

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou

Faculté de Génie Electrique et d'Informatique

Département d'informatique



MEMOIRE

DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention d'un diplôme de Master Académique en Informatique.
Option : Ingénierie des Systèmes d'Informations.

Web service et interopérabilité des applications

E-Learning

Encadré par :

 **Mr M. KERBICHE.**

Réalisé par :

 **Mr MEKHALDI Mohamed.**
 **Melle BELKHIR Salma.**

Promotion 2017-2018

Remerciements

Nous remercions DIEU tout puissant de nous avoir donné la foi et le courage pour réaliser ce modeste travail.

Nous tenons à remercier l'ensemble de nos familles pour leur soutien tout au long de notre parcours d'études, que ce travail soit un témoignage de notre gratitude envers elles.

Nous tenons à remercier notre promoteur Monsieur M. KERBICHE de nous avoir accompagnés dès le début de ce projet. Nous tenons à lui exprimer notre gratitude pour ses valeureux conseils

Nos plus sincères remerciements s'adressent aussi aux membres du jury qui nous ont fait l'honneur de juger notre travail.

Salma et Mohammed.

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

Mes très chers parents

Qui m'ont toujours fait confiance et n'ont jamais cessé

De m'encourager et me soutenir,

Toute ma famille sans exception,

Mes amis sans exception

Et mes camarades.

Salu

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

Mes très chers parents

Qui m'ont toujours fait confiance et n'ont jamais cessé

De m'encourager et me soutenir,

Toute ma famille sans exception,

Mes amis sans exception

Et mes camarades.

Mohamm

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE

Chapitre I : Interopérabilité et les services web.

Introduction.....	2
L'interopérabilité.....	2
2.1. Concept de l'interopérabilité.....	2
2.2. Principaux types d'interopérabilité.....	3
2.3. Interopérabilité et standardisation.....	5
2.4. L'interopérabilité pourquoi ?.....	6
2.5. Les avantages potentiels d'interopérabilité.....	7
2.6. Coûts et désavantages de l'interopérabilité.....	7
Les services web.....	7
3.1. SOA (Service Oriented Architecture).....	7
I.3.1.1. Service.....	8
3.2. WSOA (Web Service Oriented Architecture).....	9
I.3.2.1. Définition.....	9
I.3.2.2. L'intérêt des services web.....	11
I.3.2.3. L'architecture des services web.....	11
I.3.2.4. Les standards des services web.....	13
a)- Langage XML.....	14
b)- La couche transport.....	14
c)- La couche communication.....	14
✓ L'architecture orientée opérations distribuées.....	14
✓ L'architecture orientée ressources web (REST).....	17
✓ REST vs SOAP.....	20
d)- La couche description (WSDL).....	21
e)- la couche publication et découverte (UDDI).....	22
3.2.5. Les applications des services web.....	24
3.2.6. Avantages et inconvénients des services web.....	25
Conclusion.....	26

Chapitre II : Le E-Learning.

Introduction.....	27
Formation à distance.....	27
I.2.1. Définition.....	27
I.2.2. Evolution historique de la formation à distance.....	28
II.2.2.1. 1 ^{ère} Génération : enseignement par correspondance.....	28
II.2.2.2. 2 ^{ème} Génération : enseignement télévisé.....	28
II.2.2.3. 3 ^{ème} Génération : enseignement à distance interactif.....	29
Les activités pédagogiques.....	30

II.4.2. Les acteurs et leur rôle dans le E-learning.....	33
II.4.3. Principes du E-learning.....	34
II.4.4. Les modes de diffusion du E-learning.....	34
II.4.5. Les avantages et les inconvénients du E-learning.....	37
II.4.6. Le risque du E-learning.....	39
II.4.7. Les conditions de succès du E-learning.....	40
I.4.8. Les enjeux du E-learning.....	40
I.4.9. Les critères de succès du E-learning.....	40
I.4.10. Les différents aspects du E-learning.....	42
I.4.11. Les standards et les normes du E-learning.....	43
Inclusion.....	49

Chapitre III : Présentation de l'organisme d'accueil.

1. Introduction.....	50
2. Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou (UMMTO).....	50
I.2.1. Historique.....	50
I.2.2. Présentation de l'UMMTO.....	53
III.2.2.1. Structure de l'UMMTO.....	54
III.2.2.2. Organigramme de l'UMMTO.....	55
3. Le Centre des Système et Réseaux d'Information, de Communication et Télé- enseignement et Enseignement à Distance (CSRICTED).....	55
II.3.1. Présentation du CSRICTED.....	55
Inclusion.....	56

Chapitre IV : Analyse et Conception.

1. Introduction.....	57
2. Méthodologie de développement.....	57
3. Problématique.....	57
4. Objectif.....	58
5. Phase d'analyse.....	58
IV.5.1. Identification des acteurs.....	58
IV.5.2. Diagramme de contexte.....	60
IV.5.3. Les besoins fonctionnels.....	60
IV.5.4. Les besoins non fonctionnels.....	62
IV.5.5. Spécification des cas d'utilisation.....	62
6. Phase de conception.....	69
✓ Diagrammes de séquence.....	70
✓ Diagrammes d'activité.....	73
✓ Diagramme de classe.....	76
7. Modèle physique.....	77
8. Conception de la base de données.....	78
Inclusion.....	78

Chapitre V : Implémentation et réalisation.

. Introduction.....	79
. Les réseaux.....	79

v.2.3. La topologie.....	77
. Architecture Client/serveur.....	80
V.3.1. Définition.....	80
V.3.1.1. Architecture à 2 niveaux.....	81
V.3.1.2. Architecture à 3 niveaux.....	81
V.3.1.3. Architecture Multi-niveaux.....	82
. Protocoles et formats de données.....	83
V.4.1. Protocoles de communication.....	83
V.4.2. Format de données.....	83
. Description de l'environnement de développement.....	83
. Outils de développement.....	84
V.6.1. Serveur web XAMPP.....	84
V.6.2. Environnement de développement Android Studio.....	85
V.6.3. PhpStorm.....	87
V.6.4. Postman.....	88
. Les langages de programmation.....	88
. Implémentation des services web RESTFUL.....	90
. Présentation des interfaces de la plateforme.....	97
Conclusion.....	103

ure I.1 : Architecture Orientées Services.

ure I.2 : L'architecture des services web.

ure I.3 : Pile simplifiée des services web.

ure I.4 : Schéma d'un message SOAP.

ure I.5 : Schéma de l'architecture REST.

ure I.6 : Les éléments de l'interface WSDL.

ure I.7 : Le contenu de l'annuaire UDDI.

ure II.1 : Types d'activités pédagogiques.

ure II.2 : Une topologie de la formation a distance.

ure II.3 : Les modes de diffusion du E-Learning.

ure II.4 : Les organismes techniques de standardisation.

ure III.1 : Organigramme de l'UMMTO.

ure IV.1 : Diagramme de contexte.

ure IV.2: Diagramme de cas d'utilisation « acteur : Visiteur».

ure IV.3: Diagramme de cas d'utilisation « acteur : Enseignant ».

ure IV.4 : Diagramme de cas d'utilisation « acteur : Etudiant».

ure IV.5 : Diagramme de cas d'utilisation « acteur : Administrateur ».

ure IV.6 : Diagramme global de cas d'utilisation.

ure IV.7 : Diagramme de séquence du cas « Consulter cours ».

ure IV.8 : Diagramme de séquence du cas « Supprimer un compte utilisateur ».

ure IV.9: Diagramme de séquence du cas «Ajouter un cours ».

ure IV.10 : Diagramme d'activité cas « Consulter cours».

ure IV.11 : Diagramme d'activité cas « Gestion des utilisateurs ».

ure IV.12 : Diagramme d'activité cas « Gestion cours ».

ure IV.13 : Diagramme de classe global.

ure V.3 : Architecture Client/serveur à trois niveaux.

ure V.4 : Architecture Client/serveur à n-tiers.

ure V.5 : Interface XAMPP.

ure V.6 : Interface d'Android Studio.

ure V.7 : Interface de l'Android SDK Manager.

ure V.8 : Interface de PhpStorm.

ure V.9 : Interface de Postman.

ure V.10 : Interface de l'application de Yii.

ure V.11 : Interface de Gii.

ure V.12 : Génération d'un Modèle sous Gii.

ure V.13 : Interface du « CRUD Generator ».

ure V.14 : La classe de « *CoursController* ».

ure V.15 : La classe de « *TdController* ».

ure V.16 : La classe « *TpController* ».

ure V.17 : Document JSON.

ure V.18 : Interface de la page d'accueil.

ure V.19 : Interface d'authentification de l'enseignant.

ure V.20 : L'espace de l'enseignant.

ure V.21 : Page d'inscription de l'étudiant.

ure V.22 : Interface d'authentification de l'étudiant.

ure V.23 : L'espace de l'étudiant.

ure V.24 : Page de connexion de l'administrateur.

ure V.25 : Interface administrateur.

ure V.26 : Interface «*supprimer un utilisateur*».

ure V.27 : Interface «*Envoyer cours*».

ure V.28 : Interface de l'URL du cours.

Liste des tableaux

Tableau IV.1 : Description textuelle Cas d'utilisation « Gérer cours ».

Tableau IV.2 : Description textuelle Cas d'utilisation « Poster un message ».

Tableau IV.3 : Description textuelle Cas d'utilisation « Supprimer les utilisateurs ».

Tableau IV.4 : Description détaillée du diagramme de classe.

CHAPITRE I

Interopérabilité et les services web

. Introduction :

Le domaine de l'information et de la communication a connu une avancée remarquable qui ne cesse d'être engendrée par de nouvelles technologies telles que l'internet, les systèmes d'information distribués, les services, etc. En effet, les regards se sont tournés de plus en plus vers un nouveau paradigme informatique : la fourniture transparente des services Web qui dépasse les barrières logicielles et matérielles traditionnelles.

Le cœur de cette vision se trouve le concept d'interopérabilité, c'est-à-dire la capacité pour des systèmes informatiques de communiquer et de partager des données de façon transparente. C'est l'objectif des services Web. Un service Web est une logique d'application programmable accessible à l'aide des protocoles Internet standards. On peut aussi le décrire comme l'implémentation de standards Web pour une communication transparente entre les machines et entre les applications.

Un certain nombre de technologies des services Web, telles que le style d'architecture orienté ressource « Representational State Transfer » et l'architecture orientée opérations distribuées (protocole SOAP, XML), le langage WSDL (Web Service Description Language) et le protocole HTTP (HyperText Transfer Protocol), sont actuellement utilisées pour transférer les messages entre les machines. La complexité des messages est très variable, pouvant aller de l'appel de méthode à la soumission d'un bon de commande. Une opération courante - de niveau plus élevé - d'un service Web consiste à implémenter la communication de type RPC (Remote Procedure Call), appel de procédure à distance permettant à un programme sur un ordinateur d'exécuter un programme sur un autre ordinateur.

Dans les sections suivantes, nous abordons d'une part les concepts, les types et les aspects de l'interopérabilité et d'une autre part nous nous intéressons aux technologies des services web plus particulièrement le style d'architecture orienté ressource (REST).

. L'interopérabilité :

1.2.1. Concept de l'interopérabilité :

Plusieurs définitions ont été proposées dans la littérature pour définir le terme « interopérabilité », nous n'en citons quelques unes :

- ✓ L'interopérabilité est la capacité des systèmes informatiques et des processus de supporter l'échange de données et de permettre le partage d'information et de connaissances [1].
- ✓ L'interopérabilité est la capacité que possèdent deux ou plusieurs systèmes ou composants à échanger des informations puis à exploiter les informations venant d'être échangées [2].
- ✓ L'interopérabilité est la capacité de communiquer avec d'autres systèmes et d'accéder à leurs fonctionnalités [3].
- ✓ Pour Carney et al [4], l'interopérabilité est définie comme étant : "l'interopérabilité est

1.2. Principaux types d'interopérabilité :

Plusieurs équipes de chercheurs se sont penchées sur la définition de cadres caractérisant les différents aspects de l'interopérabilité. Parmi lesquels, nous citons:

- **IDEAS** (Interoperability **D**evelopment for **E**nterprise Applications and **S**oft- ware) [5].
- **AIF** (Application **I**ntegration **F**ramework) [6].
- **EIF** (European Interoperability **F**ramework) [7].

L'**IDEAS** est défini par quatre aspects : sémantique, technologies de communication, connaissances, et métier. Le cadre **AIF** est défini par trois aspects : technique, applicatif, et conceptuel. Enfin, **EIF** est défini par trois aspects: technique, sémantique, et organisationnel. Ces trois cadres convergent tous vers les aspects considérés dans l'**EIF** à partir duquel il est possible de considérer les aspects d'interopérabilité des SI des entreprises : technique, sémantique et organisationnel .Ces aspects [8], souvent nommés comme niveaux, sont décrits dans la suite de cette section.

➤ **Interopérabilité technique:**

- L'interopérabilité technique signifie que les messages peuvent être transportés d'une application à une autre [9].
- L'interopérabilité technique n'est pas restreinte aux applications, mais elle établit plutôt certaines liaisons possibles entre le niveau technique de l'interopérabilité des entreprises et les dimensions qui caractérisent les SI (données, applications et processus) [8].
- L'interopérabilité technique des données, elle concerne les interfaces et les protocoles de communication nécessaires à l'échange des données entre systèmes d'information. Le standard XML représente une solution permettant la structuration des informations qui peuvent être échangées entre SI.
- L'interopérabilité technique des applications, elle concerne les applications qui s'exécutent sous des systèmes d'exploitation différents (UNIX, Windows, etc.) ou qui sont développées dans des environnements incompatibles (.NET, JAVA, etc.).

➤ **Interopérabilité sémantique:**

données, les applications ou les processus) a le même sens du point de vue de son expéditeur et du point de vue de son destinataire [10].

- L'interopérabilité sémantique garantie que le sens exacte des informations échangées peut être compris par toute application qui n'a pas été conçue initialement dans ce but.
- Elle vise à garantir la cohérence dans la manière dont les informations sont représentées et compromises [11].

➤ **Ontologie**

Le terme ontologie avait au début de son acceptation un sens philosophique. Aujourd'hui, il appliqué dans différents domaines tels que la représentation de l'information et des connaissances, l'intégration des SI, la spécification des systèmes, et l'interopérabilité. Une ontologie est souvent représentée en termes de classes, relations, propriétés, attributs et valeurs. L'ontologie dans le contexte d'une entreprise est une composante de la mémoire d'entreprise qui permet de capturer la connaissance potentiellement intéressante pour cette entreprise. L'ontologie dans le contexte de l'interopérabilité des entreprises est un pont entre différents systèmes qui sert à définir le format d'échange entre ces systèmes [12].

➤ **Interopérabilité organisationnelle:**

- L'interopérabilité organisationnelle des entreprises est un ensemble de responsabilités, autorisations, confiances, aspects légaux, propriétés intellectuelles et structures organisationnelles nécessaires à l'acceptation des échanges d'informations [8]. Cette définition est inappropriée au domaine des SI [8].
- Il est possible de la filtrer et n'en garder que ce qui touche directement aux SI en imaginant deux classes d'informations : la première classe concerne les stratégies et les décisions relatives aux entreprises et une deuxième classe qui contient les autres informations, portant sur les processus, données et applications de l'entreprise [8].
- L'interopérabilité des SI se réfère alors à tout ce qui a trait à la seconde classe en y associant l'aide à la décision.
- L'interopérabilité organisationnelle référence la notion de processus collaboratif permettant d'expliquer la synchronisation des échanges d'information et de ressources entre partenaires. Cette notion est particulièrement importante dans un contexte d'entreprises en réseau [8].

3. Interopérabilité et standardisation :

ordinateurs, réseaux, systèmes d'exploitation et applications d'échange d'informations, sans communication préalable, afin d'échanger des informations d'une manière utile et significative.

La standardisation est la façon dont le client et le serveur communiquent et interagissent, même lorsque ces derniers sont des systèmes informatiques différents et bases de données. L'interopérabilité est réalisée grâce à la standardisation de:

- Les mécanismes de codification ou en utilisant une méthode normalisée d'encodage des données (ensembles de métadonnées).
- La sémantique de contenu ou un modèle de données normalisé avec des connaissances sémantiques partagées pour des communautés spécifiques.

Un standard représente un accord sur la réponse à un problème récurrent-perçu, anticipé, ou «réel», et codifie la réponse à des fins de communication. Le standard est le résultat d'un processus de résolution de problèmes. Il s'agit d'accords entre les parties prenantes qui ont un intérêt à adopter des réponses spécifiques au problème. L'utilisation conforme du standard conduit à des résultats prévisibles et une réduction de l'incertitude.

Différents technologie de standards se basent essentiellement sur:

- Service et/ou Interfaces.
- Interfaces de programmation d'applications (API).
- Formats de message (syntaxique et sémantique).

Comme exemple des premières approches d'implémentation des principes de l'interopérabilité, l'apparition des standards pour le Web comme le TCP/IP, http, et HTML. Le deuxième type d'approches d'interopérabilité est l'apparition des standards de communication Common Object Request Broker Architecture (CORBA) et son Object Request Broker (ORB), et l'architecture orientée ressource (REST).

4. L'interopérabilité pourquoi ?

L'interopérabilité permet [POU 09]:

- ✓ **de partager et de combiner des données :** L'accès partagé à des connaissances est un enjeu majeur pour les applications distribuées face à la quantité grandissante de sources d'information utilisables à disposition.
- ✓ **de réutiliser des informations ou des systèmes existants :** Cela permet de réduire les coûts liés au développement d'une nouvelle application. L'interopérabilité permet d'accéder à des données prêtes à l'emploi, facilement réutilisables par une application ou un type d'application.

responsabilités et coûts d'entretien sont partagés entre les différents acteurs qui fournissent des données.

5. Les avantages potentiels d'interopérabilité :

L'interopérabilité offre un certain nombre d'avantages potentiels, par exemple, elle:

- ✦ augmente la flexibilité, en permettant aux systèmes le mapping.
- ✦ facilite la création de nouvelles capacités, en composant de nouvelles fonctions hors de celles qui existent déjà.
- ✦ augmente le coûts-efficacité, en permettant la réutilisation des systèmes existants et des capacités.
- ✦ crée pratiquement des systèmes intégrés virtuelle qui sont plus faciles à utiliser.
- ✦ L'interopérabilité peut réduire le coût de la création de nouvelles capacités en permettant aux systèmes existants d'être réutilisés dans de multiples façons à des fins multiples.

6. Coûts et désavantages de l'interopérabilité :

Malgré ses avantages potentiels, l'interopérabilité a des coûts et des inconvénients. En particulier, elle peut compromettre la vie privée et la sécurité, et la complexité technique du système à concevoir. L'interopérabilité permet l'accès et le partage de l'information entre utilisateurs. Cela peut être un avantage d'un côté, mais d'un autre côté c'est une menace croissante à la vie privée. Car l'interopérabilité impose de nouvelles exigences sur le système. Le coût d'une conception d'un système et l'effort de développement est susceptible d'augmenter si le système doit être forcément interopérable [ROT 08].

I.3. Les services web:

I.3.1. SOA (Service Oriented Architecture):

Le paradigme SOA a été proposé par Yefim V. Natis analyste du Gartner Group dès 1994 [Natis, 94]. L'Architecture Orientée Service permet de construire des applications logicielles utilisant des services disponibles dans un environnement distribué. Les caractéristiques principales d'une architecture orientée services sont le couplage faible entre les services, l'indépendance par rapport aux aspects technologiques. La propriété de couplage faible implique qu'un service n'appelle pas directement un autre service. En effet, les interactions sont gérées par une fonction d'orchestration. La réutilisation d'un service est alors plus facile, du fait qu'il n'est pas directement lié aux autres services de l'architecture dans laquelle il évolue. Les applications sont composées de services ayant des interfaces bien définies indépendantes de leurs techniques d'implémentation. C'est ainsi que l'Architecture Orientée

trouvées dans la littérature, [Dodani, 04] propose la définition suivante: "l'architecture orientée service est un paradigme qui permet l'intégration d'applications et de ressources de manière flexible en : (1) représentant chaque application ou ressource sous la forme d'un service exposant une interface standardisée, (2) permettant à un service d'échanger des informations structurées (messages, documents, objets métier), (3) coordonnant et organisant les services afin d'assurer qu'ils puissent être invoqués et utilisés de manière efficace ". Selon [bachtarzi, 14], l'architecture orientée services est un style architectural pour la conception, le développement, le déploiement et la gestion de systèmes logiciels distribués qui délivre des fonctionnalités d'application sous forme de services interopérables, soit à l'utilisateur final ou à d'autres services.

1.1. Service :

Le service est la brique de base de la SOA. Il représente une entité logicielle fonctionnelle déployée et invocable à distance. Le concept de service est actuellement le sujet de définitions très variées.

- ✓ « Un service, dans le cadre des architectures orientées services, expose une partie de la fonctionnalité fournie par l'architecture et respecte trois propriétés : (1) le cœur du service est exposé dans une interface indépendante de toute plateforme, (2) le service peut être dynamiquement localisé et invoqué, (3) le service est autonome et sait maintenir son propre état courant ». [Hashimi, 03].
- ✓ « Un service permet d'exposer une ou plusieurs fonctionnalités, offertes par un fournisseur, à des clients potentiels ». [pourraz,07]
- ✓ un service est défini comme une entité qui représente certaines fonctionnalités (application fonctionnelle, transaction commerciale, un service du système de base de données etc.) exposée en tant que composant d'un processus métier. Un service est défini à l'aide d'une interface qui expose les fonctionnalités et masque les détails de mise en œuvre sous-jacents. Le service doit être sans état pour assurer qu'il ne dépend pas de l'état ou du contexte d'autres services. Les services sont appelés via des protocoles de communication bien définis qui mettent l'accent sur l'interopérabilité et la transparence de localisation. [Dodani, 04]

Dans ce qui suit, nous allons définir le concept de service Web ainsi que les différents standards entourant cette technologie.

2. Architecture orientée service Web (WSOA) :

Les services Web sont une implémentation particulière de l'architecture SOA. Les Services Web sont des composants logiciels interopérables permettant la communication et l'échange de données entre applications et systèmes hétérogènes dans des environnements distribués. Les spécifications des services Web sont complètement indépendantes des langages de programmation, des systèmes d'exploitation

LES FOURNISSEURS. LES SERVICES WEB SONT BASÉS SUR DES TECHNOLOGIES OUVERTES.

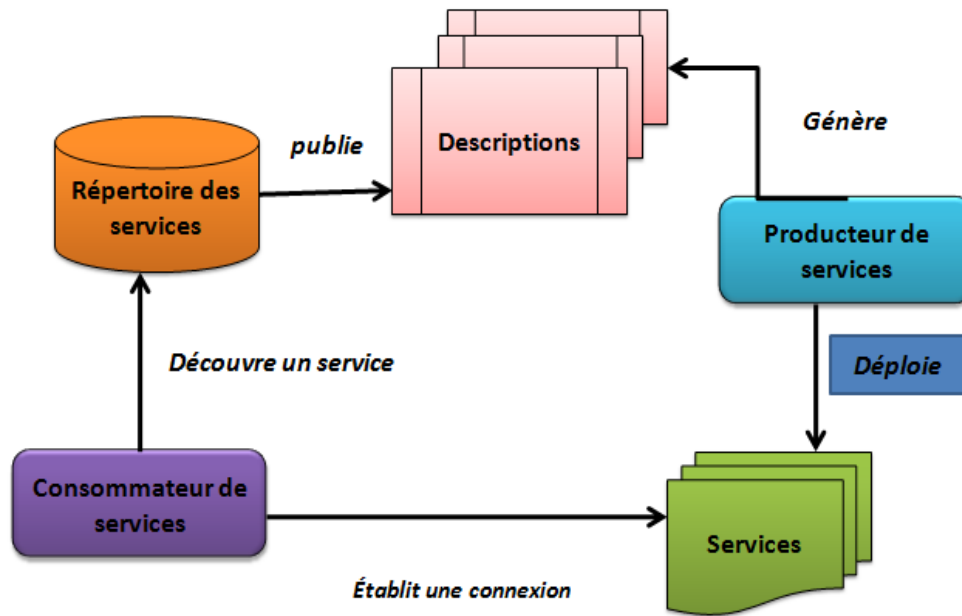


Figure I.1 : Architecture Orientées Services.

2.1. Définition :

- Les services web représentent un mécanisme de communication entre applications distantes à travers le réseau internet indépendant de tout langage de programmation et de toute plate-forme d'exécution.
- Les services web ont été proposés initialement par **IBM** et **Microsoft**, puis en partie standardisés par le **W3C** (le Consortium du **World Wide Web**). Plusieurs définitions des services web ont été proposées dans la littérature.
- D'un point de vue technique, un service Web est une entité logicielle offrant une ou plusieurs fonctionnalités allant des plus simples aux plus complexes. Ces entités sont publiées, découvertes et invoquées à travers le web grâce à l'utilisation d'internet comme infrastructure de communication ainsi que de formats de données standardisés comme **XML** [Dress, 11].

Selon IBM¹

« Les services web sont la nouvelle vague des applications web. Ce sont des applications modulaires, auto-contenues et auto-descriptives qui peuvent être publiées, localisées et

des processus métiers complexes. Une fois qu'un service web est déployé, d'autres applications (y compris des services web) peuvent le découvrir et l'invoquer ». Les deux premières définitions affirment que les services web sont accessibles par d'autres à travers le web en utilisant des protocoles et des formats standards, mais elles ne mettent pas en évidence les technologies utilisées pour mettre en œuvre un service web.

Selon le W3C¹

« Un service web est un système logiciel identifié par une URI et conçu pour supporter l'interaction interopérable de machine à machine sur un réseau. Il possède une interface décrite dans un format exploitable par la machine, c.à.d. décrite en WSDL (web Services Description Language). D'autres systèmes interagissent avec le service web d'une façon prescrite par sa description en utilisant des messages SOAP (Simple Object Access Protocol), typiquement en utilisant HTTP (Hyper Text Transfer Protocol) avec une sérialisation XML en même temps que d'autres normes du Web ». Dans cette dernière définition, le W3C met en évidence les technologies et leurs rôles pour mettre en œuvre un Service Web. Cette définition ne mentionne pas la découverte de Services Web. Une définition plus raffinée des services web est : Un service web est un composant applicatif (programme) mis à la disposition d'autres systèmes sur le Web. Un service web dispose de méthodes que l'on peut invoquer à distance en utilisant des protocoles standards (HTTP, etc.). Les services web présentent l'avantage d'être indépendants des plateformes et réutilisables. Un service web est décrit par une description WSDL (Web Service Description Language) au format XML qui est enregistré dans des registres UDDI (Universal Description Discovery and Integration). Les autres systèmes (web services, applications...) communiquent avec les services web en utilisant des messages SOAP, au format XML, transmis avec le protocole HTTP [Rabahallah et al, 15a].

2.2. L'intérêt des services web :

Les services web fournissent un lien entre applications. Ils sont normalisés car ils utilisent les standards XML et HTTP pour transférer des données et sont compatibles avec de nombreux autres environnements de développement. Ils sont donc indépendants des plates-formes. Ainsi, des applications utilisant des technologies différentes peuvent envoyer et recevoir des données au travers de protocoles compréhensibles par tout le monde. C'est dans ce contexte qu'un intérêt très particulier a été attribué à la conception des services Web puisqu'ils permettent aux entreprises d'offrir des applications accessibles à distance par d'autres entreprises [Amrane, 15].

Ils sont un concept clé de l'approche SOA .Ils fournissent diverses fonctionnalités qui peuvent être accessibles via le réseau. Dans la vision SOA, le développement de systèmes logiciels peut être effectué rapidement et à faible coût. Dans le domaine e-learning , ils sont utilisé comme un moyen de faciliter le développement de nouveaux systèmes , au lieu de construire

existants. Ceci permet de réduire considérablement le temps, les efforts et les coûts nécessaires au développement de nouveaux systèmes e-learning [Rabahallah et al, 15b].

2.3. L'architecture des services web :

is allons présenter l'architecture de base des services web tel que proposée par IBM. Cette architecture comporte trois entités: le fournisseur de service, l'annuaire de services et le client (sateur du service).

- **Le client** : C'est une application qui requiert un service. C'est l'entité qui initie la localisation du service dans l'annuaire, interagit avec le service à travers un protocole et exécute la fonction exposée par le service.
- **Le fournisseur de service** : c'est une entité adressable via un réseau, il accepte et exécute les requêtes venant d'un client. Le fournisseur de service publie le contrat de service dans l'annuaire pour qu'il puisse être accédé par les clients.
- **L'annuaire de service (UDDI)** : est un annuaire qui contient les services disponibles. C'est une entité qui accepte et sauvegarde les contrats du fournisseur de service et présente les contrats aux éventuels clients.

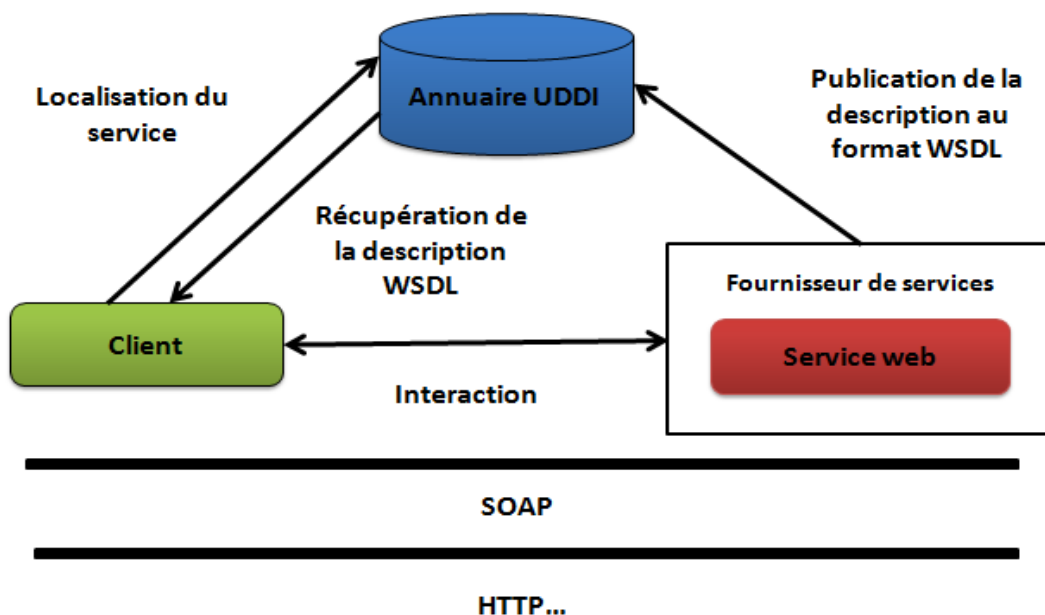


Figure 1.2: L'architecture des services web.

