

République algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique
Université 8 Mai 45 - Guelma -
Faculté de Mathématique, d'Informatique et des Sciences de la Matière
Département d'Informatique



Mémoire de fin d'études en Master

Filière : Informatique

Option : Science et Technologie de l'Information et de la Communication.

Thème :

Étude des traces sur un réseau social d'apprentissage

Présenté par : *KHELAIFFIA Salsabil*

Membres du jury :

- Président : Dr CHAOUI Mohammed
- Examinatrice : Dr BENDJEBAR Safia
- Encadreur : M. GOUASMI Noureddine

Juin 2024

Remerciements

Dieu merci, j'ai enfin pu arriver ici et atteindre l'un de mes objectifs dans la vie. Tout d'abord, je voudrais remercier Dieu de m'avoir donné la force, les connaissances, la capacité et l'opportunité de mener cette étude, de persévérer et de la mener à bien de manière satisfaisante.

*Je tiens à remercier profondément Monsieur **Gouasmi Noureddine**, mon encadrant, pour avoir encadré et dirigé ce travail avec une grande précision scientifique, ainsi que pour sa disponibilité, ses conseils et la confiance qu'il m'a accordée pour mener à bien ce travail.*

Mes remerciements vont également à tous les membres du jury qui ont accepté de lire et d'évaluer cet ouvrage.

Je tiens à remercier tous les professeurs du département d'informatique de l'université du 8 mai 1945 de Guelma pour leurs efforts continus tout au long de mes années d'études et pour leurs précieux conseils. J'ai eu la chance d'avoir des professeurs respectueux et dévoués.

Pour finir, je tiens à exprimer ma gratitude et mon appréciation à ma famille qui m'a soutenue tout au long de mon parcours universitaire et pour l'amour et la confiance qu'elle m'a accordés. Grâce à eux, j'ai pu devenir la personne que je suis aujourd'hui. J'espère que Dieu les protégera pour moi.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mes amis Anes , Souhail, Oussama pour leur aide précieuse.

Je tiens également à remercier ma grande famille, mes amies, mes collègues de l'université 08 mai 1945 Guelma et toute la promotion 2024 du département d'informatique.

Dédicaces

À mon cher père, chaque mot semble bien peu pour exprimer l'amour profond et la gratitude infinie que j'ai pour toi, pour les innombrables sacrifices que tu as consentis pour mon éducation. Tu as été bien plus qu'un guide, tu as été mon modèle d'honnêteté, de sérieux et de responsabilité, ta présence incarne pour moi la quintessence de la persévérance et du dévouement sans bornes.

À ma merveilleuse mère, aucun mot ne saurait capturer la profondeur de l'amour et de l'affection que je ressens pour toi. Tu es bien plus qu'une mère, tu es mon phare de générosité et mon exemple de dévouement. Ta tendresse infinie est une source inépuisable de réconfort, et je te suis infiniment reconnaissante pour chaque instant où tu as été là pour moi, sans jamais faillir.

À ma douce sœur, ma lumière et ma douceur, ta présence est un précieux cadeau qui inonde ma vie de joie et de tendresse. Je t'aime au-delà des mots et je suis infiniment reconnaissante de t'avoir comme sœur. Ton amour est un trésor que je chérirai éternellement.

Pour mon petit frère, tu es bien plus qu'un frère, tu es mon soutien et ma force. Ta présence dans ma vie est un cadeau précieux que je chéris chaque jour. Je suis infiniment reconnaissant de t'avoir comme frère.

À toute ma famille Khelaihia et Guetatlia.

À mon amie d'enfance, Soundes. À mes chères Aya, Sirine et Ferial. Vous êtes celles qui me font toujours rire, qui sont toujours présentes pour moi et qui m'encouragent dans les moments difficiles. Vous êtes des amies précieuses, et je suis reconnaissante de partager tant de moments privilégiés avec vous.

À mon frère Islam merci pour ton soutien tout au long de ce projet, qui m'a apporté une énergie positive et m'a encouragée.

Résumé

En raison de la pandémie de COVID-19, les universités ont été contraintes de fermer et l'e-learning est alors de plus en plus intégré aux stratégies d'apprentissage des établissements d'enseignement. Outre les systèmes d'apprentissage en ligne fournis par les universités, les apprenants utilisent les médias sociaux pour communiquer, évaluer ou travailler ensemble, transformant les réseaux sociaux en un espace informel où les étudiants se sentent plus libres de communiquer et de coopérer.

Notre projet final consiste à concevoir et mettre en œuvre un système d'apprentissage par le biais d'un réseau social. Les apprenants interagissent sur le système, par le biais de publications et de messagerie instantanée pour étudier les cours et les exercices fournis par l'enseignant.

Notre système se compose d'un réseau social éducatif qui permet aux enseignants d'offrir des cours avec des exercices, des examens sous forme de questionnaires et des activités de groupe, et qui nous permet, à partir de traces laissées par l'apprenant, d'analyser ses activités, à travers des indicateurs sur son comportement. Nous avons classé les indicateurs en cinq groupes (Motivationnel, statistiques d'engagement, Cognitif, Statistiques de performance et Collaboratif).

Ensuite, le système a été donné à expérimenter, par les étudiants de la troisième année de licence informatique, et les résultats analysés en utilisant la méthode d'Analyses en Composantes Principales (ACP) pour déterminer quels indicateurs permettent de mieux caractériser les étudiants.

Mots clés : Apprentissage en ligne, Réseaux sociaux, Traces, Indicateurs, Analyses en Composantes principales.

Abstract

Due to the COVID-19 pandemic, universities have been forced to close and therefore e-learning is increasingly being integrated into the learning strategies of educational institutions. In addition to online learning systems provided by universities, learners use social media to communicate, evaluate or work together, transforming social networks into an informal space where students feel free to communicate and cooperate.

Our final project involves designing and implementing a learning system through a social network. Learners interact on the system, with posts and instant messaging to study lessons and exercises provided by the teacher.

Our system consists of an educational social network that allows teachers to offer courses with exercises, exams in the form of questionnaires and group activities, and which gives us the possibility, from traces left by the learner, to analyze its activities, through indicators of its behavior. We classified the indicators into five groups (Motivational, engagement statistics, Cognitive, Performance statistics and Collaborative).

Finally, the system was given to experimentation, by the students of the third year of computer science degree, and the results analyzed using the Principal Component Analysis (PCA) method to determine which indicators make it possible to better characterize the students.

Keywords : e-learning, Social media, Traces, Indicators, Principal component analysis.

Table des matières

Liste des tableaux	iv
Liste des figures	v
Introduction générale	1
1 Les réseaux sociaux dans le e-learning	3
1.1 Introduction	3
1.2 Les réseaux sociaux	3
1.2.1 Définition	3
1.2.2 Les types de réseaux sociaux	4
1.2.3 Les caractéristiques des réseaux sociaux	5
1.2.4 Fonctionnalités des réseaux sociaux	5
1.3 Utilisation des réseaux sociaux dans l'apprentissage	6
1.3.1 Exemples de réseaux sociaux pour l'apprentissage	6
1.4 Quelques travaux de recherche	9
1.5 Tableau récapitulatif des travaux	12
1.6 Conclusion	14
2 Les Traces d'apprentissage	15
2.1 Introduction	15
2.2 Définition	15
2.3 Types de trace	15
2.4 Traitement des traces	16
2.4.1 Approche de Loghin (2006)	16
2.4.2 Approche de David <i>et al.</i> (2005)	16
2.5 Analyse de l'apprentissage	17
2.5.1 Définition	17
2.5.2 Le processus d'analyse de l'apprentissage	17
2.5.3 Les différents types d'analyses de données	18
2.5.4 Les indicateurs d'apprentissage	19
2.6 Quelques travaux de recherche	19
2.6.1 Récapitulatif des travaux de recherche	21
2.6.2 Liste des indicateurs identifiés	23
2.7 Conclusion	24
3 Conception du Système	25
3.1 Introduction	25
3.2 Objectifs du système	25

3.3	Architecture du système	25
3.3.1	Architecture globale du système	25
3.4	Analyse fonctionnelle	27
3.4.1	Les acteurs	27
3.4.2	Le rôle de chaque acteur :	27
3.4.3	Diagramme de cas d'utilisation	28
3.4.4	Règles de gestion	30
3.4.5	Dictionnaire de données	30
3.4.6	Liste des entités	34
3.4.7	Diagramme de classe	36
3.4.8	Schémas relationnels	36
3.5	Modélisation des indicateurs par catégories	37
3.5.1	Calcul des indicateurs	39
3.6	Conclusion	41
4	Implémentation du système	42
4.1	Introduction	42
4.2	Environnement de développement	42
4.2.1	Environnement matériel	42
4.2.2	Environnement logiciel	42
4.2.3	Langages utilisés	44
4.3	Présentation du système	45
4.3.1	L'interface principale	45
4.3.2	Inscription sur le système	45
4.3.3	Connexion au système	46
4.3.4	Page d'accueil	46
4.3.5	Page d'affichage du profil	46
4.3.6	Page des cours (enseignant)	47
4.3.7	Page des cours (apprenants)	47
4.3.8	Page d'outils d'entraînement	48
4.3.9	Page des exercices	49
4.3.10	Page d'affichage d'un exercice	49
4.3.11	Page d'affichage des réponses	50
4.3.12	Page du questionnaire	50
4.3.13	Page des groupes	51
4.3.14	Page de messagerie	52
4.4	Expérimentation et discussion	53
4.4.1	Expérimentation :	53
4.4.2	Résultats et interprétations	53
4.4.3	Discussion des résultats :	57
4.5	Conclusion	59
	Conclusion générale	60
	Bibliographie	61
	Webographie	64

Liste des tableaux

1.1	Tableau récapitulatif de quelques travaux sur les réseaux sociaux dans l'éducation	14
2.1	Récapitulatifs des travaux de recherche	22
2.2	Liste d'indicateurs	24
3.1	Dictionnaire de données.	34
3.2	Liste des entités.	36
3.3	Classification des indicateurs du système.	39
4.1	Caractéristiques du matériel.	42
4.2	Classification des indicateurs du système.	59

Liste des figures

1.1	Les différents types de réseaux sociaux avec des exemples réels.	5
1.2	plateformes de social learning EdApp [W3].	7
1.3	plateformes de social learning Schoology [W4].	7
1.4	plateformes de social learning Sakai [W5].	8
1.5	plateformes de social learning G Suite for Education [W6].	8
1.6	plateformes de social learning Dokeos [W7].	9
2.1	Les cinq étapes du processus d'analyse [Leitner <i>et al.</i> , 2017].	18
2.2	Les quatre catégories d'analyse [Agrawal <i>et al.</i> , 2022].	18
3.1	L'architecture globale du système.	26
3.2	Principaux rôles de l'enseignant.	28
3.3	Principaux rôles de l'étudiant.	28
3.4	Diagramme de cas d'utilisation.	29
3.5	Diagramme de classe.	36
3.6	Extraction des indicateurs à partir du réseau social d'apprentissage	38
4.1	L'interface de Visual Studio Code.	43
4.2	XAMPP control panel.	43
4.3	L'interface principale du système.	45
4.4	La page d'inscription du système.	45
4.5	La page de connexion du système.	46
4.6	L'accueil du système.	46
4.7	Le profil des utilisateurs.	47
4.8	Page des cours (enseignant)	47
4.9	Page des cours (apprenant).	48
4.10	Page des exercices.	49
4.11	Page d'affichage des exercices.	50
4.12	Page des réponses.	50
4.13	Page du questionnaire.	51
4.14	Page de création de groupe.	51
4.15	Page des groupes.	52
4.16	L'interface de groupe.	52
4.17	La messagerie.	53
4.18	Cercle des corrélations l'ACP.	54
4.19	Graphe des individus de l'ACP.	56

Introduction générale

Depuis les années 1990, Internet est devenu un outil pédagogique précieux dans les universités. Récemment, l'accent a été mis sur le développement du e-learning via l'apprentissage collaboratif, en raison de ses nombreux avantages. L'apprentissage coopératif permet aux apprenants de travailler ensemble pour atteindre un objectif commun, chacun contribuant en tant que source d'information, de motivation, d'interaction et de soutien.

Ces dernières années, les médias sociaux ont transformé la communication et sont devenus essentiels dans de nombreux domaines, notamment le travail, le divertissement et l'éducation. Leur simplicité et leur accessibilité ont conduit à leur adoption généralisée, en particulier auprès des jeunes, car ils permettent de créer et de partager rapidement du contenu, d'atteindre des publics divers et d'influencer les opinions. Ils prennent également dans la place dans l'apprentissage par le rapprochement des apprenants entre eux et avec les enseignants, par le partage d'informations, de connaissances et de ressources, mais également par l'encouragement de la collaboration et de la coopération dans les activités d'apprentissage.

L'évaluation de l'apport des médias sociaux sur l'apprentissage est important, car elle permet de suivre les progrès des apprenants, leur niveau de compétence et de motivation, ainsi que leur engagement dans la formation. Pour cela, il existe plusieurs manières d'évaluer les performances et les connaissances de l'apprenant, comme par exemple proposer de nombreux exercices individuels et collectifs et présenter des tests sous forme de questionnaires, ou étudier les interactions et les activités de l'apprenant, etc.

Notre objectif principal dans ce projet est de proposer un réseau social d'apprentissage dans lequel des apprenants suivent une formation à travers des cours et des exercices, et interagissent par des publications et des messages. Sur le système, un certain nombre de traces seront capturées, permettant de calculer des indicateurs sur l'utilisation du réseau social par les apprenants.

Le mémoire est organisé comme suit :

1. Dans le premier chapitre, nous commençant par un aperçu des réseaux sociaux et de leur utilisation en e-learning. Nous définirons les réseaux sociaux et leurs fonctions, puis présenterons leurs utilisations dans l'apprentissage.
2. Dans le deuxième chapitre, nous explorerons les traces permettant d'analyser l'apprentissage sur les système d'apprentissage, puis nous présenterons une revue de la littérature pour identifier quelques indicateurs clés qui mesurent l'engagement des étudiants dans ces systèmes.
3. Le troisième chapitre est consacré à la présentation des objectifs de notre système et de sa conception détaillée. Nous expliquerons l'architecture du système, puis nous détaillerons la structure de la base de données et fournirons les indicateurs identifiés pour évaluer l'activité des apprenants sur notre système.
4. Le dernier chapitre est dédié à la mise en œuvre et à la validation de l'outil. Nous

expliquerons en détail tous les utilitaires développés via les interfaces, ainsi que l'expérimentation réalisée et nous discuterons les résultats obtenus.

A la fin, nous terminerons notre présentation par une conclusion générale avec des propositions qui devront améliorer notre système dans le futur proche.

Chapitre 1

Les réseaux sociaux dans le e-learning

1.1 Introduction

Les réseaux sociaux représentent un phénomène mondial omniprésent et sont devenus une composante essentielle de notre vie quotidienne. Ils se sont intégrés dans notre quotidien en tant que l'un des principaux moyens de communication et d'interaction au sein de la société. Ces plateformes offrent une communication instantanée et des échanges personnels, que ce soit à des fins sociales, professionnelles ou éducatives.

Dans les domaines éducatifs, universitaires ou toute formation, en général, les réseaux sociaux sont utilisés par les apprenants pour échanger des idées, des informations ou des médias, et parfois pour collaborer dans leur apprentissage.

Dans ce chapitre, nous allons d'abord définir les réseaux sociaux et leurs fonctionnalités, puis montrer leurs utilisations possibles dans le domaine de l'apprentissage.

1.2 Les réseaux sociaux

1.2.1 Définition

Les réseaux sociaux sont aujourd'hui le moyen de communication le plus utilisé. Il existe plusieurs définitions du terme « réseau social » dans la littérature. On peut citer :

- Selon [Boyd et Ellison, 2007] un réseau social est défini comme : « *des services basés sur le Web qui permettent aux individus de (1) construire un profil public ou semi-public dans un système limité, (2) articuler une liste d'autres utilisateurs avec lesquels ils partagent une connexion et (3) voir et parcourir leur liste de connexions et celles faites par les autres au sein du système. La nature et la nomenclature de ces connexions peuvent varier d'un site à l'autre.* »
- Pour [Musiał et Kazienko, 2013], un réseau social correspond à un groupe de personnes ou à leurs représentations numériques, ayant des relations, composées d'utilisateurs enregistrés, de données sur leurs activités, de communications partagées ou de liens directs créés dans un système de réseau basé sur Internet.
- Un réseau social est défini, par [Redjaimia, 2019], En tant qu'espace de communication sociale où des individus ou des groupes d'utilisateurs présentant des caractéristiques différentes peuvent se rencontrer et utiliser des outils et des technologies de communication.

