d'apprentissage ont facilité le processus d'apprentissage.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Le système d'apprentissage m'a aidé à obtenir des informations utiles en cas de besoin.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
L'approche d'apprentissage m'a aidé à mieux apprendre.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
L'approche d'apprentissage est plus utile que les approches conventionnelles	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Figure 11 : formulaire de motivation

Nombre

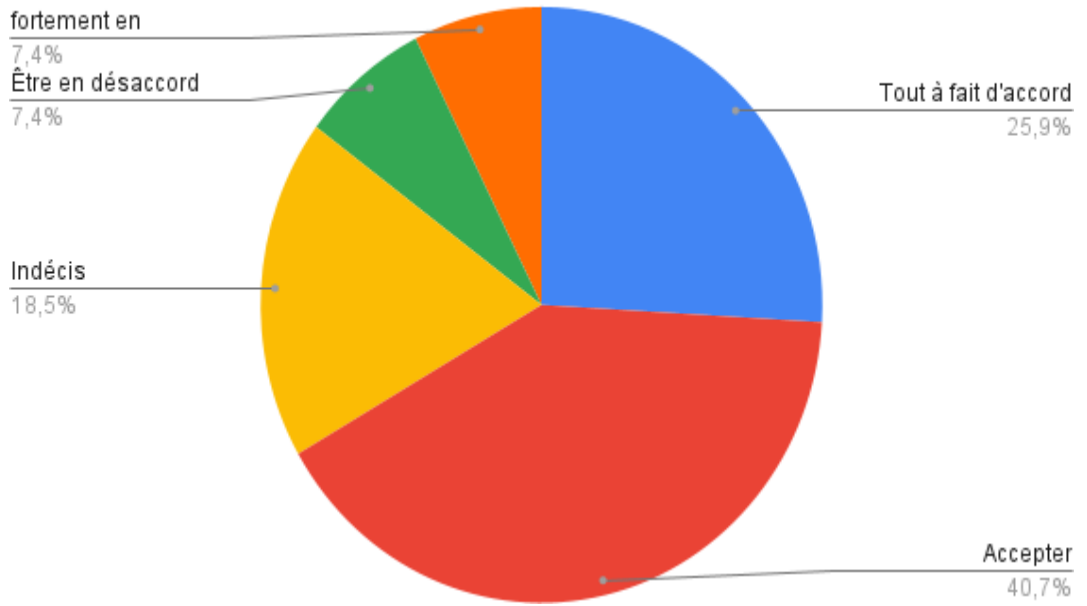


Figure 12 : Résultats de formulaire de motivation

D'après les résultats qui sont montrés dans la figure 12 les étudiants sont acceptés la méthode d'apprentissage à 40.7% et ils sont fortement d'accord à 25.9%

Conclusion et perspective :

Enfin, l'approche d'annotation qui a été proposée pour aider les élèves à apprendre plus efficacement. Une expérience a été menée pour comparer la performance d'apprentissage des élèves utilisant l'approche proposée à celle d'autres élèves utilisant l'approche d'annotation conventionnelle. D'après les résultats expérimentaux, il a été constaté que l'approche d'annotation avait une efficacité nettement supérieure à l'amélioration des résultats d'apprentissage des élèves que l'approche d'annotation conventionnelle. Un tel résultat est conforme à ceux rapportés par des études antérieures qui ont démontré l'importance d'utiliser des systèmes d'annotation avec une capacité de partage dans les activités d'apprentissage pour améliorer les résultats d'apprentissage des étudiants. À l'avenir, on est motivé d'atteindre les objectifs suivants :

- Développement d'un Système de Reconnaissance Optique de Caractères basé sur les Données Liées
- Ajouter plus d'options de partage d'annotation au but d'enrichir la base de données
- Élargir le domaine d'utilisation de la plateforme pour atteindre plus de communauté