Les services Web communiquent via un ensemble de technologies fondamentales qui partagent une architecture commune. Ils ont été conçus pour être réalisés sur de nombreux systèmes développés et déployés de façon indépendante. Les technologies utilisées par les services Web sont HTTP, WS-REST, XML-RPC, SOAP et UDDI.

➤ REST

REST (**R**epresentational **S**tate **T**ransfer) est une architecture de services Web. Élaborée en l'an 2000 par Roy Fielding, l'un des créateurs du protocole HTTP, du serveur Apache HTTPd et d'autres travaux.

➤ XML-RPC

XML-RPC est un protocole simple utilisant XML pour effectuer des messages RPC. Les requêtes sont écrites en XML et envoyées via HTTP POST. Les réponses sont intégrées dans le corps de la réponse HTTP. XML-RPC est indépendant de la plate-forme, ce qui lui permet de communiquer avec diverses applications. Par exemple, un client Java peut parler de XML-RPC à un PerlServer !

➤ SOAP

SOAP (Simple Object Access Protocol) est un protocole standard de communication. C'est l'élément dorsale du système d'interopérabilité. SOAP est un protocole décrit en XML et standardisé par W3C. Il se présente comme une enveloppe pouvant être signée et pouvant contenir des données ou des pièces jointes.

Il circule sur le protocole HTTP et permet d'effectuer des appels de méthodes à distance.

➤ WSDL

WSDL (Web Services Description Language) est un langage de description standard. C'est l'interface présentée aux utilisateurs. Il indique comment utiliser le service Web et comment interagir avec WSDL est basé sur XML et permet de décrire de façon précise les détails concernant le service Web : les protocoles, les ports utilisés, les opérations pouvant être effectuées, les formats des messages d'entrée et de sortie et les exceptions pouvant être envoyées.

➤ UDDI

UDDI (Universal Description, Discovery and Integration) est un annuaire de services. Il fournit l'infrastructure de base pour la publication et la découverte des services Web. UDDI permet aux fournisseurs de présenter leurs services Web aux clients.

2.4. Les standards des services web :

Afin de permettre le développement des applications distribuées à travers Internet, les services Web utilisent des standards développés autour des standards HTTP et XML. Pour cela, la communication est réalisée en utilisant les standards SOAP, REST, la description du service est réalisée par le standard WSDL et les registres de services utilisent le standard universel UDDI. Les organisations de standardisation pour les services Web les plus connues sont OASIS (Organization for the Advancement of Structured Information Standards) et W3C (World Wide Web Consortium).

Dans cette section, nous allons présenter d'abord le langage XML. Après nous définirons les différentes couches horizontales illustrées dans la figure qui décrit la pile de langages et de protocoles des services web.

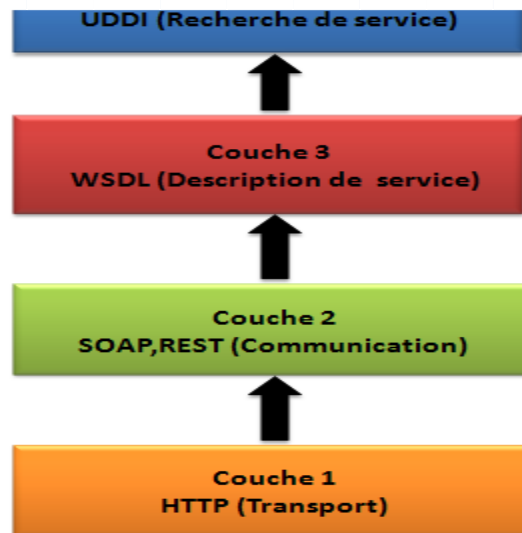


Figure I.3: Pile simplifiée des services web.

a. Le langage XML (eXtensible Markup Language) :

XML constitue la technologie de base des architectures Web services, c'est un facteur important pour contourner les barrières techniques. XML est un standard qui permet de décrire des documents structurés transportables sur les protocoles d'Internet. En effet, il apporte à l'architecture des Web services l'extensibilité et la neutralité vis à vis des plateformes et des langages de développement. La technologie des Web services a été conçue pour fonctionner dans des environnements totalement hétérogènes. Cependant, l'interopérabilité entre les systèmes hétérogènes demande des mécanismes puissants de correspondance et de gestion des types de données des messages entre les différents participants (clients et fournisseurs). C'est une tâche où les schémas de type de données XML se sont très bien adaptés. C'est pour cette raison que la technologie des Web services est essentiellement basée sur XML ainsi que les différentes spécifications qui tournent autour (les espaces de noms, les schémas XML, et les schémas de Type) [Melliti,04].

b. La couche transport :

Cette couche s'intéresse aux protocoles de transport de bas niveau, ces derniers vont transporter les requêtes et les réponses échangées entre services. Le protocole le plus utilisé (et recommandé par le consortium « Web Service Interoperability ») est l'HTTP, mais d'autres implémentations peuvent utiliser un autre ensemble de protocoles tels que : FTP, SMTP, JMS (java messagerie services).

c. La couche communication :

Cette couche est responsable du formatage des données échangées de sorte que les messages puissent être compris à chaque extrémité. Actuellement, deux styles architecturaux totalement différents sont utilisés pour ces échanges de données.

- ✓ **L'architecture orientée opérations distribuées (protocoles RPC) :** basée sur XML et qui comprend XML-RPC et SOAP.

Tout d'abord un message SOAP est un document XML qui doit avoir la forme suivante :

- ♦ La structure de l'enveloppe SOAP qui définit une structure générale décrivant le contenu, le destinataire, et la nature du message.
- ♦ Les règles d'encodage SOAP qui définissent le mécanisme de sérialisation utilisé pour échanger des objets.
- ♦ SOAP RPC qui définit, pour les utilisations synchrones, une convention de représentation des appels et des réponses des procédures distantes.

La figure suivante décrit la structure d'un message SOAP :

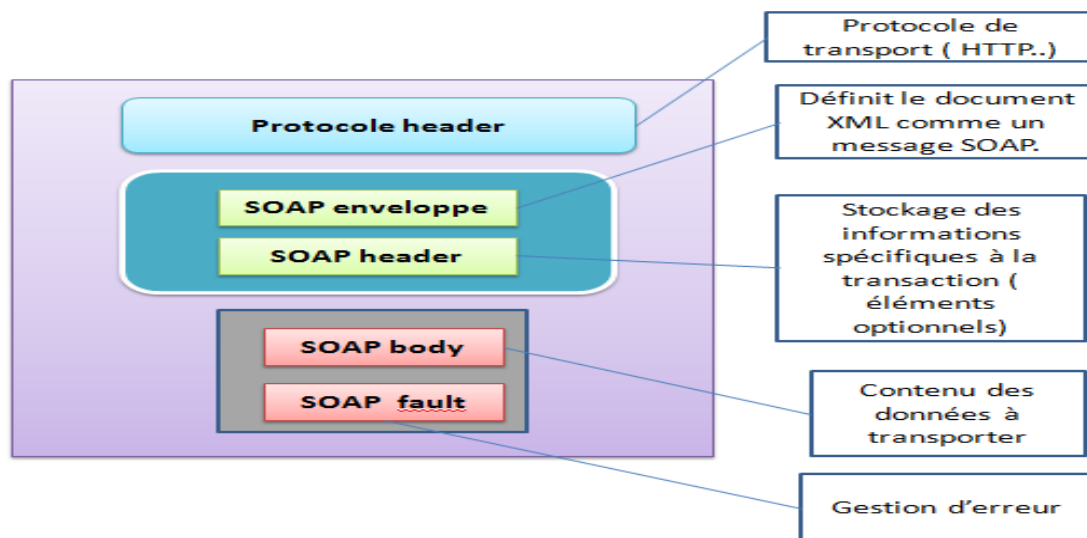


Figure I.4 : Schéma d'un message SOAP.

message SOAP est composé des parties suivantes :

➤ **Le HTTP Header :**

Le protocole HTTP envoie une requête POST. L'entête HTTP se trouve juste avant le message SO et définit le destinataire du message, les règles d'encodage HTTP, etc.

➤ **L'enveloppe SOAP :**

L'enveloppe contient l'espace de nommage définissant la version de SOAP utilisée, et les règles de sérialisation, et d'encodage.

➤ **Le header SOAP :**

Cette partie du message est optionnelle. Elle sert à transmettre des informations nécessaires à

indique si le processus est optionnel.

L'attribut actor permet de préciser l'application à laquelle est destinée l'information contenue dans le header. L'URI *http://schemas.xmlsoap.org/soap/actor/next* précise en particulier que ces informations sont destinées à la première application qui reçoit le message. Dans le cas où l'**actor** n'est pas précisé, le header est analysé par le destinataire final du message.

Dans l'exemple suivant, on précise des informations sur l'identification de l'utilisateur et la transaction à laquelle appartient le message :

```
<SOAP-ENV:Header>
  SOAP-ENV:actor="http://schemas.xmlsoap.org/soap/actor/next"
  SOAP-ENV:mustUnderstand="1">
    <identifiant numero="124527"/>
    <transaction type="compensees" numero="YU75X"/>
  </SOAP-ENV:Header>
```

➤ Le Body SOAP:

Le body SOAP contient toutes les informations que l'on veut transmettre à l'application distante. Le contenu du Body est normalisé dans SOAP RPC, pour modéliser une requête et sa réponse. Le body de la requête contient l'identifiant de l'objet distant, le nom de la méthode à exécuter et les éventuels paramètres. Le body de la réponse contient le résultat de l'exécution de la requête.

➤ La Gestion des erreurs :

En cas d'erreur lors du traitement de la requête, le serveur renvoie un message SOAP donnant les raisons de l'erreur, dans un message HTTP dont le header commence par : **HTTP/1.1 500 Server Error**

L'erreur est détaillée dans le Body SOAP, dans un élément **Fault**, donnant :

- **faultcode** : le code de l'erreur, destiné à un traitement informatique.
- **faultstring** : une explication textuelle, à destination des opérateurs humains.
- **faultactor (optionnel)** : en cas d'erreur dans le transport, l'acteur mis en cause peut être le proxy, le firewall, le serveur, etc.
- **détail (optionnel)** : un détail de l'erreur (par exemple en Java la trace de l'exception renvoyée).

Par exemple, dans le cas où la signature de la méthode de la requête ne correspond pas à la signature de la méthode du service, c-à-d au lieu de la méthode « plus », on met par exemple « plu », la réponse SOAP sera comme suit :

```
<SOAP-ENV:Body>
  <SOAP-ENV:Fault>
    <faultcode>
      SOAPENV:Client
    </faultcode>
    <faultstring>
      Method signature does not match.
    </faultstring>
  </SOAP-ENV:Fault>
</SOAP-ENV:Body>
```


L'architecture orientée ressources Web, REST (Representational State Transfer) :

■ Présentation:

REST est l'acronyme de Representational State Transfert défini par Roy Fielding en 2000 dans la thèse de doctorat à l'université de Californie, REST n'est pas un protocole ou un format, contrairement à SOAP, HTTP, mais un type d'architecture basé sur le protocole http.

En utilisant le protocole http, REST permet d'envoyer les messages sans enveloppe SOAP et dans un encodage (XML, JSON, binaire, texte). Il est actuellement très utilisé par les réseaux sociaux tel que Facebook et Twitter qui proposent à leurs clients une API évitant de devoir passer par la case SOAP.

Un web service RESTful est basé sur un type d'architecture fondée sur le concept de ressources. Le principe est qu'un composant logiciel puisse lire ou modifier une ressource en utilisant une représentation (XML ou JSON) de cette ressource.

■ Architecture :

REST est une architecture orientée ressource : une ressource représente une information de base dans une architecture REST.

L'architecture RESTful est construite à partir des ressources uniquement identifiées : chaque ressource est identifiée individuellement et accessible à partir de son URI unique pour procéder à diverses opérations GET, PUT et DELETE qui sont des opérations supportées par HTTP.

La manipulation des ressources se fait à travers des représentations : les ressources ont des représentations.

Un service REST est sans état (Stateless) : chaque requête envoyée au serveur doit contenir toutes les informations relatives à son état et est traitée indépendamment de toutes autres requêtes.

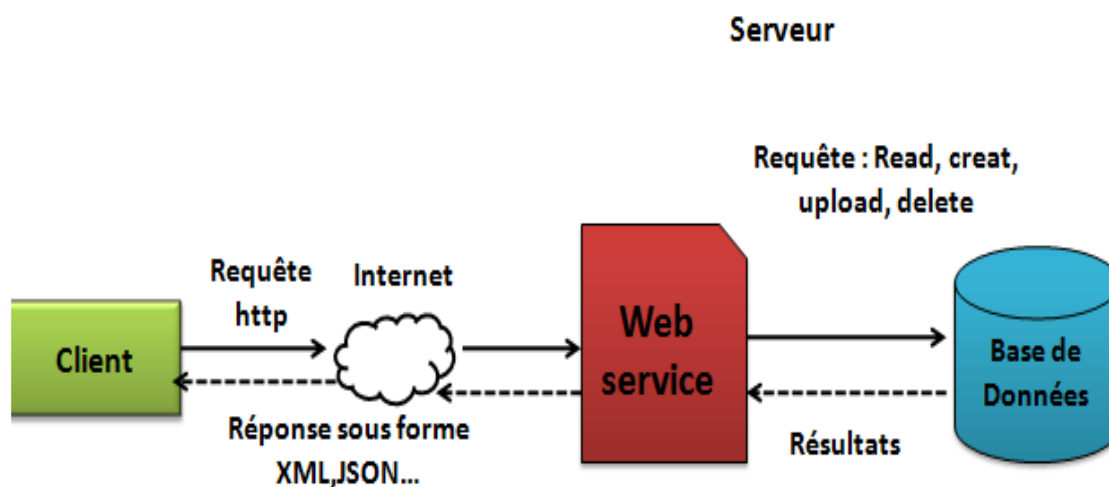


Figure 1.5 : Schéma

de l'architecture REST.

autres termes, tout concept pouvant être la cible d'une référence hypertexte d'un auteur doit entrer dans la définition d'une ressource. C'est une correspondance conceptuelle à un ensemble d'entités et ce n'est qu'une entité correspondant à cette association à un moment particulier dans le temps. [Thèse de Roy T. Field, introduction du chapitre 5 : REST]

REST utilise un identifiant de ressource URI pour identifier la ressource particulière impliquée dans la transaction entre le client et le serveur.

Une ressource est un objet identifiable sur le système (cours, examens...) par une URI unique qui a un poids important et doit suffire pour identifier une ressource sur le service web.

Une ressource peut subir quatre opérations de bases CRUD (Create, Read, Update, Delete).

L'architecture orientée ressources web (REST) utilise des standards, en particuliers :

- ✦ **URI** (*Uniform Resource Identifier*) comme syntaxe universelle pour adresser les ressources,
- ✦ **HTTP** (**H**yper**T**ext **T**ransfer **P**rotocol) un protocole sans état (stateless) avec un nombre très limité d'opérations, nécessaires à la manipulation de la ressource :

<i>Verbe http</i>	<i>Rôle</i>
GET	Permet de récupérer les données d'une ou plusieurs entités dans une ressource. Il est possible de filtrer par des paramètres dans l'url.
POST	-Permet de rajouter des entités à une ressource. -Les données sont envoyées dans le corps de la requête. -Par défaut, une requête POST intègre le format Content-Type:application/x-www-form-urlencoded. Ce format est déconseillé avec les APIs REST car il ne correspond pas aux formats de réponse utilisés (JSON, XML).
DELETE	Permet de supprimer une ressource.
PUT	Permet de modifier les données d'une entité dans une ressource.

- ✦ Des liens hypermédia dans des documents (X)HTML, XML, JSON pour représenter à la fois le contenu des informations et la transition entre états de l'application.
- ✦ Les types **MIME** (Multipurpose Internet Mail Extensions) : appelé aussi « Content-Type » est un standard qui a été proposé par les laboratoires *Bell Communications* en 1991 afin d'étendre les possibilités du courrier électronique (mail), c'est-à-dire de permettre d'insérer des documents (images, sons, texte, ...) dans un courrier.

pour typer les documents transférés par le [protocole HTTP](#). Ainsi lors d'une transaction entre un serveur web et un navigateur internet, le serveur web envoie en premier lieu le type **MIME** du fichier envoyé au navigateur, afin que ce dernier puisse savoir de quelle manière afficher le document.

Un type MIME est constitué de la manière suivante :

Content-type : type_mime_principal/sous_type_mime

Une image GIF a par exemple le type MIME suivant :

Content-type :image/gif

REST vs SOAP :

SOAP est certainement un choix de taille pour l'accès aux services web, il offre les avantages suivants par rapport à REST :

- ❖ Non dépendance par rapport à la langue, à la plateforme et le transfert (REST nécessite l'utilisation du protocole HTTP).
- ❖ Fonctionne bien dans des environnements distribués (REST nécessite une communication directe point à point).
- ❖ SOAP est standardisé.
- ❖ Intègre la gestion des erreurs.

En majorité, REST est plus facile à utiliser et plus souple. Il a les avantages suivants par rapport à SOAP :

- ❖ Aucun besoin d'outils coûteux pour interagir avec le service web.
- ❖ Efficace (SOAP utilise XML pour tous les messages, REST peut utiliser les formats de messages plus petits).
- ❖ Rapide.
- ❖ Proche d'autres technologies web dans la philosophie de conception.

Avantages et inconvénients des services REST :

a. Avantages :

Fielding précise dans sa thèse les avantages de ce style d'architecture. Citons par exemple :

- le moteur de l'état de l'application.
- l'absence de gestion d'état du client sur le serveur conduit à une consommation de mémoire inférieure, grande simplicité et donc à une capacité plus grande de répondre à un grand nombre de requêtes simultanées.
- l'absence de gestion d'état du client sur le serveur permet une répartition des requêtes sur plusieurs serveurs. Une session client n'est pas à maintenir sur un serveur en particulier (via une sticky session d'un loadbalancer) : elle se propage sur tous les serveurs (avec des problématiques de rafraîchissement de session). Cela permet une meilleure évolutivité et tolérance aux pannes (un serveur peut être ajouté facilement pour augmenter la capacité de traitement, ou pour en remplacer un autre).
- l'utilisation du protocole HTTP qui permet de tirer partie de son enveloppe et ses entêtes. C'est à l'opposé de SOAP qui ne présuppose pas un protocole : SOAP réinvente un protocole via une enveloppe, des entêtes et des messages, à l'intérieur du protocole réseau l'hébergeant (la plupart du temps HTTP). Il ne bénéficie donc pas des caractéristiques HTTP, gérées par l'infrastructure réseau (notamment les proxys supportant le cache et la mise en cache pour des performances plus importantes).
- l'utilisation d'URI comme représentant d'une ressource, permet la mise en place de serveurs de cache.

b. Inconvénients :

- la nécessité pour le client de conserver localement toutes les données nécessaires au bon déroulement d'une requête, ce qui induit une consommation en bande passante réseau plus grande. S'il est possible de coupler une application web REST à un service extérieur assurant la permanence des données lors de la durée d'une session (exemple une base de données ou un cookie, on pourrait cependant considérer que l'utilisation d'un service pour gérer des données relatives à une session ouverte par le client serait en violation de la philosophie de REST. REST préférera l'utilisation de tableaux codés en Javascript présents dans la mémoire du navigateur).
 - l'utilisation d'un formulaire HTML envoyant ses données avec une méthode comme DELETE ne peut être pris en compte par la plupart des navigateurs. Pour pallier ce problème on émule ce comportement avec un champ qui transmettra le type de méthode d'envoi des données à l'application.
- Malgré tout, et cependant, malgré les contraintes de REST, beaucoup d'applications se sont largement inspirées par elle.

I. La couche de Description (WSDL) :

Parmi les nombreux objectifs de l'Architecture Orientée Services est que les briques de base de l'implémentation (les services) puissent être réutilisées dans d'autres systèmes. Cette réutilisation est conditionnée par le fait que chaque service utilisé dans un système basé sur une SOA doit être, au préalable, décrit par son fournisseur. WSDL (Web Service Description Language) est un langage de description des Web services fondé sur XML, il décrit un service à travers une interface représentant un ensemble d'opérations et leurs paramètres d'entrée et de sortie respectifs. L'interface WSDL décrit la fonctionnalité accomplie par le service (ce que le service fait) mais il ne décrit pas les modalités d'accomplissement de cette fonctionnalité (comment le service le fait) [Bachtarzi, 10], [Bachtarzi, 14]. Le W3C a défini notamment les catégories d'informations à prendre en compte dans la description d'un service Web. Les éléments décrits dans WSDL sont principalement les suivants :

- ❖ Les opérations proposées par le service Web.

❖ Les ports d'accès au service.

Le standard WSDL offre une description sur deux niveaux : une description abstraite décrivant la fonction offerte par un service et une description concrète décrivant comment et où accéder à cette fonction [Chinnici et al, 07]. Le niveau abstrait est utilisé principalement lors du processus de sélection tandis que le niveau concret est plutôt utilisé lors de l'invocation des opérations du service Web.

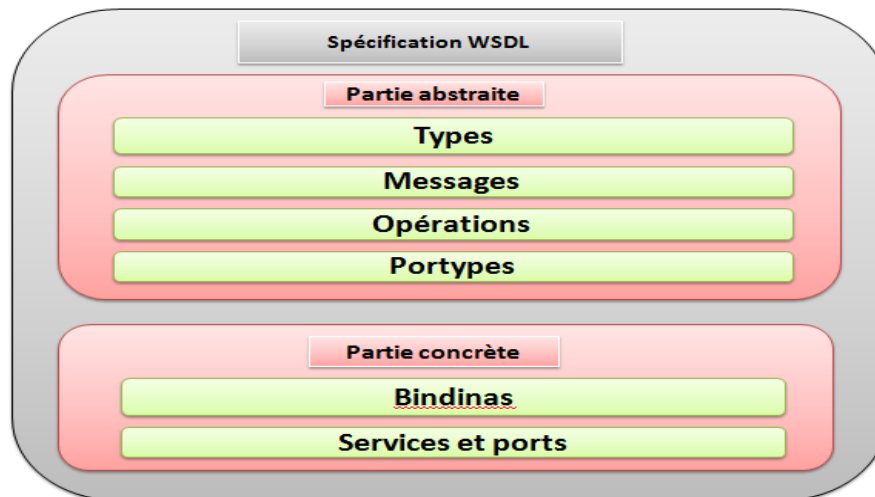


Figure 1.6 : Les éléments de l'interface WSDL.

◆ **Description abstraite :**

Le niveau abstrait décrit les informations propres aux opérations proposées par le service, ainsi que les informations traitant les messages et les données échangés lors de l'invocation du service. Ce niveau décrit les informations suivantes :

- ❖ **<types>** : L'élément « types » décrit tous les types de données complexes utilisés entre le client et le serveur. WSDL n'est pas exclusivement lié à un système de typage spécifique mais il utilise la spécification W3C XML Schéma comme choix par défaut. Si le service utilise uniquement des types simples, tels que les chaînes de caractères et les entiers, l'élément types n'est pas requis.
- ❖ **<message>** : L'élément « message » décrit les messages échangés par le service (messages entrants et sortants). Il est composé d'un ou plusieurs éléments nommés <part>, ces derniers peuvent faire référence à des paramètres d'entrée ou à des valeurs de retour.
- ❖ **<portType>** : L'élément « portType » représente une collection d'opérations. L'élément **<operation>** est une action abstraite accomplie par le service. Elle peut contenir éventuellement les sous éléments <input> et /ou <output> décrivant respectivement le message d'entrée et le message de sortie.

Un client souhaitant invoquer un service Web particulier doit en plus des informations contenues dans le niveau abstrait, connaître comment et où les messages échangés seront envoyés. Cet échange de message se fait conformément aux spécifications de la partie concrète du modèle WSDL, notées à travers des éléments "binding".

principales informations décrites au niveau concret sont les suivantes :

- ❖ **<Bindings>** : est élément qui définit le lien entre les différents <portTypes> et les protocoles utilisés.
- ❖ **<Ports>** : définit un point d'accès au service défini par une adresse réseau.
- ❖ **<Services>** : contient plusieurs éléments <Ports>, contenant chacun un nom, une URL point d'accès et une référence à une liaison donnée

Couche de publication et Découverte (UDDI) :

UDDI (Universal Description, Discovery and Integration) [Clement et al, 04] (pour la version 3.0.2) définit un modèle de représentation des données et des métadonnées nécessaires à la découverte de services. Est une spécification d'annuaires de services web, cette norme W3C propose un ensemble de structures à publier par les fournisseurs de services. Ces structures sont formalisées en XML, et comportent 03 types d'informations :

les **pages blanches** : qui décrivent les informations de contacts sur les entreprises.

les **pages jaunes** : qui décrivent des informations de classification de services.

les **pages vertes** : qui donnent des informations techniques des services.

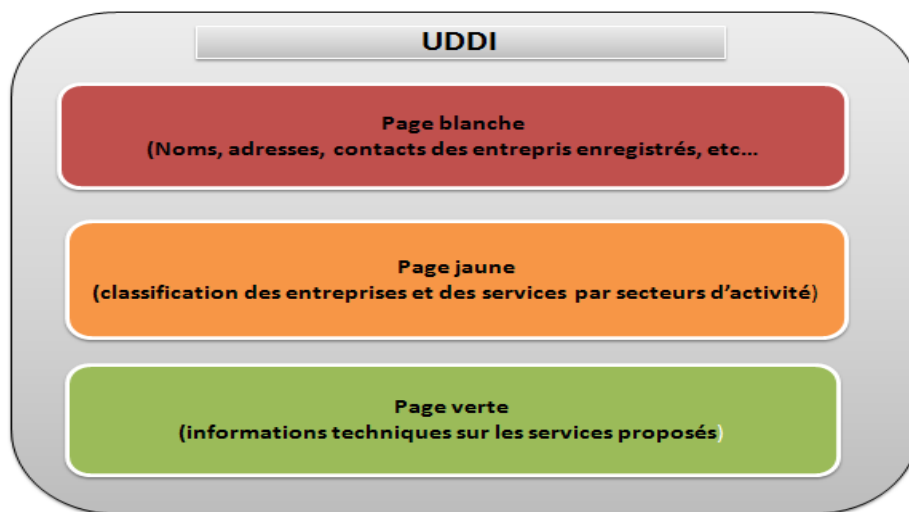


Figure I.7: Le contenu de l'annuaire UDDI.

ait, le Service Web peut alors être connu de tous ceux qui le recherchent.
Le modèle UDDI comporte 5 types de structures de données décrites sous forme de schéma XML.

- **Business entity** : elle contient des informations sur l'entreprise qui publie les services dans l'annuaire ; cette structure contient les autres éléments de l'UDDI.
- **Business service** : ensemble d'informations sur les services publiés par l'entreprise (nom du service, catégories...).
- **Binding Template** : ensemble d'informations sur le lieu d'hébergement du service (c.à.d. l'adresse, le point d'accès du service).
- **Tmodel** : ensemble d'informations sur le mode d'accès au service (définitions wsdl), il peut s'agir d'une spécification abstraite ou d'une taxonomie.
- **Publisher Assertion** : ensemble d'informations contractuelles entre les partenaires.

2.5. Les applications des Services web :

L'application des services web est multiple, autant dans les domaines du **B2C**, **B2B** que pour des domaines particuliers, par exemple gestion de stock, gestion commerciale, etc...

- ❖ **B2C (Business to Consumer)** : Qualifie une application, un site Internet destiné au grand public.
- ❖ **B2B (Business to Business)** : Qualifie une application, un site Internet destiné au commerce professionnel à professionnel [13].

2.6. Avantages et inconvénients des services web:

- ❖ Les services Web fournissent l'interopérabilité entre divers logiciels fonctionnant sur diverses plates-formes.
- ❖ Les services Web utilisent des standards et protocoles ouverts.
- ❖ Les protocoles et les formats de données sont au format texte dans la mesure du possible, facilitant ainsi la compréhension du fonctionnement global des échanges.
- ❖ Basés sur le protocole **HTTP**, les services Web peuvent fonctionner au travers d nombreux pare-feux sans nécessiter des changements sur les règles de filtrage.
- ❖ Les outils de développement, s'appuyant sur ces standards, permettent la création automatique de programmes utilisant les services Web existants.

b. Inconvénients :

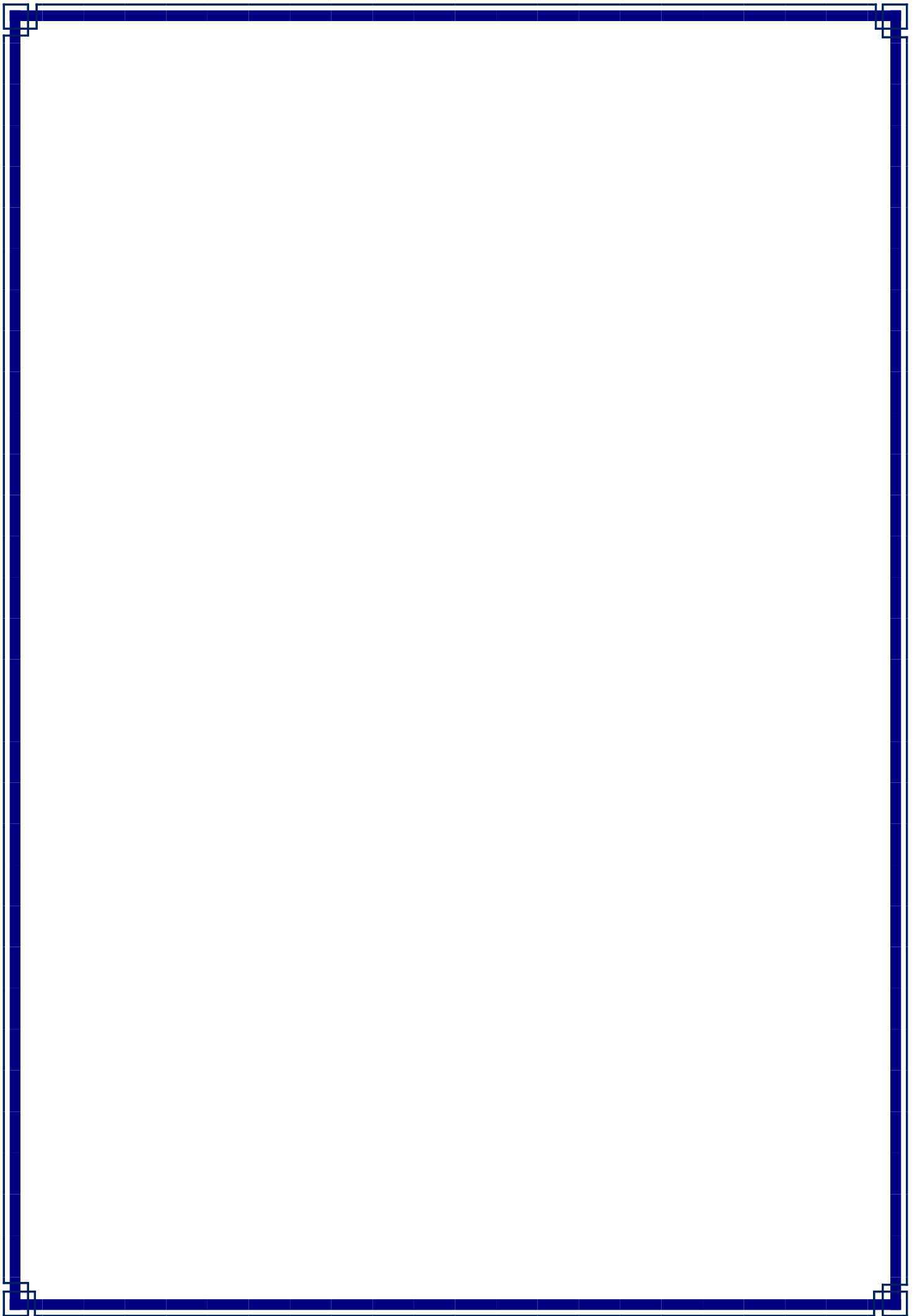
- ❖ Les normes de services Web dans certains domaines sont actuellement récentes.
- ❖ Les services Web ont de faibles performances par rapport à d'autres approches de l'informatique répartie telles que le **RMI**, **CORBA**, ou **DCOM**.
- ❖ en l'utilisation du protocole **HTTP**, les services Web peuvent contourner les mesures de sécurité mises en place à travers des pare-feu.