- Un réseau social est une connexion entre des individus ou des groupes via les médias de communication et Internet. Ces réseaux se caractérisent par la force des liens entre leurs membres, à cause d'une communication plus fréquente et une utilisation plus diversifiée de différents types de médias [Haythornthwaite, 2005].

1.2.2 Les types de réseaux sociaux

Les réseaux sociaux peuvent être classés en différents types selon la nature des relations entre les usagers et leur sentiment d'appartenance à une communauté.

Selon [Chohra et Khaledv, 2013], il existe sept types de réseaux sociaux, classés selon les services qu'ils rendent :

1. Réseaux sociaux de publication :

Un réseau de publication sociale est un réseau social de diffusion d'informations fournies collectivement par un groupe d'utilisateurs ou individuellement par un seul utilisateur.

2. Réseaux sociaux de partage :

Ce type de réseau social permet aux utilisateurs de partager des documents avec d'autres utilisateurs du réseau social. Généralement, ce dernier est spécialisé dans un type de média (photo, audio, vidéo, etc.).

3. Réseaux sociaux de discussion :

Les réseaux sociaux de chat sont créés et maintenus par des utilisateurs se réunissant autour d'un sujet ou d'un intérêt commun et s'engageant dans des conversations immédiates ou hors ligne autour d'un sujet spécifique .

4. Réseaux sociaux de commerce :

Ce sont des environnements qui permettent d'échanger, de vendre, d'acheter et de visualiser les avis des autres utilisateurs concernant les produits proposés et les publicités publiées.

5. Réseaux sociaux de réseautage :

Ceux-ci permettent aux gens de se rencontrer dans la vie, de se faire des connaissances professionnelles, amicales, etc. Le réseautage permet à ces personnes de former des groupes et des communautés pour rester en contact.

6. Réseaux sociaux de jeux :

La plupart des jeux se jouent aujourd'hui en ligne. Les joueurs ont donc besoin de communiquer entre eux et les réseaux sociaux de jeux peuvent être utilisés dans cet objectif.

7. Réseaux sociaux de localisation :

Avec le développement de l'accessibilité grâce au GPS et aux puces électroniques, les utilisateurs de ce type de réseau, notamment pour le tourisme, pourront partager leur localisation avec ceux qui le souhaitent.



FIGURE 1.1 – Les différents types de réseaux sociaux avec des exemples réels.
[Chohra et Khaledv, 2013]

1.2.3 Les caractéristiques des réseaux sociaux

Les réseaux sociaux se partagent un certain nombre de caractéristiques communes, dont on peut citer [Boumechta, 2018] :

- Compte et profil d'utilisateur.
- Méthodes de recherche parmi les utilisateurs.
- Communications en ligne et communication entre utilisateurs.
- Partage et distribution de données.
- Construire une identité en ligne.

1.2.4 Fonctionnalités des réseaux sociaux

Les réseaux sociaux ont une structure similaire, les utilisateurs créant des profils personnels contenant du texte, des photos, des vidéos, de la musique et des liens. Par exemple, Facebook permet aux utilisateurs de créer des listes d'amis et d'envoyer des demandes d'amis à d'autres utilisateurs. Une fois approuvés, les noms et photos des amis apparaîtront sur leurs profils. Les utilisateurs du réseau peuvent passer d'un profil à un autre et communiquer avec toute personne dont le profil est consultable. Ainsi, les utilisateurs peuvent se connecter à des groupes plus larges, favorisant ainsi la communication entre différents groupes ou individus au sein d'un groupe particulier.

Les réseaux sociaux disposent également de fonctionnalités d'évaluation publique, telles que des commentaires et des avis, qui permettent aux visiteurs de laisser des messages sur les profils d'autres utilisateurs.

Ils proposent également une messagerie privée, le partage de photos et de vidéos et une interaction mobile [Ktir, 2020].

1.3 Utilisation des réseaux sociaux dans l'apprentissage

Avec les progrès de la technologie et l'émergence des moyens de communication, notamment les réseaux sociaux, de nouvelles approches d'apprentissage ont vu le jour, notamment l'apprentissage à travers les réseaux sociaux. De nombreux étudiants comptent désormais sur les réseaux sociaux pour terminer leurs devoirs et communiquer avec leurs collègues.

L'apprentissage est défini comme l'acquisition de nouvelles connaissances ou compétences, à travers l'accumulation de connaissances et de compétences par l'études, l'expériences ou l'enseignement [Lafifi, 2007]. Cette acquisition peut être réalisé de plusieurs manières :

1. Apprentissage individuel

Dans l'apprentissage individuel, les élèves travaillent de manière indépendante pour atteindre leurs propres objectifs, indépendamment des autres élèves. Chaque élève dispose de supports et apprend à son rythme, ignorant les progrès (échec ou réussite) des autres élèves [Lafifi, 2007].

2. Apprentissage compétitif

Dans l'apprentissage compétitif, les élèves travaillent l'un contre l'autre pour atteindre un objectif qu'un seul élève (ou plusieurs élèves) peuvent atteindre. Dans ce type d'apprentissage, les étudiants estiment qu'ils ne peuvent atteindre leurs objectifs que si les autres échouent [Lafifi, 2007].

3. L'apprentissage collaboratif

C'est une approche dans laquelle plusieurs apprenants s'engagent ensemble dans la construction de connaissances. Le groupe est alors une source d'information, un moyen de soutien et de motivation pour chacun de ses membres [Henri et Basque, 2003].

Pour chacune de ces méthodes d'apprentissage, les réseaux sociaux peuvent offrir des outils pour faciliter l'acquisition des connaissances.

1.3.1 Exemples de réseaux sociaux pour l'apprentissage

Les réseaux sociaux sont devenus des outils pédagogiques essentiels et, même s'ils offrent de nombreux avantages, il existe également des défis à surmonter. Voici quelques outils de réseaux sociaux pour l'apprentissage :

1. EdApp

C'est une plateforme de « social learning » qui valorise la cohésion d'équipe. Ce logiciel de formation est totalement gratuit et propose de nombreuses fonctionnalités sociales, telles que des options de chat, l'intégration de vidéoconférences, des forums et des éléments de gamification [W2].

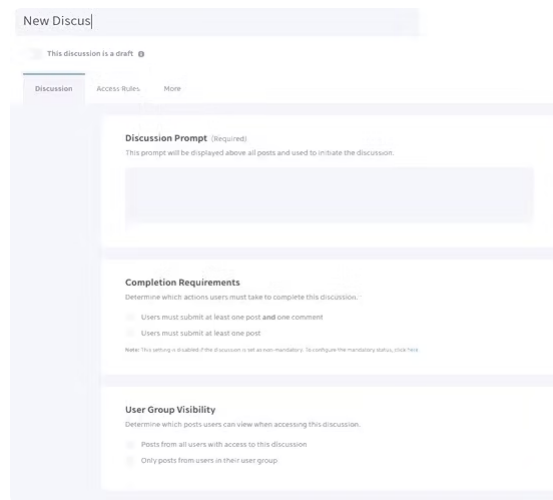


FIGURE 1.2 – plateformes de social learning EdApp [W3].

2. Schoology

C'est un LMS (Learning Management System) social conçu pour être utilisé aussi bien dans les écoles que dans les entreprises. Les fonctionnalités sociales incluent la vidéoconférence, l'annotation en direct, le tableau blanc interactif, ainsi que la possibilité d'enregistrer et de partager des vidéos [W2].

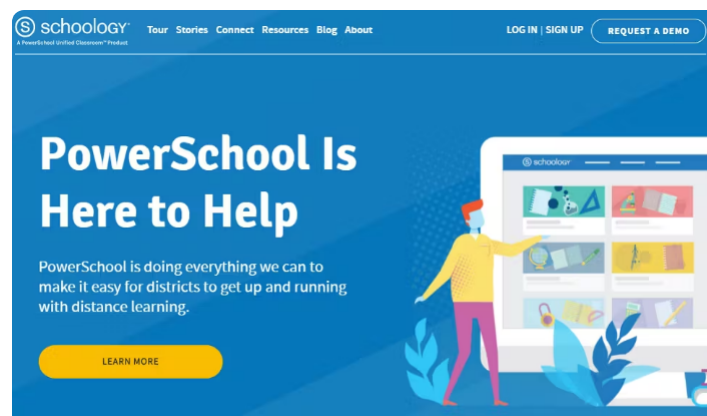


FIGURE 1.3 – plateformes de social learning Schoology [W4].

3. Sakai

Sakai est un autre exemple de LMS (Learning Management System) intégrant de nombreuses fonctionnalités d'apprentissage social, telles que le chat, les forums, les devoirs, les calendriers et les quiz. Mais les réunions de classe ne permettent pas la communication vidéo en temps réel [W2].

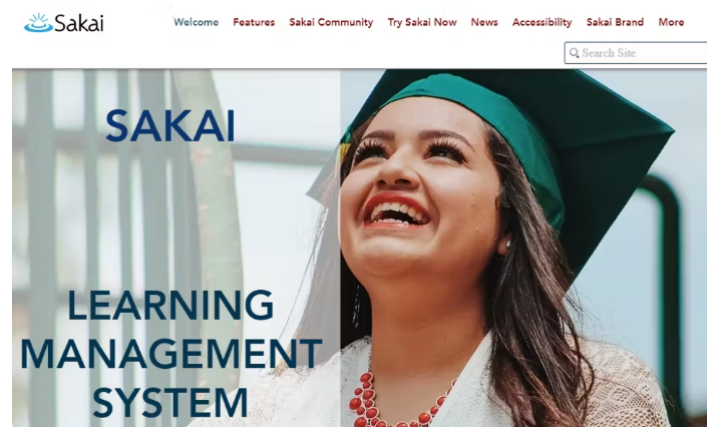


FIGURE 1.4 – plateformes de social learning Sakai [W5].

4. G Suite for Education

G Suite for Education est la plateforme d'apprentissage en ligne de Google. Elle propose une variété de fonctionnalités sociales, incluant la vidéo en direct et divers outils de collaboration [W6].

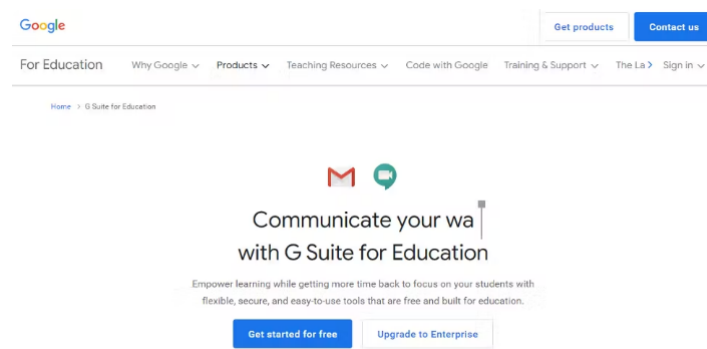


FIGURE 1.5 – plateformes de social learning G Suite for Education [W6].

5. Dokeos

Dokeos est un autre outil d'apprentissage social qui offre de nombreuses fonctionnalités pour favoriser l'interaction et la collaboration. Cela inclut le partage de connaissances via des réunions en direct, le partage d'écran, ainsi que la possibilité d'enregistrer et de partager des réponses [W7].

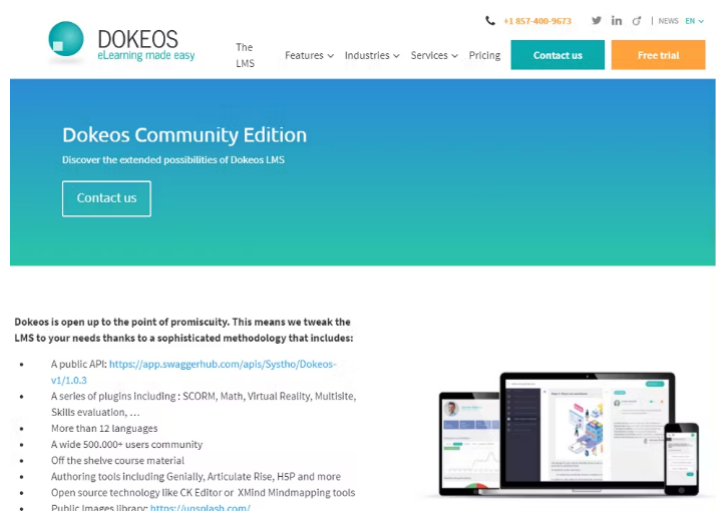


FIGURE 1.6 – plateformes de social learning Dokeos [W7].

1.4 Quelques travaux de recherche

Ci-dessous quelques travaux sur les réseaux sociaux dans l'apprentissage :

1. En 2013, [Manca et Ranieri, 2013] a présenté un article dans le but d'analyser dans la littérature l'utilisation de Facebook comme environnement d'apprentissage technologique, en se concentrant sur sa pertinence en tant qu'outil d'apprentissage.

Les auteurs ont mené une recherche approfondie d'articles publiés dans des revues académiques à comité de lecture portant sur la recherche en éducation, la technologie éducative et l'apprentissage enrichi par la technologie.

Les résultats de l'étude ont révélé que Facebook était utilisé dans l'éducation à diverses fins, notamment pour soutenir les discussions, développer du contenu multimédia, partager des ressources, fournir du contenu de programme et faciliter l'apprentissage autonome. Les raisons les plus courantes d'utiliser Facebook dans l'éducation étaient sa popularité auprès des jeunes, sa facilité d'utilisation en raison de la familiarité des étudiants avec la plateforme, et son impact positif sur la motivation et l'engagement.

2. En 2017, [Greenhow et Askari, 2017] ont publié un article examinant la valeur pédagogique des sites de réseaux sociaux dans l'éducation, de la maternelle au secondaire. Le but de cette étude était d'explorer la manière dont les technologies des réseaux sociaux sont perçues et utilisées par les élèves et les enseignants dans l'éducation, afin de comprendre les impacts de ces technologies sur l'apprentissage des élèves et la pédagogie. Pour ce faire, les chercheurs ont réalisé une revue sélective des articles de recherche publiés dans des revues à comité de lecture entre 2004 et 2014. Ils se sont concentrés sur les articles empiriques traitant de l'enseignement et de l'apprentissage avec les sites de réseaux sociaux dans des établissements secondaires ou en dehors de l'école, ainsi que chez les enseignants.

Les résultats ont mis en évidence les avantages des réseaux sociaux pour l'apprentissage, le soutien social, l'apprentissage autonome et le développement des compétences. Il est souligné que l'efficacité de l'utilisation des réseaux sociaux par les enseignants est cruciale pour promouvoir des attitudes d'apprentissage positives et des compétences de pensée avancées chez les élèves.

3. En 2022, [Boruzie *et al.*, 2022] ont écrit un article pour explorer les éléments qui influencent les choix des utilisateurs quant à l'adoption et l'utilisation de nouvelles technologies, en se concentrant spécifiquement sur les réseaux sociaux pour l'apprentissage collaboratif. L'étude vise à comprendre comment la facilité d'utilisation perçue, l'utilité perçue, le plaisir perçu, les normes subjectives, l'attitude, l'intention comportementale, la satisfaction des utilisateurs et les résultats de l'apprentissage collaboratif interagissent dans le contexte des sites de réseaux sociaux à des fins éducatives.

L'étude a impliqué une enquête basée sur un questionnaire menée auprès d'étudiants de diverses institutions d'enseignement supérieur (IES) au Ghana. L'enquête comprenait à la fois des questions ouvertes et des questions fermées, les questions fermées étant évaluées sur une échelle de Likert en 5 points. Les données ont été recueillies auprès de 360 participants.

Elle a montré que la facilité et l'utilité perçues des réseaux sociaux influencent les attitudes et intentions comportementales des utilisateurs. De plus, le plaisir perçu, les normes subjectives et les intentions comportementales sont liés à l'attitude et à l'utilisation des réseaux sociaux. L'attitude, l'intention et la satisfaction des utilisateurs favorisent l'utilisation des réseaux sociaux pour l'apprentissage collaboratif, tandis que la satisfaction des utilisateurs a un impact direct sur les résultats de l'apprentissage.