Bibliographie

1. Bizer, C., Heath, T., & Berners-Lee, T. (2009). Données liées - l'histoire jusqu'à présent. Dans *Services sémantiques, interopérabilité et application web cations : Concepts émergents* (pp. 205–227). Hershey : IGI Global.
2. Daga, E., d'Aquin, M., Adamou, A., & Brown, S. (2016). Les données liées à l'université ouverte - data.open.ac.uk. *Web sémantique*, 7 (2), 183–191.
3. Dietze, S., Sanchez-Alonso, S., Ebner, H., Qing Yu, H., Giordano, D., Marenzi, I. et Pereira Nunes, B. (2013). L'interconnexion des ressources éducatives et le web des données : une enquête sur les défis et les approches. *Programme*, 47(1), 60–91.
4. Dietze, S., Taibi, D., Yu, HQ et Dovrolis, N. (2015). Un ensemble de données liées de ressources éducatives médicales. *Journal britannique de Technologie éducative*, 46(5), 1123–1129.
6. Dietze, S., Yu, HQ, Giordano, D., Kaldoudi, E., Dovrolis, N., & Taibi, D. (2012). Éducation liée: interconnexion des ressources éducatives et du réseau de données. Dans *Actes du 27e symposium annuel de l'ACM sur l'informatique appliquée* (pp. 366–371).
7. Riva (Trente): ACM. Mars.
8. Dovrolis, N., Stefanut, T., Dietze, S., Yu, HQ, Valentine, C., & Kaldoudi, E. (2011). Annotation sémantique et mise en relation de ressources éducatives médicales. Dans la 5e conférence européenne de la fédération internationale d'ingénierie médicale et biologique (pp. 1400–1403). Budapest : Springer Berlin Heidelberg.
9. Hsiao, YP, Brouns, F., Kester, L. et Sloep, P. (2013). Charge cognitive et partage des connaissances dans les réseaux d'apprentissage. *Environnements d'apprentissage interactifs*, 21(1), 89–100.
10. Hwang, GJ et Chang, HF (2011). Une approche d'apprentissage mobile basée sur l'évaluation formative pour améliorer l'apprentissage attitudes et réalisations des élèves. *Informatique et éducation*, 56(4), 1023–1031.
11. Hwang, WY, Liu, YF, Chen, HR, Huang, JW et Li, JY (2015). Rôle des parents et partage d'annotations dans le comportement d'apprentissage et la

- réussite des enfants à l'aide de liseuses. *Technologie éducative et société*, 18(1), 292–307.
12. Hwang, GJ, Wu, PH, Zhuang, YY et Huang, YM (2013). Effets du modèle d'apprentissage mobile basé sur l'enquête sur la charge cognitive et les résultats d'apprentissage des élèves. *Environnements d'apprentissage interactifs*, 21(4), 338–354.
 13. Lama, M., Vidal, JC, Otero-García, E., Bugarín, A., & Barro, S. (2012). Liaison sémantique des référentiels d'objets d'apprentissage à DBpedia. *Technologie éducative et société*, 15 (4), 47–61.
 14. Lim, EL, & Hew, KF (2014). Perceptions des étudiants de l'utilité d'un livre électronique doté de capacités d'annotation et de partage comme outil d'apprentissage : une étude de cas. *Innovations dans l'éducation et l'enseignement international*, 51(1), 34–45.
 15. Lin, CC, & Yu, YC (2017). Effets des modes de présentation sur l'apprentissage du vocabulaire assisté par mobile et la charge cognitive. *Environnements d'apprentissage interactifs*, 25(4), 528–542.
 17. Paas, F., Tuovinen, JE, Tabbers, H., & Van Gerven, PW (2003). Mesure de la charge cognitive comme moyen de faire progresser la théorie de la charge cognitive. *Psychopédagogue*, 38(1), 63–71.
 19. Paas, FG, & Van Merriënboer, JJ (1994). Contrôle pédagogique de la charge cognitive dans l'entraînement de tâches cognitives complexes. *Revue de psychologie de l'éducation*, 6(4), 351–371.
 20. Rajabi, E., Sanchez-Alonso, S., Sicilia, MA et Manouselis, N. (2015). Un ensemble de données liées et ouvertes d'un réseau de référentiels d'apprentissage sur l'agriculture biologique. *Journal britannique de technologie éducative*, 48, 71–82.
 21. Rajabi, E., Sicilia, MA, & Sanchez-Alonso, S. (2014). Une étude empirique sur l'évaluation des outils d'interconnexion sur le web des données. *Journal des sciences de l'information*, 40(5), 637–648.
 22. Robinson, J., Stan, J., & Ribière, M. (2011). Utilisation de données liées pour réduire la latence d'apprentissage pour les lecteurs de livres électroniques. En *étendu web conférence sémantique* (pp. 28–34). Héraklion : Springer Berlin Heidelberg. Mai.