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous nous sommes tout d'abord intéressés à l'interopérabilité, nous avons donné certaines définitions clefs, ce qui nous a permis de donner une définition synthétique qui exprime différents types et aspects de l'interopérabilité.

Par la suite, nous avons présenté les Services Web ainsi que les différentes technologies qui caractérisent et puis nous avons porté une attention particulière au style d'architecture orientées ressources (REST) qui en l'adoptant, on facilitera l'interopérabilité du code.

Dans le chapitre suivant nous allons aborder l'apprentissage sur le web notamment l'E-learning.



CHAPITRE II

Le E-Learning

méthodes de l'apprentissage classique sont considérées assez lentes, coûteuses et ne conviennent pas à apprenants. La demande de rapidité, exigée de nos jours, dans le processus d'apprentissage a fait appel à un nouveau style de formation. Beaucoup des travaux ont fait évoluer et améliorer la méthode d'apprentissage en utilisant les nouvelles technologies, notamment les technologies de l'information et de la communication (TIC).

L'usage des TIC a permis de mettre en place un nouveau mode d'enseignement, celui de l'enseignement à distance. Ce type de formation est devenue, dans plusieurs pays du monde, un moyen essentiel pour rendre accessible la connaissance sur de grands territoires.

La formation à distance est renforcée par l'avènement des réseaux et des technologies fondées sur Internet (sites web, etc.).

Dans ce chapitre, nous allons présenter quelques définitions du E-Learning, une vue panoramique sur les activités pédagogiques sont présentées dans la section suivante. Nous plongeons ensuite au cœur du e-learning en décrivant les différents acteurs qui l'animent et leur rôle ainsi que le principe et les modalités de l'enseignement du e-learning. Ensuite, on présente les avantages et les inconvénients du e-learning,

1. Formation à distance :

La notion de « formation à distance » est d'origine canadienne et remonte aux années 1980.

Elle intègre deux notions distinctes: celle d'enseignement à distance et la notion d'apprentissage à distance. L'apprentissage dépend d'abord et avant tout de l'apprenant, alors que « l'enseignement » n'implique nécessairement que l'apprenant apprenne. [1]

1.1. Définition :

La formation à distance consiste principalement en « la séparation de l'étudiant et du professeur dans l'espace et dans le temps ». Dans sa forme la plus simple, la formation à distance vise principalement à fournir une éducation pour les personnes isolées géographiquement. La communication entre les étudiants et les enseignants se fait de deux façons, soit synchrone (en temps réel), soit asynchrone (différée dans le temps), généralement à l'aide des TIC. [2]

Les établissements sont divisés en deux types, soit uni-modal et bimodal. Le type uni-modal signifie que l'établissement offre uniquement de la formation à distance. Le type bimodal désigne un établissement qui combine à la fois de la formation à distance et de l'enseignement en mode présentiel. [3]

1.2. L'évolution historique de la formation à distance :

La formation à distance n'est pas un phénomène récent puisqu'elle existe depuis plus d'un siècle. En effet, la formation à distance qui a fait son apparition vers le milieu du dix-neuvième siècle, faisait alors référence à l'enseignement par correspondance. Cette dernière a cependant connu une évolution marquée au fil des années depuis sa création (la version la plus simple) acheminée par poste ou par fax, passant par les cassettes audio et vidéo, la diffusion hertzienne via la radio et les émissions spécialisées de chaînes de télévision arrivant à l'Enseignement Assisté par Ordinateur (E.A.O.).

.2.1. 1^{ère} génération : enseignement par correspondance :

Le premier cours par correspondance fut créé en 1840 en Angleterre et marque le début de l'enseignement à distance qui s'est largement développé en Europe, puis dans le reste du monde.

Il s'agissait surtout d'un enseignement de « seconde chance » pour les adultes n'ayant pas pu achever l'enseignement secondaire ou supérieur.

Les tuteurs leur apportent une assistance par correspondance (généralement limitée à la correction des travaux, parfois aussi par téléphone ; en général, l'interaction est faible et les abandons nombreux).

À partir de 1920, des programmes éducatifs - notamment universitaires - sont radiodiffusés en France. En 1939, le Gouvernement français crée le Centre National d'Enseignement à Distance (CNED), et aujourd'hui, la plupart des cours sont encore donnés par correspondance actuellement.

.2.2. 2^{ème} génération : enseignement télévisé et modèle industriel :

En 1970, le Gouvernement espagnol crée l'Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) et le Gouvernement britannique l'Open University ; dès l'origine, celle-ci encadre ses étudiants par un tutorat personnalisé et fit le meilleur usage de la télévision, puis aussi des bandes vidéo ; elle est l'exemple typique de l'enseignement à distance de la seconde génération : rationalisation, industrialisation, planification, économie, avec division des fonctions d'enseignant en différents rôles confiés à des personnes différentes : experts académiques auteurs de cours, pédagogues et techniciens réalisateurs de cours, tuteurs facilitant l'accès des apprenants, examinateurs évaluant leurs connaissances et compétences.

La deuxième génération de l'enseignement à distance s'est développée dans un contexte dominé par les conceptions « behavioristes » de l'enseignement. L'imprimé reste le média de base, mais l'audiovisuel joue un rôle pédagogique croissant. L'interaction reste limitée à la correction des travaux par correspondance et par téléphone entre apprenant(s) et tuteur.

Le CNED dépassa les 100.000 étudiants en 1971, et il en compte 380.000 actuellement, dont 180.000 au niveau supérieur. L'Open University a atteint récemment 250.000 étudiants et l'UNED 100.000.

.2.3. 3^{ème} génération : enseignement à distance interactif :

La révolution réalisée grâce au développement des technologies éducatives et l'intégration de l'outil informatique ont permis d'introduire un potentiel éducatif illimité par le biais des cours interactifs. En effet, les premières formes d'enseignement assisté par ordinateur sont apparues dans les années 1970. L'objectif était d'aller au-delà du simple apprentissage en tant que transfert de connaissances. Une multitude de programmes éducatifs furent développés, mais vite délaissés car leur contenu était limité et leur utilisation rigide. L'aspect cognitif a longtemps été ignoré avec peu de recherches, de diagnostic et d'adaptation de stratégies. Les connaissances et les compétences étaient préétablies, sans souci du comportement de l'utilisateur. Mais malgré leur application limitée, ces systèmes ont eu des retombées significatives dans le domaine de l'éducation. Les systèmes d'entraînement en diagnostic médical ont été largement utilisés dans certaines universités (Illinois, Washington) ainsi que les systèmes de simulation à la navigation spatiale.

En plus, les capacités de raisonnement offertes par l'intelligence artificielle et les systèmes experts ont permis de nouvelles innovations en introduisant un niveau d'interaction plus élevé entre l'apprenant et le système. C'est ce qui a donné naissance aux systèmes d'enseignement intelligemment assisté par ordinateur (E.I.A.O.) qui pallient les nombreux inconvénients des systèmes précédents. Les recherches effectuées afin d'adapter l'apprentissage au rythme de l'apprenant et par rapport à son niveau de connaissances ont donné lieu à une nouvelle génération de systèmes appelés : Tutoriels Intelligents.

onnalisé à l'utilisateur. Ces systèmes offrent une possibilité de génération dynamique d'exercices, stations au niveau de difficultés selon les performances de l'étudiant ainsi que l'analyse de l'interprétation et le comportement de l'étudiant.

Les moyens de communication et d'interaction entre apprenants et formateurs ont également progressé : chaque apprenant dialoguant avec son tuteur et ses pairs par visioconférence, par e-mail et dans des discussions sur le Web ; il exploite aussi les ressources pédagogiques du Net, s'y auto-évalue et devient très autonome. De plus, les technologies éducatives se diversifient : supports imprimés, audiovisuels, multimédias, interaction par téléphone, e-mail, Web, visioconférence...

La troisième génération de l'enseignement à distance est apparue dans un contexte influencé par les conceptions « constructivistes » de l'enseignement et permet d'exploiter les technologies interactives : apprentissage collaboratif, la reformulation des notions étudiées par l'apprenant, des auto-évaluations immédiates et instantanées, etc.

L'enseignement à distance de la troisième génération est donc caractérisé par :

- ✦ des technologies éducatives interactives.
- ✦ une convergence des modes d'enseignement à distance.
- ✦ une concurrence des institutions d'enseignement à distance à l'échelle mondiale.

Les enseignements à distance des différentes générations coexistent dans le monde et même au sein d'une même institution, vu notamment le délai nécessaire à la reconversion des enseignants. [4]

. Les Activités pédagogiques :

Une activité pédagogique peut se définir par un objectif pédagogique et une stratégie pédagogique complétés éventuellement par une série de paramètres: temps, lieu de travail de l'apprenant, ressources à utiliser [Aouag, 10].

Benadi [04] a défini la notion d'Activité Pédagogique Multimédia (APM) comme une activité complètement autonome reposant à la fois sur des supports d'information (hyper-documents pédagogiques) et sur des services logiciels (chat, forum, streaming,...) nécessaires pour son déroulement correct. Une APM a un objectif pédagogique précis et utilise de manière évolutive des Objets Multimédias Elémentaires (BE) qui sont nécessaires et suffisantes à son exécution.

Les BE peuvent être de deux types :

• services logiciels (SL) : chat, forum, bloc-note, streaming, ... ;

• Objets Multimédias Elémentaires (OME) : fichiers texte, audio, image, vidéo, animation, ...

On classe les activités pédagogiques en deux grandes catégories dans les quelles se déclinent plusieurs types d'APM (synchrones et asynchrones) : Chapitre, Glossaire, Simulateur, Exercice, Télé-TP, Télé-TD, Télé-CC. Dans notre réflexion, l'activité pédagogique constitue l'entité pédagogique de base gérée par le système. Dans chaque catégorie d'activité (chapitre, évaluation, simulateur, exercice) se trouve un service web (fonctionnalité pédagogique) qui permet de construire cette activité selon le profil de chaque apprenant. Chaque service web utilise les objets pédagogiques (qui peuvent être fichiers texte, audio, image, vidéo, animation, une fonctionnalité, etc.) qui sont nécessaires et suffisantes pour générer l'activité pédagogique.

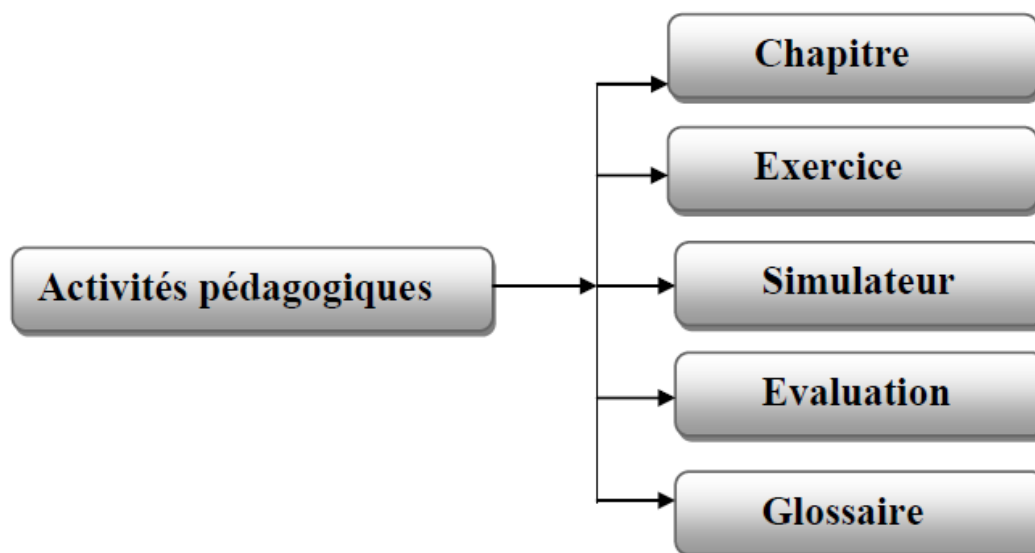


Figure II.1

Types d'activités pédagogiques [Rabahallah et al ,15b].

I. E-Learning :

e-learning est un mode d'apprentissage qui tire parti de l'usage des technologies de l'information et de la communication à tous les niveaux de l'activité de formation. Il désigne plus particulièrement un dispositif d'apprentissage dont les principaux objectifs peuvent être définis comme l'autonomie d'apprentissage, la formation à distance, l'individualisation des parcours de formation et le développement des relations pédagogiques en ligne.

L'utilisation d'Internet à des fins d'enseignement sous de multiples formes se développe actuellement dans divers secteurs de l'éducation et particulièrement dans le monde universitaire.

Cette nouvelle modalité d'enseignement offre des avantages dont celui notamment de faciliter l'enseignement à distance. Le terme e-learning est utilisé pour désigner l'utilisation d'Internet dans le cadre d'une formation.

I.1. Définition :

Le terme e-learning est une abréviation de "Electronic Learning"; que l'on peut traduire par apprentissage ("learning") par des moyens électroniques ('e') [7] [8].

Dans la définition de la Commission Européenne l'e-learning est : « *L'utilisation des nouvelles technologies de l'information et de la communication, des médias et de l'internet pour améliorer la qualité de l'apprentissage en facilitant l'accès à des ressources, services, ainsi que les échanges et la collaboration à distance* ». [9]

L'e-learning définit tout dispositif de formation qui utilise un réseau local, étendu ou l'internet pour diffuser l'information, agir ou communiquer, ce qui inclut l'enseignement à distance, en environnement distribué, l'accès à des ressources par téléchargement ou en consultation sur le net.

Il peut faire intervenir du synchrone ou de l'asynchrone, des systèmes tutorés, des systèmes à l'apprentissage adaptatif, des systèmes de formation.

ion d'une formation en ligne et d'outils de création de formations interactives. L'accès aux ressources est considérablement élargi de même que les possibilités de collaboration et d'interactivité.

Dans ce travail nous retenons le concept de E-learning ou l'enseignement à distance comme thème composé d'un ensemble de services web E-learning distribués, un ensemble de ressources matérielles, techniques, humaines, outils pédagogiques (chat, forum), etc. Mis en place pour fournir un enseignement à des personnes qui sont distantes. Plusieurs terminologies sont utilisées pour désigner le même concept, entre autres :

- Formation A distance (FAD).
- Enseignement A Distance (EAD).
- Formation Ouverte et A Distance (FOAD).
- E – Formation.
- Formation Ouverte.

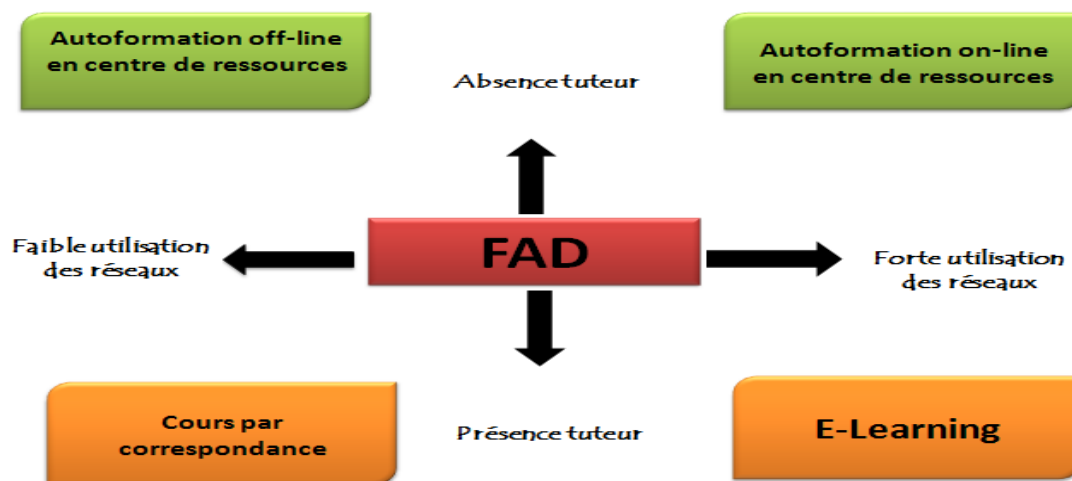


Figure II.2 : Une topologie de la formation a distance.

.2. Les acteurs et leur rôle dans le e-learning :

Les acteurs du e-learning peuvent être classés, selon leur rôle, en trois catégories principales : les apprenants, les enseignants et les administrateurs.

- ✦ **Apprenant :** suit depuis son poste de travail une formation dont le contenu est organisé selon un parcours pédagogique défini par le formateur en fonction des compétences possédées par l'apprenant avant la formation, en fonction des objectifs pédagogiques visés par la formation et en fonction des résultats obtenus lors des évaluations intermédiaires : le parcours est donc individualisé.
- ✦ **Enseignant :** Le e-learning nécessite plusieurs types d'enseignants, différenciés par leurs rôles. On peut distinguer quatre types d'enseignants :

de la plateforme selon ses objectifs pédagogiques et qui apporte des changements en fonction des réactions des apprenants ou des tuteurs.

- **Orienteur** : c'est l'enseignant qui a pour principales tâches, l'élaboration des cursus des apprenants ou des groupes d'apprenants, l'élaboration des plans de formation, et gestion du livret des apprenants.
- **Tuteur** : le rôle du tuteur apparaît comme fondamental, il ne s'agit plus de transmettre des connaissances, mais d'accompagner l'apprenant dans ses acquisitions, de lui faire acquérir un maximum d'autonomie. Il est là pour combattre la sensation d'isolement que pourrait ressentir l'apprenant dans une classe virtuelle et pour maintenir sa motivation par des encouragements, des questionnements, des suggestions d'approfondissement. Il est de plus en plus fréquent que les formations soient associées à la mise en place d'une communauté d'apprentissage que le tuteur sera chargé d'animer. Le tuteur humain crée les éléments de la formation (modules de cours, évaluations, tests, simulations, ...etc.) et suit, guide et oriente l'apprenant durant le processus d'apprentissage.
- **Evaluateur** : est souvent tenu par le tuteur lui-même; il consiste à corriger les tests et les exercices proposés et à attribuer des notes aux élèves. Ces notes serviront à moduler le parcours d'apprentissage des apprenants et pourront également être exploitées ultérieurement pour identifier les parties du cours qui posent problème afin d'améliorer constamment ce dernier.

✦ **Administrateur** : On peut distinguer deux types d'administrateurs :

- **Administrateur technique** : gère la plateforme (installation et maintenance).
- **Administrateur institutionnel** : gère les inscriptions, gère les comptes, affecte les droits d'accès pour les acteurs et gère les liens avec les systèmes d'information externes (scolaires, catalogues, ressources pédagogiques ...etc.).

1.3. Principe du E-Learning :

Le principe étant de pouvoir accéder à ses cours depuis un poste distant (chez soi, depuis son entreprise), les lieux nécessaires au suivi d'un cursus de formation (établissements, classes, bibliothèques) n'existent plus physiquement, ils sont remplacés par le Système de Gestion des Cours ou S.G.C (plate-forme). Le SGC est le cœur

ait le lien entre les apprenants, les cursus, les auteurs, les ressources et les contenus présents dans le système.

L'apprenant, via cette plate-forme, se verra attribuer un certain nombre de modules de cours, d'exercices, d'évaluations qu'il devra effectuer en tenant compte d'une planification établie. Le tuteur (ou formateur) se charge de gérer les apprenants qu'il doit suivre. Ainsi il pourra leur affecter des ressources à consulter, des cours à étudier, des évaluations afin de se rendre compte de la bonne assimilation des contenus proposés.

La communication entre tous ces acteurs se fait via Internet. Il y a quelques années encore, il était très difficile de concilier des contenus de qualité avec un confort d'utilisation maximum, en effet, les contraintes liées au bas débit faisaient que les seuls contenus réellement exploitables étaient

document texte.

Le haut débit, accessible aujourd'hui à une très large population et à un prix dérisoire. Tous les formats de contenu peuvent être utilisés, même les plus lourds, tels que les formats audio et vidéo.

[4.4. Les modes de diffusion du E-Learning :

Recevoir une formation en e-learning ne signifie pas être seul face à son ordinateur, sans personne pour intervenir sur les concepts abordés au cours de la formation ou pour apporter un support technique pédagogique.

En effet, il existe de nombreuses possibilités de communication en e-learning, différentes de celles que l'on connaît en formation en présentiel (chat, forum...). [10]

De façon simplifiée, on distingue 3 modes de diffusion de l'E-Learning :

- **Asynchrone** : c'est une méthode de formation en temps différé qui permet à l'apprenant d'accéder à la formation à sa guise et autant de fois qu'il le désire (contenus sous forme de textes, animés, multimédias...). Le dialogue entre les formateurs et les apprenants peut se faire via e-mail, messagerie instantanée et forums de discussion, sms, Partage de documents.

Les principaux avantages de la formation asynchrone :

- ✓ Les apprenants évoluent à leur propre rythme.
- ✓ Ils peuvent adapter l'ordre dans lequel ils appréhendent les éléments du cours.
- ✓ Ils peuvent revoir et approfondir certains aspects du cours à leur guise. [4]

en contact avec son formateur et les autres membres de sa classe virtuelle par partage d'application ou visioconférence. Les étudiants connectés posent leurs questions et reçoivent la réponse en temps réel, quelque soit la distance à condition bien sûr que la bande passante soit à la hauteur. Le dialogue entre les formateurs et les apprenants peut se faire via : Chat, Webcam, Micro, Partage d'applications, Fonctionnalités de prise en main à distance, Tableau blanc, Téléphone

Les principaux avantages de la formation synchrone :

- Les apprenants interagissent intensivement à l'écran avec les formateurs. Le langage oral et visuel est utilisé.
- Le modèle de la classe est familier.
- On peut rapidement créer du contenu prêt à diffuser.
- La dynamique de groupe s'installe plus rapidement. [4]

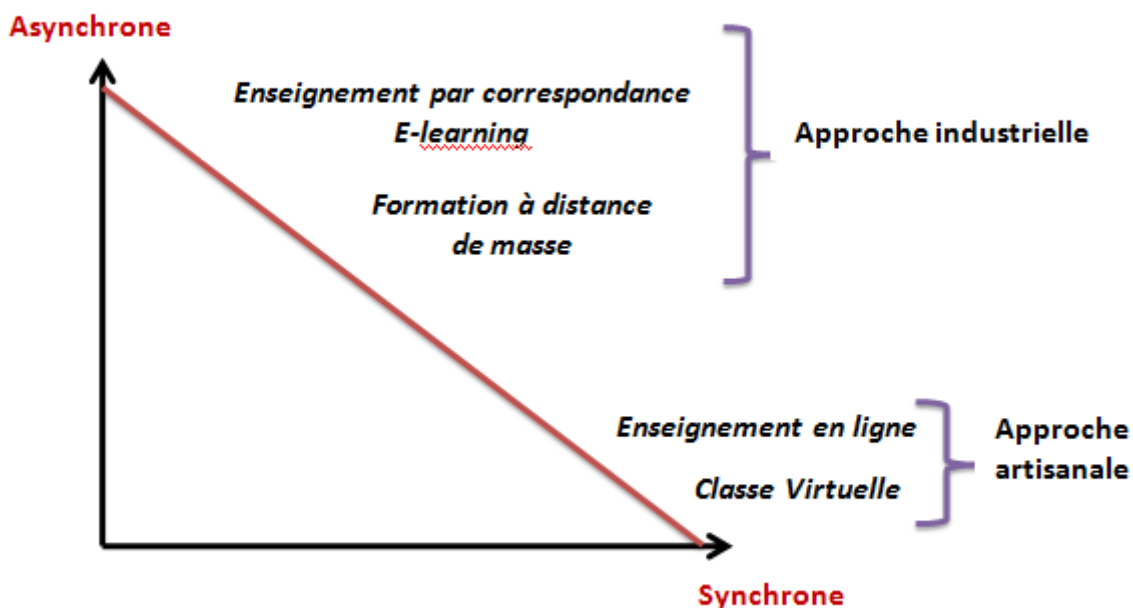


Figure II.3 : Les modes de diffusion du E-Learning. [11]

- **Mixte** : c'est une méthode qui combine les éléments asynchrones et synchrones. Il peut aussi être utilisé pour homogénéiser les savoirs avant une présentation, une conférence, une intervention ou une formation.

Les principaux avantages de la formation mixte :

- Des études en milieu universitaire ont démontré que les acquis de connaissances étaient

- Les classes virtuelles en temps réel permettent aux apprenants d'assister aux cours à partir de n'importe où.
- Lorsque le format permet d'enregistrer le déroulement et de sauvegarder les éléments échangés pendant le cours, les apprenants peuvent revoir à leur guise les aspects qu'ils souhaitent réviser.
- En combinant l'utilisation des logiciels de formation standardisés et prêts à l'emploi à un échange en classe, on peut adapter la formation générique à la situation particulière de son entreprise. Il s'agit d'une méthode peu coûteuse de personnalisation d'un programme de formation générique. [4]

[4.5. Les avantages et les inconvénients du E-Learning :

a. Les avantages :

E-learning présente un intérêt considérable et offre des opportunités uniques pour les personnes qui pourraient avoir autrement accès limité à l'éducation et la formation. Il intègre des approches novatrices et créatives à l'instruction et fournit un accès sans précédent aux ressources et aux formations.

Certains des avantages sont résumés ci-après:

- La formation est ouverte à toute personne, quels qu'en soient son âge, son niveau d'instruction, sa catégorie socioprofessionnelle, etc.
- L'accès aux informations, aux savoirs et aux savoirs faire sans limites de distance.
- Favoriser la créativité et l'esprit de découverte.
- Le e-learning permet l'accès à de nouvelles compétences qui sont plus que jamais

- Formation sur place : pas de déplacements ce qui favorise un gain de temps, une économie en argent et des conditions optimales de formation (à la maison par exemple) sans oublier que cet avantage est très bénéfique pour les personnes handicapées.
- Un formateur peut s'adresser à un grand nombre d'apprenants tout en assurant une relation individualisée avec chacun d'eux.
- Une réduction des coûts :
 - Les frais de transport ou d'hébergement des stagiaires qui grèvent considérablement les budgets sont supprimés.
 - Les frais liés à la prestation du formateur sont moindres ou nuls.
 - Le temps d'apprentissage personnel est réduit.
- Choisir les thèmes voulus, construire les cours à apprendre (à la carte), définir les orientations de la formation et adaptation aux objectifs assignés et fixés et aux exigences de l'apprenant (selon ses désirs, son niveau actuel, sa qualité professionnelle, l'exigence du travail, etc.).

Le suivi de l'étudiant est personnalisé et non plus généralisé sur tout un groupe. Ceci assure une meilleure assimilation des connaissances par tous les apprenants en plus de l'adaptation de l'évolution de la formation au rythme et aux capacités de compréhension de chaque étudiant.

- Le e-learning est basé sur des solutions multimédias interactives qui attirent l'attention de l'apprenant, stimulent ses capacités de compréhension et d'interprétation et l'incitent à se concentrer et à assimiler rapidement par le système de l'observation et du captage.
- Créer un sentiment de liberté et de confiance de l'apprenant en lui-même.. L'apprenant étudie tout seul, face à son ordinateur et n'est pas observé des autres (excepté le cas de visioconférence).
- Le grand nombre d'étudiants qui ne cesse d'augmenter d'une façon rapide représente un problème au niveau des infrastructures d'enseignement (nombre restreint d'instituts, temps de formation limité, nombre de formateurs réduit, nombre de spécialités croissant, etc.).

manière très rapide. Les moyens actuels de formation traditionnelle ne permettent pas d'accéder à toutes ces informations surtout qu'elles sont réparties partout dans le monde, chose qui est plus accessible à travers la formation à distance.

- Les informations recueillies à travers la formation à distance sont constamment mises à jour du fait que les nouveautés sont rapidement détectées. [4]

b. Les inconvénients :

- **Les problèmes techniques afférents au fonctionnement des systèmes de formation :** perturbation du réseau de communications, pannes des ordinateurs, terminaux ou serveurs, attaques des documents électroniques de cours par des virus ou des pirates, etc.
- **La mise en place de l'infrastructure technique et la création des contenus sont coûteuses :** un investissement est nécessaire au lancement d'une politique du E-Learning. Cet investissement (coût fixe et risque important) remplace le paiement à la prestation de formation (coût variable et risque faible). Par ailleurs, le marché n'est pas encore consolidé et l'offre en matière de cours spécialisés reste limitée suivant les domaines.
- **L'accès à l'outil informatique est nécessaire :** l'utilisation de l'outil informatique limite la diffusion du E-Learning auprès d'une partie des collaborateurs.
- **La diffusion de cours e-Learning nécessite des équipements multimédia :** l'équipement de l'entreprise doit permettre la diffusion des contenus des cours. Cela concerne notamment les postes utilisateurs (PC récents, logiciels installés compatibles, éventuellement réseau avec suffisamment de bande passante). Cet inconvénient tend à perdre de son importance au fil des années, étant donné l'évolution des technologies.
- **L'e-learning limite les interactions entre les individus :** Certains mécanismes de communication ne peuvent pas être reproduits (langage du corps par exemple), alors qu'ils jouent un rôle important dans la diffusion du savoir.