4. En 2022, [Mukhametgaliyeva *et al.*, 2022] ont proposé un article qui cherche à améliorer l'enseignement à distance en identifiant les lacunes du système éducatif. Elle vise à comprendre les avantages, inconvénients, caractéristiques et tendances de l'utilisation des réseaux sociaux dans ce contexte, ainsi qu'à comparer les préférences et comportements des étudiants et des enseignants en fonction de divers facteurs tels que le statut, le genre, l'âge et la région.

L'étude repose sur une enquête empirique utilisant un questionnaire comprenant des questions ouvertes et fermées. Ce questionnaire a été administré à 400 étudiants et 100 enseignants de deux universités russes. L'objectif était d'explorer divers aspects de l'utilisation des médias sociaux dans l'éducation, comme les objectifs, le temps passé et les attitudes envers les médias sociaux dans l'enseignement.

Les résultats indiquent qu'Instagram est le réseau social préféré des étudiants, tandis que les enseignants favorisent Facebook, suivi de VKontakte et Instagram. Les étudiants consacrent plus de temps aux médias sociaux, principalement pour le divertissement, mais ils sont également plus enclins à les utiliser à des fins éducatives par rapport aux enseignants. Les participants reconnaissent les effets positifs des médias sociaux sur leur engagement et leurs performances académiques, malgré des défis tels que la fiabilité de l'Internet et le manque de communication en personne, soulignant ainsi la nécessité d'une meilleure formation et de ressources pour optimiser leur utilisation dans l'éducation.

5. En 2023, [Wang *et al.*, 2023] ont présenté un article dont l'objectif est d'examiner l'impact de différents facteurs liés aux médias sociaux sur les performances des élèves en résolution collaborative de problèmes (CPS) à l'aide des données d'évaluation PISA 2015 (OECD's Programme for International Student Assessment). Plus précisément, l'étude a pris en compte l'utilisation récréative et académique des médias sociaux dans différents contextes (informel et formel) pour examiner ses relations avec la performance des élèves dans les écoles CPS.

L'étude a utilisé des données de l'évaluation du PISA 2015, qui comprenait des informations sur 262 358 élèves de 9 387 écoles répartis dans 37 pays et régions.

Les résultats ont montré que l'utilisation des médias sociaux avait un impact significatif sur la réussite de la résolution collaborative de problèmes, avec des effets variables selon les différents contextes d'apprentissage, les types de plateformes de médias sociaux utilisées (comme les e-mails ou les sites de réseautage social), et les objectifs de leur utilisation (loisir ou académique). De plus, les élèves ayant une attitude plus positive envers les médias sociaux étaient plus susceptibles d'obtenir de meilleures performances.

6. En 2023, [Sivakumar *et al.*, 2023] ont réalisé une étude visant à évaluer l'efficacité des médias sociaux comme outil éducatif et leur impact sur le partage des connaissances chez les étudiants universitaires et collégiaux. Elle explorait comment les médias sociaux peuvent renforcer la motivation, les performances académiques et l'engagement des étudiants. En utilisant des théories cognitives sociales et connectives, elle élaborait un modèle afin d'étudier comment les motivations individuelles et les caractéristiques spécifiques des réseaux sociaux influencent le partage d'informations.

L'étude a utilisé un questionnaire d'enquête sur une échelle de Likert à cinq points pour évaluer les fonctions des médias sociaux, comme le partage de documents, la construction des connaissances, l'engagement des étudiants et l'impact motivationnel de la réputation. Les données ont été collectées dans les universités privées du sud de l'Inde, avec 407 questionnaires exploitables analysés.

L'étude a révélé que les caractéristiques des médias sociaux influent significativement sur le partage des connaissances des étudiants, avec une corrélation positive entre l'utilisation des médias sociaux, la motivation à apprendre et le partage des connaissances chez les étudiants universitaires du sud de l'Inde. Les résultats soulignent l'importance de prendre en compte la motivation des étudiants et l'utilisation des médias sociaux pour optimiser le partage des connaissances.

7. En 2019, [Greenhow et Lewin, 2015] ont présenté un article dont l'objectif est d'examiner l'utilisation de médias sociaux, notamment d'une application Facebook nommée Hot Dish, pour partager des connaissances sur les questions environnementales et encourager l'engagement civique des jeunes âgés de 16 à 25 ans concernant le réchauffement climatique et le changement climatique.

La méthode a consisté à observer 322 utilisateurs de l'application Hot Dish pendant deux mois à travers des enquêtes en ligne, des groupes de discussion, des entretiens et le suivi des statistiques en ligne.

Les résultats ont mis en évidence l'impact positif de Hot Dish sur les comportements pro-environnementaux des utilisateurs, une augmentation de l'engagement dans les actions civiques et la création d'une communauté en ligne solidaire où les jeunes se sentaient motivés à interagir, exprimer leurs opinions et participer à des défis liés aux problèmes environnementaux. L'étude a démontré comment les plateformes de médias sociaux comme Hot Dish peuvent servir d'espaces pour l'apprentissage informel, l'engagement communautaire et le partage de connaissances au-delà des cadres éducatifs formels traditionnels.

8. En 2020, [Xie *et al.*, 2020] ont présenté une étude sur l'impact des informations des médias sociaux sur l'acquisition de connaissances en ligne des étudiants universitaires pendant la pandémie de COVID-19, ainsi que d'explorer les

réponses psychologiques à la pandémie.

L'étude a examiné des étudiants universitaires chinois, mesurant des variables telles que l'acquisition de connaissances en ligne, les informations sur la pandémie via les médias sociaux, et les réponses psychologiques à la pandémie avec des échelles de Likert.

Les résultats ont montré que les informations sur la pandémie provenant des médias sociaux avaient un impact positif significatif sur l'acquisition de connaissances en ligne des étudiants universitaires.

1.5 Tableau récapitulatif des travaux

	Auteurs	Objectifs	Résultats
1	Manca et Ranieri (2013)	Étudier l'utilisation de Facebook dans l'éducation, recueillir les commentaires des étudiants et comprendre pourquoi les établissements d'enseignement l'intègrent dans leurs pratiques pédagogiques.	Facebook est utilisé dans l'éducation pour faciliter les discussions, partager des ressources, créer du contenu multimédia, diffuser du contenu pédagogique et encourager l'apprentissage indépendant.
2	Greenhow et Askari (2017)	Explorer comment les élèves et les enseignants perçoivent et utilisent les technologies des médias sociaux dans l'enseignement primaire et secondaire, et comprendre les impacts de ces technologies sur l'apprentissage et la pédagogie des élèves.	Les réseaux sociaux présentent des avantages pour l'apprentissage, le soutien social, l'apprentissage autonome et l'amélioration de l'alphabetisation.
3	Boruzie <i>et al.</i> (2022)	Comprendre comment la facilité d'utilisation, l'utilité perçue, le plaisir perçu, les normes subjectives, l'attitude, l'intention comportementale, la satisfaction des utilisateurs et les résultats d'apprentissage interagissent et interagissent au sein des sites de réseaux sociaux éducatifs pour comprendre ce qu'il faut faire.	L'étude a montré que la facilité et l'utilité perçues des réseaux sociaux influencent les attitudes et les intentions comportementales des utilisateurs.

4	Mukhametgaliyeva <i>et al.</i> (2022)	Comprendre les avantages, les inconvénients, les caractéristiques et les tendances de l'utilisation des réseaux sociaux dans ce contexte	Instagram est le réseau social préféré des étudiants, tandis que les enseignants préfèrent Facebook, suivi de VKontakte et Instagram. -Les étudiants passent plus de temps sur les réseaux sociaux, principalement pour se divertir, mais sont également plus susceptibles de les utiliser à des fins éducatives que les enseignants.
5	Wang, Meishu <i>et al.</i> (2023)	Examiner comment les technologies des médias sociaux influencent la réussite en résolution collaborative de problèmes (CPS) chez les élèves du secondaire.	L'utilisation des médias sociaux a eu un impact significatif sur la réussite de la résolution collaborative de problèmes (CPS), avec des effets variables selon les différents contextes d'apprentissage, les types de plateformes utilisées et leur utilisation.
6	Sivakumar <i>et al.</i>	Évaluer l'efficacité des médias sociaux comme outil pédagogique et leur impact sur l'échange de connaissances entre étudiants universitaires et collégiaux.	Les caractéristiques des médias sociaux influencent considérablement le partage des connaissances des étudiants, avec une relation positive entre l'utilisation des médias sociaux et la motivation à apprendre et le partage des connaissances entre les étudiants des universités du sud de l'Inde.
7	Greenhow et Lewin (2015)	Étudiez l'utilisation des médias sociaux, y compris une application Facebook appelée Hot Dish, pour partager des connaissances sur les questions environnementales et encourager l'engagement civique des 16 à 25 ans concernant le réchauffement climatique et le changement climatique.	Un impact positif de Hot Dish sur les comportements pro-environnementaux des utilisateurs, l'engagement accru dans les actions civiques et la création d'une communauté en ligne de soutien où les jeunes se sentaient motivés à interagir.

8	Xie <i>et al.</i>	Examiner l'impact de l'information médiatique en réseau sur l'acquisition de connaissances en ligne par les étudiants universitaires pendant la pandémie de COVID-19.	Les médias principaux chinois et étrangers influencent de manière significative l'acquisition de connaissances en ligne des étudiants, plus que les médias sociaux. Alors que la pandémie du COVID-19 a eu un impact positif sur l'apprentissage en ligne, l'énorme quantité d'informations provenant des médias courants a affecté négativement la santé mentale des étudiants, réduisant leur motivation à acquérir des connaissances en ligne.
---	-------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

TABLE 1.1 – Tableau récapitulatif de quelques travaux sur les réseaux sociaux dans l'éducation

1.6 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons fourni un aperçu de l'utilisation des médias sociaux dans l'apprentissage. Ensuite nous avons présenté quelques travaux de recherche étudiant l'impact de ces réseaux sociaux sur l'apprentissage.

Dans le chapitre suivant, nous allons présenter un moyen pour suivre les apprenants, sur un système d'apprentissage, pour pouvoir évaluer leur réussite ou leur échec dans leur formation.

Chapitre 2

Les Traces d'apprentissage

2.1 Introduction

Il existe de nombreuses enquêtes dans le domaine de l'apprentissage ouvert et à distance qui soulignent la nécessité d'un suivi des apprenants. Les environnements d'apprentissage à distance présentent d'innombrables défis, tels que le risque d'abandon des apprenants, les obstacles démotivants et la difficulté pour les enseignants d'évaluer précisément l'engagement des apprenants.

Les enseignants ont besoin d'un suivi détaillé des activités des apprenants pour pouvoir interpréter efficacement les signes de réussite ou d'échec chez les apprenants. Cette compréhension repose souvent sur l'analyse des traces, qui, grâce à des méthodologies d'analyse et des techniques de visualisation des traces, permettent d'améliorer les résultats d'apprentissage.

Dans ce chapitre, nous présentons les traces d'apprentissages que les apprenants génèrent dans tout système d'apprentissage.

2.2 Définition

Il existe actuellement plusieurs définitions de traces, chacune variant selon la portée des traces.

Selon Champin et Prié (2002), cité dans [Zedadra, 2015], une trace est une séquence d'états et de transitions représentant l'activité de l'utilisateur sur un système. Cette séquence est constituée d'une collection d'éléments où sont enregistrés des interactions ou des événements dans un environnement numérique [Cordier *et al.*, 2013].

Dans le domaine de l'apprentissage, Jermann *et al.* (2001), cité dans [Halimi, 2009], définissent une trace comme l'observation ou l'enregistrement de l'interaction d'un utilisateur avec un système en vue d'une analyse.

2.3 Types de trace

Les traces apparaissent sous plusieurs formes. Selon [Annabi, 2020], ils peuvent être regroupés en quatre catégories selon le contenu de l'information qu'ils contiennent :

- Les traces informatives : Contiennent des données personnelles telles que le prénom et le nom, ainsi des informations techniques comme l'adresse IP et le navigateur utilisé.

- Les traces liées à l'exploitation d'une ressource : par exemple, l'historique d'accès à des média.
- Les traces liées aux activités d'apprentissage : temps de réponse, résultats de tests, etc.
- Les traces liées aux activités de communication : messages, discussions en ligne, destinataires.

Dans un autre contexte de recherche, Halimi [Halimi, 2009] distingue trois types de traces :

- Traces numériques : Il s'agit de données qui sont automatiquement collectées par le système d'apprentissage. Cela inclut des informations telles que les fichiers consultés, le nombre de pages de cours visitées, etc.
- Traces d'observation : Ces traces proviennent de l'observation directe de la situation d'apprentissage, à travers des commentaires manuels ou semi-automatiques sur les activités de l'utilisateur.
- Traces hybrides : Ce type de traces combine des éléments de traces numériques et des traces d'observation.

2.4 Traitement des traces

Il existe deux approches pour le traitement des traces : Loghin (2006) et David *et al.* (2005) [Zedadra, 2015].

2.4.1 Approche de Loghin (2006)

Les étapes du processus sont les suivantes [Zedadra, 2015] :

- Collecte : Les traces sont collectées à partir de diverses sources tels que des fichiers aux formats de texte, d'image, etc.
- Fusion : Combine les traces provenant de différentes sources pour fournir une vue globale de l'activité.
- Filtrage : Ce processus permet de réduire le temps d'analyse en supprimant les données non pertinentes.
- Structuration : Les traces sont organisées de manière facile à comprendre pour faciliter l'analyse.
- Analyse : Cette étape implique l'interprétation de la trace par l'analyste.

2.4.2 Approche de David *et al.* (2005)

Le processus suit trois étapes principales dans le traitement des traces [Zedadra, 2015] :

- Collecte : La première étape consiste à recueillir des traces brutes, qui représentent les événements, actions ou résultats liés à la situation d'apprentissage.
- Structuration : Les traces primitives sont ensuite organisées pour créer des métriques d'apprentissage qui donnent du sens aux données collectées.
- Exploitation : La dernière étape consiste à utiliser la trace structurée pour observer, évaluer ou ajuster la progression de l'apprentissage.

2.5 Analyse de l'apprentissage

2.5.1 Définition

L'analyse de l'apprentissage (Learning Analytics) est une approche multidisciplinaire qui permet d'explorer le contexte et l'environnement d'apprentissage.

La Society for Learning Analytics Research (SoLAR) définit l'analyse de l'apprentissage comme « la mesure, la collecte, l'analyse et la communication de données sur les apprenants et leur contexte afin de comprendre et d'optimiser l'apprentissage et les environnements dans lesquels il se produit », cité dans [Mangaroska et Giannakos, 2018]. Il s'agit d'utiliser les données sur l'apprentissage pour expliquer les comportements d'apprentissage, les difficultés et les réussites ou échecs des apprenants.

2.5.2 Le processus d'analyse de l'apprentissage

Le processus d'analyse de l'apprentissage suit plusieurs étapes distinctes, dont on cite les principales [Leitner *et al.*, 2017] :

- Capture des données : Les données sont collectées en temps réel à partir de diverses sources, notamment les environnements d'apprentissage virtuels (VLE), les portails Web, les forums, les salons de discussion et les systèmes d'information sur les étudiants. Cette étape constitue la base d'une analyse plus approfondie en collectant des données brutes sur les activités d'apprentissage.
- Construction de tableaux de bord : Les données collectées sont utilisées pour créer des modèles qui évaluent les progrès des apprenants. Les tableaux de bord sont utilisés pour présenter ces données visuellement, ce qui facilite leur compréhension.
- Analyse prédictive : Cette étape implique l'analyse des données pour identifier des modèles et des prédictions concernant la réussite, les résultats et les facteurs de risque des étudiants. Son objectif est d'orienter les décisions concernant la conception des cours, l'allocation des ressources et l'identification précoce des étudiants à risque.
- Exécution des actions : Sur la base de l'analyse, des actions appropriées sont appliquées pour améliorer les résultats d'apprentissage. Cela pourrait inclure la modification des méthodes d'enseignement, la fourniture d'un soutien supplémentaire aux étudiants à risque ou l'ajustement du contenu du cours pour traiter les problèmes identifiés.
- Raffinement : C'est la dernière étape du cycle, axée sur l'amélioration continue. Les connaissances acquises par l'analyse sont utilisées pour améliorer les modèles d'enseignement et d'apprentissage, ce qui conduit à un processus dynamique de raffinement et de l'adaptation.



