

Développement et déploiement d'une plateforme de formation en ligne (E-LEARNING) basée sur l'architecture orientée service au sein des établissements universitaires, Université de Likasi

**Trésor POYO RAMAZANI^{1*}, Jormy KABWE LWANGO², David BENDA MALONGA²
et Joseph KYUMA²**

¹ *Université de Likasi, Ecole Supérieure des Ingénieurs Industriels, Département de Génie Electrique, Laboratoire de Génie Electrique, Likasi, République Démocratique du Congo*

² *Institut Supérieur d'Etudes Sociales, Département de Sciences Informatique, Laboratoire de Génie Informatique, Likasi, République Démocratique du Congo*

(Reçu le 13 Décembre 2021 ; Accepté le 25 Février 2022)

* Correspondance, courriel : ramazanitresor4@gmail.com

Résumé

À l'instar de ce que nous avons pu observer lors de précédentes urgences sanitaires, notamment avec les épidémies d'Ebola, l'impact de Covid-19 sur l'éducation devrait être particulièrement dramatique dans les pays affichant déjà de faibles résultats d'apprentissage, d'importants taux de décrochage académique et une résilience limitée aux chocs. Si la fermeture des universités semble être une décision logique pour imposer la distanciation sociale dans la population, cet éloignement tend à avoir dans la durée un impact négatif disproportionné sur les étudiants les plus fragiles : à la maison, les possibilités d'apprendre sont limitées et leur présence peut fragiliser la situation économique des parents, contraints de trouver des solutions durables de prise en charge ou de compenser la disparition des repas scolaires. L'objectif de ce travail est de mettre en place de la plateforme d'enseignement à distance qui permet aux chefs des établissements, aux étudiants et aux enseignants d'affronter cette crise sanitaire et de préserver une certaine normalité et, partant, de se remettre plus rapidement avec, idéalement, un bagage enrichi par des compétences d'apprentissage à distance ou une maîtrise accrue des outils numériques, par exemple.

Mots-clés : *E-Learning, service web, application web, architecture service, intégration d'applications d'entreprise, SOAP, Langage XML, WDL.*

Abstract

Development and implementation of an E-LEARNING platform based on service-oriented architecture within university establishments, University of Likasi

As we have observed in previous health emergencies, especially with Ebola epidemics, the impact of Covid-19 on education is expected to be particularly dramatic in countries already showing poor health outcomes. learning, high dropout rates and limited resilience to shocks. If the closure of universities seems to be a logical decision to impose social distancing in the population, this remoteness tends to have a

disproportionate negative impact over time on the most vulnerable students. The objective of this work is to set up a distance learning platform that allows heads of establishments, students and teachers to face this health crisis and to preserve a certain normality and, therefore, to feel better. deliver more quickly with, ideally, a background enriched by distance learning skills or an increased mastery of digital tools, for example.

Keyword : *E-Learning, web service, web application, service oriented architecture, enterprise application integration, SAOP, WSDL, language XML.*

1. Introduction

Lorsqu'il s'agit d'entreprendre des études, la majorité des gens pensent tout de suite à l'école, apparemment incontournable. Ils s'y voient assis dans une classe en face d'un enseignant ou d'une enseignante. En effet, le suivi des enseignements traditionnel au sein de l'université de pose un véritable problème car il cause une grande perte de ressources et de temps et constitue une source de retards dans la progression de formation dans le sens où il y a certaines facultés dont les enseignants sont à temps partiel, indisponibilité des certains encadreurs, sans oublier la conséquence de crise sanitaire qui a déstabilisée ce secteur avec le confinement. Plusieurs conséquences peuvent être recensées [10] : les calendriers non respectés, les programmes de cours inachevés, la baisse de niveau. Mais si, pour raisons de distance ou de confinement, un étudiant, doit-il renoncer à tout projet d'études ? Pas nécessairement ! Il existe en effet une solution de rechange à l'enseignement traditionnel. Cette forme d'enseignement relativement jeune, c'est la formation à distance (E-Learning). Or, parce qu'elle n'est pas le mode d'enseignement prédominant, les gens la connaissent mal. Et parce qu'ils la connaissent mal, ils ont parfois tendance à s'en méfier, à la sous-estimer. Il suffit pourtant de s'y intéresser un peu pour en découvrir toute la pertinence et l'efficacité. La formation à distance permet d'acquérir des connaissances et de développer des habiletés sans avoir à fréquenter un établissement d'enseignement et sans la présence physique d'une personne qui enseigne. De nos jours, avec la diversification des technologies de l'information et de la communication (TIC), il est bon de mettre à la disposition des étudiants et des enseignant les informations concernant les cours, les travaux pratique, des annonces de façon numérique, ce qui contribuera à la bonne marche des systèmes d'information impliqués. Plusieurs technologies allant dans ce sens existent [1], parmi lesquelles nous avons CORBA [2], DCOM [3], RPC [4], Java RMI [5], les Web services [6 - 9]. L'objectif de ce travail est de concevoir et développer une plateforme E-learning pouvant résoudre le problème cité ci-haut de manière à ce que les enseignants et les étudiants puissent gagner leurs comptes. Pour ce faire, nous ferons usage des Web services qui sont une technologie utilisée pour la gestion des transactions [11 - 13], la gestion des commandes dans les commerces en lignes [14, 15], etc. La technologie des services web qui consistent à exposer sur un réseau (et donc sur Internet), une ou plusieurs applications (fonctionnalités) répondant à certains impératifs technologiques. Profitant de l'infrastructure du web sémantique, les services web dits « sémantiques » ouvrent des perspectives d'avancées clés dans le traitement d'information couvrant un large spectre d'applications.