[.4.6. Le risque du E-Learning:

L'e-learning peut se heurter à une résistance des salariés : Le taux d'abandon des formations e-learning est plus important que dans le monde traditionnel. Les individus doivent être responsabilisés et motivés car l'e-learning demande plus d'autonomie et d'initiative que les formations classiques.

subsiste en général. Le medium de diffusion, à savoir l'outil informatique, peut également encore aujourd'hui constituer un frein à l'adoption du E-Learning.

[.4.7. Les conditions de succès du E-Learning :

- **L'e-learning ne peut pas se substituer complètement à l'humain** : L'intervention d'un tuteur pendant la formation est indispensable pour répondre (par téléphone, e-mail, forum ou chat) aux questions des apprenants. Un rôle d'accompagnement des apprenants est également indispensable pour s'assurer que les individus s'astreignent à suivre la formation, en réservant du temps en dehors de leurs tâches habituelles.
- **L'infrastructure de l'entreprise doit être capable d'accueillir l'e-learning** : L'infrastructure technique de l'entreprise (serveurs, réseau, plate-forme LMS) ainsi que les postes de diffusion du E-Learning doivent être adaptés aux formations diffusées.
- **Les thèmes des cours doivent être sélectionnés judicieusement** : En fonction du profil de la population à former, de sa taille et des connaissances à enseigner, l'entreprise doit comparer les avantages et inconvénients du E-Learning et du présentiel avant de choisir le mode de diffusion.

Les enjeux du E-Learning sont notamment de :

- ◆ Rendre plus efficaces, plus solides, plus adaptés les processus d'apprentissage et l'accès à la connaissance.
- ◆ Bénéficier des avantages des technologies éducatives (interactivité, simulation...).
- ◆ Bénéficier des avantages de la formation à distance (plus grande autonomie, élimination de contraintes...). [13]

[4.9. Les critères de succès du E-Learning :

❖ Dans la mise en place :

➤ **Spécifique au média Internet**

Il ne faut pas se contenter de mettre un cours traditionnel ou un livre en ligne. Les individus n'ont pas nécessairement la patience de lire des pages ou de suivre une vidéo sur un écran. Ils doivent également interagir avec le support. Cette interactivité et la logique de séquencement du parcours de l'apprenant sont mises en place par des ingénieurs pédagogiques.

➤ **Réutilisable**

Il est souvent possible de réutiliser du matériel développé dans le cadre d'une formation pour

Ceci est essentiel pour assurer un bon retour sur l'investissement.

➤ **Opérationnel**

Les modules de cours doivent être développés et améliorés afin d'être intuitifs et utilisables par tous les publics.

➤ **Adaptable**

Les modules de formation doivent pouvoir être modifiés ou corrigés facilement afin de s'adapter aux changements (de procédures, de métiers, etc.).

❖ **Pendant le fonctionnement:**

➤ **Accessible et souple**

Les cours e-learning doivent être accessibles à tout moment. Les apprenants doivent pouvoir choisir les chapitres qui les intéressent et y consacrer le temps qu'ils souhaitent.

Les apprenants doivent pouvoir connaître leur niveau par rapport au cours (avant, pendant, après).

➤ **Personnalisable**

Le système d'apprentissage doit pouvoir s'adapter aux besoins de la plupart des utilisateurs : recherche d'un complément d'information, acquisition d'une expertise, exemples pratiques,...

L'apprenant doit pouvoir également choisir l'ordre dans lequel il va suivre les chapitres d'une formation.

➤ **Mesurable**

Il est indispensable de pouvoir mesurer la qualité de l'apprentissage par les individus.

Cela permet de leur proposer une personnalisation plus poussée des formations. Cette caractéristique permet à la fois une amélioration de la qualité des modules de cours proposés et une amélioration de la qualité des

d'apprentissage).

➤ **Communautaire**

Il est important de créer une communauté autour du E-Learning afin de conserver la motivation des individus et de développer les compétences en continu. Le tuteur et la classe sont des éléments clés. [12]

[4.10. Différents aspects du E-Learning :

➤ **Le cédérom éducatif**

- **Le cédérom, support du multimédia:**

Le développement du cédérom en liaison avec l'ordinateur est associé à la commercialisation de produits multimédias, mais un cédérom est-il multimédia et interactif par nature ?

Un produit est multimédia s'il combine une pluralité de médias (de vecteurs d'informations) : texte, image (fixe ou animée, dessin ou photographie, en 2 ou 3 dimensions), sons (bruit, parole, musique), vidéo, etc.

l'ordre voulu par l'auteur.

*Naviguer, c'est choisir son parcours,
sélectionner ses centres d'intérêts.*

*Le cédérom est également réputé par son
interactivité. L'apprenant peut questionner
l'application qui le répond, et même lui pose à
son tour des questions pour s'assurer qu'il a
assimilé l'information demandée et suivre
avec exactitude son degré d'évolution.*

- **La visioconférence**

- **Définition :**

*Dit simplement, la visioconférence
“vidéoconférence”, c'est se parler en se voyant
sur écran. Pour être plus précis, disons que la
visioconférence est une télécommunication
audiovisuelle interactive en temps réel
permettant à des personnes ou groupes de
personnes de dialoguer oralement à distance
tout en échangeant entre les sites participants*

des textes, documents graphiques, audiovisuels ou informatiques, ou même une navigation en direct sur le Web. [14]

l.11. Les standards et les normes du E-Learning :

Definition d'un Standard :

*Ensemble de recommandations développées et reconnues par un groupe représentatif d'utilisateurs ou de fournisseurs. C'est par exemple le cas des RFC (**R**equest **F**or **C**omments) de l'IETF ou des recommandations du W3C ou de l'IEEE.*

Définition d'une norme:

Ensemble de règles fonctionnelles ou de prescriptions techniques relatives à des produits, à des activités ou à leurs résultats, établies par consensus de spécialistes et consignées dans un document produit par un organisme, national ou international, reconnu dans le domaine de la normalisation (L'ISO International Standard

'AFNOR, Association Française de Normalisation). La Norme ISO9001 rentre dans cette catégorie et constitue un référentiel en termes d'assurance qualité pour de très nombreuses industries au niveau international. [15]

Une norme, c'est « *un document établi par consensus, qui fournit, pour des usages communs et répétés, des règles, des lignes directrices ou des caractéristiques, pour des activités ou leurs résultats, garantissant un niveau d'ordre optimal dans un contexte donné* » (extrait du Guide ISO/CEI 2). [15]

Intérêt de la normalisation pour la formation en ligne :

La normalisation pour la formation en ligne répond cinq objectifs :

- L'**accessibilité** facilite la recherche, l'identification, l'accès aux contenus et composants de formation en ligne.
- La **réutilisabilité** permet d'utiliser les mêmes contenus et composants à différentes fins, dans différentes applications, dans différents produits, dans différents contextes et via différents modes d'accès.
- La **durabilité** permet d'éviter un nouveau développement ou une réingénierie des formats de contenus et des composants dans le cas de changements du support logiciel et technique.
- L'**adaptabilité** est rendue possible par la modularisation des contenus et des composants pour mieux répondre aux besoins des utilisateurs.
- L'**interopérabilité** permet de faire fonctionner ensemble des composants logiciels grâce à des interfaces communes. [15]

Les organismes techniques de standardisation :

spécifications et de nouveaux standards. Ils réunissent des industriels, de grands utilisateurs et les spécialistes dans des groupes de travail qui produisent des spécifications utilisées largement dans les branches professionnelles concernées.

IEEE

Les spécialistes des technologies éducatives se retrouvent au sein de l'IEEE (**I**nstitute of **E**lectrical and **E**lectronics **E**ngineers : Institut des Ingénieurs en électricité et électronique). L'IEEE est une organisation centrale qui possède un rôle essentiel de pôle de réflexion et de proposition (think tank) en matière de standards. En tant qu'organisation accréditée pour développer des normes, l'IEEE soumet le plus souvent les projets de standards développés au sein de son organisation, à l'Institut national américain de normalisation (ANSI : **A**merican **N**ational **S**tandard **I**nstitute) qui lui-même les présente à l'ISO.

normalisation des technologies éducatives
IEEE/LTSC (**L**earning **T**echnology **S**tandards
Committee). Ce comité comprend 20 groupes de
travail qui couvrent l'ensemble des champs à
normaliser dans l'apprentissage en ligne :
métadonnées, informations sur l'étudiant,
gestion des contenus, de l'interactivité, etc...

- ADL

L'initiative ADL (**A**dvanced **D**istributed **L**earning
Apprentissage Distribué Avancé) lancée en 1997
par le Département de la Défense américain prévoit
la création de bibliothèques de savoirs, ou banques
de connaissances, où les objets d'apprentissage
sont accumulés et catalogués pour une distribution
et un usage à grande échelle. Ces objets doivent
être facilement accessibles sur le Web. Le
développement de telles banques de
connaissances pourrait contribuer à l'établissement
d'une économie des objets d'apprentissage qui
récompensera les créateurs de contenus à forte

accessibles, partageables et capables de s'adapter à la demande d'apprentissage des utilisateurs.

Une des clés de l'initiative ADL est la possibilité de pouvoir réutiliser les composants des objets d'apprentissage dans des applications et environnements multiples, sans avoir à se soucier des outils utilisés pour les créer. Ceci implique, entre autres choses, que le contenu soit séparé des contraintes liées au contexte et aux spécificités du logiciel d'exécution de telle sorte qu'il puisse être inclus dans d'autres applications. De même, pour que son usage répété soit possible sous diverses formes, le contenu doit avoir une interface et des métadonnées communes.

- **AICC**

*L'AICC (**A**viation **I**ndustry **C**BT **C**ommittee, Comité pour l'enseignement assisté par ordinateur dans l'industrie aéronautique) est une*

en 1988, chargée de reprendre à son compte les préoccupations en matière de formation en ligne des constructeurs d'avions et des compagnies d'aviation.

L'AICC regroupe les grands constructeurs (Boeing, Airbus, Lockheed Martin, etc.), des compagnies aériennes (Air Canada, SAS, Lufthansa, Delta, United, etc.), des fabricants d'ordinateurs et de logiciels (Honeywell, IBM/Lotus, etc.) et d'autres grands utilisateurs (Fedex, etc.). L'organisation a pour objectif d'aider les fabricants d'avions et les compagnies aériennes en proposant des solutions pour rendre l'enseignement assisté par ordinateurs à destination des pilotes et mécaniciens le plus performant possible.

Les axes de travail de l'AICC couvrent l'ensemble des aspects de l'enseignement assisté par ordinateur avec un accent particulier mis sur la gestion automatisée des séances

(Computer Mediated Instruction : formation médiatisée par ordinateur) a développé de nombreuses recommandations en la matière.

- **IMS**

Le consortium IMS (Instructional Management Systems Global Consortium : Consortium pour les Systèmes de Gestion de Formations) est un regroupement de 250 établissements éducatifs dont le MIT et l'Université Carnegie Mellon, d'entreprises telles que Apple, IBM, Microsoft, d'agences gouvernementales telles qu'Industrie Canada et de sociétés de développement telles que Canvas Learning et Blackboard. IMS, association à but non lucratif, fait partie du consortium EDUCAUSE qui regroupe les institutions gouvernementales, les établissements d'enseignement supérieur.

consortium IMS approfondissent de multiples aspects liés à la formation en ligne :

- Compétences professionnelles.
- Gestion des contenus.
- Définition des profils d'apprenants.
- Métadonnées.
- Ingénierie pédagogique.
- Accessibilité (pour les handicapés, etc..).
- Bibliothèques virtuelles. **[16]**

IMS développe des standards dans les domaines suivants :

- Comment les objets d'apprentissage doivent être décrits en temps que métadonnées.
- Comment ces objets peuvent interopérer.
- Comment les plates-formes peuvent interopérer avec les objets d'apprentissage et échanger des informations entre elles.
- Comment les informations sur les étudiants peuvent être enregistrées.
- Comment les systèmes d'administration peuvent échanger les données.

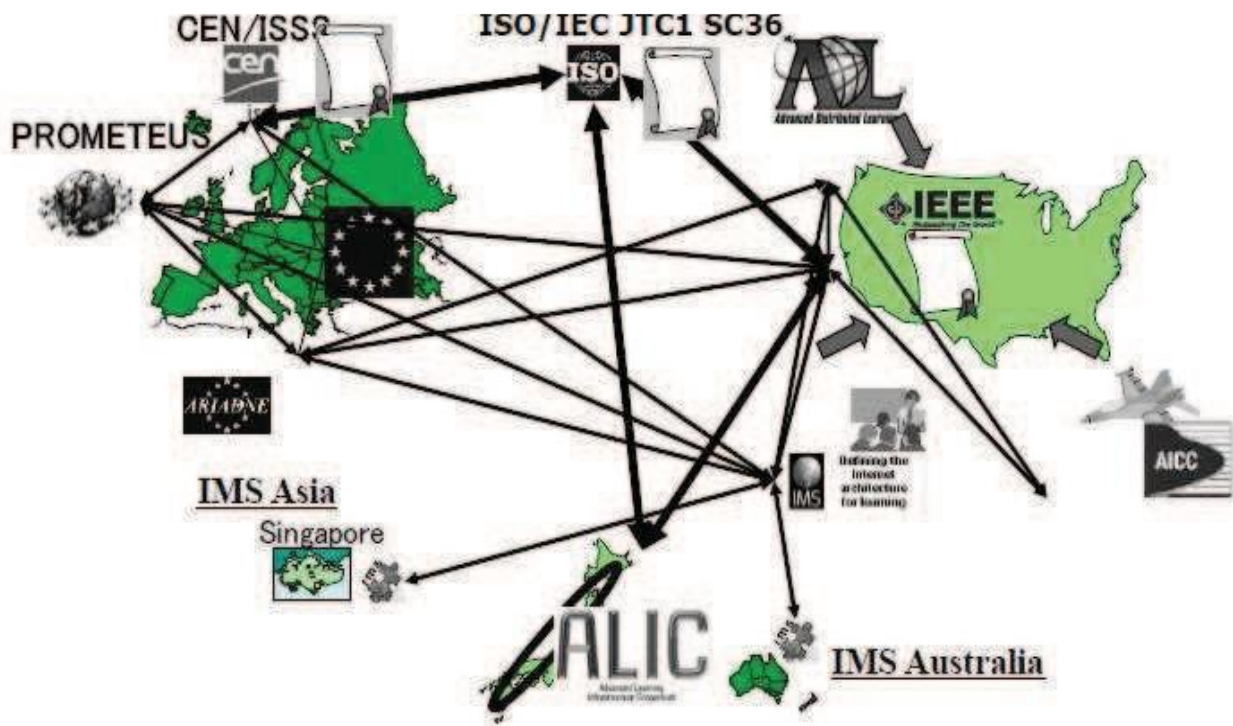


Figure II.4 : *Les organismes techniques de standardisation.*

Les normes en E-Learning :

La liste des normes existantes à ce jour dans monde du e-learning :

❖ **ISO/CEI 2382-36**

Vocabulary for e-learning (en cours).

❖ **ISO/CEI 19779-1**

Collaborative workplace: data model (en cours)

Text-based collaborative learning communication (à publier en 2006)

❖ ISO/CEI 24703-13

*Participant identifier (publiée en 2004)
définition des types de données qui peuvent
être associées aux participants à l'étude, à
l'éducation et à la formation.*

❖ ISO/CEI non encore numéroté (nouveau projet) Conceptual model for competences.

❖ ISO/CEI 19788 (2 parties)

Metadata for learning resources

- sera compatible avec IEEE LOM 1484.12.1 et Dublin Core ISO 15836.
- utilisera les catégories de façon uniquement nominative.
- permettra l'utilisation du web sémantique.
- intégrera la description schématique de profils décrivant les éléments recommandés, optionnels, recommandés-optionnel et non-utilisés.

❖ ISO/CEI 19796 (4 parties dont 1 publiée en 2005)

*Quality management, assurance, metrics
compare, analyse, et met en application la
gestion de qualité et la garantie d'une
approche de qualité. Elle servira à comparer
différentes approches existantes et à
harmoniser ces derniers vers un modèle
commun de qualité.*

*Participant accommodation information,
Information de logement liée aux participants
dans l'apprentissage, l'éducation, et la
formation.*

❖ ISO/CEI 24751

*Individualized adaptability and accessibility
(en cours) La portée de cette norme à parties
multiples est de fournir un cadre commun
pour faciliter les besoins et les préférences
d'accessibilités de ressources et
d'interfaces utilisateurs d'étude appropriées.*

❖ ISO/CEI 24725-2

*Profile for rights expression language (à publi
en 2006) décrit les dispositifs qui sont unique
au champ de l'étude, de l'éducation, et de
formation. [17]*

Pourquoi utiliser les standards?

On utilise les standards d'e-learning :

formes.

- ✓ Favoriser l'échange de contenus en local et globalement entre systèmes e-learning.
- ✓ Définir une structure de base de contenu pédagogique.
- ✓ Introduire les méta-descriptions et les métadonnées.
- ✓ Assurer la réutilisation des documents pédagogiques.

Quelques standards en E-Learning

- ✦ **SCORM** (*Sharable Content Object Reference Model*).
- ✦ **AICC** (*Aviation industry computer based training committee*).
- ✦ **IMS** (*Instructional Management Systems*).

Conclusion :

Aujourd'hui, les systèmes d'E-Learning sont très importants car ils deviennent le support de base de l'apprentissage sur le web. Ils offrent plusieurs services aux apprenants : le parcours des cours

Dans ce chapitre, nous avons présenté une vue globale sur le E-Learning, nous avons commencé décrire quelques concepts de base, les éléments essentiels dans un environnement E-Learning, techniques de communication synchrones (chat, visioconférence...) entre apprenants ou entre l'apprenant et le tuteur, mais aussi des techniques de communication asynchrones (messagerie instantanées, partage documents...). Enfin on s'est intéressé à l'intérêt de la normalisation dans le domaine d'E-learning.

Dans le chapitre qui suit, nous allons présenter l'organisme d'accueil ainsi que son organisation.

CHAPITRE 3

*Présentation de
l'organisme d'accueil*

Après avoir présenté les notions de base concernant les services web, l'interopérabilité et le Learning Management System, dans les deux premiers chapitres, nous allons vous présenter dans ce troisième chapitre le service d'accueil qui est le cœur des systèmes et réseaux d'information, de communication, de télé-enseignement et enseignement à distance de l'université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou comme étant un service lié au rectorat de l'UMMTO.

2. Université Mouloud Mammeri Tizi (UMMTO) :

2.1. Historique de l'UMMTO :

L'élaboration de la carte universitaire en 1974-1977 a porté sur la création de universités régionales : Alger, Annaba, Oran et Constantine avec des centres périphériques : Batna pour les Aurès, Sétif pour la Kabylie, Tlemcen pour le sud-oranais et Tizi-Ouzou ou Bouira pour la Grande Kabylie. Tizi-Ouzou a été créée par le Président Boumedienne qui inaugura en 1977 (décret exécutif N°17-77 du 20/06/1977) le Centre Universitaire de Tizi-Ouzou (C.U.T.O.) dont le premier noyau fut réalisé dans l'ex-asile de vieillards d'Oued-Aïssi.

En 1978, le Lycée de Hasnaoua est converti en annexe du campus d'Oued-Aïssi. Le C.U.T.O. avait été doté de 05 départements : - *Département des Sciences Exactes,

- Département de Biologie.
- Département des Sciences Juridiques et Administratives.
- Département de Langue et Littérature Arabes.
- Département des Sciences Economiques créé en 1978-1979, érigé par la suite en Institut.

La première rentrée universitaire avait accueilli 490 étudiants dont une cinquantaine de nationalités étrangères dirigés par 27 jeunes enseignants (moyenne d'âge inférieure à 30 ans).

D'autres locaux ont été récupérés un peu partout dans la commune de Tizi-Ouzou pour la formation des étudiants en Médecine et en Chirurgie Dentaire.

C'est grâce à l'ouverture de ce centre universitaire que la revendication culturelle berbère trouve une expression stratégique. En effet, les militants de cette cause décident d'initier des activités culturelles telles que conférences, galas et expositions. Tizi-Ouzou devient ainsi l'espace de formalisation des revendications politiques et culturelles. Les premières associations autonomes commencèrent alors à se former à Tizi-Ouzou telles que : l'Union Médicale de Tizi-Ouzou, l'Association d'Enfants de Chouhada et en 1985, à Alger la première Ligue Algérienne Des Droits de l'Homme. La journée du 20 Avril 1980, dite journée de revendication, est annuellement célébrée sous l'égide des comités et associations estudiantines.

J. Cependant, avec les événements d'Avril 1980, ce projet fut malheureusement mis en veilleuse pour être transféré à Blida.

Des équipements additifs sont réalisés sur le campus de Hasnaoua depuis 1980 tels que le foyer étudiants, la bibliothèque centrale, la tour rectoriale et les amphithéâtres.

En 1984, la nouvelle carte universitaire avait éclaté le C.U.T.O. en (09) Instituts Nationaux d'Enseignement Supérieur (I.N.E.S.) :

- I.N.E.S. des Sciences Juridiques et Administratives.
- I.N.E.S. d'Agronomie.
- I.N.E.S. de Biologie.
- I.N.E.S. de Langue et Littérature Arabes.
- I.N.E.S. de Génie Civil.
- I.N.E.S. des Sciences Economiques.
- I.N.E.S. des Sciences Médicales.
- I.N.E.S. d'Electrotechnique.
- I.N.E.S. d'Informatique.

Pour l'hébergement, 04 cités universitaires sont réalisées :

- Cité de jeunes filles de M'douha.
- Cités de garçons d'Oued-Aïssi, de Rehahlia et de Hasnaoua.

En 1987-1988, un troisième campus fut réalisé à Boukhalfa (à 6 Km de Tizi-Ouzou) en vue de décentraliser le campus de Hasnaoua du fait que la communauté universitaire devient de plus en plus importante. Ce campus universitaire s'est ensuite enrichi de deux cités, l'une pour les étudiants et l'autre pour les enseignants.

Sur le plan des échanges scientifiques et culturels, le C.U.T.O. entretient des relations importantes avec d'autres universités : celles du pays et celles se trouvant à l'étranger (Afrique, Moyen-Orient, Europe).

En 1989, cet important pôle a été élevé au rang d'Université (U.T.O.) par le Décret Exécutif N°89-133 du 18/8/89 avec l'ensemble des (09) instituts précédemment cités et (05) départements implantés sur le campus :

- Département d'Architecture.
- Département d'Electronique.
- Département des Langues étrangères.

Les quatre premiers départements ont été érigés en Instituts en 1991 par le Décret Exécutif N°91-316 du 19/91. Quant au département de Génie Mécanique, il ne fut érigé en Institut qu'en 1995 par le Décret Exécutif N°95-206 du 04/08/95 modifiant et complétant l'article 02 du Décret Exécutif N°89-139 du 18/89 portant création de l'Université de Tizi-Ouzou.

Un département de Langue et Culture Amazighes a été créé par l'arrêté ministériel N°11 du 24/01/90.

Avec des effectifs progressant rapidement, l'université de Tizi-Ouzou a continué à s'étendre au sud-est de la ville pour s'implanter dans un premier temps sur un nouveau campus, l'ancienne ferme Bastos, pour abriter le pôle de Technologie et plusieurs cités universitaires, et dans un second temps sur le nouveau campus d'Ida.

Actuellement, au titre de l'année universitaire 2017/2018, l'Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou (U.M.T.O.) comprend neuf (09) Facultés regroupant vingt-neuf (29) départements, et assure la formation de 92 étudiants.

2.2. Présentation de l'université Mouloud Mammeri Tizi Ouzou :

L'université de Tizi-Ouzou est baptisée du nom du défunt Mouloud MAMMERI, célèbre linguiste, anthropologue et écrivain de la région. Né le 20 décembre 1917 au village de Taourirt-Mimmoun sur les bords d'Ath-Yenni de la wilaya de Tizi-Ouzou, il décède en 1989 à son retour d'un colloque à Oran (Algérie).

L'Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou (UMMTO) est un établissement public à caractère administratif, doté de la personnalité morale de l'autonomie financière et régi par les dispositions du décret N°44 du 24 septembre 1983 portant statut type de l'Université et celle du présent décret. Elle compte actuellement plus de 54 000 étudiants dans différentes spécialités, encadrés par plus 1700 enseignants et plus de 300 fonctionnaires.

L'Université est une institution pluridisciplinaire qui prépare à un grand nombre de diplômes académiques ou professionnalisant dans divers secteurs. Elle étend le domaine des connaissances par l'enseignement et la recherche. En faisant connaître l'éventail des formations qu'elle dispense, elle améliore la qualité de service à la société. Cependant, l'Université doit s'ouvrir sur son environnement socio-économique par la mise en œuvre de programmes de partenariat avec les entreprises et les institutions publiques.

L'une des missions principales de l'Université est de contribuer au développement du capital humain en diffusant le savoir. Pour y arriver, elle doit se prévaloir de la diversité de son offre de formation en équilibre avec les besoins des divers secteurs de la vie économique et du développement technologique. Partant de là, les priorités doivent être d'abord humaines, matérielles et pédagogiques ; en d'autres termes, il s'agit de développer les compétences, de moyens infrastructurels et financiers et de l'offre de formation. De nos jours, la dispersion de l'université demeure une contrainte majeure dans l'exploitation rationnelle des infrastructures et dans la préservation du temps pédagogique eu égard aux déplacements des enseignants et des étudiants entre campus.

2.2.1. Structure de l'UMMTO :

Les structures de l'UMMTO (Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou) sont implantées (07) sites, il s'agit des campus suivants :

- ✦ **Hasnaoua I** : abritant le rectorat et les services centraux, la faculté des sciences économiques et gestion, la faculté des lettres et des langues ainsi que cinq laboratoires de recherche,
- ✦ **Hasnaoua II** : il abrite essentiellement les filières technologiques à savoir la faculté du Génie Electrique et Informatique et la faculté du Génie de la Construction, la faculté des Sciences Biologiques et Agronomiques et la faculté des sciences fondamentales.
- ✦ **Le campus Biomédical** : il abrite la faculté des Sciences Médicales et quatre laboratoires de recherche.
- ✦ **L'ex Habitat** : où est implanté le département d'architecture.
- ✦ **Le site de Tamda** : le plus récent, Il abrite la faculté des sciences humaines et sociales
- ✦ **Le site Hamlat** : est exploité par les étudiants en TCT
- ✦ **Le site de Boukhalfa** : il regroupe les départements de la faculté de droit et des sciences politiques.

l'université comprend un rectorat, des services communs et de nombreuses Facultés réparties sur plusieurs sites : Hasnaoua I, Hasnaoua II, Boukhalfa et Tamda.

III.2.2.2. Organigramme de l'UMMTO :

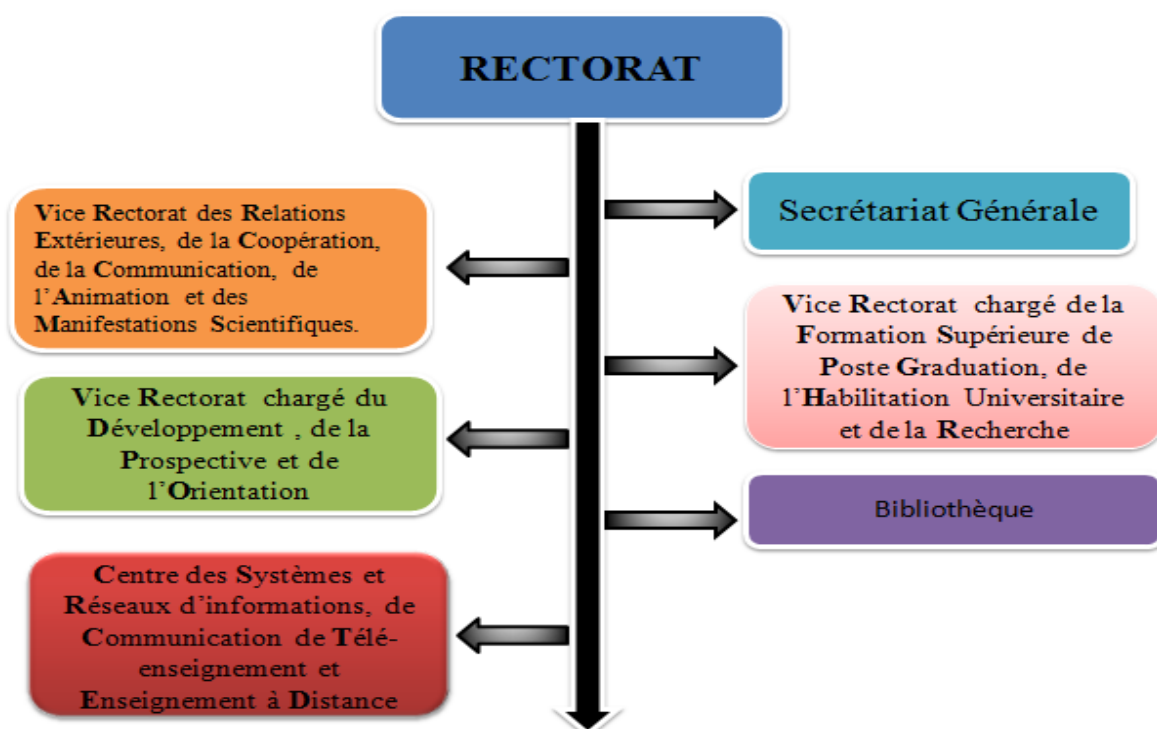


Figure III. 1: Organigramme de l'UMMTO.

3. Le centre des systèmes et réseaux d'information, de communication, de télé-enseignement à distance (CSRICTED) :

III.3.1. Présentation du CSRICTED :

Le CSRICTED est l'un des services communs de l'université Mouloud MAMMERI, il se charge la gestion de toutes les ressources informatiques de l'université ainsi que de l'assurance de continuité des services informatiques et de leurs maintenances, tels que le service pédagogique, disponibilité de la connexion aux réseaux intranet et internet et l'exploitation des différents services offerts, et enfin la maintenance du parc informatique de l'université.

Le service CSRICTED comprend 3 sections :

➤ ***Section Système d'Information :***

La Section Système d'Information (S.I), a pour mission de mettre en œuvre la politique des systèmes d'information et des technologies de l'information et de la communication, la gestion d'une manière plus générale à tout ce qui touche au traitement automatique de l'information.

➤ ***Section Réseau :***

La section réseau a pour missions de maintenir le fonctionnement normal du réseau intranet de l'université, d'assurer la sécurité des équipements réseaux et des services offerts par le réseau système d'information et aux applications et enfin de fournir des services de connexion internet, messagerie électronique, de support utilisateur, d'étude et de suivi des projets réseau de l'université Mouloud MAMMERI.