FIGURE 2.1 – Les cinq étapes du processus d'analyse [Leitner *et al.*, 2017].

2.5.3 Les différents types d'analyses de données

L'analyse de l'apprentissage implique différents types d'analyses de données pour comprendre et améliorer les résultats éducatifs. Voici les quatre principaux types d'analyses de données utilisées dans l'analyse d'apprentissage [W8] :

- Analyse descriptive : Ce type d'analyse regarde les faits et les chiffres pour fournir une image claire des événements passés, permettant aux organisations d'évaluer les performances et de mesurer les résultats des apprenants.
- Analyse diagnostique : Elle vise à comprendre pourquoi quelque chose s'est produit. Elle utilise les données pour identifier des modèles, des tendances ou des anomalies, aidant les équipes d'analyse d'apprentissage à déterminer les raisons derrière des résultats spécifiques.
- Analyse prédictive : Elle aide à prédire les événements futurs en fonction des données et des tendances existantes. Ce type d'analyse d'apprentissage est utilisé pour prédire ce qui peut se produire, permettant aux éducateurs et aux organisations de se préparer aux résultats futurs.
- Analyse prescriptive : Elle fournit des recommandations axées sur les données pour guider la prise de décisions. Elle implique souvent des algorithmes automatisés qui suggèrent des actions spécifiques basées sur des données analysées.

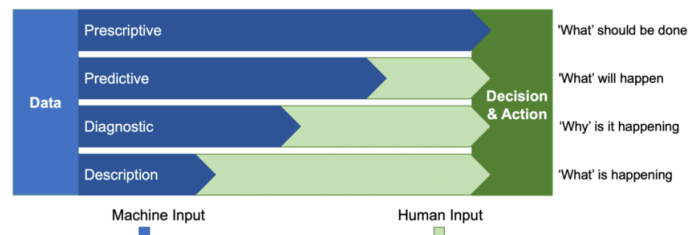


FIGURE 2.2 – Les quatre catégories d'analyse [Agrawal *et al.*, 2022].

2.5.4 Les indicateurs d'apprentissage

Selon Dimitracopoulou (2004), [Djouad *et al.*, 2010], « Un indicateur est une variable au sens mathématique à laquelle est attribué un ensemble de caractéristiques ».

La valeur d'un indicateur peut prendre une forme numérique ou alphanumérique, et dispose d'un statut. Le statut identifie des caractéristiques très spécifiques, c'est-à-dire le type de support que l'indicateur apporte à l'utilisateur. Chaque indicateur peut dépendre ou non d'autres variables telles que le temps et d'autres indicateurs. Pour calculer les indicateurs, on utilise soit des traces brutes, soit des traces transformées à des niveaux supérieurs de traces brutes [Djouad *et al.*, 2010].

2.6 Quelques travaux de recherche

Ci-dessous, quelques travaux sur les indicateurs d'apprentissage.

1. En 2022, [Ahmad *et al.*, 2022] présente un outils d'analyse de l'apprentissage appelé Open Learning Analytics Indicator Repository (OpenLAIR) et évalue son efficacité pour aider les concepteurs de cours, les enseignants et les étudiants à sélectionner les activités de formation et les indicateurs et les tableaux de bord pour l'évaluation de l'apprentissage.

L'étude comprenait un sondage portant sur les questions relatives à l'utilisabilité d'OpenLAIR, l'acceptation de la technologie et la pertinence d'indicateurs spécifiques. Il s'agit d'un ensemble d'indicateurs tels que la performance (Cet indicateur mesure les et l'ngagement (Cet indicateur mesure le niveau d'engagement des étudiants avec le matériel de cours).

L'évaluation a montré que les participants étaient en mesure d'utiliser OpenLAIR efficacement pour sélectionner des indicateurs pertinents pour différents scénarios, avec des commentaires positifs sur l'utilisabilité et l'utilité. En outre, l'étude a mis en évidence les différences dans la pertinence perçue des indicateurs entre différents groupes, tels que les enseignants/chercheurs, les personnes âgées, les juniors et les étudiants, Cela met en lumière l'importance de prendre en considération des perspectives diverses lors de la sélection d'indicateurs.

2. En 2023, [Ahmadi *et al.*, 2023] identifie des indicateurs d'engagement des étudiants dans les systèmes de gestion de l'apprentissage (LMS) grâce à un examen systématique de la littérature.

À partir d'articles publiés jusqu'en juin 2021, il a été extrait 27 indicateurs de l'engagement des étudiants dans les MSL, qui ont été Catégorisés trois catégories : a) connexion et utilisation, b) performance des étudiants et c) communication.

Il s'agit d'un ensemble d'indicateurs tels que le nombre de jours passés sur le LMS (cet indicateur mesure la fréquence des connexions d'un étudiant au LMS), le nombre de vues du contenu du cours et l'évaluation du contenu du cours (J'aime, commentaires, questions).

3. En 2023, [Ifenthaler *et al.*, 2023] présente une classification des mesures d'évaluation d'apprentissage. La méthodologie utilisée dans cet article est une revue systématique de 114 articles de recherche sur des revues en ligne. Sur la base de ces revues, les auteurs ont identifié des modes d'évaluation (automatique, par les pairs, soi-même,

enseignant), des formats d'évaluation (formative, sommative) et des formats d'évaluation (formative, sommative). Type d'évaluation (réponse courte, enquête, dissertation, portfolio, etc.) et commentaires associés. (Basé sur des rubriques, narratif, exactitude, reporting, etc).

Les indicateurs d'évaluation furent classés par méthode, format, type de commentaire et contenu.

4. En 2023, [Dos Santos *et al.*, 2023] réfléchis à la manière la plus efficace de visualiser des indicateurs d'apprentissage, en se concentrant sur l'accès au système, les ressources consultées, les activités effectuées et les performances aux activités.

Les auteurs ont identifié quatre mesures clés (accès au système, ressources consultées, activités effectuées et performances des activités) qui sont importantes pour visualiser les données liées à l'apprentissage dans l'enseignement de la programmation. Ces indicateurs ont été extraits de la littérature existante et ont servi de fondement à la création du modèle de tableau de bord proposé. Les stratégies de visualisation incluait l'utilisation de graphiques à barres, de graphiques à nuages de points et de graphiques linéaires pour représenter les performances des élèves, l'accès aux ressources et les interactions du système.

5. En 2013, [Phillips *et al.*, 2012] envisage l'utilisation de l'analyse de l'apprentissage comme indicateur du comportement des élèves dans des environnements éducatifs fondés sur la technologie éducative en ligne, avec un accent particulier sur le système de capture de cours Lectopia.

Grâce à cet outil, ils ont pu analyser les données liées aux interactions des étudiants avec le système, notamment les modèles d'accès, la fréquence d'utilisation et les types d'engagement. Cette méthodologie combinait des données d'enquête, des analyses d'apprentissage et des entretiens avec des étudiants pour créer une description complète du comportement d'apprentissage d'un individu.

Les étudiants ont utilisé le système Lectopia à des degrés divers, depuis des utilisateurs occasionnels jusqu'à des utilisateurs qui n'accédaient à leurs dossiers que de manière intermittente ou intensive. Les chercheurs ont identifié les catégories suivantes :

- Conscients : Les étudiants accèdent régulièrement à la conférence actuelle dans la plupart des semaines où une conférence est disponible.
- de bonne volonté : Les étudiants commencent avec un modèle d'accès hebdomadaire cohérent qui diminue progressivement au cours du semestre.
- Utilisateurs repentants : Une activité prolongée est observée à partir de la cinquième semaine du semestre.
- Temps libre : La plupart des visites se produisent pendant les semaines sans nouvelles conférences, telles que les pauses de mi-semestre.
- Bachotage : La majorité de l'utilisation se produit dans les deux semaines qui précèdent les examens finaux ou les évaluations.
- One-Hit Wonders : Les étudiants n'ont accès qu'à une seule conférence une fois tout au long du semestre.
- Aléatoire : Aucun modèle d'accès cohérent n'est observé.
- Non utilisé : Malgré l'enregistrement, il n'y a aucune activité sur le système Lectopia.

2.6.1 Récapitulatif des travaux de recherche

	Auteurs	Objectifs	Traces/ indicateurs
1	Ahmad <i>et al.</i> (2022)	Évaluez OpenLAIR pour aider les concepteurs de cours, les enseignants, les étudiants et les chercheurs en éducation à sélectionner des activités et des mesures pour la conception des cours et des tableaux de bord	<ul style="list-style-type: none"> -Performance. -L'auto-régulation(l'autosuffisance, la motivation, l'alerte, la rétroaction et la sensibilisation) -Modèles d'apprentissage (comportement). -Engagement.
2	Ahmadi <i>et al.</i> (2023)	-Identifier les indicateurs d'engagement des étudiants dans les systèmes de gestion de l'apprentissage (LMS) grâce à une revue systématique de la littérature.	<ul style="list-style-type: none"> - L'accès au matériel de cours (y compris le téléchargement et le téléchargement de fichiers et le contrôle de l'accès à ce matériel). -La participation à des forums (liés à la participation des étudiants aux discussions en ligne, aux forums et aux forums de discussion au sein du LMS). -L'enregistrement et l'utilisation (par exemple, les heures de connexion et de déconnexion, fréquence des visites, durée des séances). -Évaluation du contenu du cours (J'aime, commentaires, questions). -Devoirs (par exemple nombre de soumissions, délais, notes). -Messages (par exemple nombre de messages envoyés et informations reçues, fréquence de communication avec les professeurs et les collègues, etc).

3	Ifenthaler, Heil et Greiff (2023)	Présenter une classification des mesures d'analyse d'évaluation	<ul style="list-style-type: none"> -Indicateurs entre pairs et enseignants : indicateurs basés sur les forces et les faiblesses, les comparaisons entre pairs et les écarts par rapport à diverses évaluations. - Indicateurs de progrès. - Facteurs de performance (tels que le pourcentage de réponses correctes). - Fonctionnalités temporelles (telles que le temps passé sur des tâches individuelles).
4	dos Santos <i>et al.</i> (2023)	Identifier des mesures pour l'évaluation de l'apprentissage dans l'enseignement de la programmation et proposer des moyens efficaces de les visualiser.	<ul style="list-style-type: none"> -Accès au système(mesure le nombre de fois qu'un utilisateur accède au système éducatif.) -Ressources consultées (mesure la quantité de ressources consultées par rapport au total des ressources disponibles dans le système). -Activités réalisées (mesure le nombre d'activités réalisées par le système éducatif étudiants). -Performances aux activités (mesure les échecs et les réussites des élèves dans les activités disponibles dans le système).
5	Phillips <i>et al.</i> (2012)	Utiliser l'analyse de l'apprentissage comme indicateur du comportement des élèves dans des environnements éducatifs technologiques.	Classement des étudiants selon plusieurs catégories : Conscients, de bonne volonté, Utilisateurs repentants, Temps libre, Bachtage, One-Hit Wonders, Aléatoire, Non utilisé.

TABLE 2.1 – Récapitulatifs des travaux de recherche

2.6.2 Liste des indicateurs identifiés

On a identifié un ensemble d'indicateurs, issus des travaux sur l'apprentissage suivants : [Ahmad *et al.*, 2022, Dos Santos *et al.*, 2023, Ifenthaler *et al.*, 2023].

Catégories	Indicateurs	Description
Statistiques d'engagement	Événements d'apprentissage	Mesure les types d'activités d'apprentissage (création, exploration, pratique, etc.), fournissant des informations sur l'engagement.
	Activités d'apprentissage	Enregistre les activités en classe et en ligne (exercices, discussions, présentations, etc.), indiquant comment les apprenants s'engagent.
	Indicateurs d'activité	Mesures telles que le nombre de vues, la fréquence de connexion, et la durée des sessions, offrant une vue générale de l'engagement des apprenants.
	Métriques du système	Données provenant des interactions des apprenants avec les systèmes de gestion de l'apprentissage (nombre de posts, fréquence de connexion, etc.).
	Accès au système	Compte les accès au système, indiquant le niveau d'engagement.
	Ressources consultées	Indique la quantité de ressources utilisées, montrant l'engagement des apprenants.
	Activités réalisées	Mesure le nombre d'activités menées, indiquant les niveaux d'engagement.
	Indicateurs liés à l'apprenant	Informations sur les apprenants qui peuvent influencer l'engagement.
	Indicateurs liés au contexte	Décrit l'environnement dans lequel l'apprentissage a lieu, montrant l'engagement dans différents environnements.
	Indicateurs sociaux	Mesure la manière dont les apprenants interagissent avec les autres, montrant leur engagement social.
Statistiques de performance	Performance dans les activités	Mesure les erreurs et les succès dans les activités, indiquant la performance des apprenants.
	Analyse d'évaluation	Représente les types d'évaluations (formative, sommative) pour évaluer les performances.
	Analyse d'évaluation	Différents formats d'évaluation (essai, questionnaire), offrant diverses façons de mesurer la performance.
	Analyse d'évaluation	Classifie les types d'évaluation pour évaluer les progrès des apprenants.
	Contenu de la rétroaction	Donne des informations sur les performances des apprenants, mettant en lumière les points forts et faibles.

	Indicateurs liés aux résultats	Donne des informations sur les résultats des activités des apprenants, révélant leur performance.
--	--------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------

TABLE 2.2 – Liste d'indicateurs

2.7 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté l'utilisation des traces dans l'analyse et l'évaluation des apprenants sur un système d'apprentissage, à travers leur définition, leurs types et leurs traitements.

Dans le chapitre suivant, nous allons présenter notre système de réseau social d'apprentissage avec lequel des traces d'activités des apprenants sur le système vont être capturées et analysées.

Chapitre 3

Conception du Système

3.1 Introduction

Ce chapitre décrit la structure générale du système développé. Nous présentons d’abord les objectifs du projet, puis discutons de l’architecture générale du système. Ensuite, nous fournissons une explication détaillée de l’approche proposée et de la structure de la base de données. De plus, nous explorerons les indicateurs proposées pour évaluer l’utilisation du système par les apprenants.

3.2 Objectifs du système

Les objectifs de notre travail sont résumés comme suit :

- Utiliser un réseau social qui connecte l’enseignant et les étudiants, où l’enseignant présente des leçons et des activités sous forme de publications ou les place directement sur la page du cours. De son côté, l’apprenant interagit avec ses pairs et l’enseignant à travers la publication, les commentaires, les “j’aime” et les messages.
- Partager différents types de documents (image, fichier, texte).
- Rédiger un questionnaire avec évaluation du travail des étudiants.
- Former des groupes auxquels l’enseignant assigne des activités collaboratives.
- Proposer des exercices à résoudre collectivement.
- Fournir des outils de communication entre les membres du groupe, via le service de messagerie instantanée disponible sur la page des exercices, en plus de fournir des outils de formation.
- Utiliser des indicateurs et les analyser pour classer les étudiants.

3.3 Architecture du système

3.3.1 Architecture globale du système

Le système à élaborer comprend deux composantes fondamentales. La première composante est un réseau d’apprentissage social, tandis que la seconde est un système de gestion des cours pour l’enseignant et les étudiants.