2. Méthodologie

La méthodologie utilisée dans cet article consiste à faire l'observation directe du déroulement des enseignements dans les universités en république démocratique du Congo précisément dans la ville de Likasi au niveau des facultés, puis à faire des entretiens avec le personnel scientifique et académique, des étudiants... des universités et enfin à procéder l'analyse et à la conception de la plateforme E-learning. En effet, nous nous sommes rapprochés de différents services académique et différentes facultés où nous avons

observé et étudié le déroulement des enseignements. En Plus notre méthodologie consiste en plus à étudier les technologies pouvant aider à concevoir la plateforme E-learning. Plusieurs technologies proposant une utilisation distribuée des ressources des systèmes informatiques existent. On peut citer entre autres les technologies CORBA [3], DCOM [4], RPC [5], Java RMI [3], les Web services [6 - 9], etc. Nous optons pour les Web services. En effet, le Web service est un protocole d'interface informatique permettant la communication et l'échange des données entre applications, systèmes hétérogènes dans un environnement distribué [2 - 19]. Le Web service présente deux propriétés essentielles : il est multiplateforme c'est-à-dire il n'est pas nécessaire que le client et le serveur aient la même configuration pour pouvoir communiquer ; il est partagé c'est-à-dire que dans la plupart des cas, un Web service est à disposition de plusieurs clients via l'Internet. Lorsqu'un client envoie une requête à un serveur via un Web service, ceci déclenche une action auprès de ce serveur. Le serveur traite et renvoie ensuite une réponse au client. Notre choix se justifie aussi par le fait que le Web service est actuellement un point de convergence technologique de l'industrie du logiciel. Un bon nombre d'éditeurs de serveurs d'applications et d'outils de développement place le Web service au cœur de leurs stratégies [20].

3. Résultats

Les enseignements traditionnels au sein de l'université de Likasi pose un véritable problème car il cause une grande perte de ressources et de temps et constitue une source de retards dans la progression de formation dans le sens où il y a certaines facultés dont les enseignants sont à temps partiel, indisponibilité des certains encadreur, sans oublier la conséquence de crise sanitaire qui a déstabilisée ce secteur. L'objectif principal de e-Learning est d'améliorer la qualité de l'apprentissage et non de se substituer aux modes traditionnels d'enseignement. Les moyens pour atteindre cet objectif sont multiples, complémentaires et indépendants tout en gardant l'autonomie de ces différents moyens : accès à des ressources variées, offres de services de tutorat à distance, outils de communication, résolution d'exercices, échanges, et collaboration à distance. L'architecture orientée dérive de la solution que nous proposons ci-dessous.

3-1. Architecture orientée service

Voici la définition de l'AOS par l'encyclopédie des internautes www.fr.wikipedia.org "L'architecture orientée services (calque de l'anglais Service Oriented Architecture, ou SOA) est une forme d'architecture de médiation qui est un modèle d'interaction applicative qui met en œuvre des services (composants logiciels) [13]." Les architectures à base de services (SOA) consistent à concevoir des applications distribuées à l'aide de composants réutilisables et interopérables dont les interactions s'effectuent sur la base d'échanges de messages. Ces architectures offrent un avantage évident qui est l'interopérabilité. Cet avantage implique que les applications peuvent s'invoquer et interagir mutuellement, indépendamment de leurs plates-formes sous-jacentes, de leurs localisations géographiques et aussi des langages dans lesquels ces applications ont été développées [14]. Ceci est assuré par le fait que les architectures à base de services se basent sur : (i) l'émergence d'une couche de services (figure 1) dans laquelle, chaque service permet d'offrir une vue logique des traitements et données existants déjà ou à développer, et où chaque service encapsule ces traitements et données et masque ainsi l'hétérogénéité, (ii) l'utilisation des mécanismes standards pour la publication, la recherche, l'invocation et la composition de ces services.

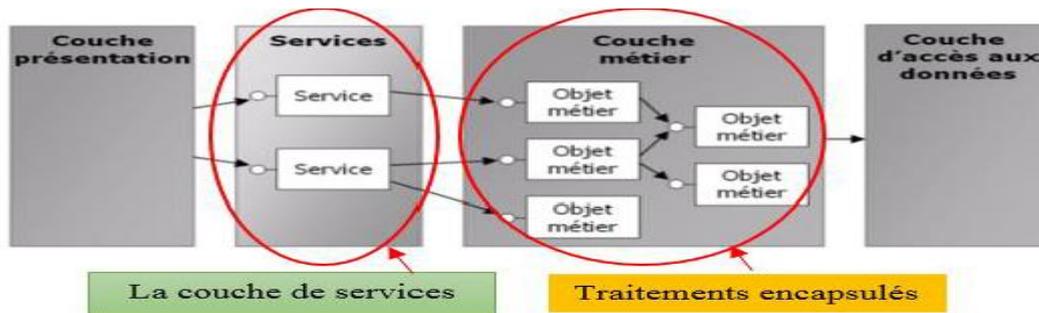


Figure 1 : La couche de services de SOA

Dans une SOA, un service représente une brique logicielle dont les fonctionnalités, les propriétés non fonctionnelles ainsi que les conditions d'utilisation sont définies de manière déclarative par un descripteur de service. Ces services peuvent être publiés, découverts et invoqués pour être utilisables par d'autres services. Ainsi les services peuvent être composés pour donner d'autres services appelés *services composés* dont l'exécution fait intervenir d'autres services appelés *services composants* [15]. L'utilisation de ce service à pour but d'exécuter des fonctionnalités de plus haut niveau. Suite à cette composition, on distingue des services (*fonctionnel ou métier*) spécifiés au niveau du cahier des charges et des services (*entité ou utilitaire*) issu d'un travail d'architecture applicative qui prépare l'implémentation des services métiers (**Figure 1**).