➤ ***Section chargée du Télé-enseignement (e-learning) :***

Le domaine technique englobe la mise en place d'une solution e-learning répondant à la fois aux besoins et aux ambitions de cette université. Il s'agit notamment de l'installation, de l'administration et de la maintenance des plateformes de e-learning. En plus de cela, cette cellule gère une salle de visioconférence.

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté l'organisme d'accueil qui est le centre des systèmes et réseaux d'information, de communication, de télé-enseignement et enseignement à distance de l'UMMTO, ses services différents chargés et missions.

Les étapes et les détails de la conception et la réalisation de notre application au sein de ce service seront l'objet du prochain chapitre.

CHAPITRE 4



Analyse et conception

1. Introduction :

Dans ce chapitre, nous présenterons dans un premier temps la phase d'analyse, qui permet d'identifier différents acteurs de notre système ainsi que les besoins associés et les diagrammes de cas d'utilisation. Ensuite, la phase de conception qui permet de proposer une solution informatique qui est représentée par le diagramme de séquences, diagramme d'activités et enfin le diagramme de classes suivant la notation UML (Unified Modeling Language).

2. Méthodologie de développement :

2.1. UML :

En raison de la complexité croissante des systèmes d'information, de nouvelles méthodes et outils ont été développés. La principale avancée réside dans la programmation orientée objet (P.O.O.). Face à ce nouveau mode de programmation, les méthodes de modélisation classique comme MERISE ne suffisent plus. Elles ont démontré certaines limites. Dans ce contexte, l'Object Management Group (OMG) a développé UML, qui est une notation standard utilisable dans les développements informatiques sur l'objet.

On Pascal ROQUES «l'UML est un langage de modélisation graphique et textuel destiné à formaliser, comprendre et décrire des besoins, spécifier et documenter des systèmes, esquisser des architectures logicielles, concevoir des solutions et communiquer des points de vue ». **[Roq, 07]**

La version actuelle est UML 2 qui propose 13 diagrammes, dont nous allons utiliser : le diagramme de cas d'utilisation, diagramme des cas d'utilisation, Diagramme de séquence, le diagramme d'activité et enfin le diagramme de classe.

3. Problématique :

Le problème d'interopérabilité n'est pas nouveau notamment dans l'E-learning, plusieurs approches (SBA, RBA...), standards (XML, http...), et technologies (services web...) ont été proposés pour résoudre ce problème.

Dans le cadre de notre travail nous allons nous focaliser sur le concept d'interopérabilité afin de faciliter l'interaction entre les acteurs et la plateforme e-learning.

4. Objectif :

L'objectif de notre travail consiste à rendre notre plateforme e-learning interopérable en s'appuyant sur une architecture orientée ressource « **RE**presentational **S**tate **T**ransfert », qui permettra aux utilisateurs d'accéder aux différentes ressources offertes par l'application d'une manière plus facile et transparente.

Notre application contient plusieurs types de ressources:

- ✓ Cours.
- ✓ TPs/TDs.
- ✓ Sujets d'examens.

5. Phase d'analyse :

5.1. Identification des acteurs de la plateforme :

Is cette partie nous allons présenter les types d'utilisateurs qui vont interagir avec notre système si que leurs attentes.

près notre plateforme, les acteurs qui interagissent avec cette dernière sont :

- ❖ Les étudiants.
- ❖ Les enseignants.
- ❖ Les administrateurs.
- ❖ Les simples visiteurs.

• Les Etudiants :

Apprenant est l'acteur ayant intégré la plateforme dans le but d'acquérir de nouvelles connaissances, les possibilités offertes à ce dernier sont :

- ✓ Consulter son profil.
- ✓ Participer au forum afin d'interagir avec les autres acteurs.
- ✓ Consulter les différentes ressources de la plateforme (cours, TPs, TDs , EMDs).
- ✓ Télécharger les ressources de la plateforme.

• Les Enseignants :

Enseignant est la personne responsable de l'aspect pédagogique de la plateforme et il peut effectuer les actions suivantes :

- ✓ Gérer les cours.
- ✓ Gérer les TDs.
- ✓ Gérer les TPs.
- ✓ Gérer les EMDs.
- ✓ Communiquer avec les autres acteurs de la plateforme.

• Les Administrateurs :

Administrateur de la plateforme et celui qui s'occupe de l'aspect technique de la plateforme, il prend en charge son installation et sa maintenance, ses obligations sont les suivantes :

- ✓ Gestion des profils des utilisateurs.
- ✓ Gérer l'aspect extérieur du site : Page d'accueil, Thème de la plateforme, etc.

✓ Gérer les authentifications des étudiants et des enseignants.

- **Visiteur simple :**

visiteur simple est un internaute qui accède au site mais qui ne possède pas de nom d'utilisateur et de mot de passe pour pouvoir se connecter sur la plateforme comme un apprenant, le seul service offert à ce type d'utilisateur est d'accéder à un cours si ce dernier est visible par ce type d'utilisateur.

5.2. Diagramme de contexte :

un diagramme de contexte est un modèle conceptuel qui permet d'avoir une vue globale des interactions entre le système et l'environnement extérieur. IL permet aussi de bien délimiter le domaine d'application.

la figure suivante montre le diagramme de contexte de notre application :

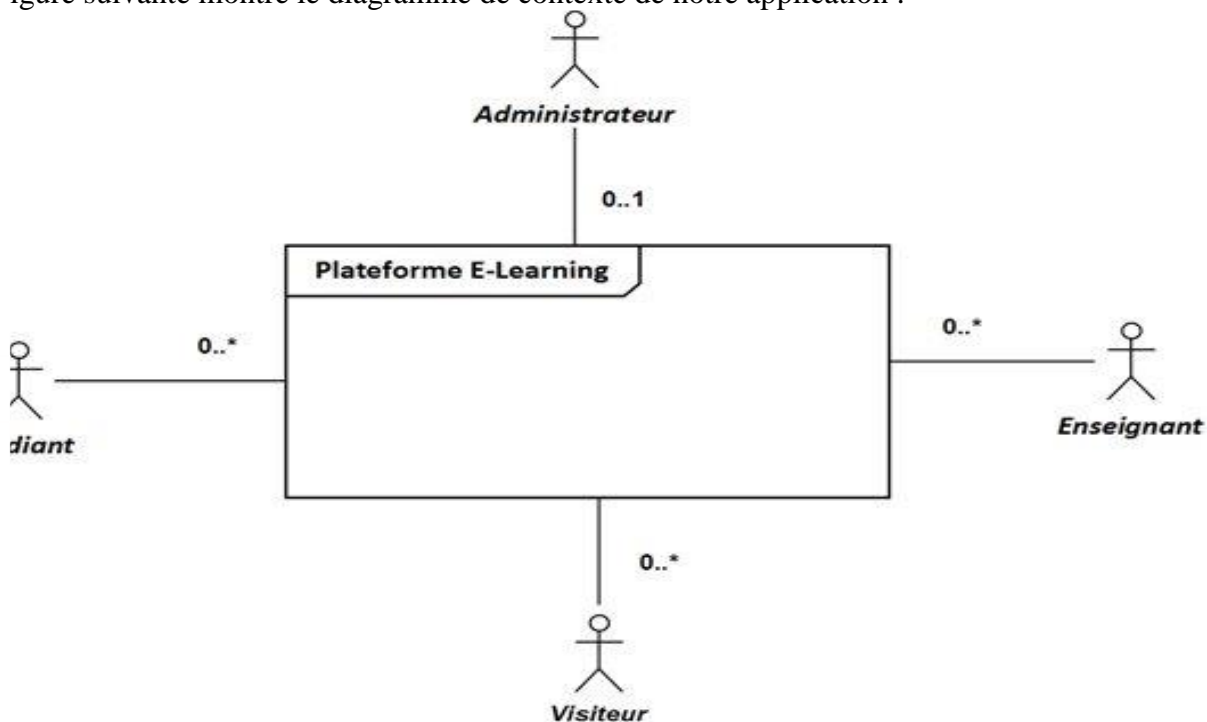


Figure IV.1: Diagramme de contexte.

5.3. Les besoins fonctionnels :

Les besoins fonctionnels (ou métiers) représentent ce que le système offrira à ses utilisateurs en termes de fonctionnalités. Nous présentons dans ce qui suit les fonctions qui seront mises en place.

e thématique regroupe les fonctions permettant la communication entre les utilisateurs de la plateforme soit enseignant, étudiant, ou administrateur. Les trois acteurs ont la possibilité de joindre les autres le forum.

✦ **Gestion des consultations :**

utilisateur qu'il soit enseignant ou étudiant doit pouvoir accéder à son profil aisément et voir les documents mis à sa disposition (ressources pédagogiques,...etc.) et ça en toute sécurité.

✦ **Gestion des ressources :**

La gestion des ressources de la plateforme est destinée à l'enseignant, elle lui permet de prendre en charge les cours, les TP, les TDs ainsi que les examens ou ce qu'on peut appeler les ressources, l'enseignant pourra créer une ressource, la modifier, et la supprimer.

✦ **Gestion des comptes :**

C'est l'administrateur qui est responsable de cette partie et il doit permettre à tout utilisateur d'avoir son propre compte pour un accès personnel à l'aide d'un identifiant et d'un mot de passe, il pourra aussi supprimer un compte.

✦ **Gestion du site :**

La gestion du site qui est garantie par l'administrateur doit permettre à tout utilisateur de parcourir la plateforme de manière intuitive et simple, une interface ergonomique doit être mise en place et génerer des modules destinés à cet effet.

La plateforme doit également garantir la sécurité de manière à ce que lorsqu'un utilisateur y est connecté, ses données personnelles comme son identifiant et son mot de passe ne soient pas récupérés par un tiers. La plateforme doit être stable donc accessible de manière permanente.

5.4. Les besoins non-fonctionnels :

Il s'agit des besoins qui caractérisent le système. Ce sont des besoins en matière de performance, de type matériel ou le type de conception. Ces besoins peuvent concerner les contraintes d'implémentation (langage de programmation, type SGBD, de système d'Exploitation...).

Les besoins non-fonctionnels de notre application sont les suivants :

- ✦ La plateforme doit être interopérable.
- ✦ La plateforme doit fournir un accès rapide aux informations.
- ✦ La plateforme doit garantir l'intégrité et la cohérence des données.
- ✦ La plateforme doit être portable, extensible, réutilisable et fiable.

IV.5.5. Spécification des cas d'utilisation :

➤ **Les cas d'utilisation :**

Exprimées par l'ensemble des utilisateurs. Un cas d'utilisation représente un ensemble de séquences d'actions réalisées par le système qui produisent un résultat observable intéressant pour un acteur particulier. Il permet de décrire ce que le futur système devra faire, sans spécifier comment il le fera.

peut maintenant présenter les diagrammes de cas d'utilisation de chaque acteur ainsi que le diagramme d'utilisation global :

✓ Diagramme de cas d'utilisation « acteur : Visiteur ».

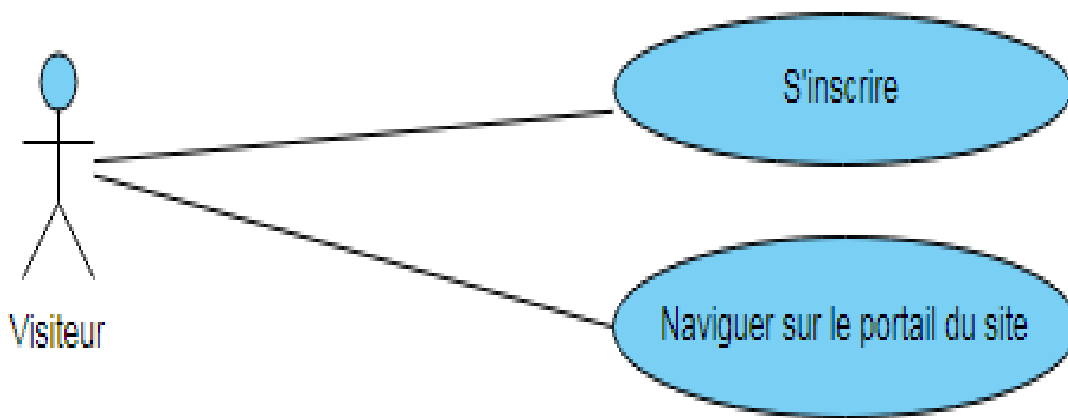


Figure IV.2 : *Diagramme de cas d'utilisation « acteur : Visiteur ».*

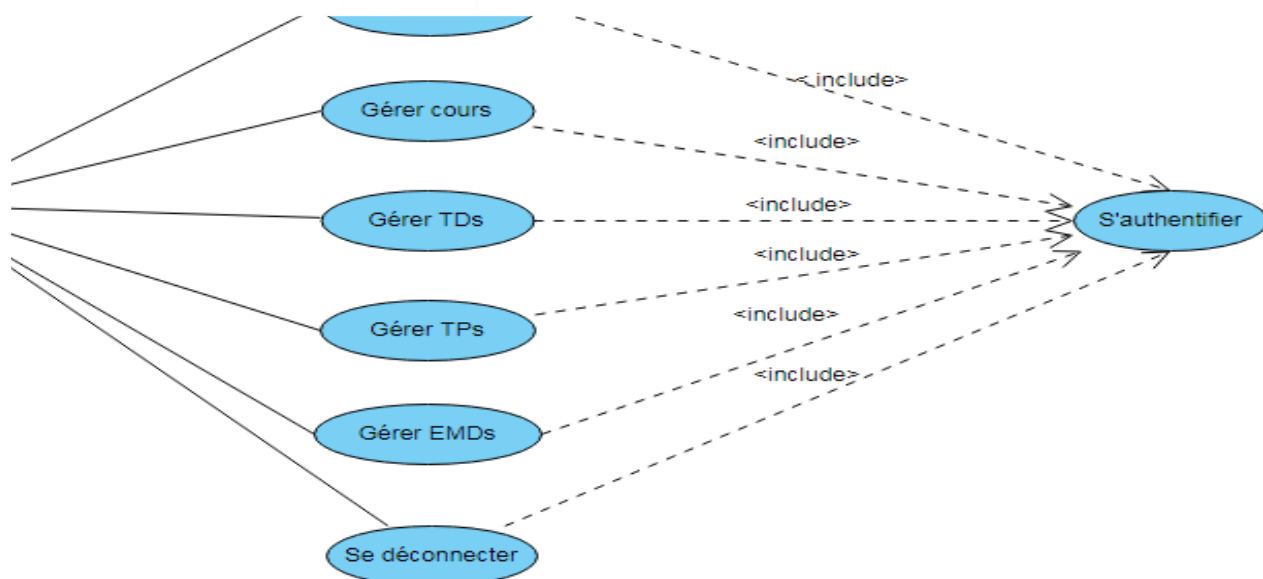


Figure IV.3 : Diagramme de cas d'utilisation « acteur : Enseignant ».

◆ Description textuelle Cas d'utilisation « Gérer cours » :

Nous décrivons dans cette partie quelques cas d'utilisation que nous avons jugée pertinent

Objectif : Ajouter un cours.

Scénario : l'acteur accède à son espace personnel dans la plateforme et choisit d'ajouter un cours.

Acteur : Enseignant.

Condition : l'Enseignant doit s'authentifier.

Scénario nominal :

l'enseignant s'authentifie sur la plateforme.

le système l'affecte à son espace personnel.

l'enseignant choisit le bouton ajouter cours puis créer cours.

le système affiche le formulaire pour saisir les informations sur le cours.

l'enseignant peut ajouter un cours.

Scénario alternatif :

1 cas de non inscription ou authentification, l'enseignant ne peut pas accéder à son espace personnel.

➤ Besoin spéciaux :

Dans le cas d'utilisation de l'enseignant, la gestion des ressources pédagogiques (cours, TP, TD, EM) se fait à distance, et donc le problème d'interopérabilité se pose.

Pour éviter cela on utilisera le style d'architecture orientée web, REST « **RE**presentational **S**Transfert » qui permettra à l'enseignant d'ajouter, modifier et supprimer une ressource à distance rendant cette fonctionnalité interopérable.

✓ Diagramme de cas d'utilisation « acteur : Etudiant ».

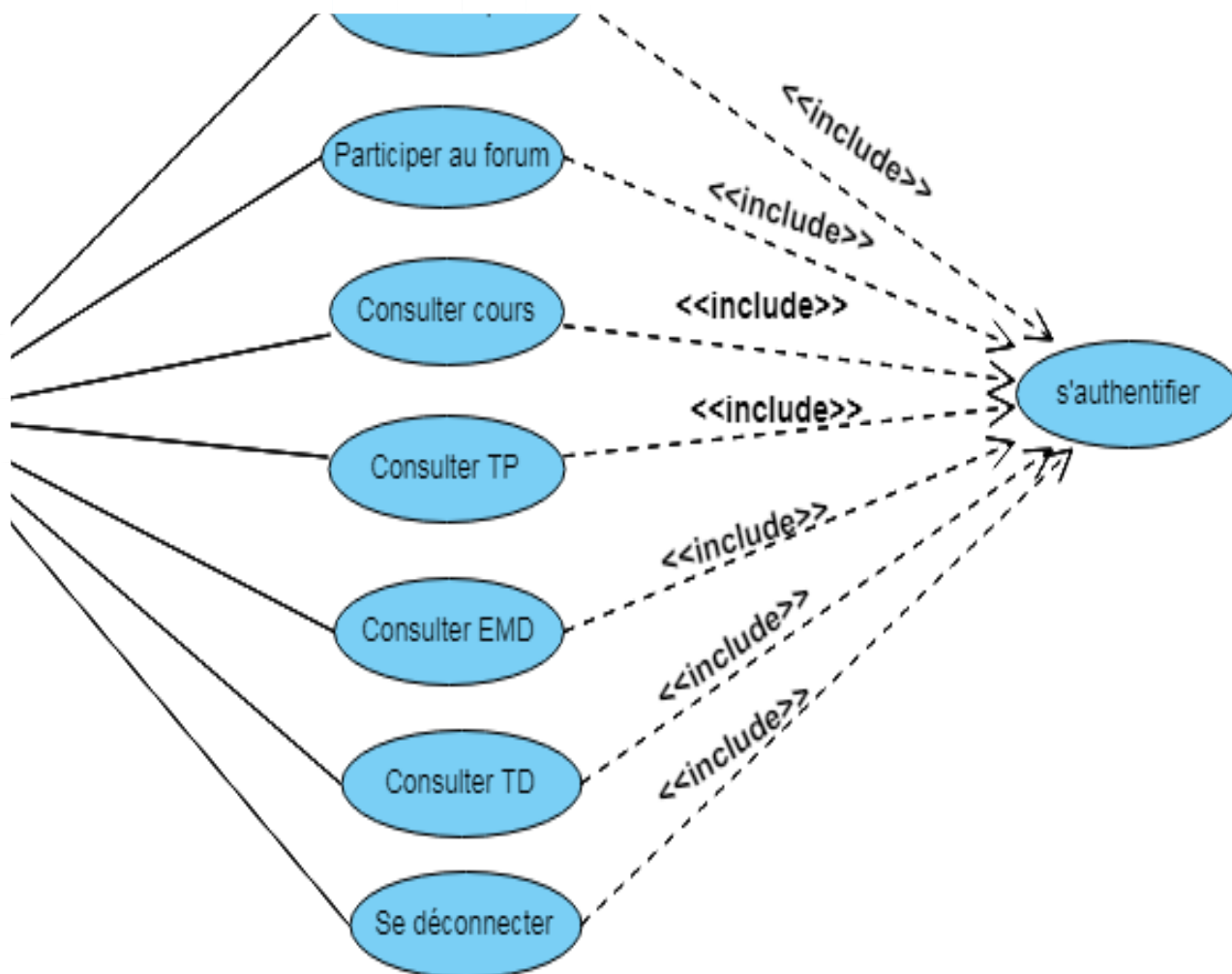


Figure IV.4: Diagramme de cas d'utilisation « acteur : Etudiant ».

Titre : Poster un message.

Résumé : l'acteur a accès au forum afin de communiquer avec les autres acteurs de la plateforme.

Acteur : Etudiant.

Pré-condition : l'étudiant doit s'authentifier sur la plateforme pour avoir accès au forum.

Scénario nominal 1 :

- 1- l'utilisateur sélectionne le bouton inscription.
- 2- le système retourne un formulaire d'inscription.
- 3- l'utilisateur saisit ses coordonnées et valide.
- 4- le système confirme l'inscription de l'étudiant.
- 5- le système enregistre tout dans la base de données.

Scénario nominal 2 :

- 1- l'étudiant s'authentifie avec son login et mot de passe.
- 2- le système confirme l'authentification.
- 3- l'étudiant accède à son espace personnel.
- 4- l'étudiant sélectionne la rubrique Forum.
- 5- l'étudiant décide de poster un message.
- 6- La fenêtre d'édition des informations concernant le sujet s'affiche.
- 7- L'utilisateur remplit les informations nécessaires.

8- L'utilisateur valide le poste du sujet.

Scénario alternatif :

- 1- en cas de non inscription et authentification, l'utilisateur n'a pas accès au Forum et ne peut donc pas poster un message.

✓ Besoin spéciaux .

Quand l'étudiant décide de poster (ajouter) un message au niveau du forum cela est considéré con une opération sans état CRUD (Create, Read, Update et Delete) c'est donc préférable d'utiliser R pour garantir l'interopérabilité de cette opération.

✓ Diagramme de cas d'utilisation « acteur : Administrateur ».

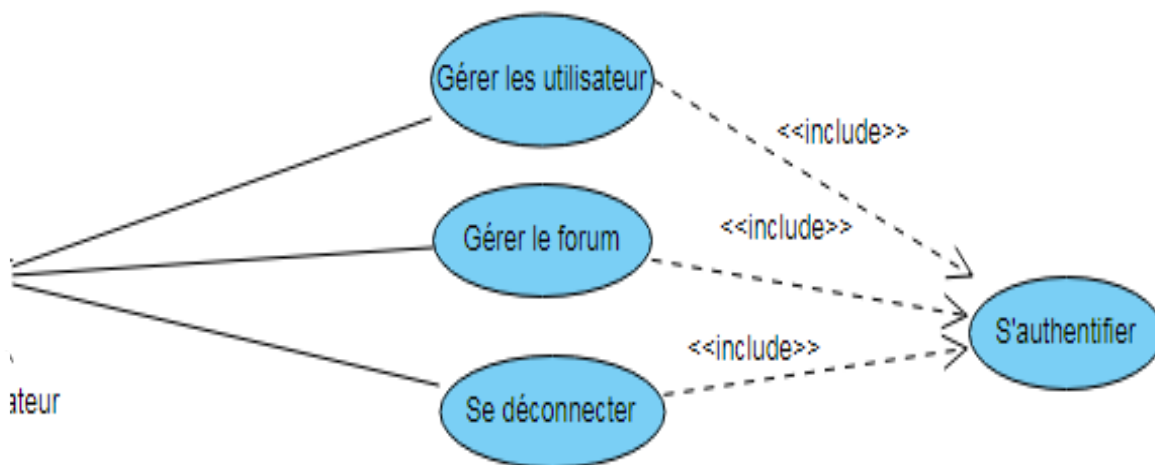


Figure IV.5: Diagramme de cas d'utilisation « acteur : Administrateur ».

e : Supprimer les utilisateurs.

umé : l'administrateur peut supprimer les utilisateurs.

eurs : Administrateur.

condition : l'acteur devrait être connecté à la plateforme.

scario nominal :

le système affiche la nouvelle mise à jour.

scénario alternatif :

l'administrateur effectue des changements.

le système renvoie un message d'erreur et donc les changements ne peuvent pas être effectués.

l'administrateur accède à la plateforme précédente.

➤ **Diagramme de cas d'utilisation global :**

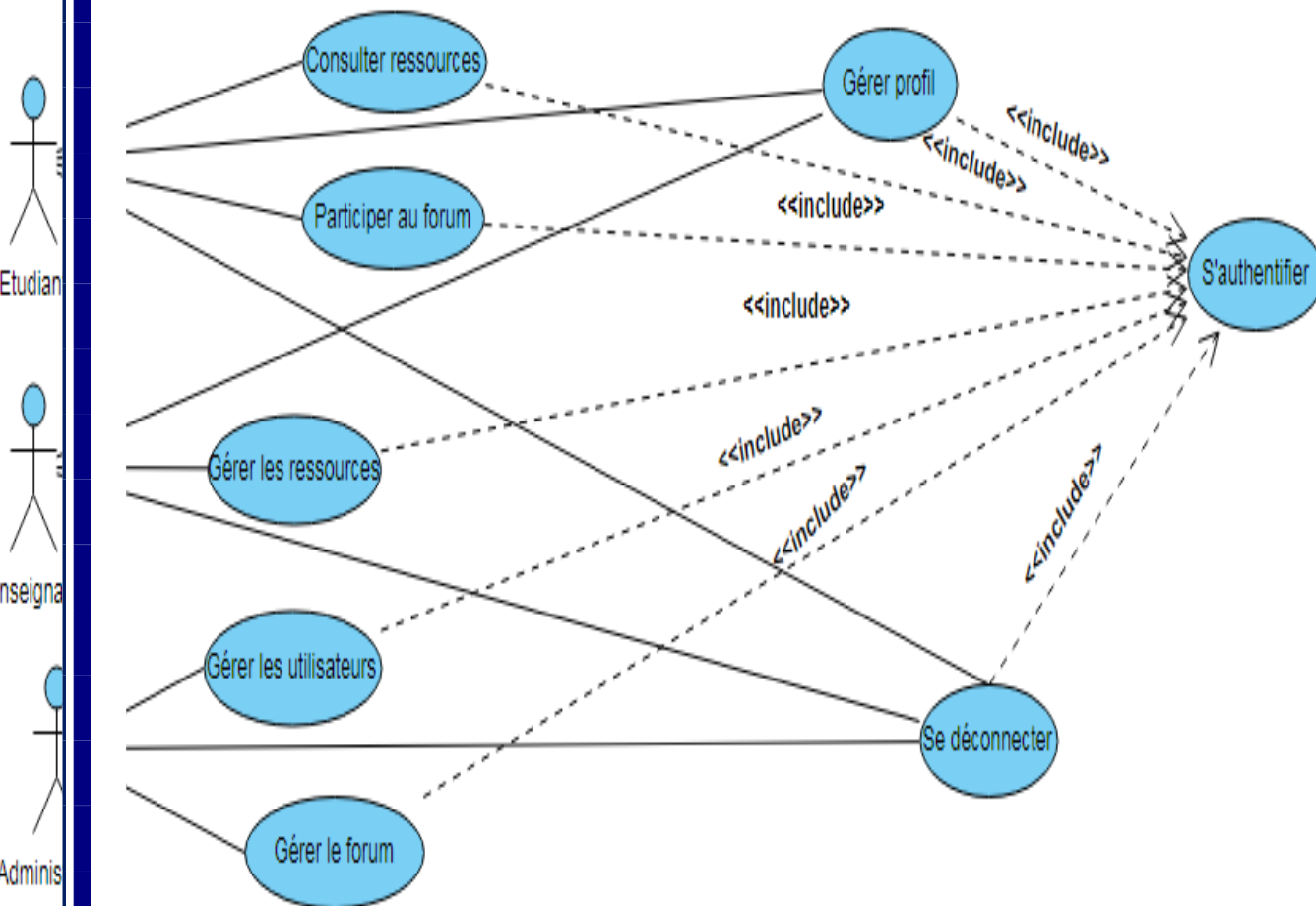


Figure IV.6 : Diagramme global de cas d'utilisation.

➤ **Définition de la représentation des ressources**

La représentation d'une ressource désigne les données entre l'utilisateur de notre plateforme et le serveur. Pour une ressource, ce format peut être sous différents types :

- ✓ XML.
- ✓ XHTML
- ✓ JSON.

- ❖ JSON est l'acronyme de « JavaScript Object Notation » qui est un format d'échange de données basé sur JavaScript, il est indépendant du langage de programmation.
- ❖ Il sert à faire communiquer des applications dans un environnement hétérogène.
- ❖ JSON est constitué de trois données :
 - JSONObject.
 - JSONArray.
 - Value.
- ❖ Le principal avantage de JSON est qu'il est simple à mettre en œuvre, il est notamment utilisé comme langage de transport de données par AJAX et les services web y compris REST
- ❖ Le type *MIME application/json* est utilisé pour le transmettre par le protocole HTTP.

➤ Définition des URI :

REST utilise un identifiant de ressource appelé URI « *Uniform Resource Identifier* », est une chaîne de caractères identifiant une ressource sur un réseau (par exemple une ressource Web) partagée entre l'utilisateur et le serveur,

Un URI peut être de type «*locator*» ou «*name*» ou les deux.

- Un **Uniform Resource Locator (URL)** est un URI qui, hormis le fait qu'il identifie une ressource sur un réseau, apporte les moyens d'agir sur une ressource ou d'obtenir une représentation de la ressource décrivant son mode d'accès primaire ou «emplacement» réseau.
- Un **Uniform Resource Name (URN)** est un URI qui identifie une ressource par son nom dans l'espace de noms. Un URN est parfois utilisé pour parler d'une ressource sans que cela préjuge de l'emplacement ou de la manière de la référencer.

6. Phase de Conception:

À cette phase une nouvelle vue du modèle fait son apparition. Cette vue exprime les modules et les composants physiques sans aller à la réalisation concrète du système. Elle est basée sur :

- ❖ Les diagrammes de séquence.
- ❖ Le diagramme d'activité.
- ❖ Le diagramme de classe.

➤ Diagramme de séquence :

L'objectif de ce type de diagramme offert par UML est de représenter les interactions entre les objets, en mettant l'accent sur le classement chronologique des messages échangés. Les scénarios sont des instances d'utilisation et sont traduits en diagrammes de séquences.