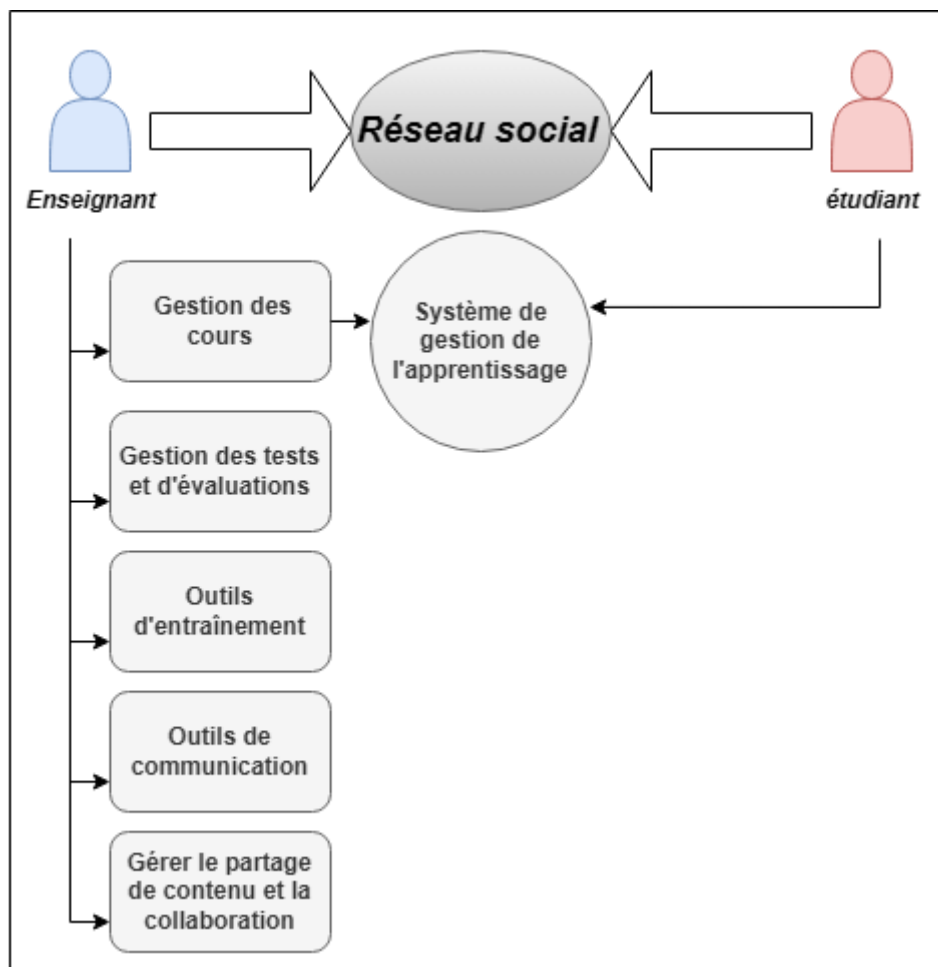


FIGURE 3.1 – L'architecture globale du système.

Les services et les activités offertes par notre système sont divisés en cinq sous-systèmes :

- Sous-système de gestion de cours : Un système qui vous permet de gérer les ressources pédagogiques. L'enseignant peut ajouter des cours, et l'apprenant suit les cours attachés aux exercices créés par l'enseignant. Chaque cours possède son propre exercice, que les apprenants peuvent télécharger.
- Sous-système de gestion des tests et d'évaluations : Ce système permet de gérer les ressources pédagogiques. L'enseignant peut ajouter des tests composés de questionnaires, ainsi que des exercices en langages XML, XSD et XSL. Les apprenants suivent et réalisent des tests et des exercices créés par l'enseignant.
- Sous-système d'outils d'entraînement : Ce sous-système fournit des outils pour aider les apprenants à pratiquer et à améliorer leurs compétences. Dans notre système, nous avons utilisé un outil pour la validation d'un document XML face à un XSD, et un outil de transformation XSLT vers HTML.
- Sous-système d'outils de communication : Ce sous-système facilite la communication entre les enseignants et les apprenants. Il comprend des outils tels que des forums de discussion et une messagerie instantanée. Il permet aux enseignants de fournir des commentaires en temps réel et de répondre aux questions des apprenants.
- Sous-système de partage de contenu et de gestion de la collaboration : Ce sous-système permet le partage de contenu éducatif entre enseignants et apprenants. Il

favorise la collaboration entre les apprenants à travers des projets de groupe, des documents partagés, et d'autres activités collaboratives. Dans notre système, nous avons fourni à l'apprenant une interface qui affiche l'exercice et une fonctionnalité permettant d'avoir une discussion de groupe pour collaborer à la résolution des exercices. Il comprend également des outils de téléchargement et de gestion de différents types de fichiers.

3.4 Analyse fonctionnelle

Dans cette section, nous présentons les acteurs du système ainsi que les fonctionnalités de chaque acteur.

3.4.1 Les acteurs

Notre système éducatif repose sur deux protagonistes principaux : les enseignants et les étudiants. Chacun a des responsabilités spécifiques :

- **L'Étudiant** : Le pivot central du système, ils acquièrent des connaissances à travers des activités individuelles ou collaboratives conçues par l'enseignant. Ces activités encouragent le travail collaboratif au sein des groupes d'étudiants.
- **L'enseignant** : Responsable de la conception et de la mise en œuvre des cours et des activités pédagogiques.

3.4.2 Le rôle de chaque acteur :

- **Enseignant** : Les principales fonctions dévolues à l'enseignant sont exposées dans la figure suivante :

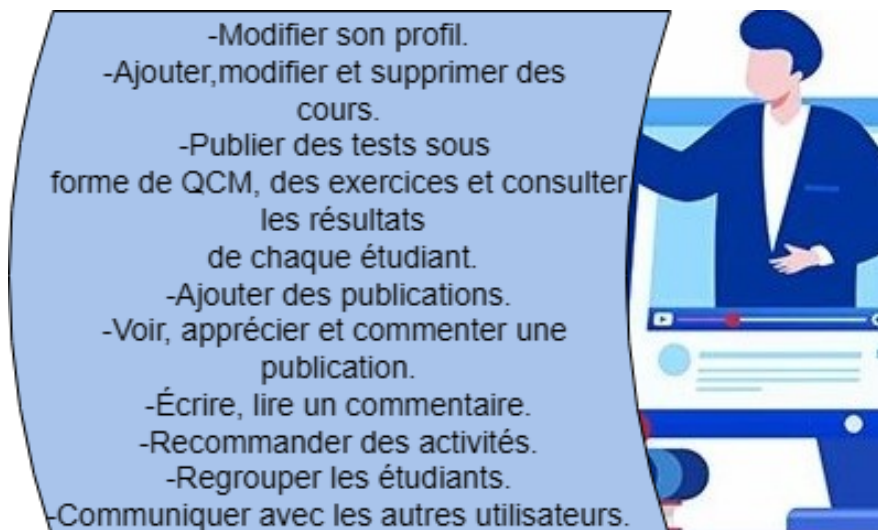


FIGURE 3.2 – Principaux rôles de l'enseignant.

- **Étudiant** : Les principales responsabilités attribuées à l'étudiant sont illustrées dans la figure suivante :

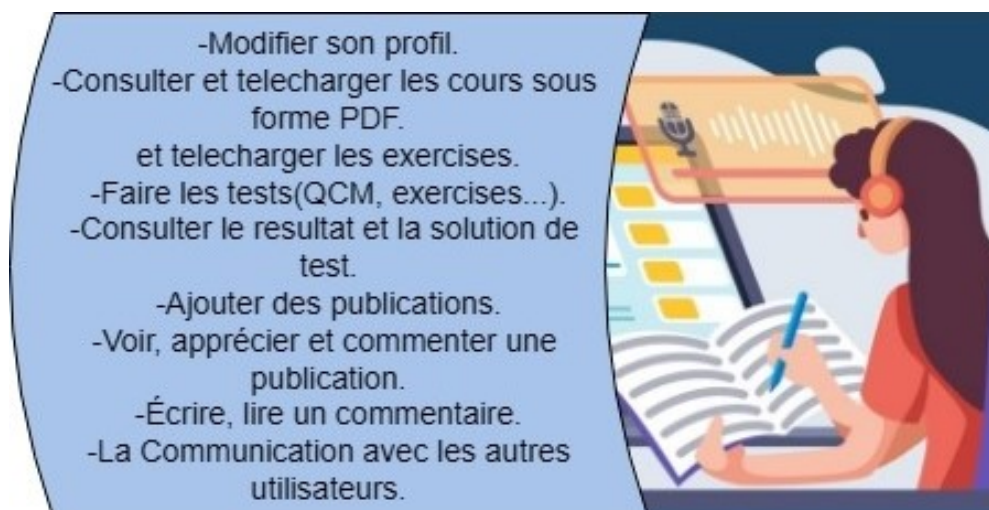


FIGURE 3.3 – Principaux rôles de l'étudiant.

3.4.3 Diagramme de cas d'utilisation

Nous présentons le diagramme de cas d'utilisation correspondant aux utilisateurs (enseignants et étudiants) décrits ci-dessus :

3.4.4 Règles de gestion

Les règles de gestion sont les suivantes :

- Un utilisateur doit avoir un nom d'utilisateur, un nom et un prénom, une adresse e-mail, un mot de passe, une date de naissance, un profil, un sexe et une photo de profil.
- Un enseignant doit avoir un nom d'utilisateur, un nom et un prénom, une adresse e-mail, un mot de passe, une date de naissance, un profil, un sexe et une photo de profil.
- Un groupe doit avoir un nom, l'identification de la personne qui l'a créé, la liste des membres qui contient un ou plusieurs étudiants.
- Une publication doit avoir un texte, une date et une heure de publication.
- Un message doit avoir un destinataire, un expéditeur, un contenu, une date, une heure.
- Un QCM doit avoir 4 réponses possibles, et peut avoir une réponse correcte.
- Un utilisateur peut créer zéro, un ou plusieurs groupes.
- Un utilisateur peut publier aucune, une ou plusieurs publications.
- Un utilisateur peut apprécier aucune, une ou plusieurs publications.
- Un utilisateur peut commenter aucune, une ou plusieurs publications.
- Un enseignant peut ajouter un ou plusieurs cours.
- Un enseignant peut ajouter un ou plusieurs examens (exercices).
- Un utilisateur peut envoyer un message à un ou plusieurs utilisateurs.
- Un étudiant peut envoyer un ou plusieurs messages dans un groupe.
- Une publication peut avoir aucune, une seule, ou plusieurs appréciations.
- Une publication peut avoir aucune, une seule, ou plusieurs commentaires.
- Un examen est proposé à un ou plusieurs groupes.
- Un étudiant peut avoir aucune ou une note pour un QCM.
- Un étudiant peut suivre un ou plusieurs cours.
- Un apprenant peut répondre à un ou plusieurs examens.

3.4.5 Dictionnaire de données

Code	Nom	Signification	Type	Longueur	Nature
Utilisateur	id	identificateur de l'utilisateur	N	11	Auto-incrément
	nom	nom de l'utilisateur	AN	200	
	prénom	prénom de l'utilisateur	AN	200	
	email	adresse e-mail de l'utilisateur	AN	200	
	birth	date de naissance	AN	200	JJ/MM/AAAA

	password	mote de passe	AN	200	
	Cpassword	Confirmez le mot de passe	AN	200	
	sex	le Sexe de l'utilisateur	AN	200	
	Profile	Type d'utilisateur	AN	200	
	picture	le Profile de l'utilisateur	AN	1000	
Postes	id_post	identificateur de publication	N	11	Auto-incrément
	id_user	identificateur de l'utilisateur	N	11	
	post	contenu de publication	AN	1000	
	picture	Photo poster	AN	1000	
	time	La date du poste	timestamp		
comment	id_com	identificateur de commentaire	N	11	Auto-incrément
	id_user	identificateur de l'utilisateur	N	11	
	id_post	identificateur de publication	N	11	
	com	Le contenu du commentaire	AN	500	
	time_comm	La date d'un commentaire	timestamp		
like_pub	id_user	identificateur de l'utilisateur	N	11	
	id_post	identificateur de publication	N	11	
	rating_action	la réaction de l'utilisateur	AN	255	
Groupe	id	identificateur de groupe	N	11	Auto-incrément
	nom	nom de groupe	AN	200	
	created_by	L'utilisateur qui a créé le groupe	AN	255	
	created_at	La date a créé le groupe	timestamp		
	picture	Photo de groupe	AN	255	
user_group	id_user	identificateur de l'utilisateur	N	11	
	id_gr	identificateur de groupe	N	11	
	user_names	les membres de groupe	AN	255	
Cours	course_id	identificateur de cours	N	11	Auto-incrément
	course_name	nom de cours	AN	255	

	course_descr	Description de cours	text		
	course_auth	Le professeur qui a créé le cours	AN	255	
	course_durs	La taille horaire du cours offert par le professeur	text		
	course_pdf	Dossier de cours en PDF	AN	5000	
	course_exercise	L'exercice pour chaque cours	AN	255	
Exercices	exercise_id	identificateur de exercices	N	11	Auto-incrément
	exercise_name	nom de exercices	AN	255	
	exercise_description	Description de exercices	text		
	exercise_explanation	Contenu de l'exercices	AN	500	
	created_by	La personne qui a créé l'exercices	N	11	
	start_time	La date a créé l'exercices	timestamp		
Answers	id	identificateur la réponse	N	11	Auto-incrément
	user_name	La personne qui a répondu	AN	255	
	xml	Contenu de la réponse	text		
	xsl	Contenu de la réponse	text		
	created_at	La date a créé la réponse	timestamp		
Message	msg_id	identificateur de message	N	11	Auto-incrément
	sender_id	identificateur de l'utilisateur qui a envoyé le message	N	11	
	receiver_id	identificateur de l'utilisateur qui a reçu le message	N	11	
	message_content	Contenu de la message	AN	255	
	sent_at	La date à laquelle le message a été envoyé	timestamp		
Group_messages	id	identificateur de message groupe	N	11	Auto-incrément
	message_content	Contenu de la message	text		
	group_id	identificateur de groupe	N	11	

	sender_id	identificateur de l'utilisateur	N	11	
	sent_at	La date à laquelle le message a été envoyé	timestamp		
Notifications	notification_id	identificateur de Notification	N	11	Auto-incrément
	user_id	identificateur de l'utilisateur qui a envoyé les notifications	N	11	
	notification_message	Contenu des notifications	AN	255	
	action_link	Lien pour recevoir des notifications	AN	255	
	created_at	La date de notifications	timestamp		
	seen	Voir la notification ou non	tinyint		
Questionnaire	id	identificateur de questionnaire	N	11	Auto-incrément
	nomqstnr	le nom de questionnaire	AN	20	
	temps	Temp du questionnaire	N	11	
	duree	Heure de création du questionnaire	N	11	
Question	id	identificateur de question	N	11	Auto-incrément
	enonce	la enonce de question	text		
	illustration	illustration du question	text		
	difficulte	difficulte du question	N	11	
	duree	Heure de création du question	N	11	
Note	note	Note de examen	N	2	
	idpasse	identificateur de passe	N	100	
	id_user	identificateur de l'utilisateur	N	11	
	idexam	identificateur de questionnaire	N	11	
	idrps	identificateur de réponse	N	11	
Passe	id	identificateur de passe	N	11	Auto-incrément
	id_user	identificateur de l'utilisateur	N	11	
	idexam	identificateur de questionnaire	N	11	

	passee	la enonce de question	tinyint	1	
	dateexamdebut	date de début de l'examen	date		
	heureexamdebut	heure de début de l'examen	time		
	dateexamfin	date de fin de l'examen	date		
	heureexamfin	heure de fin de l'examen	time		
Reponse	id	identificateur de reponse	N	11	Auto-incrément
	idqst	identificateur de question	N	11	
	rep	la reponse de question	text		
	illustration	illustration du question	text		
	correcte	la Réponse de question	tinyint	1	

TABLE 3.1 – Dictionnaire de données.

3.4.6 Liste des entités

N°	Tableau	Attributs	Identifiant
1	users	- id - nom - prenom - email - birth - password - Cpassword - sex - Profile - picture	- id
2	postes	- id_post - post - picture - time	- id_post
3	comment	- id_com - com - time_comm	- id_com

4	course	- course_id - course_name - course_descr - course_auth - course_durs - course_pdf - course_exercise	- course_id
5	exercises	- exercise_id - exercise_name - exercise_description - exercise_explanation - start_time	- exercise_id
6	answers	- id - user_name - xml - xsl - created_at	- id
7	groupe	- id - nom - created_at - picture	- id
8	group_messages	- id - message_content - sent_at	- id
9	message	- msg_id - message_content - sent_at	- msg_id
10	notifications	- notification_id - notification_message - action_link - created_at - seen	- notification_id
11	passee	- id - passe - dateexamdebut - heureexamdebut - dateexamfin - heureexamfin	- id
12	question	- id - enonce - illustration - difficile - duree	- id
13	reponse	- id - rep - illustration - correcte	- id

TABLE 3.2 – Liste des entités.