23. Ruiz-Calleja, A., Vega-Gorgojo, G., Asensio-Pérez, JI, Bote-Lorenzo, ML, Gómez-Sánchez, E., & Alario-Hoyos, C. (2012).
24. Une approche de données liées pour la découverte d'outils TIC éducatifs dans le web de données. *Informatique et éducation*, 59(3), 952–962.
25. Su, AY, Yang, SJ, Hwang, WY et Zhang, J. (2010). Un système d'annotation collaboratif basé sur le Web 2.0 pour améliorer partage des connaissances dans des environnements d'apprentissage collaboratif. *Informatique et éducation*, 55(2), 752–766.
26. Sung, HY, Hwang, GJ, Liu, SY et Chiu, IH (2014). Une approche d'annotation basée sur des invites pour effectuer un apprentissage mobile activités de formation pour les cours de conception d'architecture. *Informatique et éducation*, 76, 80–90.
27. Sweller, J., Van Merriënboer, JJ et Paas, FG (1998). Architecture cognitive et conception pédagogique. *Revue de psychologie de l'éducation*, 10(3), 251–296.
28. Taibi, D., Chawla, S., Dietze, S., Marenzi, I. et Fetahu, B. (2015). Explorer les conférences TED en tant que données liées pour l'éducation. *Journal britannique de technologie éducative*, 46(5), 1092–1096.
29. Taibi, D., Fulantelli, G., Dietze, S. et Fetahu, B. (2016). Données éducatives liées sur le Web - explorer et analyser les portée et couverture. Dans *Données ouvertes pour l'éducation* (pp. 16–37). Edition internationale Springer.
30. Vogel-Walcutt, JJ, Gebrim, JB, Bowers, C., Carper, TM et Nicholson, D. (2011). Théorie de la charge cognitive vs approches constructivistes: qu'est-ce qui mène le mieux à un apprentissage en profondeur efficace? *Journal d'apprentissage assisté par ordinateur*, 27(2), 133–145.
31. Yang, SJ, Zhang, J., Su, AY et Tsai, JJ (2011). Un outil d'annotation multimédia collaboratif pour enrichir les connaissances partage dans le CSCL. *Environnements d'apprentissage interactifs*, 19(1), 45–62.
32. Yu, HQ, Pedrinaci, C., Dietze, S., & Domingue, J. (2012). Utilisation de données liées pour annoter et rechercher des vidéos éducatives ressources pour soutenir l'enseignement à distance. *Transactions IEEE sur les technologies d'apprentissage*, 5(2), 130–142.

33. [Latiri, 2003] :C. Latiri, J. P Chevallet, S. Elloumi, A. Jaoua : "Une extension de la Zarzour, H., & Sellami, M. (2017a). Une enquête pour savoir si les performances d'apprentissage peuvent être améliorées par le CAALDT. *Innovations dans l'éducation et l'enseignement international*, 7, 1–8.
34. Zarzour, H., & Sellami, M. (2017b). L'invention concerne un système d'annotation collaboratif basé sur des données liées pour augmenter les résultats d'apprentissage. *Recherche et développement en technologie éducative*, 65(2), 381–397.
35. [Jain et al., 2010] Jain, P., Hitzler, P., Yeh, P.Z., Sheth, A.P.: Linked data is merely more
36. data. In: Proceedings of the AAAI Spring Symposium, Linked AI: Linked Data Meets
37. Artificial Intelligence (2010)
38. [Jean-Louis, 2011] Ludovic Jean-Louis. Approches supervisées et faiblement supervisées
39. pour l'extraction d'événements et le peuplement de bases de connaissances. These,
40. Université Paris Sud - Paris XI, Dmbre 2011.
41. [Kayser, 1997] KAYSER, D. (1997). La représentation des connaissances. Paris, France :
42. Hermes. Koutkias, V. G., Chouvarda, I., & Maglaveras, N. (2005). A Multiagent System
43. Enhancing Home-Care Health Services for Chronic Disease Management. IEEE
44. TRANSACTIONS ON INFORMATION TECHNOLOGY IN BIOMEDICINE, 9 (4), 528-
46. 537.
47. [Kotaro, 2007] Kotaro, Takahiro HARA et Shojiro NISHIO. A Thesaurus Construction
48. Method from Large Scale Web Dictionaries. In Proceedings of the 21st International
49. Conference on Advanced Networking and Applications 2007.
50. [Lassila, 1999] L. Lassila, R. R. Swick (1999). Resource description framework (rdf) model
51. and syntax specification. World Wide Web Consortium W3C Recommendation 22
52. February 1999 / W3C
53. de Galois pour la recherche d'information". *Revue Cepadues Toulouse, France*, 2003.
54. [Lehmann & Hitzler, 2008] J. Lehmann and P. Hitzler. A refinement operator based learning
55. algorithm for the ALC description logic. In Proc. of 17th Int. Conf. on Inductive Logic
56. Programming, volume 4894 of Lecture Notes in Computer Science, pages 147–160.
57. Springer, 2008.
58. [Lehmann, 2007] J. Lehmann. Hybrid learning of ontology classes. In Proc. of 5th Int. Conf.
59. on Machine Learning and Data Mining in Pattern Recognition, volume 4571 of Lecture