En raison du grand nombre élevé de cas d'utilisation recensés, et afin d'éviter qu'ils s'étalent sur plusieurs pages, nous avons

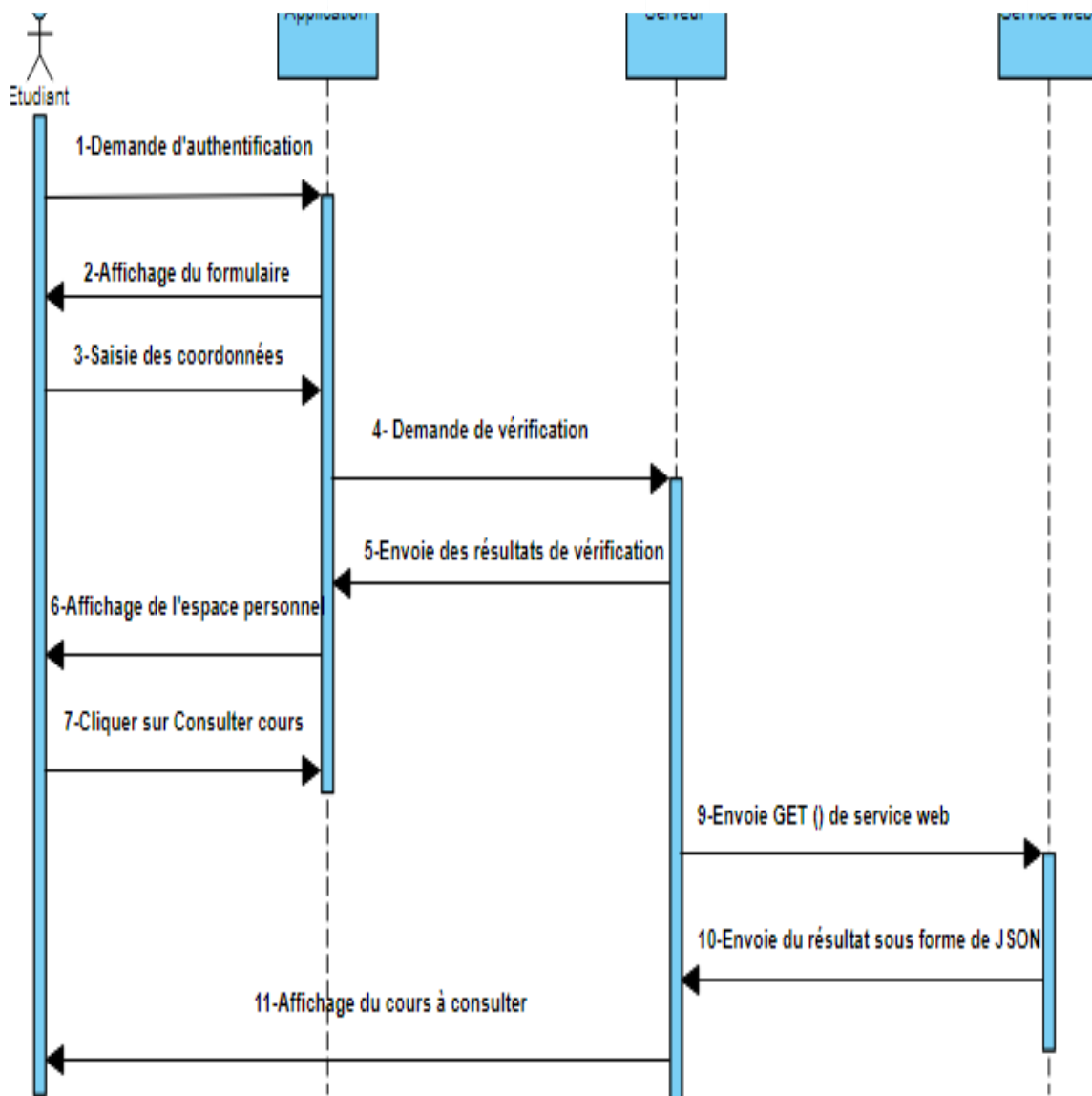


Figure IV.7 : Diagramme de séquence du cas « Consulter cours ».

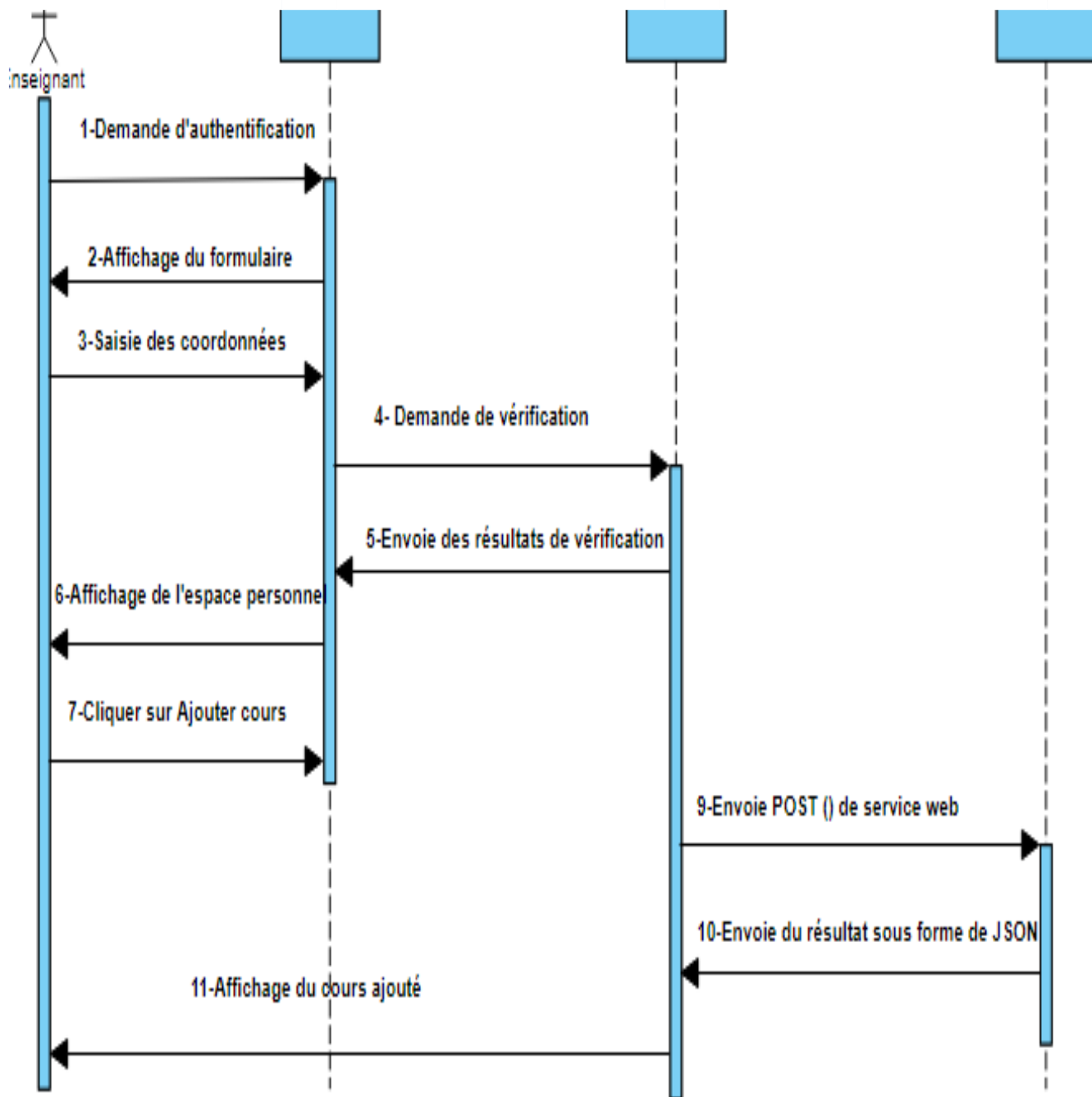


Figure IV.8 : Diagramme de séquence du cas « Supprimer un compte utilisateur ».

Figure IV.9: Diagramme de séquence du cas «Ajouter un cours »

➤ Diagramme d'activité :

Diagramme d'activités permet de mettre l'accent sur les traitements. Il est donc particulièrement adapté à la modélisation du cheminement de flots de contrôle et de flots de données. Il permet ainsi de représenter uniquement le comportement d'une méthode ou le déroulement d'un cas d'utilisation.

Diagramme d'activité cas « Consulter cours » :

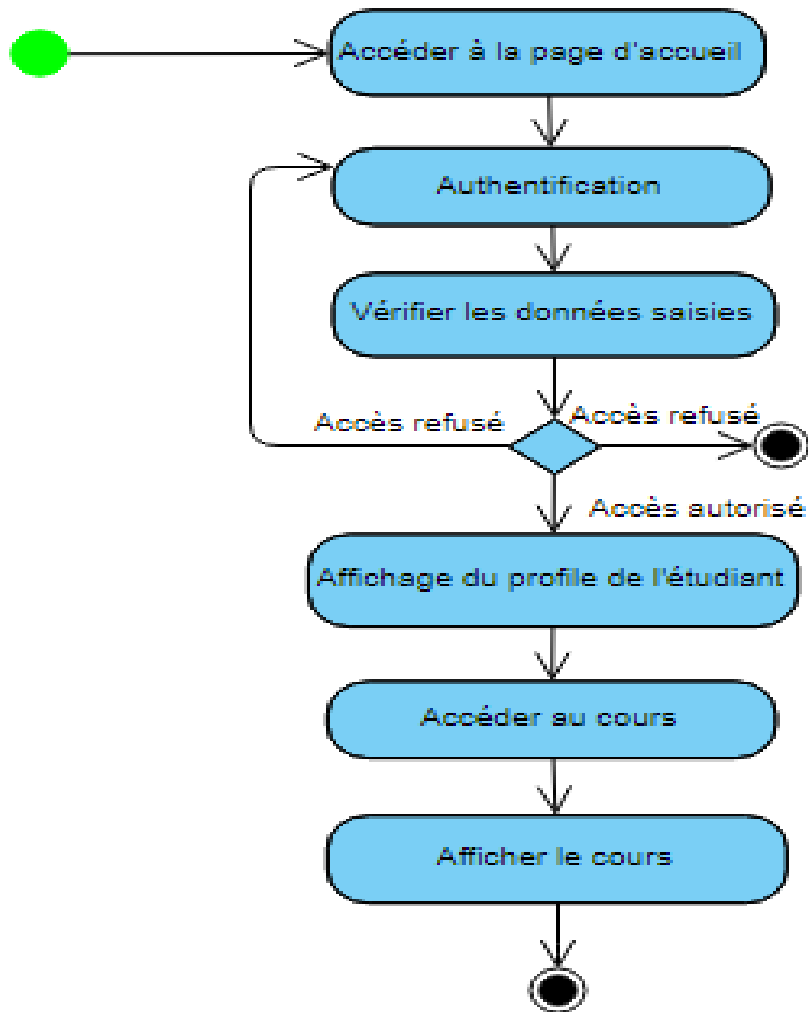


Figure IV.10 : Diagramme d'activité cas « Consulter cours ».

Diagramme d'activité cas « Gestion utilisateurs ».

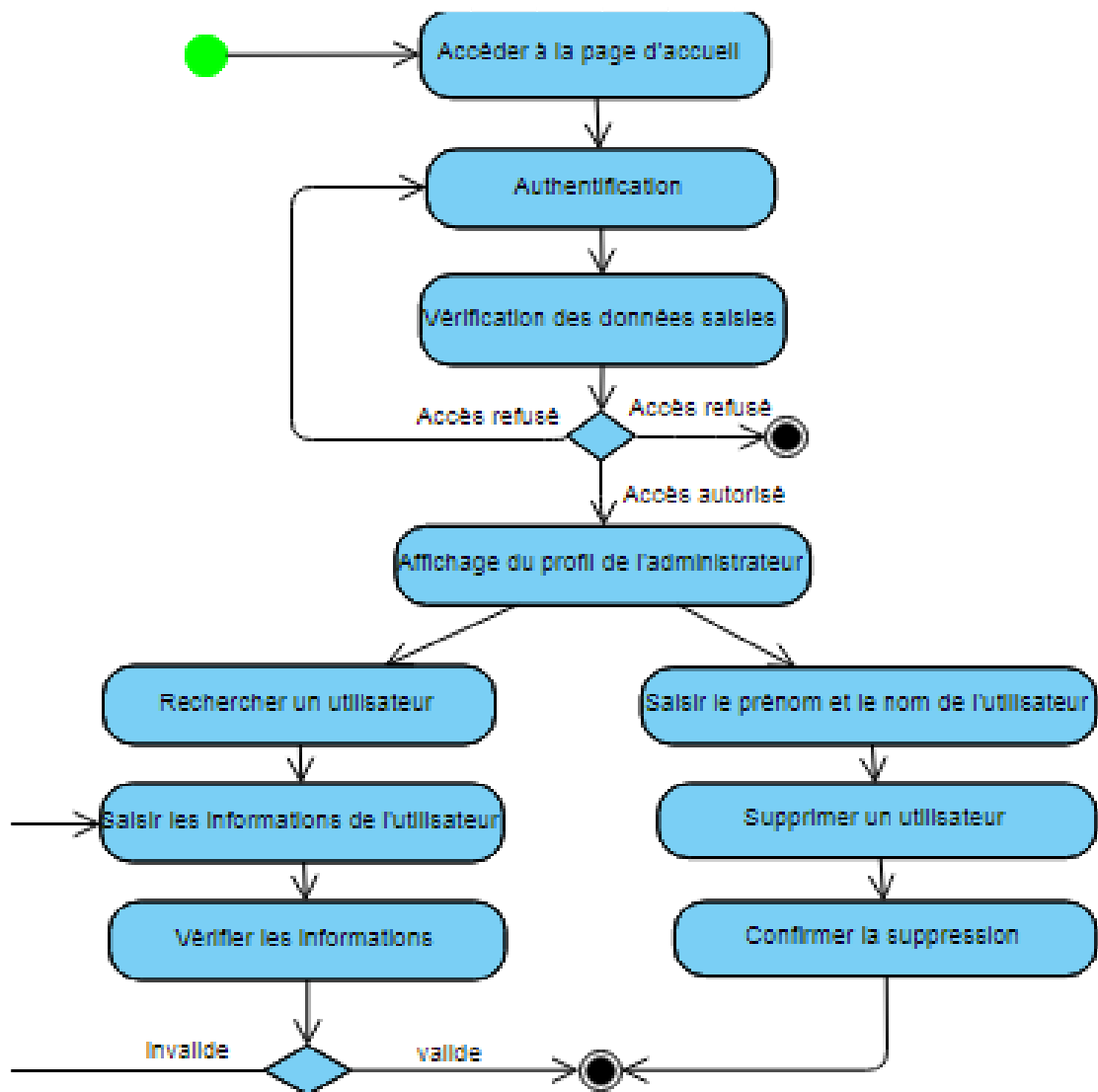


Figure IV.11 : Diagramme d'activité cas « Gestion des utilisateurs ».

Diagramme d'activité cas « Gestion cours ».

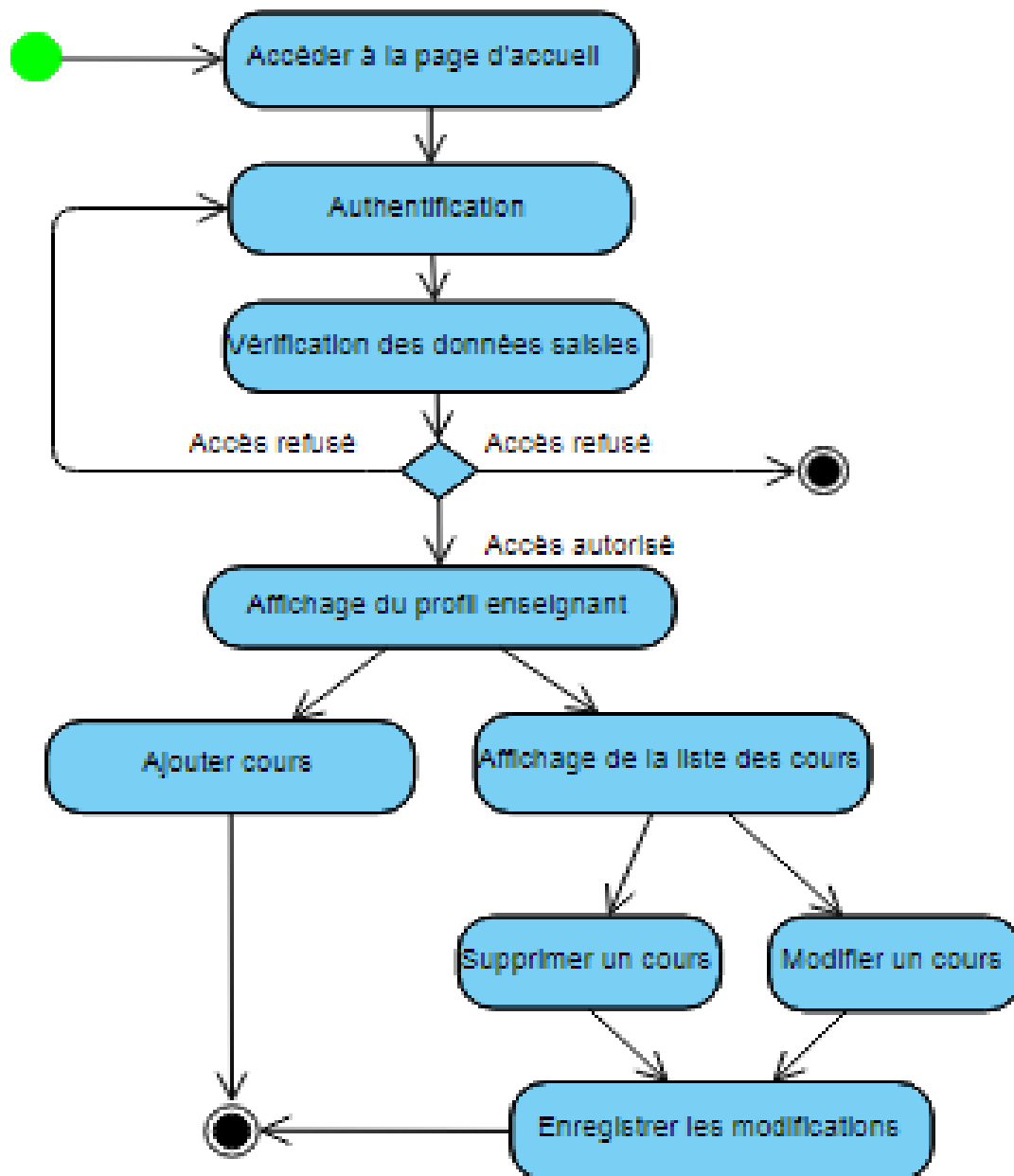


Figure IV.12 : Diagramme d'activité cas « Gestion cours ».

➤ Diagramme de classe :

Le diagramme de classes est considéré comme le plus important de la modélisation orientée objet. Il montre la structure interne du système.

Il contient principalement des classes, ces dernières contiennent des attributs et des opérations, ainsi qu'il démontre les liens entre ces classes ainsi que leurs cardinalités.

Le diagramme de classe de notre projet est représenté comme suit :

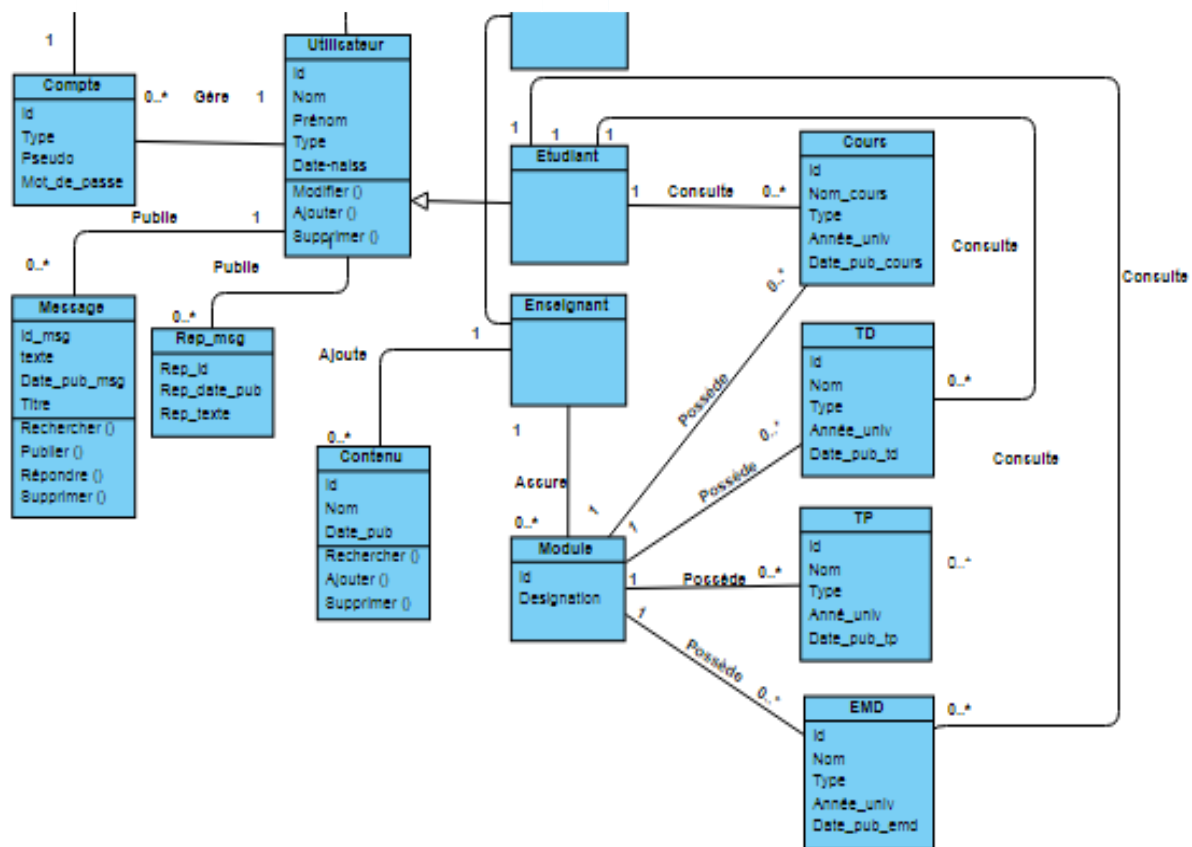


Figure IV.13 : Diagramme de classe global.

	<i>Attribut</i>	<i>Code</i>	<i>Type</i>	<i>Longueur</i>	<i>Méthode</i>
	Identificateur de l'utilisateur. Type d'utilisateur. Pseudonyme de l'utilisateur. Le mot de passe de l'utilisateur.	Id Type Pseudo Mot_de_passe	N AN AN AN	20 10 40 40	
	Identificateur de l'utilisateur. Nom de l'utilisateur. Prénom de l'utilisateur. Le type d'utilisateur. Date de naissance de l'utilisateur	Id Nom Prenom Type Date_naissance	N AN AN AN D	20 30 30 10 40	Modifier () Rechercher () Supprimer ()
					Ajouter () Modifier () Supprimer ()
	Identificateur du module. Désignation du module.		AN AN	20 30	
	Identificateur du cours. Nom du cours. Année universitaire du cours. Type du cours. Date de publication du cours.	Id Nom Année_univ Type_cours Date_pub_cours	AN AN N AN D	20 30 20 10 40	
	Identification du TD. Nom du TD. Année universitaire du TD. Type du TD.	Id Nom Année_univ Type	AN AN N AN	20 30 20 10	

	Année universitaire du TP.	Année_univ	N	20	
	Type du TP.	Type_TP	AN	10	
	Date de publication du TP.	Date_pub_TP	D	40	
MD	Identification de l'EMD.	Id	AN	20	
	Nom de l'EMD.	Nom	AN	30	
	Année universitaire de l'EMD.	Année_univ	N	20	
	Type de l'EMD.	Type_emd	AN	10	
	Date de publication de l'EMD.	Date_pub_emd	D	40	
conten	Identificateur du contenu.	Id	AN	20	
	Date de publication du contenu.	Date_pub	D	40	
	Le nom du contenu.	Nom	AN	40	
messag	Identificateur du message.	Id_msg	AN	20	Rechercher ().
	Date de publication de message.	Date_pub_msg	D	40	Publier ().
	Titre du message.	Titre	AN	30	Répondre ().
	Texte du message.	Texte	AN	30	Supprimer ().
rep_m	Identificateur de la réponse.	Rep_id	AN	30	
	Date de publication de la réponse.	Rep_date_pub	D	30	
	Texte de la réponse.	Rep_texte	AN	30	
minis	Identificateur de l'administrateur	Id	AN	20	
	Pseudonyme de l'administrateur	Pseudo	AN	40	
	Mot de passe de l'administrateur	Mot_de_passe	AN	40	

Conception de la base de données:

Une base de données est une collection de données cohérente et structurée.

Pour concevoir la base de données du système, nous avons commencé par recenser les différentes entités qui peuvent intervenir dans l'application.

En se basant sur ces entités, et en respectant les différentes règles du modèle relationnel nous avons déduit les schémas de la base de données.

base de données:

MPTE (**Id**, Type, Pseudo, Mot_de_passe) ;

LISATEUR (**Id**, Nom, Prenom, Type, Date_de_naissance) ;

PROFESSEUR (**Id**, Designation) ;

COURS (**Id**, Nom, Année_univ, Type, Date_pub);

EMD (**Id**, Nom, Année_univ, Type, Date_pub) ;

REPONSE (**Id**, Nom, Année_univ, Type, Date_pub);

QUESTIONNAIRE (**Id**, Nom, Année_univ, Type, Date_pub_cours) ;

CONTENU (**Id**, Date_pub, Nom) ;

MESSAGE (**Id_msg**, Date_pub_msg, Titre, Texte) ;

REPONSE_MESSAGE (**Rep_id**, Rep_date_pub, Rep_texte);

ADMINISTRATEUR (**Id**, Pseudo, Mot_de_passe) ;

Legende:

Les attributs en **Gras** : clé primaire.

Conclusion :

ant ce chapitre nous avons défini les acteurs de notre application et les tâches qu'ils assurent, puis élaboré le diagramme de contexte, les diagrammes de cas d'utilisation pour chaque acteur, les diagrammes d'activité, les diagrammes de séquence et le diagramme de classes. Enfin, nous avons conçu le modèle relationnel ainsi que les bases de données.

À partir de ce chapitre nous entamerons l'étape d'implémentation de notre application.

CHAPITRE V

Implémentation et réalisation

Après avoir terminé l'étape d'analyse et de conception, nous passons à la réalisation de notre plate-forme de monitoring et l'implémentation de notre service web REST.

Nous commencerons tout d'abord par la description de notre environnement de travail, les différents langages et les outils utilisés pour l'implémentation.

Ensuite, nous présenterons le fonctionnement de notre application ainsi que les différents services web.

1. Les réseaux:

1. Définition:

Un réseau informatique est un ensemble de matériels informatiques (ordinateurs, terminaux, serveurs) reliés entre eux par des voies de télécommunication (fils, fibre optique, ondes), qui vont pouvoir échanger des informations (données) et partager des ressources (programmes, imprimantes, disques ...) dans le but de :

- ✓ Echanger des informations.
- ✓ Partager des ressources matérielles.
- ✓ Faciliter le travail en groupe.
- ✓ Partager des applications telles que le : compilateur, Système de gestion de base de données (SGBD)

On peut classer les réseaux selon différents critères :

2. La distance:

Cela distingue différents types de réseaux en fonction de leur taille (nombre de machines), leur vitesse de transfert des données ainsi que leur étendue, dont on trouve :

- ✓ Les réseaux Personnel (PAN Personnel Area Network).
- ✓ Les réseaux Locaux (LAN Local Area Network).
- ✓ Les réseaux métropolitains (MAN Métropolitan Area Network).
- ✓ Les réseaux étendus (WAN Wide Area Network).

3. La topologie:

La topologie d'un réseau décrit la manière dont ses éléments sont disposés les uns par rapport aux autres, on distingue :

- La topologie logique qui représente la façon dont les données transitent dans les lignes de communication.
- La topologie physique qui représente l'organisation des connexions physiques entre les différents éléments du réseau (câblage) et on site :
 - ✓ Topologie en Bus.
 - ✓ Topologie en étoile.
 - ✓ Topologie en anneaux.
 - ✓ Topologie maillée.

2. Architecture client/serveur:

1. Définition:

L'architecture client-serveur est un mécanisme de communication entre deux ou plusieurs ordinateurs via des réseaux. Cette architecture est basée sur l'utilisation de deux types de logiciels à savoir un logiciel serveur et un logiciel client s'exécutant sur deux machines différentes.

Le dialogue entre eux peut se résumer par :

- ✓ Le client demande un service au serveur.
- ✓ Le serveur réalise ce service et renvoie le résultat au client.

Cela comme le montre le schéma suivant :

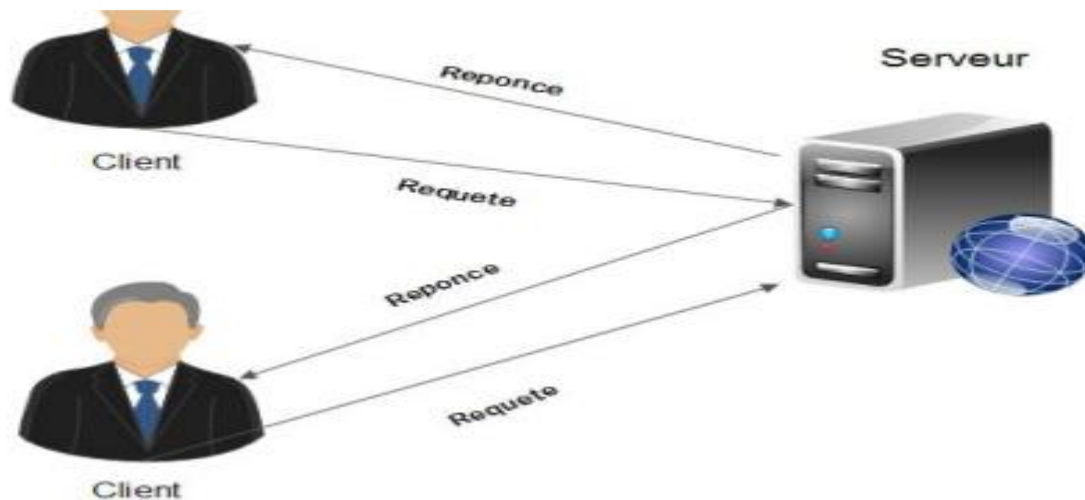


Figure V.1: schéma de fonctionnement du système client/serveur.

On peut trouver plusieurs type d'architecture Client/serveur, comme :

3.1.1. Architecture à 2 niveaux (2-tiers) :

L'architecture à 2-tiers (tiers signifiant rangée en anglais) est l'architecture la plus classique, elle décrit des Client/serveur dans lesquels un serveur exécute la requête du client et fournit directement le service. Pour faire appel à d'autres intermédiaires, en utilisant ses propres ressources, le dialogue entre client et serveur se résume donc à l'envoi de requêtes et au retour de données correspondants à celles-ci.