3.4.7 Diagramme de classe

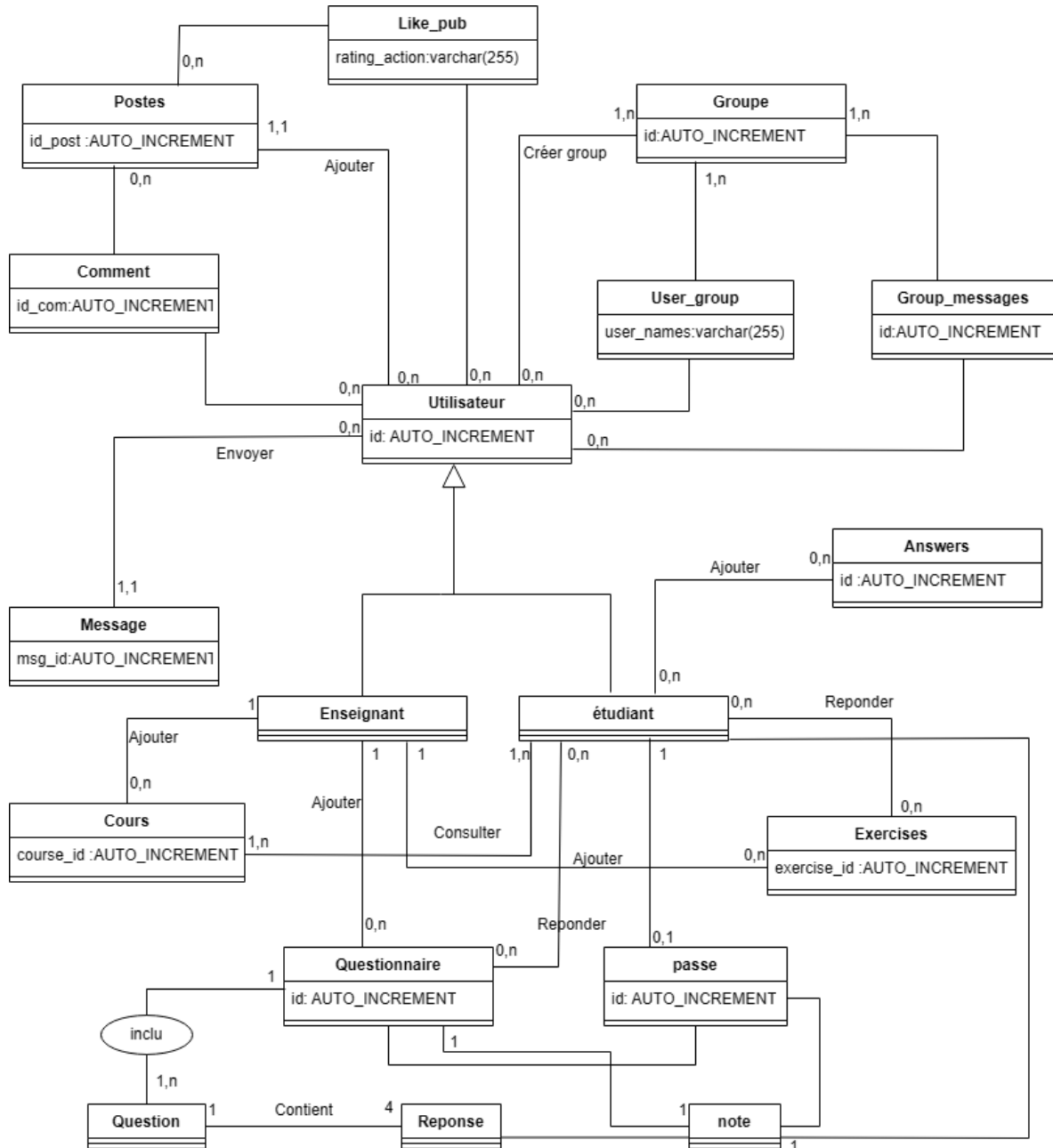


FIGURE 3.5 – Diagramme de classe.

3.4.8 Schémas relationnels

Les schémas relationnels sont donnés comme suit :

- **Utilisateur** (*id*, *nom*, *prenom*, *email*, *birth*, *password*, *sex*, *Profile*, *picture*).
- **Comment** (*id_com*, *com*, *time_comm*, *#id_user*, *#id_post*).

- **Answers** (*id*, *user_name*, *xml*, *xsl*, *created_at*).
- **Course** (*course_id*, *course_name*, *course_descr*, *course_auth*, *course_durs*, *course_pdf*, *course_exercise*).
- **Exercises** (*exercise_id*, *exercise_name*, *exercise_description*, *exercise_explanation*, *#created_by*, *created_at*, *start_time*).
- **Groupe** (*id*, *nom*, *created_by*, *created_at*, *picture*).
- **Message** (*msg_id*, *#sender_id*, *#receiver_id*, *message_content*, *sent_at*).
- **Group_messages** (*id*, *message_content*, *sent_at*, *#group_id*, *#sender_id*).
- **Postes** (*id_post*, *post*, *picture*, *time*, *#id_user*).
- **like_pub** (*#user_id*, *#post_id*, *rating_action*).
- **user_group** (*#id_user*, *#id_gr*, *user_names*).
- **Notifications** (*notification_id*, *notification_message*, *action_link*, *created_at*, *#user_id*).
- **Questionnaire** (*id*, *nomqstnr*, *temps*, *duree*, *#idbnq*).
- **Question** (*id*, *enonce*, *illustration*, *difficulte*, *duree*, *#idbnq*).
- **Passe** (*id*, *passe*, *dateexamdebut*, *heureexamdebut*, *dateexamfin*, *heureexamfin*, *#idexam*, *#id_user*).
- **Note** (*#idpasse*, *#id_user*, *#idexam*, *#idrps*, *note*).
- **Reponse** (*id*, *rep*, *illustration*, *correcte*, *#idqst*).
- **Inclu** (*#idqst*, *#idqst*).

3.5 Modélisation des indicateurs par catégories

Nous avons établi une liste d'indicateurs qui pourrait nous permettre d'évaluer l'utilisation du réseau social d'apprentissage par les étudiants. Ces indicateurs ont été classés en plusieurs catégories selon la nature de l'information attendue de l'indicateur.

Nous avons identifié cinq catégories : Motivationnel, Statistiques d'engagement, Cognitif, Statistiques de performance, Collaboratif .

La figure suivante montre comment sont extraits les indicateurs à partir du réseau social d'apprentissage.

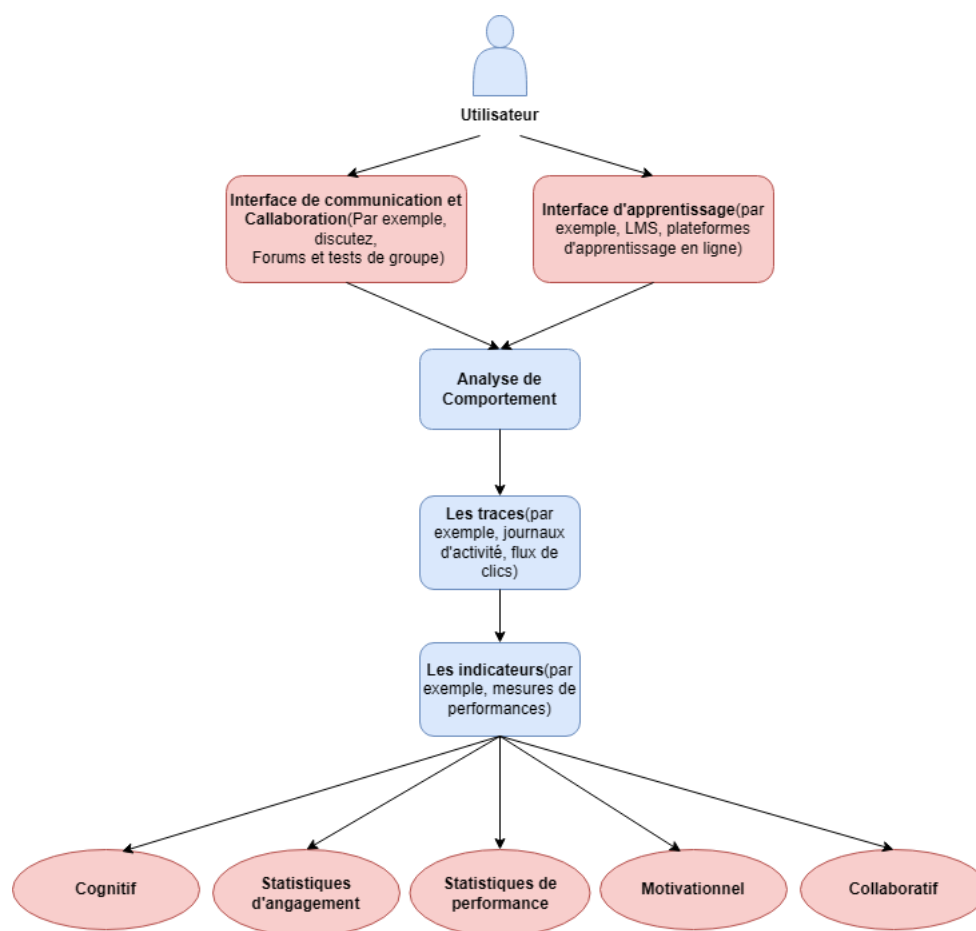


FIGURE 3.6 – Extraction des indicateurs à partir du réseau social d'apprentissage

Le classement des indicateurs par catégories est le suivant :

N°	Catégories	Indicateur	Codification
1	Motivationnel	Connecter au système	CS
		Déconnecter du système	DS
		Aimer une publication	AP
		Ne pas aimer une publication	NO_AP
		Commenter une publication	C_Pub
		Publier une publication	P_Pub
		Publier un fichier PDF ou Publier une image	P_PDF
		Créer un groupe	CG
		Rejoindre le groupe	RG
		Supprimer une publication	SUP_PUB
		Supprimer un commentaire	SUP_C
		Quitter groupe	QG
		Modifier une publication	MOD_PUB
		Modifier un commentaire	MOD_C
Modifier le groupe (Ajouter d'autres utilisateurs)	MOD_G		

2	Statistiques d'engagement	Consulter le profil	CON_P
		Consulter page d'accueil	CON_H
		Modifier le profil	MOD_P
		Consulter le chat	CON_CH
		Consulter un groupe	CON_G
		Consulter un cours	CON_C
		Consulter des outils d'entraînement	CON_OD
		Consulter des exercices	CON_EX
3	Cognitif	Répondre à des questionnaires	R_QST
		Répondre à des tests	R_TST
4	Statistiques de performance	Note obtenue au test	NOTE
		Temps de réponse	TMP_RP
5	Collaboratif	Envoyer un message	ENV_MSG
		Recevoir un message	RCV_MSG

TABLE 3.3 – Classification des indicateurs du système.

3.5.1 Calcul des indicateurs

À partir des traces fourni par le système les valeurs des indicateurs sont calculées. Ces valeurs vont nous permettre d'avoir une image de l'activité des étudiants sur le réseau social d'apprentissage. Les indicateurs sont classés par catégorie.

- **Catégorie Motivationnelle**

- Connecter au système (CS) : Compter le nombre de fois que l'utilisateur s'est connecté au système.
- Déconnecter du système (DS) : Compter le nombre de fois où l'utilisateur s'est déconnecté du système.
- Aimer une publication (AP) : Compter le nombre de likes que chaque utilisateur a donné sur les publications.
- Ne pas aimer une publication (NO_AP) : Compter le nombre de « Je n'aime pas » chaque utilisateur sur les publications.
- Commenter une publication (C_Pub) : Comptez le nombre de commentaires formulés par chaque utilisateur.
- Publier une publication (P_Pub) : Il est obtenu en comptant le nombre de posts publiés par chaque utilisateur.
- Publier un fichier PDF ou publier une image (P_PDF) : Il est obtenu en comptant Le nombre de publications contenant des images créées par chaque utilisateur.
- Créer un groupe (CG) : Nous récupérons les identifiants des utilisateurs ayant créé des groupes.
- Rejoindre un groupe (RG) : Compte le nombre de groupe dont l'étudiant est membre.

- j) Supprimer une publication (SUP_PUB) : Compte le nombre de fois que chaque utilisateur supprime une publication.
- k) Supprimer un commentaire (SUB_C) : Compte le nombre de fois que chaque utilisateur supprime un commentaire.
- l) Quitter un groupe (QG) : Compte le nombre de fois que chaque utilisateur quitte le groupe.
- m) Modifier une publication (MOD_PUB) : Compte le nombre de fois que chaque utilisateur modifie une publication.
- n) Modifier un commentaire (MOD_C) : Compte le nombre de fois que chaque utilisateur modifie un commentaire.
- o) Modifier un groupe (Ajouter d'autres utilisateurs)(MOD_G) : Compte le nombre de fois que chaque utilisateur modifie un groupe.

- **Catégorie des statistiques d'engagement**

- a) Consulter le profil (CON_P) : Il compte le nombre de fois que chaque utilisateur visite et met à jour sa page personnelle qui contient ses informations.
- b) Consulter page d'accueil (CON_H) : Il compte le nombre de fois que chaque utilisateur visite et met à jour la page pour afficher tout ce qui a été posté par un utilisateur.
- c) Modifier le profil (MOD_P) : Il compte le nombre de fois que chaque utilisateur visite la page pour modifier ses informations personnelles.
- d) Consulter le chat (CON_CH) : Il compte le nombre de fois que chaque utilisateur visite la page de chat (individuel ou en groupe).
- e) Consulter un groupe (CON_G) : Il compte le nombre de fois que chaque utilisateur visite la page des groupes.
- f) Consulter un cours (CON_C) : Il compte le nombre de fois que chaque utilisateur visite la page du cours créée par l'enseignant.
- g) Consulter des outils d'entraînement (CON_OD) : Il compte le nombre de fois que chaque utilisateur visite la page d'outils d'entraînement XSD et XSL.
- h) Consulter des exercices (CON_EX) : Il compte le nombre de fois que chaque utilisateur visite la page d'exercice.

- **Catégorie des statistiques de performance**

- a) Note obtenue au test (note) : Note obtenue par l'étudiant à chaque examen passé.
- b) Temps de réponse (TMP_RP) : Calculer le nombre de jours entre les dates de début et de fin de l'essai, la différence de temps entre le début et la fin du test, et marquer l'utilisateur qui a terminé le test à l'époque.

- **Catégorie cognitive**

- a) Répondre à des questionnaires(R_QST) : Informations sur l'engagement et les réponses des utilisateurs. Compter le nombre d'examens terminés pour chaque étudiant, à l'exclusion des tests incomplets.
- b) Répondre à des tests (R_tst) : Compter le nombre d'examens effectués par chaque étudiant.

- **Catégorie collaborative**

- a) Envoyer un message (ENV_Msg) : Il compte le nombre de fois où chaque utilisateur envoie un message à un autre utilisateur.
- b) Recevoir un message (RCV_Msg) : Il compte le nombre de fois où chaque utilisateur reçoit un message d'un autre utilisateur.

3.6 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons commencé par présenter les objectifs du projet et la conception générale du système proposé. Nous avons ensuite discuté de l'architecture générale et des rôles des utilisateurs (enseignant et étudiants) et les modèles de données conceptuel et logique ont été présentés pour décrire la structure de la base de données du système. Enfin, nous avons discuté de la classification et du calcul d'indicateurs basés sur les traces d'activité des étudiants sur notre système.

Dans le chapitre suivant, nous allons présenter quelques interfaces du système implémenté, ainsi que les résultats d'une expérimentation du système par des étudiants et une discussion de ces résultats.

Chapitre 4

Implémentation du système

4.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous présenterons la mise en œuvre de notre système. La première partie contient une présentation des environnements de développement matériels et logiciels utilisés pour mettre en œuvre notre système. Ensuite, nous allons détailler les différentes interfaces mises au point pour faciliter l'utilisation de l'outil par les enseignants et les étudiants. Dans la dernière partie, nous présenterons une expérimentations des indicateurs proposés.

4.2 Environnement de développement

4.2.1 Environnement matériel

Matériel	Caractéristiques
PC	-Processeur : Intel(R) Core(TM) i3-2328M CPU @ 2.20GHz 2.20 GHz. -Memoire Vive(Ram) : 6.00 Go. -Systems d'exploitation 64 bits :Windows 10 Professionnel.

TABLE 4.1 – Caractéristiques du matériel.