3-2. Web services

Lorsque les interactions d'une SOA s'appuient sur Internet et sur les standards Web, on parle de services Web. La conception des spécifications Web services a été menée dans l'objectif de répondre au mieux aux enjeux de l'architecture SOA. Les Web services fournissent les bases technologiques nécessaires pour réaliser l'interopérabilité entre les applications en utilisant différentes plateformes, différents systèmes d'exploitation et différents langages de programmation. Un service Web désigne une application mise à disposition sur internet par un fournisseur de service, et accessible via son interface [16] les clients à travers des protocoles Internet standard. Les services Web peuvent être *publiés, découverts, invoqués et composés* pour fournir une solution ou une réponse à un problème ou à une requête d'un utilisateur qui y accède via l'ubiquité des protocoles Web. Les services Web reposent sur une collection de normes et de protocoles appelée *Web Services Protocol*.

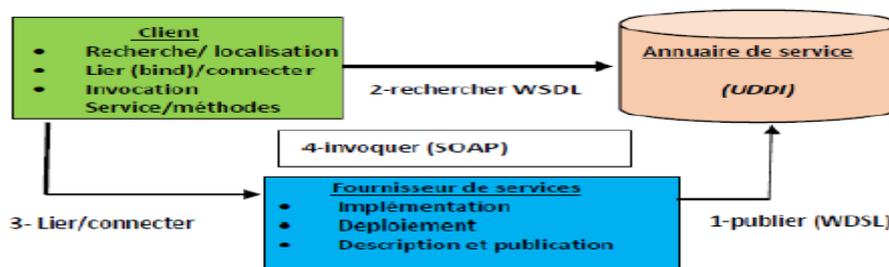


Figure 2 : Architecture de référence des services Web

3-2-1. Les technologies des services Web

Pour mieux comprendre l'architecture des services Web, il faut présenter avec plus de détails les standards de base qui sont utilisés dans cette architecture (XML, SOAP, WSDL, et UDDI), ainsi que les relations entre ces standards.

3-3. Le langage XML

XML est un sous ensemble du SGML (*Standard Generalized Markup Language*), c'est un langage balisé, issu d'une recommandation W3C, ayant pour but d'encoder tout type de données, indépendamment du code machine de celle-ci. Il a été développé dans le but de partager facilement des données entre différents systèmes et en particulier à travers un réseau type internet en séparant le contenu (données) [18, 23] du contenant (présentation des données). XML est devenu une famille très large de standards variés, il est utilisé dans tous les standards des services Web, soit WSDL, UDDI, SOAP. Parmi les spécifications XML on trouve :

- XSD (*XML Schema*) : c'est un langage qui sert à décrire formellement un vocabulaire.
- XSLT (*Extensible Stylesheet Language Transformation*) : utilisé pour transformer un document XML basé sur un schéma en un autre document XML qui peut être un document lui-même basé sur un autre schéma.
- XPath (*XML Path Language*) : fournit une syntaxe d'expression utilisée pour créer des chemins de localisation.

3-4. SOAP (le protocole de communication des Services Web)

SOAP (*Simple Object Access Protocol*) ou (*Service Oriented Architecture Protocol*) est un protocole pour l'échange d'informations dans un environnement repartit, basé sur le standard XML. Il permet la communication entre composants, logiciels et applications en s'appuyant sur des protocoles standards de type http, smtp, etc. le protocole de communication des Services Web définit un ensemble de règles pour structurer des messages qui peuvent être utilisés dans de simples transmissions unidirectionnelles, mais il est particulièrement utile pour exécuter des dialogues requête-réponse RPC (*Remote Procedure Call*). Il n'est lié à aucun système d'exploitation ni à aucun langage de programmation. Ce qui permet donc, aux dialogues entre clients et serveurs de pouvoir tourner sur n'importe quelle plate-forme et de pouvoir s'écrire dans n'importe quel langage du moment qu'ils puissent formuler et comprendre des messages SOAP [26].

3-5. WSDL : le service de description

Le langage WSDL (*Web Service Description Language*) est un format de description des services Web fondé sur XML. Le langage WSDL est utilisé pour définir l'interface générale des services Web. Cette définition inclut des détails tels que les protocoles, les serveurs, les ports utilisés, les opérations pouvant être effectuées les formats des messages d'entrée et de sortie et les exceptions pouvant être renvoyées. Les définitions WSDL permettent aux services Web de décrire, de manière abstraite et indépendante du langage de programmation, ce qu'ils font, comment ils le font et comment les clients peuvent les exploiter [27].

3-6. UDDI : le service d'enregistrement

UDDI (*Universal Description, Discovery and Integration*) est une spécification pour la description et la découverte de Services Web. UDDI est une technologie qui s'articule autour des protocoles HTTP et SOAP, et du langage XML. Les spécifications UDDI définissent les types d'annuaires de services Web distribués : *pages blanches* (nom de l'entreprise, adresse, contacts), *pages jaunes* (services classés par catégories industrielles) et *pages vertes* (information d'implémentation des services Web proposés). Ainsi, UDDI se présente comme un ensemble de bases de données utilisées par les entreprises pour enregistrer leurs services Web ou pour localiser d'autres services Web [28, 29].

3-7. XML-RPC

XML-RPC est un protocole simple utilisant XML (eXtensible Markup Language) pour effectuer des messages RPC (Remote Procedure Call) [5]. Les requêtes sont écrites en XML et envoyées via HTTP POST. Les requêtes 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 à travers XML-RPC à un Perl Server [30].