L'architecture à deux niveaux est schématisée comme suit :

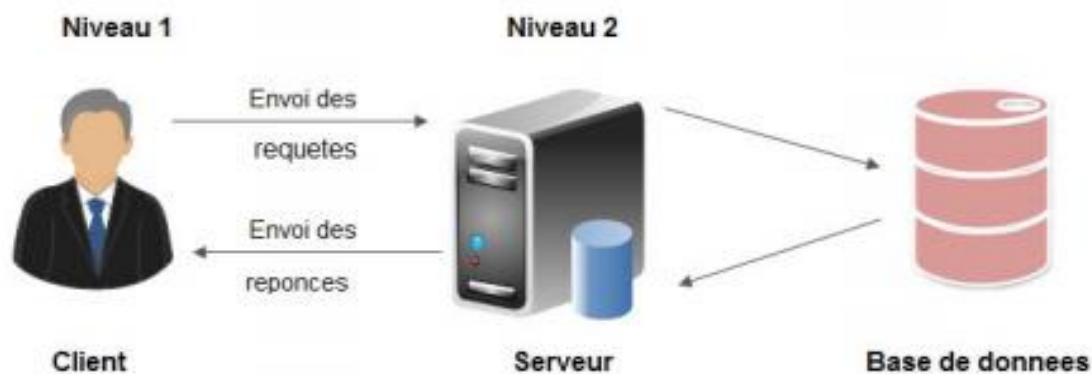


Figure V.2: Architecture Client / Serveur à deux niveaux.

3.1.2. Architecture à 3 niveaux (3-tiers) :

est également appelée client/serveur de deuxième génération, dans ce type d'architecture existe un intermédiaire, c'est-à-dire que l'on a généralement une architecture partagée entre :

- Premier niveau : c'est le poste client qui est l'ordinateur demandeur de ressources, équipé d'une interface utilisateur (un navigateur web) chargée de la présentation (contrôle de saisie, mise en forme des données...).
- Deuxième niveau : c'est le serveur d'application (appelé également middleware), chargé de fournir la ressource mais faisant appel à un autre serveur.
- Troisième niveau : c'est le serveur de base de données (le serveur secondaire), fournissant au serveur d'application les données dont il a besoin pour retourner directement la réponse vers le demandeur.

chitecture à trois niveaux est schématisée comme suit :

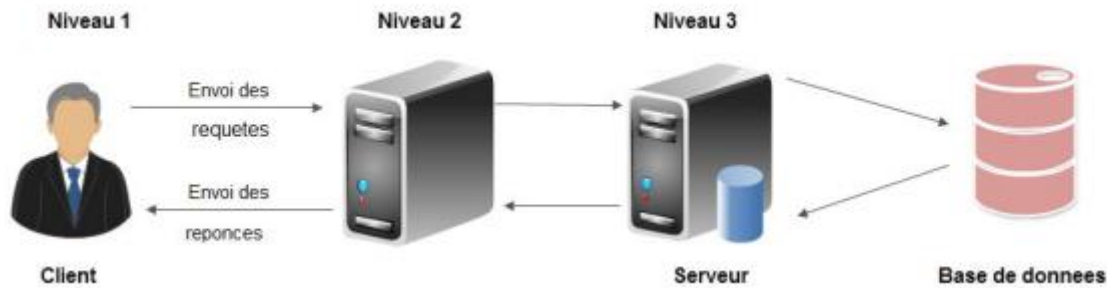


Figure V.3: Architecture Client/serveur à trois niveaux.

1.1.3. Architecture multi niveaux (n-tiers) :

chitecture n-tiers appelée aussi architecture distribuée ou architecture multi-tiers, elle permet de concevoir des applications puissantes et simples à maintenir.

Ce type d'architecture facilite la répartition de la charge entre tous les niveaux, cela signifie qu'un serveur peut servir les services d'un ou plusieurs autres serveurs afin de fournir son propre service.

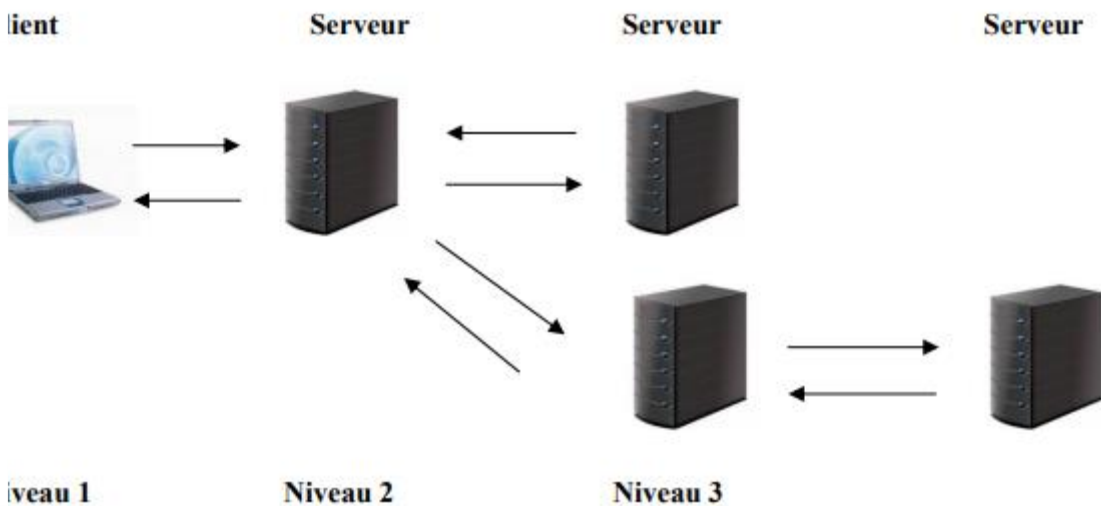


Figure V.4: Architecture Client/serveur à n-tiers.

1. Protocole et format de données:

1. Protocole de communication:

Pour notre projet, nous avons utilisé le protocole HTTP, afin de communiquer les données (données personnelles, ressources pédagogiques de la plateforme..) entre le client et le serveur web. En effet, Le HTTP est un protocole qui définit la communication entre un serveur et un client.

2. Format de données communiquées : (JSON)

JSON (JavaScript Object Notation) est un format d'échange de données en texte lisible. Il est utilisé pour représenter des structures de données et des objets simples.

Un document JSON ne comprend que deux éléments structurels :

- ✓ Des ensembles de paires nom / valeur.
- ✓ Des listes ordonnées de valeurs.

Ces mêmes éléments représentent 3 types de données :

- ✓ Des objets.
- ✓ Des tableaux.

- ✓ Facile à apprendre, car sa syntaxe est réduite et non-extensible.
- ✓ Ses types de données sont connus et simples à décrire.

5. Description de l'environnement de travail :

Système d'exploitation Microsoft Windows .

Environnement de développement : PHP Storm, Android studio et SDK.

XAMPP.

6. Outils de développement :

Pour la réalisation de notre projet nous avons utilisé les outils de développement que nous verrons en détail dans ce qui suit:

1. Serveur web XAMMP:

XAMPP est un ensemble de logiciels permettant de mettre en place facilement un serveur Web et un serveur de bases de données. Il s'agit d'une distribution de logiciels libres (X Apache MySQL Perl PHP).

Le serveur XAMPP est:

- Facile à installer, modulaire et configurable.

- Sécurisé et sécurisé.

- Compatible sur pratiquement toutes les plates-formes (Linux, Windows...).

- Un serveur gratuit (peut être téléchargé à partir d'un site).

- Un niveau élevé de performances pour des besoins matériels modeste.

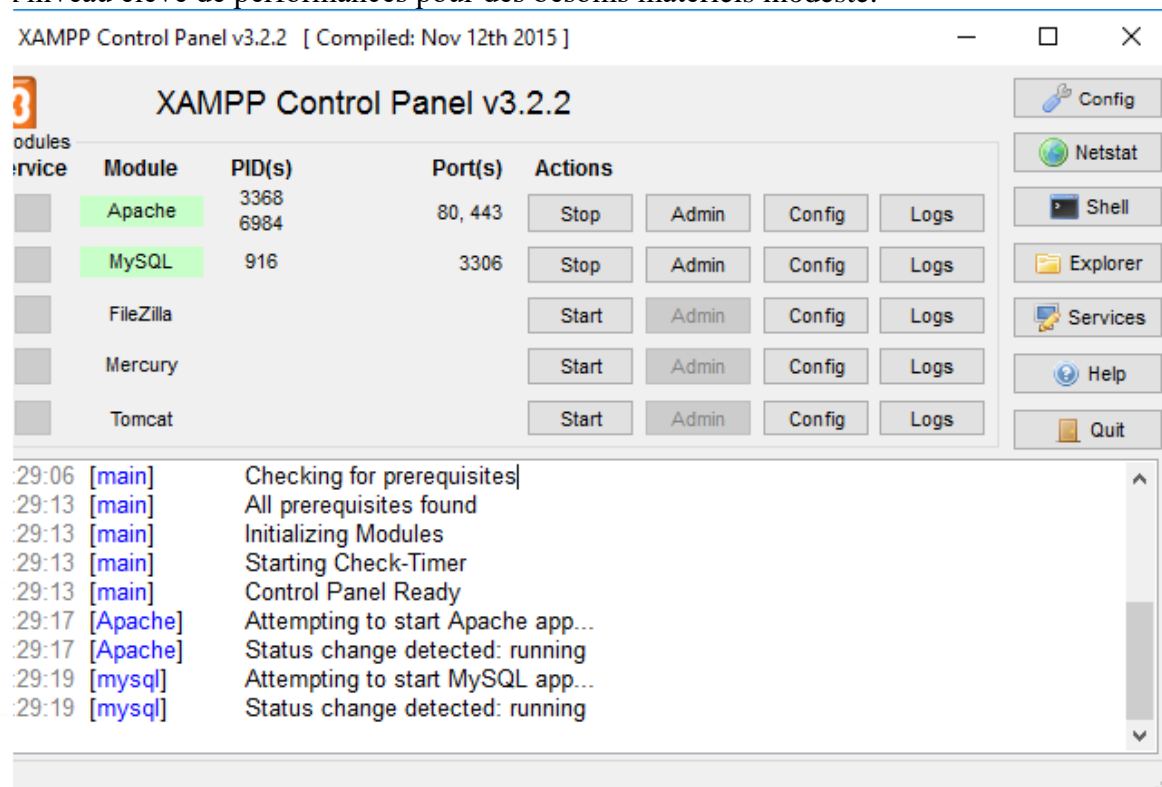


Figure V.5 : Interface XAMPP.

2. Environnement de développement Android Studio et sa SDK :

Android Studio est un nouvel environnement pour développement et programmation entièrement intégré qui a récemment été lancé par Google pour les systèmes Android. Il a été conçu pour fournir un environnement de développement et une alternative à Eclipse qui est l'IDE le plus utilisé.

Il est open source et disponible gratuitement, permettant de réaliser des projets sur différents types de sup

ifique. Un SDK contient du code, permettant de concevoir une interface ou une partie d'une interface (web, mobile, jeux, logiciels de recherches, widget météo...). Ce code est conçu avec le langage de programmation correspondant au terminal (ordinateur, téléphone, tablette...).

aller ANDROID Studio :

ur installer Android Studio, il est nécessaire d'avoir le logiciel du kit de développement Android (SI : aussi le kit de développement (JDK) qui désigne un ensemble de bibliothèques logicielles de base de programmation Java, ainsi que les outils avec lesquels le code Java peut être compilé.

peut la télécharger du lien :

<http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/index.html>

lcharger Android Studio du lien : <https://developer.android.com/studio/index.html>

uble clic sur l'exécutable téléchargé.

ans l'IDE en haut à droite cliquer sur l'icône « SDK Manager » afin de télécharger les versions utilisées par l'application ANDROID.

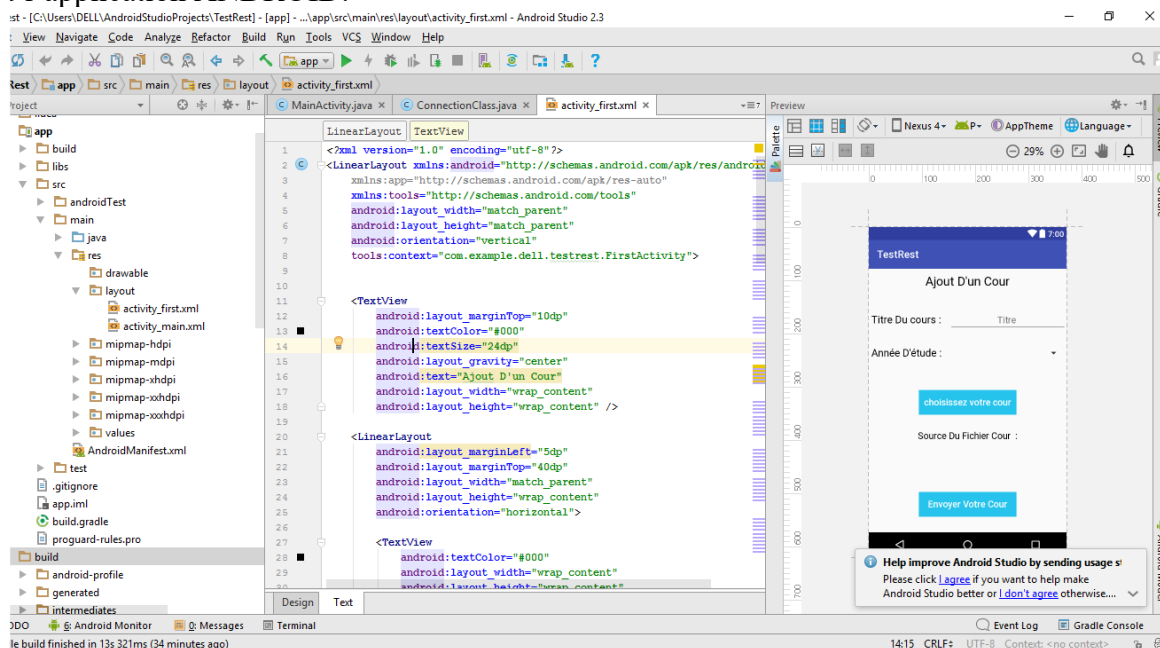


Figure V.6 : Interface d'Android Studio.

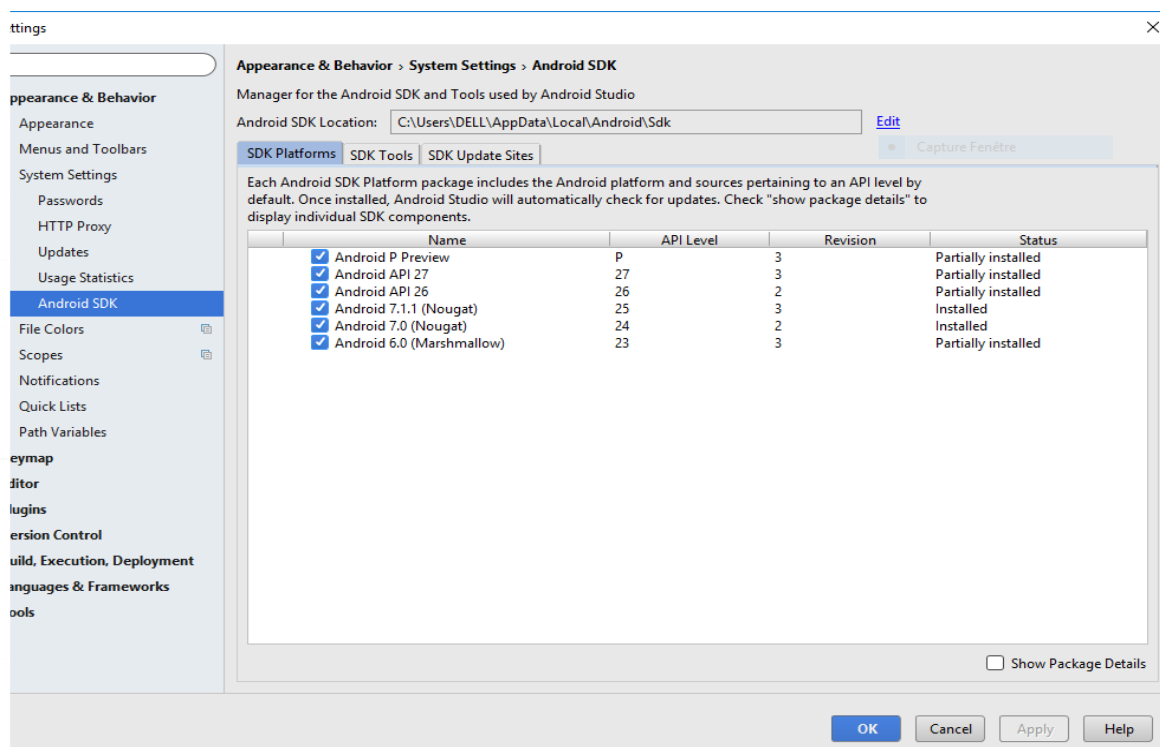


Figure V.7 : Interface de l'Android SDK Manager.

3.3.1 PhpStorm.

Storm est un environnement de développement, aussi appelé IDE, spécialement adapté au langage programmation PHP. Assurant une compatibilité avec PHP 5.5, ce logiciel permet d'éditer du code source I 5.4, 5.5, 5.6 et 7.0.

spose de la coloration syntaxique et de la complétion automatique du code afin d'afficher les classes, nodes et les variables facilement et rapidement, il bénéficie aussi du support de SQL qui lui permet ainsi aliser l'architecture de bases de données de différentes sources (MySQL, SQLite, ...).

aller PhpStorm :

stallation de PhpStorm est très simple, il suffit juste de :

l' télécharger une version de PhpStorm sur le site: <http://www.clubic.com/telecharger-fiche4308storm.html>

ouble clic sur l'exécutable téléchargé.

électionner le répertoire d'installation et suivre la procédure

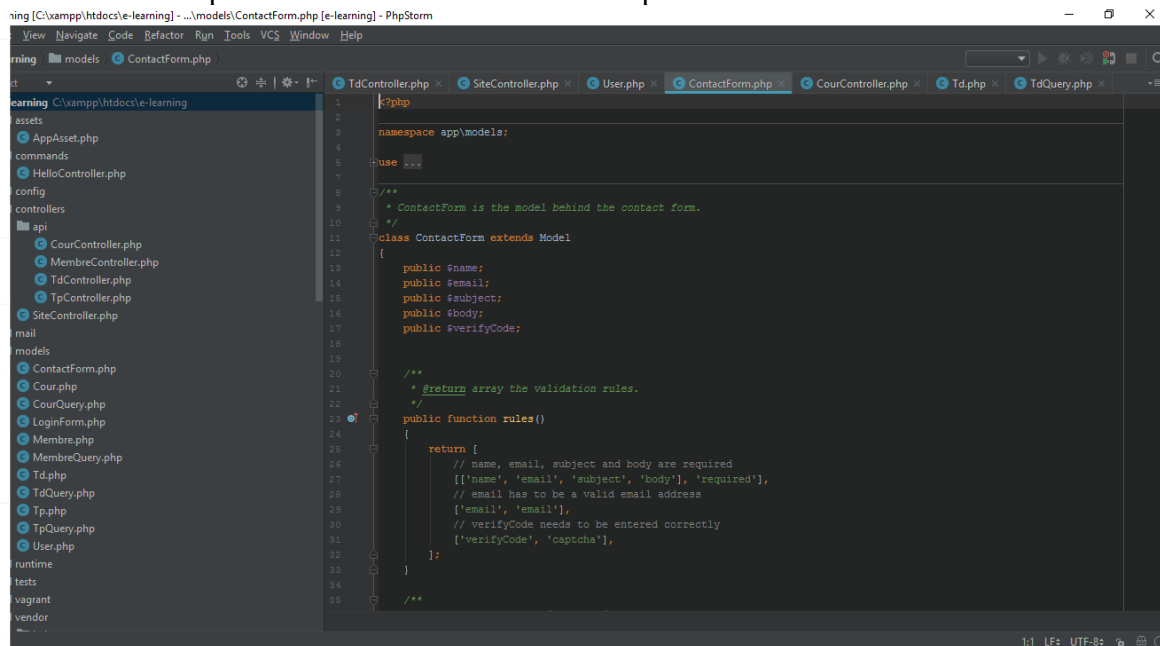


Figure V.8 : Interface de PhpStorm.

oté de ceux Cité en haut, nous avons utilisé Post Man pour les testes, où:

3.4.PostMan:

man est une application permettant avec un navigateur Web de lancer des appels d'API REST en utili requêtes HTTP et de tester le code PHP.

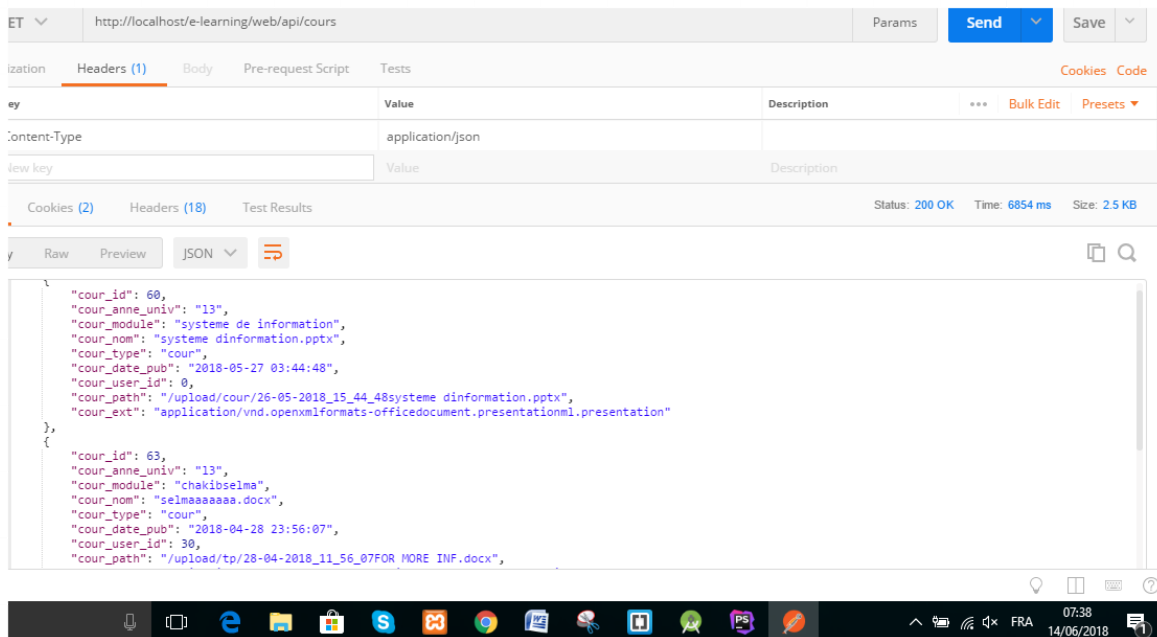


Figure V.9 : Interface de Postman.

1. Les langages de programmation :

1.1. Présentation de PHP :

PHP est un langage incrusté au HTML compilé côté serveur. Il dérive du langage C et du Perl dont il reprend la syntaxe. C'est un langage impératif utilisé pour produire des pages web dynamique via un serveur HTTP. Pour fonctionner, il a besoin d'un serveur web. De ce fait une plateforme minimale de base pour l'exécution d'un site web développé en PHP comprend :

- l'interpréteur PHP (serveur PHP).

- un serveur web (XAMPP, WampServer, ...).

De ce fait le code PHP n'est jamais visible sur la page finale, elle ne comporte que du code HTML.

2. Présentation d'HTML :

Hyper Text Markup Language) c'est à dire langage hypertexte à balises (marqueurs). Ces balises permettent de définir la façon dont doit être présenté le document et les liens qu'il établit avec d'autres documents. On peut dire que l'on va gérer la façon dont un texte va s'afficher au sein du navigateur. L'HTML n'est pas un langage de programmation au sens classique du terme, mais il est essentiellement un ensemble de règles qui indiquent à un navigateur comment afficher une page du web.

3. Présentation du CSS :

Cascading Style Sheets) c'est à dire "feuilles de style en cascade". Les feuilles de styles sont un langage qui permet de gérer la présentation d'une page Web. Le principe des feuilles de style consiste à regrouper dans un document des caractéristiques de mise en forme associées à des groupes d'éléments. Il suffit de définir un nom, un ensemble de définitions et de caractéristiques de mise en forme, et de l'appeler pour l'appliquer. Les feuilles de style ont été mises au point afin de compenser les manques du langage HTML en ce qui concerne la mise en page et la présentation.

4. Présentation de JAVA SCRIPT :

JavaScript est un langage de scripts incorporé aux balises Html, permettant d'effectuer des contrôles pour améliorer la présentation et l'interactivité des pages Web et de gérer des éléments graphiques. Il est facile à mettre en œuvre car c'est du code que vous ajouterez à votre page écrite en Html, il est donc une extension du code Html des pages Web en permettant d'exécuter des commandes du côté client, c'est-à-dire du côté du navigateur et non du serveur web.

la base utilisée (Access, MySQL...). Les commandes SQL peuvent ainsi gérer tout type d'action sur des bases de données MySQL.

Il permet notamment :

Manipulation des tables : création, suppression, modification de la structure.

Manipulation des données: sélection, modification et suppression d'enregistrements.

Gestion des droits d'accès aux tables: contrôle des données et validation des modifications.

6.Présentation de JAVA:

Il est un langage de programmation orienté objet et reprend une syntaxe très proche de celle du langage développé par Sun Microsystems en 1995. Il est caractérisé comme étant un langage:

Modulaire: on peut écrire des portions de code utilisables par plusieurs applications.

Sûr: les erreurs se produisent à la compilation et non à l'exécution.

L'une de ses plus grandes forces est son excellente portabilité, car une fois un programme a été créé, il fonctionnera automatiquement sous Windows, Mac, Linux, UNIX

6.Implémentation des services web de type REST :

1. Création d'un service REST sous Yii :

Yii (Yes, It Is) est un Framework PHP libre, Open source, compatible avec les versions PHP supérieures, il facilite les bonnes pratiques et accélère le développement, il est destiné au développement d'applications web.

Par rapport à la version 2, Yii a complètement été réécrit afin de faciliter la vie aux développeurs et surtout ajouter de nouvelles fonctionnalités surtout pour améliorer la performance des applications web, parmi ces fonctionnalités on trouve :

- ✓ Amélioration sur la sécurité.
- ✓ La création facilitée d'API RestFul.
- ✓ L'intégration de codeception pour le test.
- ✓ L'amélioration de la gestion URL.

aller Yii via Composer:

- Télécharger Composer et exécuter [Composer-setup.exe](#)
- Installer Composer en exécutant les commandes suivantes dans une invite de commande :

```
curl -s http://getcomposer.org/installer | php  
composer.phar /usr/local/bin/composer
```

- Installer le modèle d'application Yii2 en exécutant la commande suivante dans un dossier accessible sur le web :

```
composer global require "fxp/composer-asset-plugin:^1.3.1"  
composer create-project --prefer-dist yiisoft/yii2-app-basic e-learning
```

- Mise en place de l'environnement:

Pour pouvoir déployer le projet « Basic » on aura besoin d'un serveur Apache et d'une base de données MySQL. Pour ce faire on a opté pour le XAMPP.

Une fois l'environnement est installé il ne reste plus qu'à vérifier que tout s'est bien passé, on doit configurer notre projet nommé « e-learning » vers le répertoire Htdocs ou tout simplement créer un dossier.

Pour créer notre projet dans un répertoire projet à la racine de notre machine, on doit exécuter les commandes :

```
cd /Applications/XAMPP/htdocs
```

- On vérifie l'installation à partir d'un navigateur pour accéder à l'application Yii installée avec l'URL suivant : `//Localhost :8080/e-learning/web`

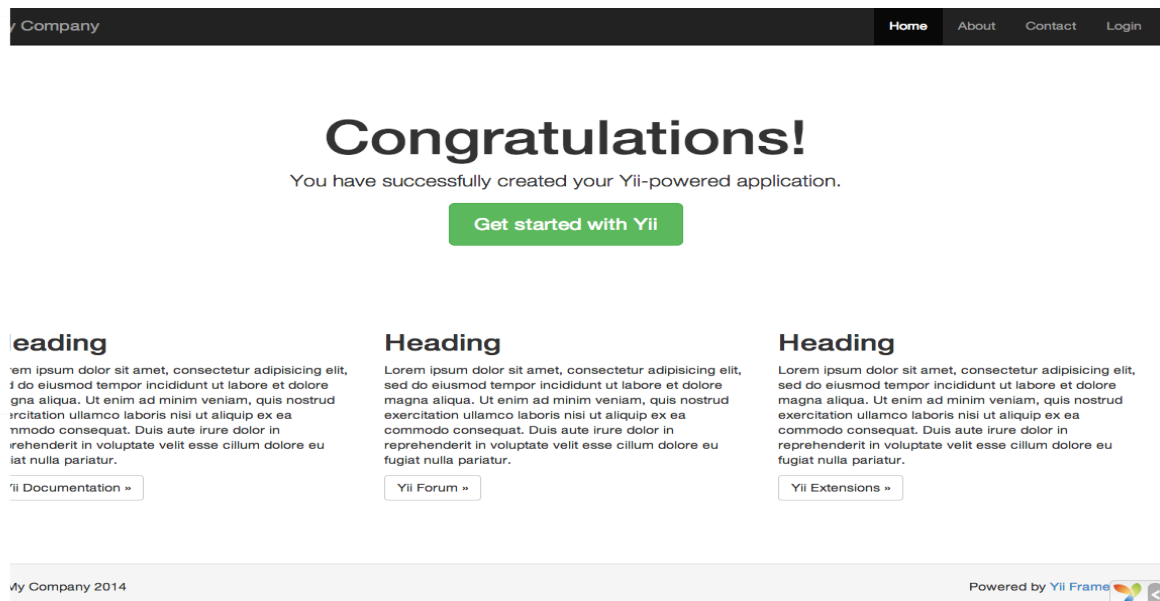


Figure V.10 : Interface de l'application de Yii.

Après l'installation de l'application Yii, On va devoir activer le module de base Gii du Framework Yii. Gii est un générateur de code intégré qui facilite la création des pages en suivant un modèle de base. On doit trouver dans le fichier **Config/web.php**, les lignes suivantes :

```
(YII_ENV_DEV) {
    // configuration adjustments for 'dev' environment
    $config['bootstrap'][] = 'debug';        $config['modules']['debug'] =
        'class' => 'yii\debug\Module',
        // uncomment the following to add your IP if you are not
        // connecting from localhost.
        //'allowedIPs' => ['127.0.0.1', ':::1'],
};

$config['bootstrap'][] = 'gii';
$config['modules']['gii'] = [
    'class' => 'yii\gii\Module',
    // uncomment the following to add your IP if you are not
    // connecting from localhost.
    //'allowedIPs' => ['127.0.0.1', ':::1'],
];
```

Une fois le Gii activé, nous allons pouvoir y accéder via l'URL : <http://localhost:8080/B/index.php?r=gii>

Welcome

Start the fun with

Model Generator

This generator generates a class for the specified database table.

Start »

Form Generator

This generator generates a form to collect input from the user.