4.2.2 Environnement logiciel

La réalisation d'un système informatique nécessite des outils logiciels comme le langage de programmation et l'environnement de programmation. Les outils de développement utilisés sont :

Visual Studio Code

Visual Studio Code est un éditeur de code source léger mais puissant qui s'exécute sur votre bureau, disponible pour Windows, macOS et Linux. Il est livré avec une prise en charge intégrée pour JavaScript, TypeScript et Node.js et dispose d'un écosystème riche d'extensions pour d'autres langages et environnements d'exécution (comme C++, C#, Java, Python, PHP, Go, et .NET). Cet outil gratuit est conçu pour faciliter l'apprentissage

de la programmation et possède des fonctionnalités telles que la coloration syntaxique, IntelliSense et le débogage automatique pour accélérer votre apprentissage. En outre, l'éditeur comprend le contrôle de version pour sauvegarder votre travail au fil du temps et une fonctionnalité d'équipe pour visualiser les changements dans votre code [W10].

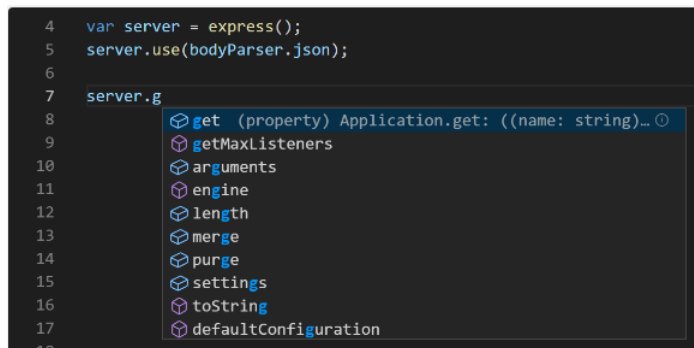


FIGURE 4.1 – L'interface de Visual Studio Code.

XAMPP

XAMPP est l'un des serveurs Web cross-plateforme les plus largement utilisés, qui aide les développeurs à créer et à tester leurs programmes sur un serveur Web local. Il a été développé par la fondation Apache, et son code source natif peut être révisé ou modifié par le public. Il comprend Apache HTTP Server, MariaDB, et des interprètes pour différents langages de programmation comme PHP et Perl. Il est disponible en 11 langues et supporté par différentes plates-formes telles que le paquet IA-32 de Windows & paquet x64 de macOS et Linux [W11].

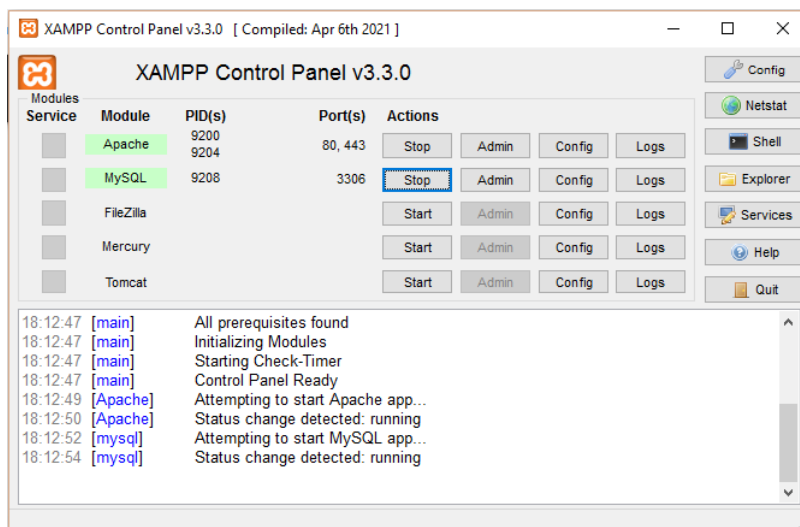


FIGURE 4.2 – XAMPP control panel.

MySQL

MySQL est un système de gestion de base de données relationnelle (RDBMS) développé par Oracle qui est basé sur le langage de requête structurée (SQL) [W12].

4.2.3 Langages utilisés

Nous avons utilisé le langage HTML et les feuilles de style (CSS) pour coder l'interface de notre système, PHP pour la programmation niveau serveur et le langage SQL pour la gestion de la BDD.

HTML

HTML (HyperText Markup Language) est le code utilisé pour structurer une page Web et son contenu.

HTML se compose d'une série d'éléments, que vous utilisez pour encadrer, ou envelopper, différentes parties du contenu pour le faire apparaître d'une certaine façon, ou agir d'une certaine manière. Les balises peuvent créer un lien hypertexte vers un autre endroit, traduire des mots, rendre la police plus grande ou plus petite, etc. [W13].

CSS

Cascading Style Sheets (CSS) est un langage de feuille de style utilisé pour décrire la présentation d'un document écrit en HTML ou XML. CSS décrit comment les éléments doivent être rendus sur l'écran, sur le papier ou sur d'autres supports [W14].

Bootstrap

Bootstrap est un framework de développement web libre et open-source. Il est conçu pour faciliter le processus de développement de sites Web responsive en fournissant une collection de syntaxe pour les conceptions de modèles [W15].

PHP

PHP est un langage de scripting open-source, interprété et orienté objet qui peut être exécuté sur le côté serveur. PHP est bien adapté pour le développement web. Par conséquent, il est utilisé pour développer des applications web [W16].

Certains points importants doivent être notés à propos de PHP :

- PHP est l'acronyme de Hypertext Preprocessor.
- PHP est un langage interprété, c'est-à-dire qu'il n'y a pas besoin de compilation.
- PHP est plus rapide que d'autres langages de scripting, par exemple, ASP et JSP.
- PHP est un langage de scripting côté serveur, qui est utilisé pour gérer le contenu dynamique du site Web.
- PHP peut être intégré dans HTML.
- PHP est un langage orienté objet.
- PHP est un langage de scripting open-source.

JavaScript

JavaScript est un langage de scripting ou de programmation qui vous permet d'implémenter des fonctionnalités complexes sur des pages Web, affichant des mises à jour de contenu opportunes, des cartes interactives, des graphiques animés 2D/3D, des jukeboxes vidéo, etc. [W17].

4.3 Présentation du système

Dans cette partie, nous montrerons quelques pages Web de notre système. Ce dernier est divisé en deux espaces : l'espace étudiant et l'espace enseignant.

4.3.1 L'interface principale

La figure suivante montre l'interface principale du système. Chaque utilisateur peut créer son propre compte ou se connecter s'il a déjà créé un compte.

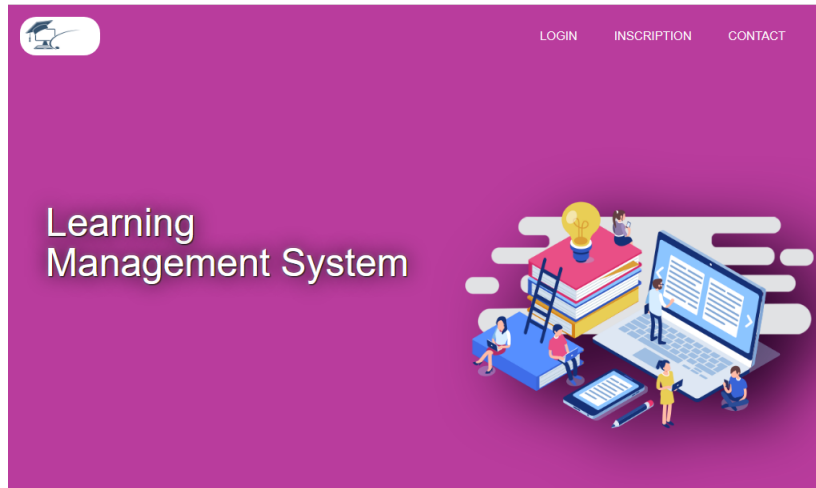


FIGURE 4.3 – L'interface principale du système.

4.3.2 Inscription sur le système

L'utilisateur (enseignant ou étudiant) peut créer un compte en saisissant ses informations personnelles.

FIGURE 4.4 – La page d'inscription du système.

4.3.3 Connexion au système

L'utilisateur (enseignant ou étudiant) peut se connecter en saisissant son nom et son mot de passe.

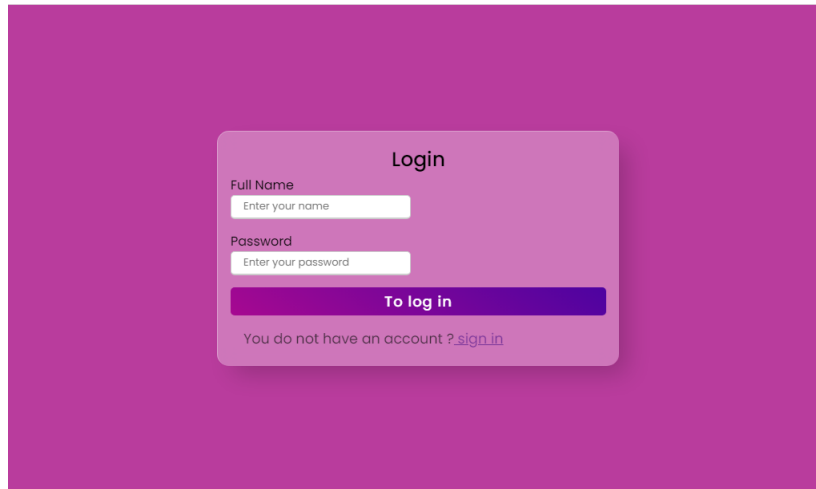


FIGURE 4.5 – La page de connexion du système.

4.3.4 Page d'accueil

Une fois l'utilisateur connecté, le système affiche la figure suivante, qui représente la page d'événements ou d'actualités, permettant à l'utilisateur de publier et d'interagir avec les autres.

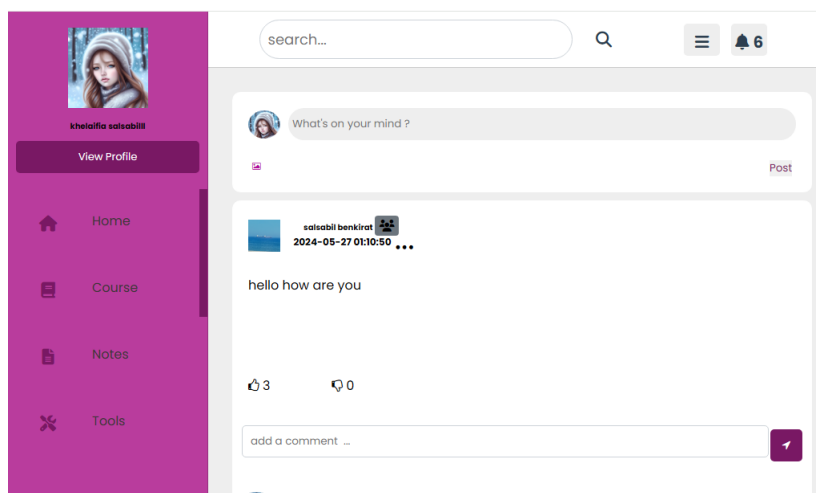


FIGURE 4.6 – L'accueil du système.

4.3.5 Page d'affichage du profil

La figure suivante montre le profil de notre utilisateur où nous trouvons ses informations afin qu'il puisse modifier ses informations et modifier sa photo de profil.

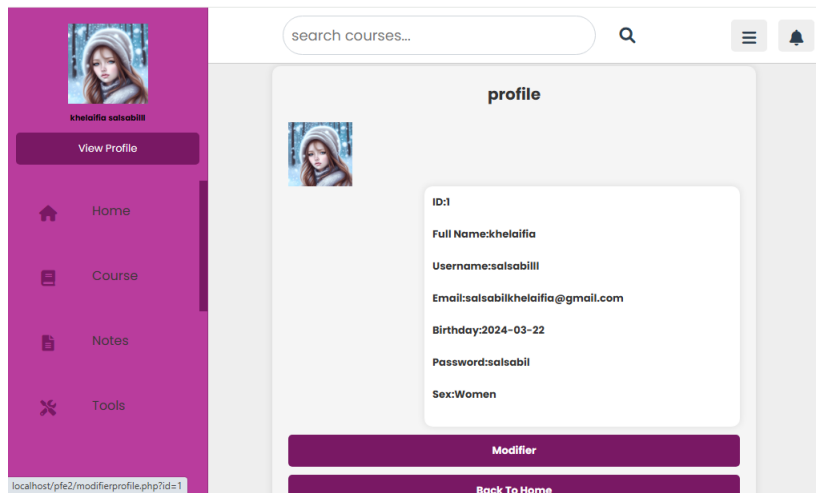


FIGURE 4.7 – Le profil des utilisateurs.

4.3.6 Page des cours (enseignant)

La figure suivante représente la page d’affichage des cours attachés aux exercices que l’enseignant a élaborés.

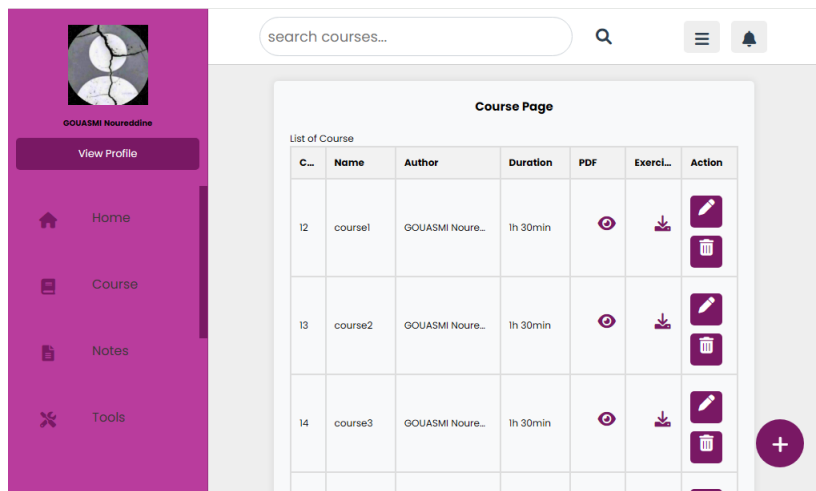


FIGURE 4.8 – Page des cours (enseignant)

4.3.7 Page des cours (apprenants)

La figure suivante représente la page d’affichage du cours que l’apprenant doit télécharger.

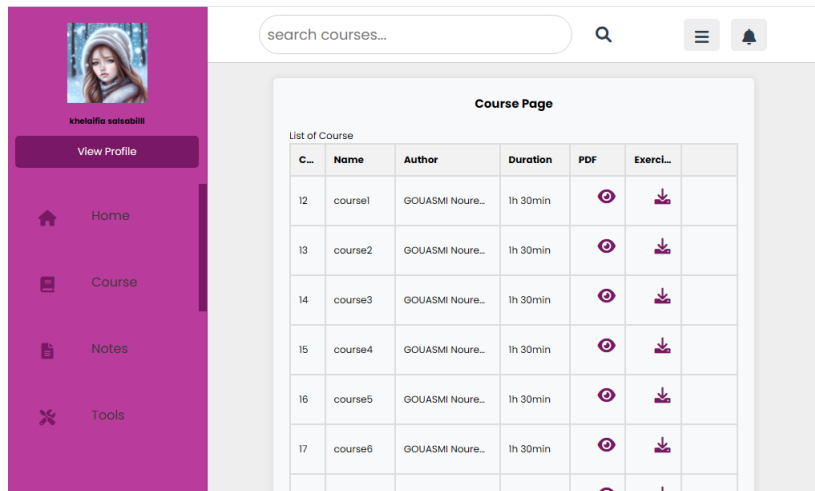
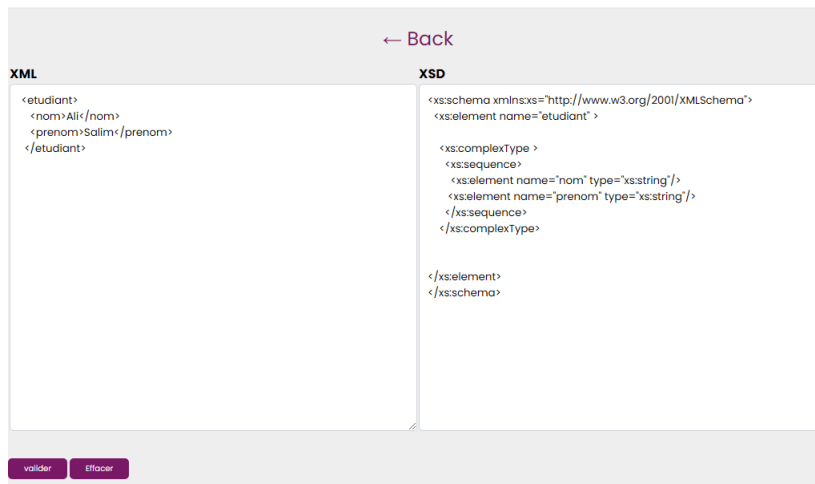


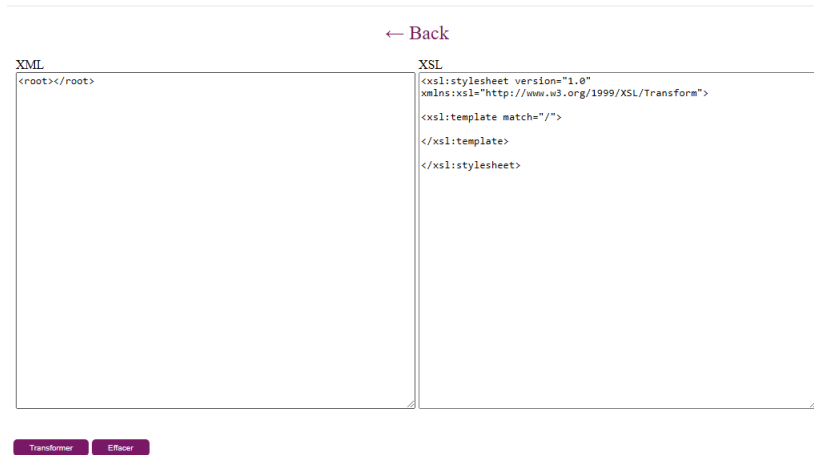
FIGURE 4.9 – Page des cours (apprenant).