3-8. JSON

JSON (JavaScript Object Notation) [31 - 33] est un langage léger d'échange des données textuelles. Il dérive de la notation des objets du langage JavaScript. Il permet de représenter les données structurées comme le permet XML. Le JSON offre un type de format de données suffisamment générique et abstrait pour d'une part être représenté dans n'importe quel langage de programmation et d'autre part pouvoir représenter n'importe quelle donnée concrète. Il est habituellement utilisé pour structurer et transmettre des données sur des sites Web [32, 33] ; par exemple, pour envoyer des données depuis un serveur vers un client afin de les afficher sur une page Web ou inversement [32].

3-9. Les protocoles internet

Supposons si on mettait un congolais et un indien entrain de dialoguer chacun de sa propre langue vont-ils se comprendre ? Et si on mettait encore un muet et un homme normal entrain de dialoguer vont-ils se comprendre ? Mais s'ils ont mis sur pied des règles pour dialoguer par exemple plier la jambe c'est dire au revoir et lever la main c'est dire bonjour donc là ils vont se comprendre sur base des règles fixées. Il en est de même avec les machines pour communiquer entre elles, il y a des règles qu'on appelle protocole. Un protocole est une méthode standard qui permet la communication entre des processus (s'exécutant éventuellement sur différentes machines), c'est-à-dire un ensemble de règles et de procédures à respecter pour émettre et recevoir des données sur un réseau [36].

3-9-1. MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions)

Il permet de définir un ensemble extensible de formats binaires permettant de transporter dans ces messages tout type de contenu non textuel (audio, vidéo, HTML, etc.) ainsi que des contenus mixtes. En d'autres termes, c'est un standard qui permet d'échanger des messages multimédias sur Internet entre des systèmes informatiques hétérogènes.

3-9-2. HTTP (HyperText Transfer Protocol)

C'est un protocole application générique (couche 7 du modèle de référence OSI de l'ISO), qui permet de transférer des messages au format MIME entre un client et un serveur. Il est largement utilisé par de nombreux types de clients, des moyens de transport variés (depuis les réseaux sans fil jusqu'aux liaisons optiques transocéaniques) et sur des architectures plus ou moins complexes. Le protocole HTTP utilise un jeu de requêtes/réponses entre un client, qui initie le dialogue, et un serveur.

3-9-3. Architecture de la plateforme proposée

La plateforme proposée repose sur deux modules à savoir :

1. Un Module Web classique qui permet à l'Unili de gérer la base de données des enseignants, cours et étudiant. Son architecture est de type 3-tiers [16] composée :

- d'un serveur de base de données Mysql : en effet, nous avons proposé une base de données pour le suivi des enseignements en ligne. Il permet principalement d'organiser les données des enseignements sur les supports périphériques et fournit les procédures de recherche et de sélection de ces mêmes données. Pour aboutir à ce résultats, l'utilisateur décrit en termes abstraits ce qu'il souhaite faire sur les données, laissant le soin au système d'effectuer les tâches de recherche en fonction de la représentation et de l'organisation des données sur les supports physiques. Ce serveur se base sur un système de gestion des bases de données relationnelles. Le système de gestion des bases de données relationnelles connaît un très grand succès et s'avère très adéquat pour les applications traditionnelles des bases de données (gestion). Il est beaucoup moins adapté aux nouvelles applications plus complexes telles que :
 - Base de données d'images et de graphiques
 - Base de données géographiques (GIS : Géographique Information Systems)
 - Base de données multimédia (son, image, texte, etc.)
- d'un serveur d'application Apache servant de middleware entre le serveur de base de données et le poste client ;
- d'un navigateur permettant à un agent de se connecter au serveur central pour manipuler les données. Il permet de faire les mises à jour nécessaires sur les dossiers notamment le changement d'état, de position, de date de traitements, des observations, des motifs de rejet ou de non traitement, etc.

2. Un Module Web service utilisant le protocole SOAP qui permet de faire la consultation en ligne, sans que l'employé ne se déplace à la DRH. Ce module s'exécute sur le serveur et fournit des données au client via le protocole HTTP et un système de message normalisé [7]. Il a deux composants : un SOAP serveur et un SOAP client. Le SOAP serveur possède les fonctions applicatives réelles, par exemple, pour extraire des données de la base de données et pour formaliser les réponses aux requêtes. Le client SOAP envoie des requêtes au composant serveur et appelle la fonction appropriée en invoquant son nom. Le client peut utiliser un ordinateur ou une tablette s'il utilise la version Web, un téléphone s'il invoque le système par SMS [17, 18].

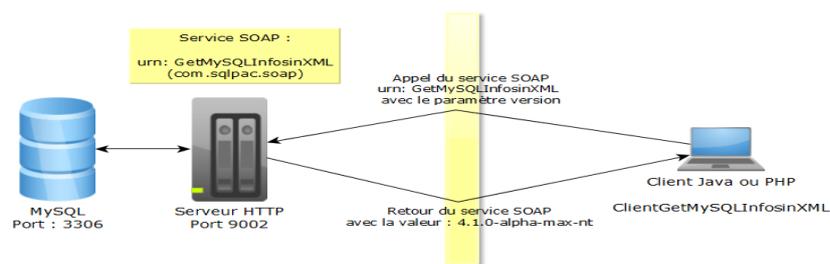


Figure 3 : Voici schématiquement le cas pratique SOAP RPC

3-10. Déploiement des composants du système d'information

Le modèle se construit ensuite simplement en définissant les éléments de l'architecture matérielle (serveurs, stations de travail), en les rattachant par des associations représentant les canaux de communication essentiels. Ensuite, les composants logiques sont déployés sur l'architecture matérielle en créant des instances typées par ces unités. Il est ainsi possible de déployer un même composant logique plusieurs fois dans des matériels différents. Une plate-forme est un système d'information qui doit satisfaire certains besoins et être en accord avec certains critères [22] tels que : reposer sur les technologies de