Start »

Get More Generators

A Product of Yii Software

Figure V.11
Interface de Gii

❖ Création d'un modèle :

La première étape consiste à créer les modèles pour les ressources. Pour cela, on clique sur « **Start** » situé au niveau de « **Model Generator** », une fois l'interface chargée, on tape le nom de la Table (Nom de la ressource par exemple) dans le champ « **Table Name** » et le nom de la classe modèle dans le champ « **Model Class** ». La dernière étape est de cliquer sur **Preview** afin d'obtenir une prévisualisation et ensuite **Generate** pour créer le modèle.


Figure V.12 : Génération d'un Modèle sous Gii.

Une fois le modèle généré, on doit trouver le nom du nouveau fichier dans le répertoire « **Models** ».

❖ Création du CRUD (Create, Read, Update, Delete) :

Pour accéder à l'interface de création du CRUD, il faut juste sélectionner « **CRUD Generator** ».

Figure V.13 : Interface du « CRUD Generator ».


[Home](#)
[Help](#)
[Application](#)

Model Generator >
CRUD Generator >
Controller Generator >
Form Generator >
Module Generator >
Extension Generator >

CRUD Generator

This generator generates a controller and views that implement CRUD (Create, Read, Update, Delete) operations for the specified data model.

Model Class

Search Model Class

Controller Class

View Path

Base Controller Class

Widget Used in Index Page

☐ **Enable I18N**

☐ **Enable Pjax**

Code Template

Click on the above **Generate** button to generate the files

➤ **Classe Cours :**

```

namespace app\mod
se app\mod
se yii\base
se yii\res
se yii\web
se yii\web

class CourC

    public
    public
    {
        /*
        $co
        if
        } e
        }
    }
}

```

```

<?php
/** Created by PhpStorm. ... */

namespace app\controllers\api;

use yii\rest\ActiveController;

class TpController extends ActiveController
{
    public $modelClass='app\models\tp';
}

```

Figure V.14: La classe de

oursController ».

```

<?php
/** Created by PhpStorm. ... */

namespace app\controllers\api;

use yii\rest\ActiveController;

class TdController extends ActiveController
{
    public $modelClass='app\models\td';
}

```

➤ La classe TD :

Figure V.15: La classe de « TdController ».

➤ La classe TP :

❖ Test des API RestFul :

Enfin, pour utiliser ces API, il suffit de faire une requête à l'aide du navigateur Postman. Il s'agira d'une URL de type :

`http://localhost/e-learning/web/api/cours/64`

Cette URL est composée des éléments suivant :

- <http://localhost> : correspond à l'URL sur laquelle le serveur Xampp est lancé.
- `/e-learning/web` : Correspond au nom du projet.
- `/api` : les api qui se trouve dans notre projet.
- `/cours/64` : cette dernière partie de l'URL permet de s'adresser à notre service web tel que nous l'avons défini (l'Identifiant du cours).

reçoit le document JSON suivant en réponse à cette requête :

The image shows a web browser window displaying the UMMTO E-LEARNING interface. The browser address bar shows `localhost/ummto-e-learning/`. The page content includes a header with navigation links: "Espace etudiant", "Espace enseignant", and "Admin". The main content area has two sections: "Pour les enseignants et les étudiants" and "D'autres catégories d'espaces". The footer contains information about the University of Mouloud Mammeri, the Ministry of Higher Education and Scientific Research, and the General Direction of Scientific Research and Development.

On the right side, a Postman window is visible, showing a GET request to `http://localhost/e-learning/web/api/cours/64`. The response is a JSON document:

```
{
  "cour_id": 64,
  "cour_ann": 2018,
  "cour_mod": "M2",
  "cour_nom": "Informatique",
  "cour_typ": "Licence",
  "cour_dat": "2018-05-20",
  "cour_use": "M2",
  "cour_pat": "Informatique",
  "cour_ext": "Informatique"
}
```

Figure V.1
Document
JSON.

V.9.Présentation des interfaces de la plateforme :

Page d'accueil :

Dans ce qui suit, nous présenterons les principales interfaces de notre plateforme d'enseignement à distance « UMMTO E-LEARNING », ainsi que l'application Android « TestRest ».

Figure V.18: Interface de la page d'accueil.

Page d'accueil de notre plateforme résume le fonctionnement de système, on y trouve une explication des fonctionnalités de l'environnement, avec des liens actifs vers d'autres pages donnant plus de détails sur l'application.

- Espace étudiant : ce lien mène vers le lien d'identification de l'étudiant pour demander l'accès à son espace.
- Espace enseignant : ce lien mène vers la page d'identification de l'enseignant pour demander l'accès à son espace.
- Admin : ce lien mène vers la page d'identification pour accéder à son espace.

➤ Page « Authentification de l'enseignant » :

The screenshot shows a web browser window with the URL `localhost/ummto-e-learning/connexion.php`. The page has a blue header with the text "UMMTO E-LEARNING" on the left and "Espace enseignant" on the right. Below the header, there are two input fields: "Adresse E-Mail" and "Mot de passe", followed by a blue button labeled "Se Connecter". Below this, there is a section titled "Vous avez pas un compte ? Inscrivez-vous" with three input fields: "Nom complet", "N° de téléphone ou Email", and "Mot de passe", followed by a green button labeled "S'inscrire". The browser's address bar shows the URL. The Windows taskbar is visible at the bottom with the date "14/06/2018" and time "04:12".

Figure V.19 : Interface d'authentification de l'enseignant.

➤ Page « Espace enseignant » :

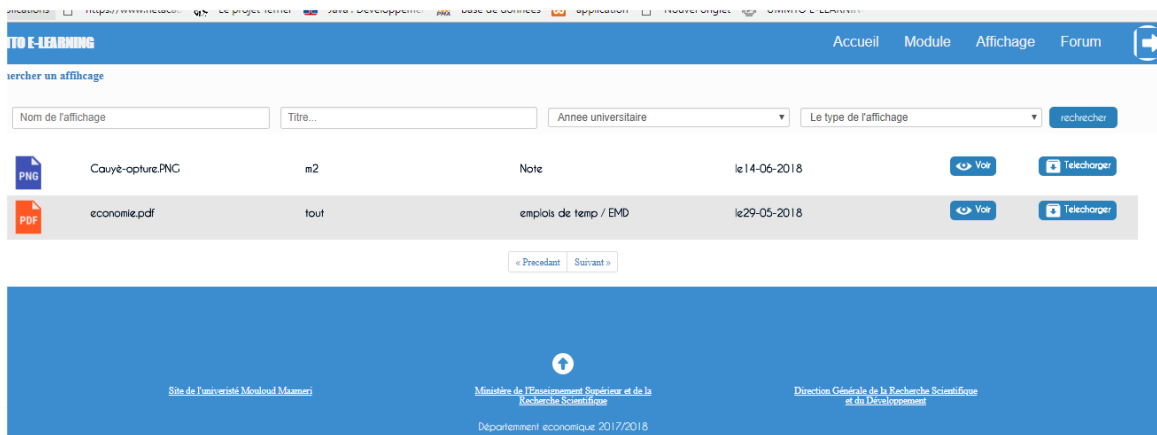


Figure V.20: L'espace de l'enseignant.

➤ Page « inscription étudiant » :

Figure V.21: Page d'inscription de l'étudiant.

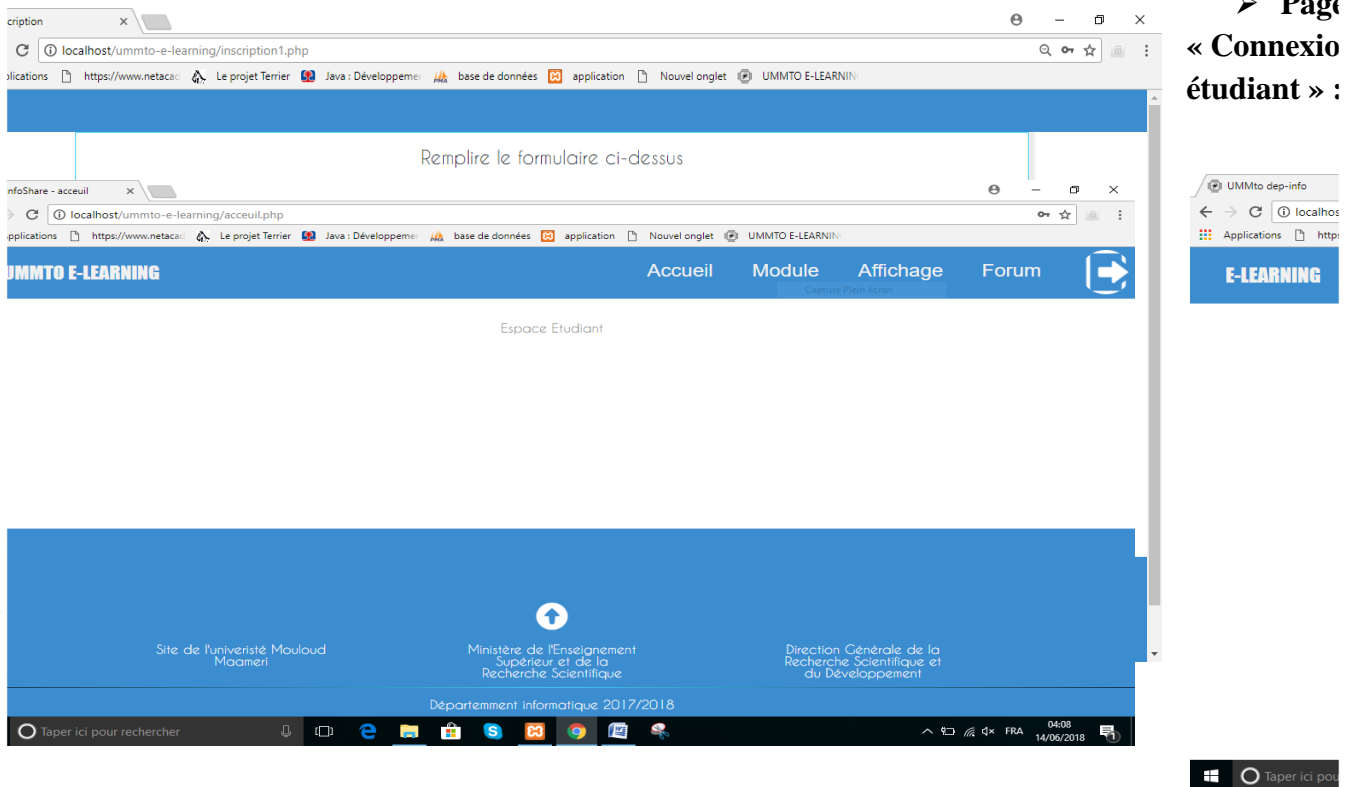


Figure V.22: Interface d'authentification de l'étudiant.

➤ Page « Espace étudiant » :

Figure V.23 : L'espace de l'étudiant.

➤ Page « connexion administrateur » :

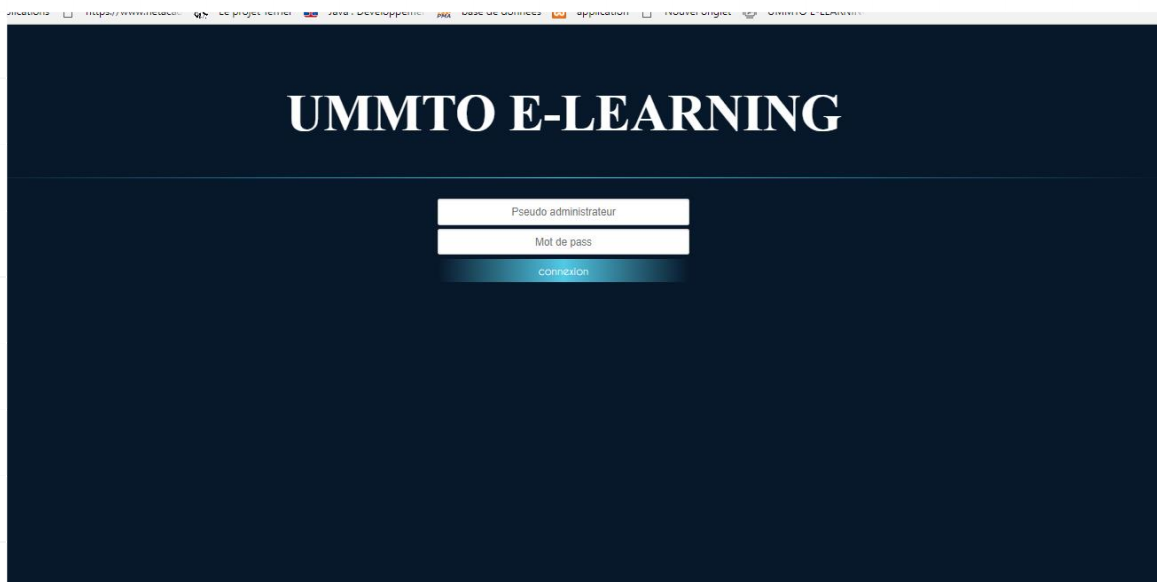


Figure V.24 : Page de connexion de l'administrateur.

➤ **Page « Espace administrateur » :**

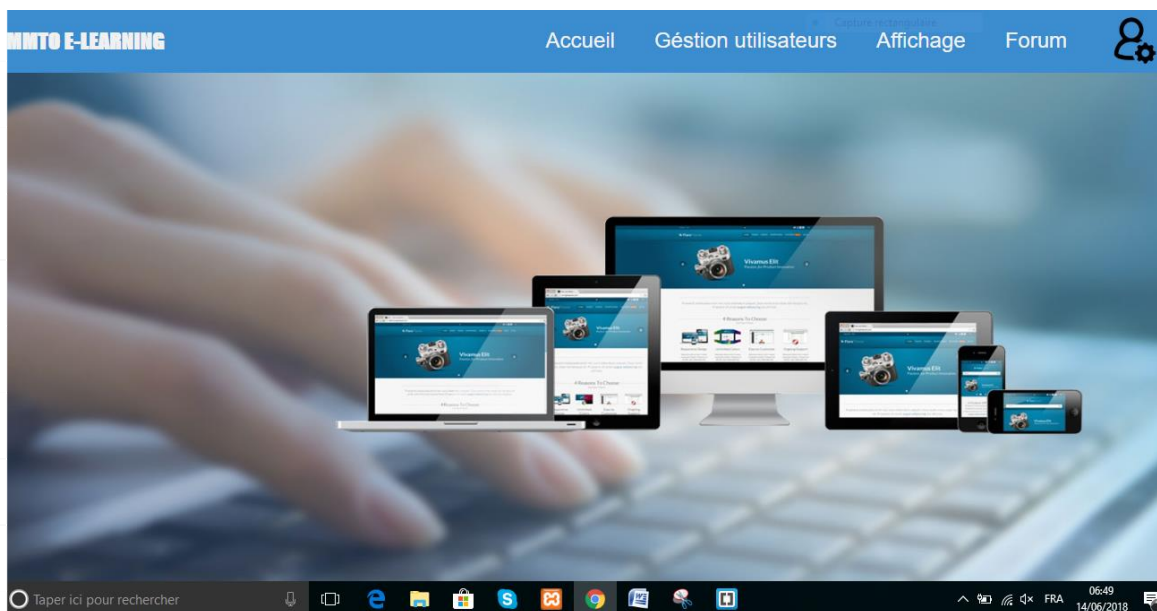


Figure V.25: Interface administrateur.

➤ **Page « supprimer un utilisateur » :**

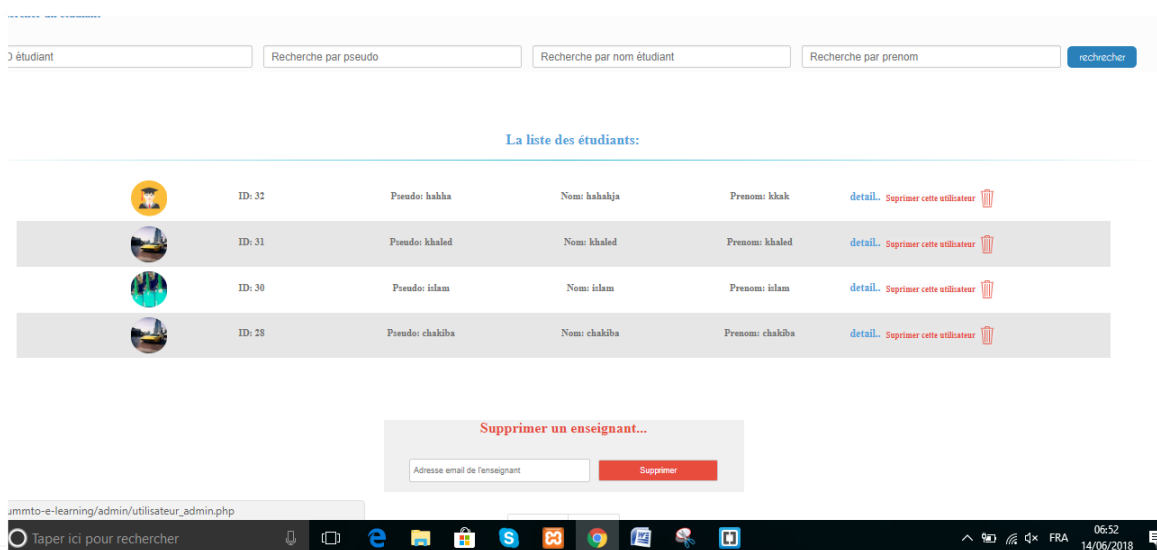


Figure V.26: Interface «supprimer un utilisateur ».

➤ **Interface de l'application Android « Ajouter cours » :**

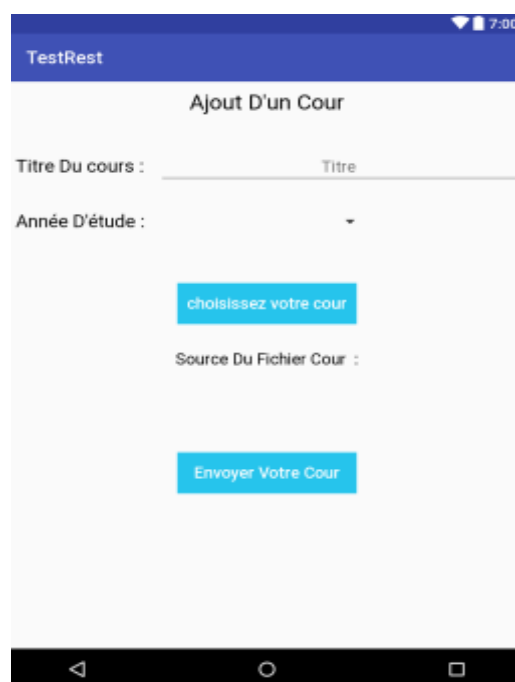


Figure V.27: Interface « Envoyer cours ».

Android « TestRest » nous permet d'envoyer une ressource pédagogique « cours » à la plate-forme grâce à l'utilisation des services web de l'URL comme le montre l'interface ci-dessus.

application
ressource
ning et cela
IT en envoyant

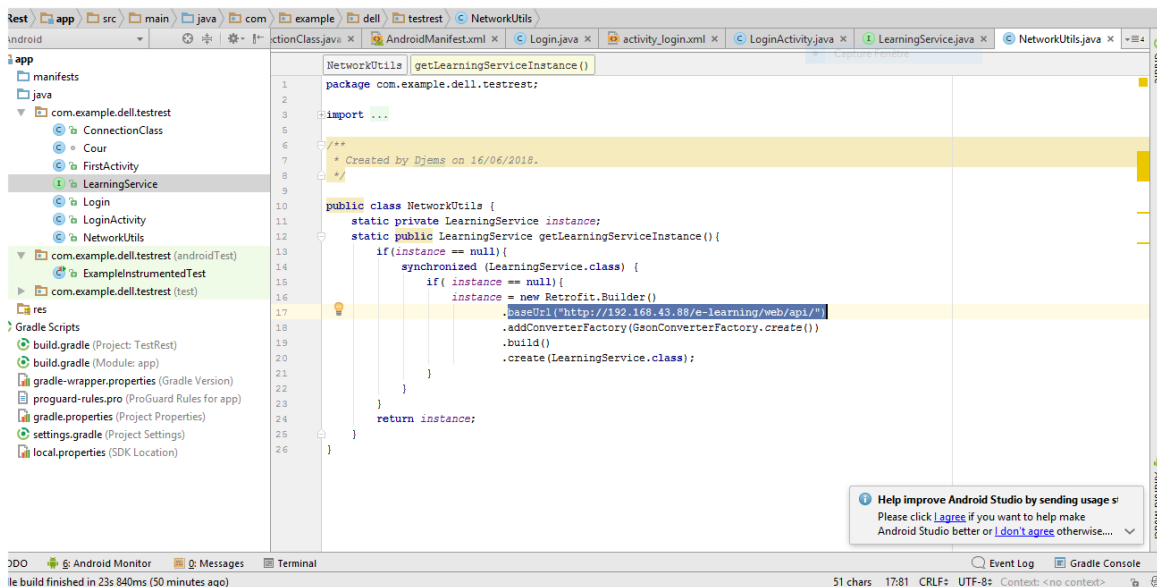


Figure V.28: URL du cours envoyé.

Conclusion :

l'objectif de notre travail était de concevoir et réaliser une application d'enseignement à distance E-learning. Le principe derrière notre travail consiste à surmonter les problèmes d'interopérabilité de notre application en utilisant les technologies des services web et plus particulièrement les services web de type RestFul qui permettent d'échanger des ressources pédagogiques de la plate-forme e-learning avec l'application Android « TestRest ».

apitre I :

European Interoperability Framework for pan-European e-Government Services. (2004) eroperable Delivery of European e-Government Services to public Administrations”, Businesses zens (IDABC), November, Luxembourg.

IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers).(1990). “Standard Computer Dictionar pilation of IEEE Standard Computer Glossaries”. ISBN: 1559370793.

Vernadat, F. B.(1996). "Enterprise modelling and integration: Principles and applications". Chapma , London.

Carney.D et al.(2005). "Topics in Interoperability: System-of-Systems Evolution, Integration of Softw nsive Systems Initiative”, Technical Note, CMU/SEI-2005-002.

IDEAS.(2003). “A gap Analysis –Required activities in Research, Technology and standardisation to c RTS Gap- Roadmaps and Recommendations on RTS activites”.

ATHENA.(2005). “Report on methodology description and guidelines definition Version , ATHENA Integrated Project.

’EuropeanInteroperabilityFramework’’. (2004).<http://ec.europa.eu/idabc/en/document/34>

Touzi,J.(2007). ‘’Conception de Système d'Information Collaboratif support de l'interopérabilité eprises’’. Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de louse.

Ruokolainen,T., et Kutvonen,L.(2006). “Interoperability in Service-Based Communities”, PM 2005 Workshops, LNCS-3812, pp: 317-328.

] Pokraev,S.,Quartel,D., Steel, D.S.C.,et Reichert.R.,(2006). “Semantic Service eling: Enabling System Interoperability”. Enterprise Interoperability : New Challenges Approaches, Springer Verlag , ISBN-10 : 1846287138.

] Zouater,K., Djoudi,A., Boufaida,M.(2008). ‘’Etude du mécanisme d’interopérabilité dans les systè à Pair’’. Mémoire de mater 2 en informatique, pp: 10, Université itouri de Constantine, Département informatique, Algérie.

] Ta, T.(2001).’’ Web sémantique et portails’’ ; Thèse de Master, ENST.

] Amara Mohammed, Interopérabilité des services web hétérogène, Mémoire de et de fin d’étude, université de Tlemcen, 2009.

] <http://connectikpeople.blogspot.com/2011/06/avantages-et-inconvenients-servicesweb>.

irane,15], B.Amrane, "MÉTHODE DE RECHERCHE DE SERVICES WEB BASÉE SUR L'ANALYSE FORMELLE [CEPTS", thèse de doctorat ,université d’oran , 2015 .

chtarzi, 14], F.BACHTARZI , Une Approche de Composition des Web Basée Transformation de Graphe, thèse de doct ersité Abdelhamid Mehri Constantine 2, (2014).

ment et al, 04] L. Clement, A. Hatelly, C. von Riegen, and T. Rogers. Uddi version 3.0.2. <http://www.uddi.org/pubs/>

World Wide Web Consortium, <http://www.w3.org/TR/wsdl2.0/>. June 2007.

ess,11], M. Driss, "Approche multi-perspective centrée exigences de composition de services Web (in french) ", PhD th
rtment of Computer Science, University of Rennes1, Dec 2011.

dani, 04] M. Dodani, "From objects to services: A journey in search of component reuse nirvana", Journal of O
nology, Vol. 3, No. 8, pp. 49-54, 2004.

shimi, 03], S. Hashimi, "Service-oriented architecture explained, O'reilly on dot net [On
/www.ondotnet.com/pub/a/dotnet/2003/08/18/soa explained.html, 2003.

houd,10] , E.ABI LAHOUD, "Composition dynamique de services : application à la conception et au développeme
mes d'information dans un environnement distribué", thèse de doctorat (2010).

lliti ,04] , T. MELLITI , "Interopérabilité des services Web complexes. Application aux systèmes multi-agents" , thè
rat, Université Paris IX Dauphine 2004.

tis, 94], Y. V. Natis, R. W. Schulte , "Introduction to Service Oriented Architectue" , Gartner, 2003.

irraz,07], F.pourraz, "Diapason : une approche formelle et centrée architecture pour la composition évolutive de ser
", thèse de doctorat à LISTIC : Laboratoire d'Informatique, Systèmes, Traitement de l'Information et de la Connaissance
boration avec THESAME - Mécatronique & Management.

U 09] Poulain, T. : Une approche orientée sémantique pour l'interrogation d'une coopération de systè
formation basée sur des ontologies, thèse doctorat, Université de Bourgogne, 20
.ubourgogne.fr:9090/Projets/these_thibault_poulain.pdf

abahallah et al ,15a], k. Rabahallah , R.Ahmed-Ouamer , "Structuration des données et des serv
r le e-learning" , The 2nd International Conference on Multimedia Information processing (CITIM'20
.cara , Algeria,2015 .

[://www.srdc.metu.edu.tr/webpage/projects/ride/](http://www.srdc.metu.edu.tr/webpage/projects/ride/)

AP], "Simple object access protocol (SOAP) " [Online] <http://www.w3.org/TR/SOAP> (accessed
ruary 2015).

DI], "Universal Description Discovery and Integration (UDDI) " [Online] <http://uddi.org/pubs/uddi-v3>.
essed 1 February 2015).

T 11] l'interopérabilité et la standardisation, 2001. www.unt.edu/wmoen/Z-3950/GIZMO/appendix_d.h

IDL], E. Christensen, F. Curbera, G. Meredith and S.Weerawarana, "Web Services Description Lang
IDL) ", [online] <http://www.w3.org/TR/wsdl> (accessed 3January 2015).

ao et al, 05] , Y. Z .Zhao, J. B.Zhang, L. Q.Zhuang, & , D. H.Zhang, " Service-Oriented Architecture
hnologies for Automating Integration of Manufacturing Systems and Services",2005.

IL], "Extensible Markup Language (XML) " [Online] <http://www.w3.org/XML/> (accessed 25 Febr
5).

Bernard Blandin, « *L'histoire de l'enseignement à distance et de la FOAD* », tre Inffo, Année 2004.

F.E.U.Q, « *Avis sur la formation à distance* », Fédération étudiante universitaire du bec, Année 2009.

Andréa Moura da Costa, « *Rapport de thèse* », Université Nancy 2, Année 2006.

Mahmoud Baklouti, « *E-learning : Présentation, aspects, enjeux et avenir* », noire de mastère, UNIVERSITE DE SFAX, Année 2003.

Sans auteur « *Contribution138_a.doc* ».

Fabien Fenouillet, Moïse Déro, « *Le «e-learning» est-il efficace ?* », Université s X Nanterre, IUFM de Villeneuve d'Ascq, Année 2004.

D.M.F.F, « *Guide e-learning* », Département Management & Formation Fédérale.

Sans auteur « *Qu'est-ce que le e-learning ?* »,

[://www.allaboutlearning.lu/cms/elearning/content.nsf/id/QuestCeQueLeElearning?document&language=fr](http://www.allaboutlearning.lu/cms/elearning/content.nsf/id/QuestCeQueLeElearning?document&language=fr), visité en février 2010.

S.P.E, « *La eFormation dans les collectivités territoriales* », Secteur public, ée 2007.

] Sans auteur « *Communication* »,

[://www.allaboutlearning.lu/cms/elearning/content.nsf/id/Apprenant-arningEnPratique-Communication](http://www.allaboutlearning.lu/cms/elearning/content.nsf/id/Apprenant-arningEnPratique-Communication), visité en février 2010.

] France Henri, « *Le synchrone en formation à distance* », Télé-université/UQAM, inaire TEMATICE, Année 2008.

] François Larrey, « *e-learning ses fondements et son utilisation dans le secteur caire* », Genève Place financière, Année 2004.

] Walid Kassem, Ahmad Mounajed, Nadia Saadoun, « *Etat de l'Art du E-Learning* », versité Pantheon-assas, Année 2004.

] Sans auteur « *La visioconférence comme moyen de formation* »,

[://gigapedia.com/items:links?id=324419](http://gigapedia.com/items:links?id=324419), visité en février 2010.

apitre III :

Fiche technique donnée par l'organisme d'accueil.

[://www.cerist.dz/index.php/fr/](http://www.cerist.dz/index.php/fr/)

apitre IV :

Benoît CHARROUX, Aomar OSMANI, Yann THIERRY-MIEG, "UML2 pratique de la lélisation" 2ème édition.

Pascal Roques, "UML2 par la pratique, Etude de cas et exercices corrigés", 5ème Edition, ions EYROLLES.

<http://laurent-audibert.developpez.com/Cours-UML/?page=diagrammes> composantsdeploiement#L8-3

apitre V :

<http://www.maxicours.com/sc/fiche/5/4/230354.html>

perso.modulonet.fr/~placurie/ressources/BTS1-ALSI/Chap-12-Le client-serveur.pdf
S IG 1ère Année ALSI Chapitre12.cours)

<http://www.lemagit.fr/definition/JSON-JavaScript-Object-Notation>

<http://android-studio.fr.uptodown.com/windows>

<http://www.clubic.com/telecharger-fiche430837-phpstorm.html>

<http://phortail.org/webntic/Gerer-ses-appel-d-API-avec-Postman.html>

Eric Despet, Cyril Pierre de Gever, "Php5 avancé" 4e édition.

Francois xavier bois, "Le guide complet", 3eme edition.

] [https://openclassrooms.com/courses/structurez-vos-donnees-avec-xml/qu-est-ce-que-le-](https://openclassrooms.com/courses/structurez-vos-donnees-avec-xml/qu-est-ce-que-le-xml)
l

] Jean Marie Defrance, "Php/ MySQL avec DREAMWEAVER 8".

] Initiation à la programmation orientée-objet avec le langage java pole Informatique 2013-2014 par
thier Picard et Laurent Vercouter