l'Internet, satisfaire aux normes en vigueur, permettre de gérer plusieurs types d'activités pédagogiques (cours, exercices, communication), ne pas exiger de très hauts débits de communication, ne pas exiger l'installation d'un logiciel particulier sur le poste client. Ce type de système regroupe des outils nécessaires aux principaux utilisateurs, à savoir l'enseignant, l'étudiant et l'administrateur. Ces dispositifs assurent en finalité la consultation à distance de contenus pédagogiques, l'individualisation et le suivi de l'apprentissage, et les interactions entre les trois types d'utilisateurs. Les besoins de l'enseignant consistent en : la création d'un contenu pédagogique multimédia, la création des parcours pédagogiques types ou individualisés et, finalement des moyens de suivi des activités des étudiants. Les enseignants intervenant dans une matière ont besoin d'échanger des objets pédagogiques pour la création en collaboration d'un contenu mieux adapté aux besoins d'un certain public ou d'une formation particulière. L'étudiant de son côté a besoin de consulter en ligne ou de télécharger les contenus pédagogiques qui lui sont recommandés, d'effectuer les exercices qui lui sont soumis, de répondre à des questionnaires proposés et d'obtenir une évaluation de son parcours individualisé. Les enseignants et les étudiants ont des besoins communs de communication mutuelle ou en groupe par des thèmes de discussion et de collaboration à des documents communs. L'administrateur d'un système e-Learning installe et assure la maintenance de la plate-forme, gère les accès et les droits des uns et des autres, crée des liens avec les systèmes d'information externes (scolarité, catalogues, ressources pédagogiques, etc.). Tous ces critères sont regroupés dans des systèmes d'information de type gestion de contenus pédagogiques ou Learning. Une solution E-Learning est un environnement permettant aux créateurs de cours de créer, stocker, réutiliser, gérer et distribuer des contenus pédagogiques à partir d'un référentiel unique [28].

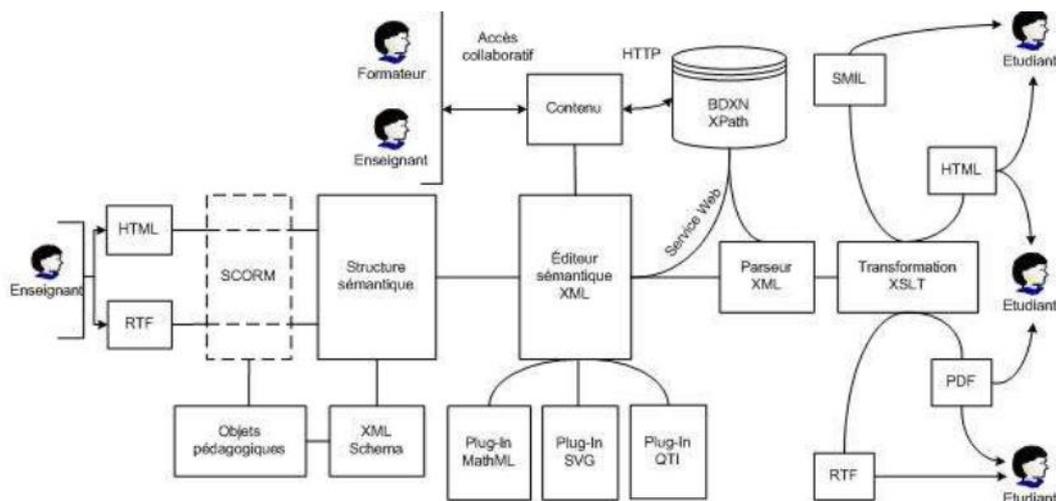


Figure 4 : Architecture orientée Service d'un Système E-Learning

3-11. Prototypage de la plateforme

Un prototype de notre plateforme est réalisé dans sa version Web pour montrer sa faisabilité. Nous avons utilisé WampServer sous Windows pour le développement des applications Web dynamiques à l'aide du serveur apache et de l'outil PHPMyAdmin afin de gérer plus facilement notre base des données qui est sous le SGBD MYSQL.

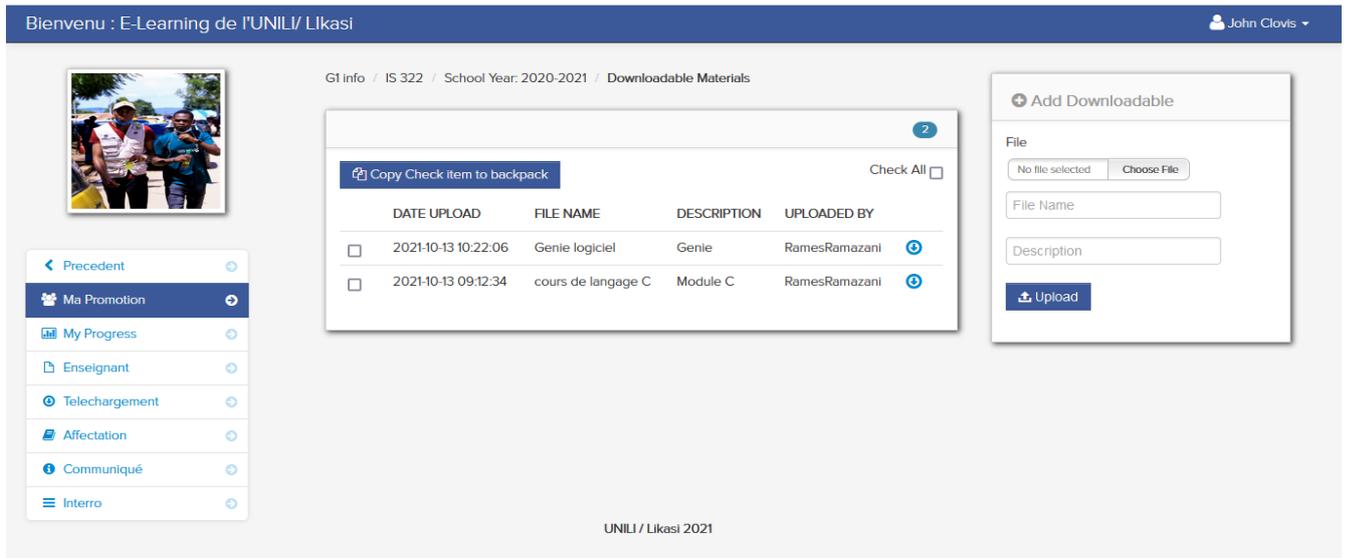


Figure 5 : Espace étudiant de téléchargement cours

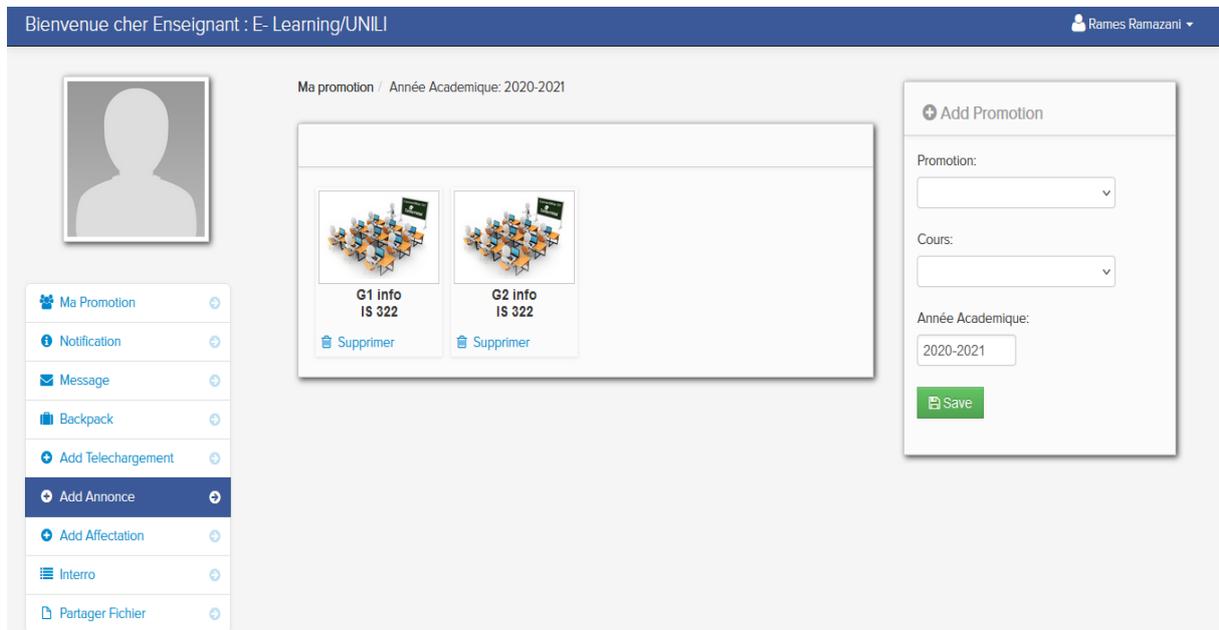


Figure 6 : Espace Enseignant

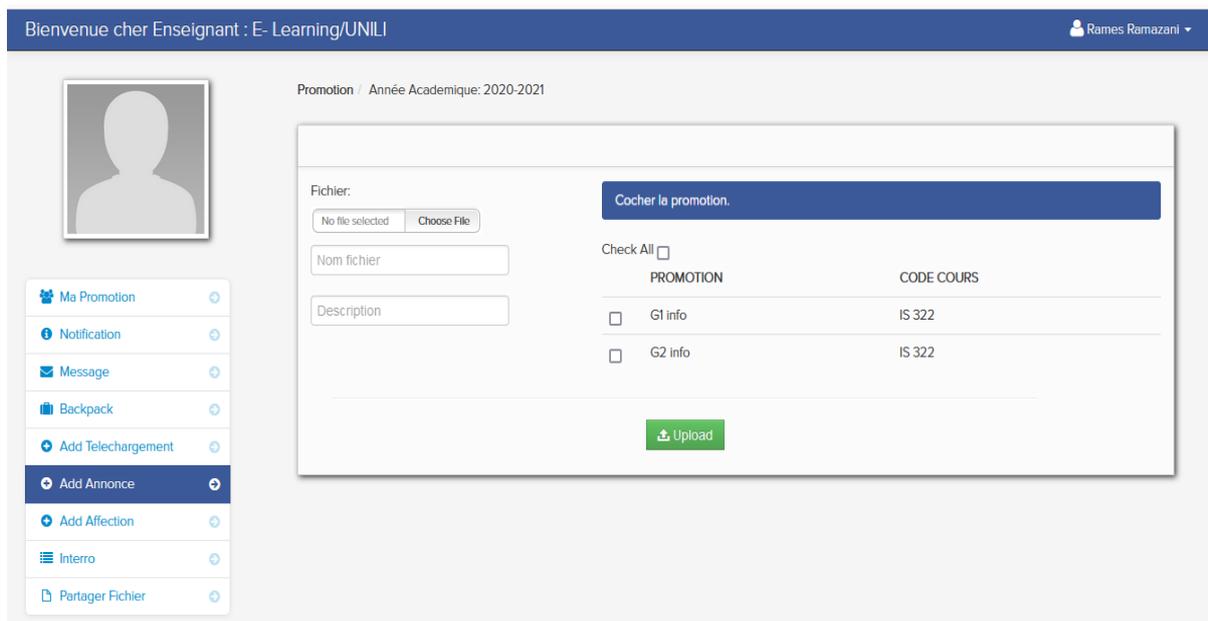


Figure 7 : Espace enseignant de chargement cours

4. Discussion

Grâce aux entretiens avec différentes couches (Etudiants, Enseignant et chefs autorité Académiques) en service à dans cette institution universitaire et les observations sur le terrain, nous avons identifié les difficultés et avons proposé une solution sous la forme d'une plateforme numérique des enseignements à distance (E-LEARNING). L'E-Learning est la diffusion d'une formation à travers un réseau (Internet, Intranet, etc.). Toutes formation quel que soit le domaine enseigné repose essentiellement sur les acteurs intervenants (Apprenants, Formateur, auteurs), le domaine d'enseignement sous-jacent et les ressources pédagogiques utilisés pour l'apprentissage [3]. Selon Bouthry [9] les plateformes d'E-learning sont avant tout conçues comme outils pour la gestion de cours par correspondance électronique. Elles offrent plusieurs possibilités comme l'autoformation (les contenus de cours sont disponibles en ligne, en libre-service à tout moment) et l'accompagnement en ligne qui personnalise la formation à l'occasion du tutorat synchrone (le formateur et l'apprenant échangent en temps réel leurs point de vue). En E-learning, les fonctionnalités principales recherchée sont : une distribution plus large et plus efficace de la formation, l'individualisation et l'adaptation du parcours de formation aux besoins individuels des apprenants, la possibilité de suivi et de tutorat et enfin la démultiplication de l'offre grâce à la mise en commun de ressources et de modules de formation [19]. L'E-learning peut se présenter sous formules qui peuvent être complémentaires :

- Autoformation avec le contenus en ligne avec le tutorat asynchrone : l'apprenant gère son emploi du temps, suit sa formation de façon autonome et passe ses test via un site internet ou intranet. Il communique à de moments définis avec son tuteur,
- Formation individuelle en ligne avec tutorat asynchrone : chaque apprenant à accès à ses besoins de formation, définis à l'avance par le test. Le tuteur communique avec chaque apprenant pour répondre à ses questions et commenter ses résultats. On remarque que ces deux formules permettent : 1) une flexibilité en terme de temps et lieu 2) un apprentissage adapté au profil de l'apprenant 3) un accès illimité au support du cours mais en présentant de contenus peu interactifs et en renforçant le sentiment d'isolement.

- Les classes virtuelles avec le tutoriel synchrone : le tuteur intervient en même temps auprès des étudiants, il fixe les horaires pour réunir les apprenants autour d'un forum en ligne. Il propose des travaux dirigés et répond aux questions tout en utilisant des outils de collaboration comme le chat, le forum, etc. mais cette présentation a un inconvénient qui est le fait que les apprenants partagent le même tuteur en plus des contraintes techniques de mise en œuvre.

Cette Plateforme fournit des avantages pour un grand nombre d'apprentissages et d'étudiants. En particulier dans l'enseignement supérieur ces avantages peuvent se ressentir dans le cadre du modèle LMD (Licence, Master, Doctorat) et pour une poursuite de formation à la demande mieux adaptée aux besoins du moment. En effet, dans la société contemporaine, des besoins de formation sont nécessaires tout au long de la vie professionnelle, à cause de la mobilité et des mutations technologiques. Le développement des technologies Web apporte une flexibilité pour l'étudiant dans son choix de formation.

5. Conclusion

La mise en place de la plateforme E-Learning au sein des institutions universitaires entrave un bon fonctionnement du service d'enseignement. Nous proposons dans ce travail une solution des enseignements en ligne pour résoudre le problème de suivi des enseignements par une offre de consultation des horaires, publication de résultat, téléchargement de support de cours. Dans cet article, nous avons défini les composants et les fonctionnalités de base d'un système e-Learning. Nous avons montré qu'un système d'enseignement à distance peut être décomposé en plusieurs activités réalisées comme des applications autonomes sous la forme de services. Nous avons décrit aussi comment un contenu pédagogique peut être créé et diffusé dynamiquement dans un système e-Learning distribué basé sur des services Web. Nos études ont montré que la plupart des solutions existantes, qui peuvent gérer d'une manière dynamique les contenus pédagogiques, se situent toujours dans le cadre des systèmes centralisés et emploient des formats propriétaires. Cela pose d'autres problèmes, dont celui de l'interopérabilité des systèmes e-Learning. Nous estimons que les technologies des services Web peuvent contribuer à la résolution de ce genre de problèmes. Les services web sont des applications auto descriptives et modulaires qui fournissent un modèle simple de déploiement d'application basé sur les standards SOAP, WSDL et UDDI. Ces technologies semblent suffisantes pour la mise en place de ces services. Nous avons représenté un exemple d'implantation des services Web dans un système e-Learning pour l'animation d'exercices. L'environnement que nous avons réalisé reste dans les normes des objets pédagogiques et permet aux étudiants de pratiquer des apprentissages divers.

Références

- [1] - W. AHMED, Y. W. WU, "A survey on reliability in distributed systems", *Journal of Computer and System Sciences*, 79 (8) (2014) 1243 - 1255
- [2] - B. HUSEINI & A. MEMETI, "Implementation Issue Analysis of Java RMI and CORBA", *Journal of Natural Sciences and Mathematics of UT*, 4 (7 - 8) (2019) 85 - 94
- [3] - F. E. REDMOND, "DCOM : Microsoft Distributed Component Object Model with CDROM", IDG Books Worldwide Inc, (2017)
- [4] - S. SRIVASTAVA & P. K. SRIVASTAVA, "Performance analysis of sun RPC", in 2013 National Conference on Parallel Computing Technologies (PARCOMPTECH), IEEE, (2013) 1 - 9

- [5] - S. AHAMAD, "Study on Web Services Architectural Operations and Performance", *Int. J. Sci. Res.*, in Computer Science and Engineering, Vol. 8, (4) (2020)
- [6] - D. RATHOD, "Performance evaluation of restful Web services and SOAP/WSDL Web services", *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, 8 (7) (2017) 415 - 420
- [7] - M. ROACHED, W. FDHILA & C. GODART, "Web Services Compositions Modelling and Choreographies Analysis", *International Journal of Web Services Research*, 7 (2) (2010) 87 - 110, doi: 10.4018/jwsr.2010040105
- [8] - M. M. HOSSAIN, R. WU, J. T. PAINUMKAL, M. KETTOUCH, C. LUCA, S. M. DASCALU & F. C. HARRIS, "Web-service framework for environmental models", in 2017 Internet Technologies and Applications (ITA), IEEE, (2017) 104 - 109
- [9] - S. BASHIR, M. LOCKHEED, E. NINAN & J. P. TAN, "L'école au service de l'apprentissage en Afrique", Washington DC : Banque internationale pour la reconstruction et le développement/Banque mondiale, (2018)
- [10] - I. SONG & J. VONG, "Affective core-banking services for microfinance", in Computer and Information Science, Springer, Heidelberg, (2013) 91 - 102
- [11] - F. MUSLIMIN & A. N. FAJAR, "Business Process Management and Service Oriented Architecture Integration for Transactional Banking Application", in 2020 International Conference on ICT for Smart Society (ICISS), IEEE, (2020) 1 - 5
- [12] - M. ARCAND, S. PROMTEP, I. BRUN & L. RAJAABELINA, "Mobile banking service quality and customer relationships", *International Journal of Bank Marketing*, (2017)
- [13] - AYMEN BAOUAB, Gouvernance et supervision décentralisée des chorégraphies inter-organisationnelles. THESE de doctorat. l'Université de Lorraine, (2013)
- [14] - FOURNIER-MOREL, PASCAL GROJEAN DUNOD, SOA microservices API management. Le guide de l'architecte d'un SI agile de Xavier 4ème éd., (2017)
- [15] - YOUNESS LEMRABET, Proposition d'une méthode de spécification d'une architecture orientée services dirigée par le métier dans le cadre d'une collaboration inter-organisationnelle. THESE de doctorat. L'école centrale de lille, (2012)
- [16] - B. K. CHAE, R. MCHANEY & C. SHEU, "Exploring social media use in B2B supply chain operations", *Business Horizons*, 63 (1) (2020) 73 - 84
- [17] - R. MARUTHI and C. JAYAKUMARI, "SMS based bus tracking system using opensource technologies", *International Journal of Computer Applications*, Vol. 86, (January 2014) 40 - 46 p.
- [18] - B. KASSE, M. DIALLO and B. GUEYE, "Leveraging GPS and SMS-based bus tracking architecture for an efficient transportation", in InterSol 2017, LNICST 204, (2017)
- [19] - F. HALILI & E. RAMADANI, Web services : "A comparison of SOAP and REST services", *Modern Applied Science*, 12 (3) (2018) 175 - 183
- [20] - C. CHERIFI, "Classification et Composition des services Web : Un Perspectif réseau Complexes", thèse de doctorat, Université Pascal Paoli, (2011)
- [21] - H. Y. PAIK, A. L. LEMOS, M. C. BARUKH, B. BENATALLAH & A. NATARAJAN, "Web services—soap and WSDL", in Web Service Implementation and Composition Techniques, Springer, Cham, (2017) 25 - 66
- [22] - C. PAUTASSO, "RESTful Web services : principles, patterns, emerging technologies", in Web Services Foundations, Springer, New York, (2014) 31 - 51
- [23] - K. SANGSANIT, W. KURUTACH & S. PHOOMVUTHISARN, "REST web service composition : A survey of automation and techniques", In 2018 International Conference on Information Networking (ICOIN), IEEE, (2018) 116 - 121
- [24] - H. Y. PAIK, A. L. LEMOS, M. C. BARUKH, B. BENATALLAH & A. NATARAJAN, "Web Services—REST or Restful Services", in Web Service Implementation and Composition Techniques, Springer, Cham, (2017) 67 - 91

- [25] - S. KUMARI, "REST based API", *International Journal of Trend in Scientific Research and Development*, 1 (4) (2017) 571 - 575
- [26] - T. BRAY, J. PAOLI, C. M. SPERBERG-MCQUEEN, E. MALER & F. YERGEAU, "Extensible markup language (XML)", *World Wide Web Journal*, 2 (4) 27 - 66
- [27] - X. SHI, "Internet/Distributed Computing using HTTP/POST : Bridge Semantic Web and Web Services under the Same Internet Protocol", [online] Available : <http://www128.ibm.com/developerworks/webservices/library/ws-intdist/>, visited 21 July 2021
- [28] - T. MARRS, "JSON at work : practical data integration for the Web", O'Reilly Media, Inc., (2017)
- [29] - G. LANGDALE & D. LEMIRE, "Parsing gigabytes of JSON per second", *The VLDB Journal*, 28 (6) (2019) 941 - 960
- [30] - K. AFSARI, C. M. EASTMAN & D. CASTRO-LACOUTURE, "JavaScript Object Notation (JSON) data serialization for IFC schema in web-based BIM data exchange", *Automation in Construction*, 77 (2017) 24 - 51
- [31] - O. BACHELARD, "Optimiser le bien-être au travail et la performance globale : enjeux et perspectives", *Regards*, (1) (2017) 169 - 179
- [32] - G. WANG, Y. ZHANG, J. ZHAO & F. JIANG, "Mitigate the effects of home confinement on children during the COVID-19 outbreak", *The Lancet*, 395 (10228) (2020) 945 - 947