4.3.8 Page d'outils d'entraînement

- La figure suivante représente les outils d'entraînement qui permettent à l'apprenant de valider les documents XML par rapport à un XSD.



- La figure suivante représente les outils d'entraînement qui permettent à l'apprenant de transformer un document XML en HTML par XSLT.



4.3.9 Page des exercices

La figure suivante représente la page des exercices donnés par l'enseignant.

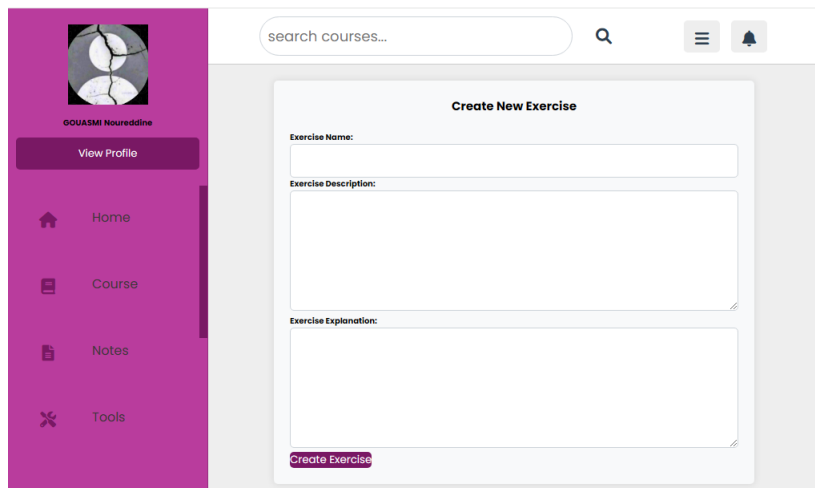


FIGURE 4.10 – Page des exercice.

4.3.10 Page d'affichage d'un exercice

La figure suivante montre une page affichant un exercice préparé par l'enseignant, disponible pendant 24 heures. Cette page comprend des outils de formation pour faciliter la réponse et permet également aux utilisateurs d'avoir des conversations de groupe.

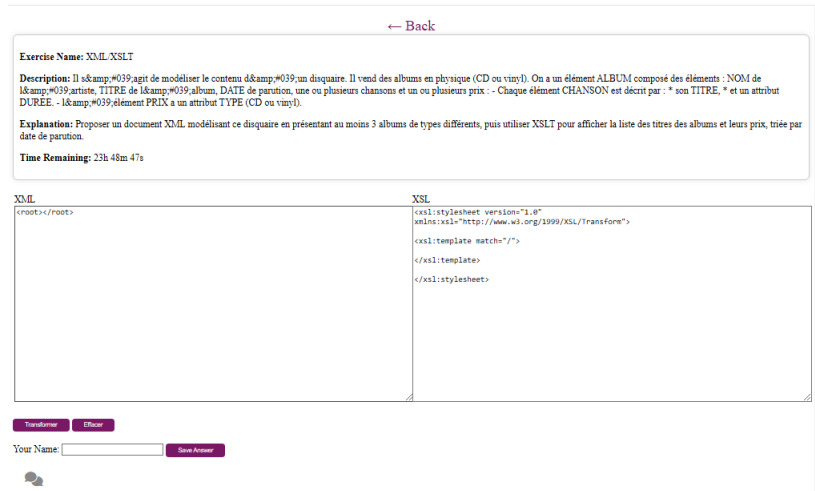


FIGURE 4.11 – Page d’affichage des exercices.

4.3.11 Page d’affichage des réponses

La figure suivante représente une page de réponses des étudiants aux exercices donnés par l’enseignant.

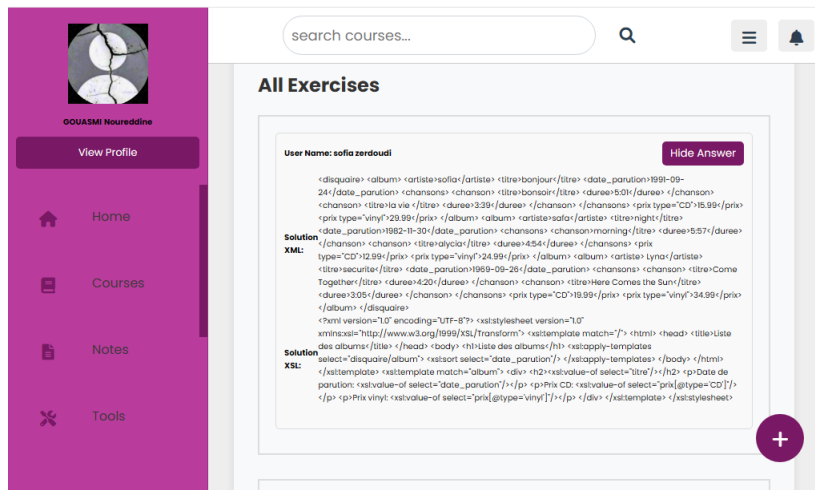
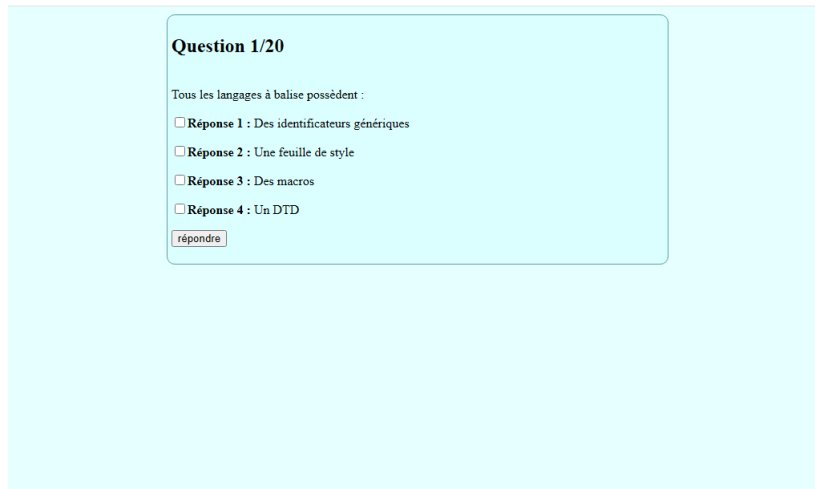


FIGURE 4.12 – Page des réponses.

4.3.12 Page du questionnaire

La figure suivante montre la page du questionnaire contenant vingt questions.



Question 1/20

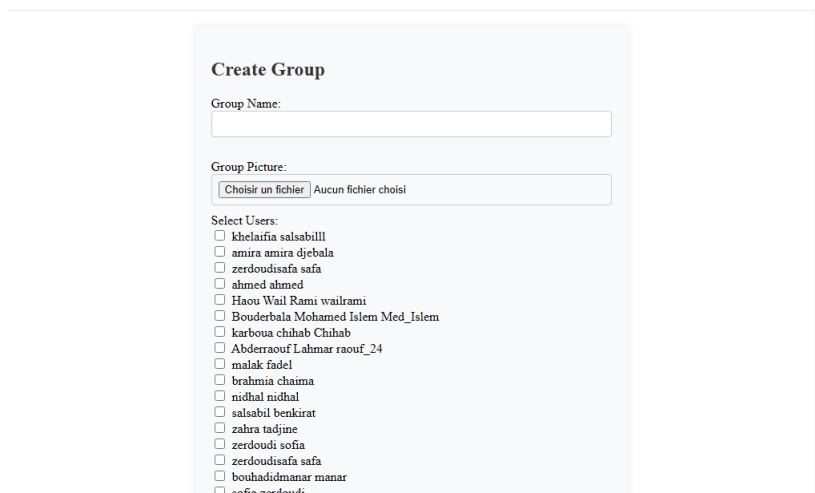
Tous les langages à balise possèdent :

- Réponse 1 : Des identificateurs génériques
- Réponse 2 : Une feuille de style
- Réponse 3 : Des macros
- Réponse 4 : Un DTD

FIGURE 4.13 – Page du questionnaire.

4.3.13 Page des groupes

— La figure suivante montre la page de création de groupe.



Create Group

Group Name:

Group Picture:
 Aucun fichier choisi

Select Users:

- khelaifia salsabill
- amira amira djebala
- zerdoudisafa safa
- ahmed ahmed
- Haou Wail Rami wailrami
- Bouderbala Mohamed Islem Med_Islem
- karboua chihab Chihab
- Abderraouf Lahmar raouf_24
- malak fadel
- brahmia chaïma
- nidhal nidhal
- salsabil benkirat
- zahra tadjine
- zerdoudi sofia
- zerdoudisafa safa
- bouhadidmanar manar
- sofia zerdoudi

FIGURE 4.14 – Page de création de groupe.

— La figure suivante montre la page de consultation de groupe créé.

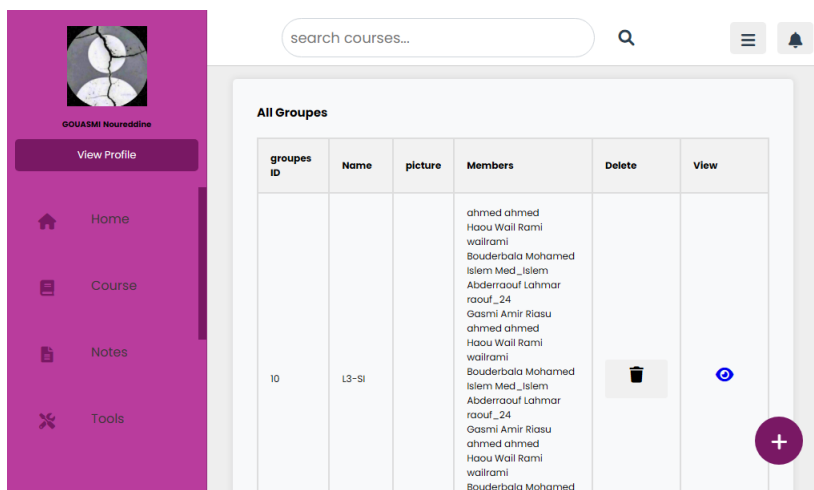


FIGURE 4.15 – Page des groupes.

- La figure suivante montre l'interface de groupe avec la fonctionnalité de discussion dans un groupe.

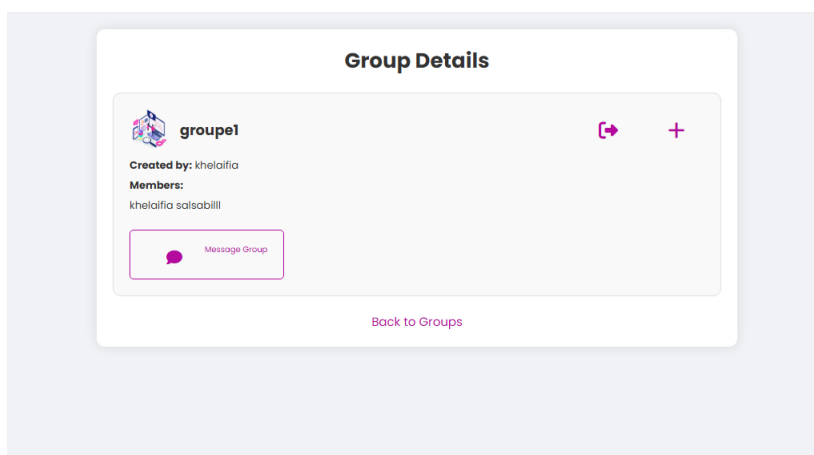


FIGURE 4.16 – L'interface de groupe.

4.3.14 Page de messagerie

Notre système offre aux apprenants et enseignant des services de messagerie individuels ou de groupe.

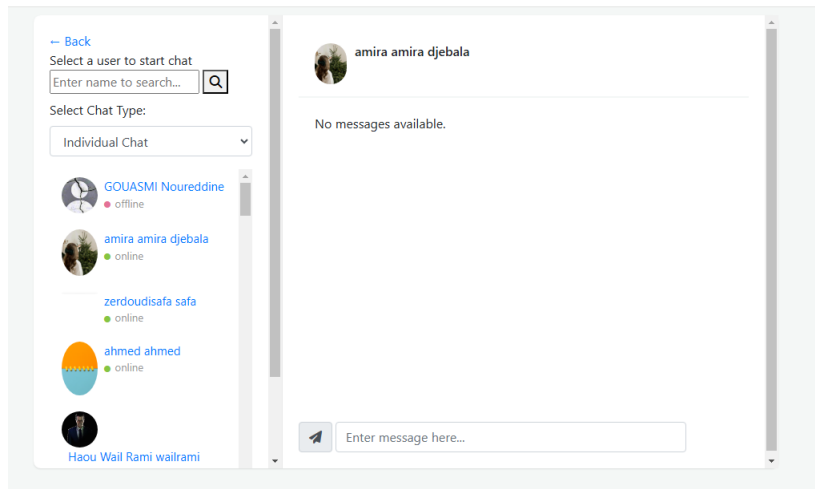


FIGURE 4.17 – La messagerie.

4.4 Expérimentation et discussion

4.4.1 Expérimentation :

Pour notre projet, nous avons choisi de développer un réseau social d'apprentissage, hébergé sur une plateforme d'hébergement *000webhost.com*, qui offre une solution d'hébergement gratuite ou payante. Nous avons choisi un hébergement gratuit, car l'offre, en terme d'espace de stockage, de bande passante et de nombre de visiteurs, paraissait suffisante.

Le site a été proposé aux 75 étudiants de troisième année de licence en informatique (spécialités SI et ISIL), dans le cadre du module *Données Semi-Structurées*, pour l'apprentissage du langage XSLT.

Pour examiner les données relatives aux interactions et au comportement des étudiants, nous avons utilisé la méthode d'Analyse en Composantes Principales (ACP) avec le langage R (package *Factoshiny*¹). Les données ont été extraites de la base de données et des fichiers journaux, lesquels contiennent un document généré automatiquement pour chaque étudiant inscrit.

L'analyse en composantes principales (ACP) est une technique de réduction de dimensionnalité bien connue qui peut transformer des variables hautement corrélées en de nouvelles variables non corrélées entre elles. Elle combine les informations contenues dans une grande base de données en un certain nombre de variables synthétiques appelées composantes principales [W18].

4.4.2 Résultats et interprétations

À partir des résultats obtenus en effectuant une analyse des indicateurs en appliquant la méthode ACP, nous avons obtenu deux graphes : le cercle des corrélations (voir figure 4.18) et le graphique des observations (voir figure 4.19).

1. <https://cran.r-project.org/package=Factoshiny>

Cercle des corrélations

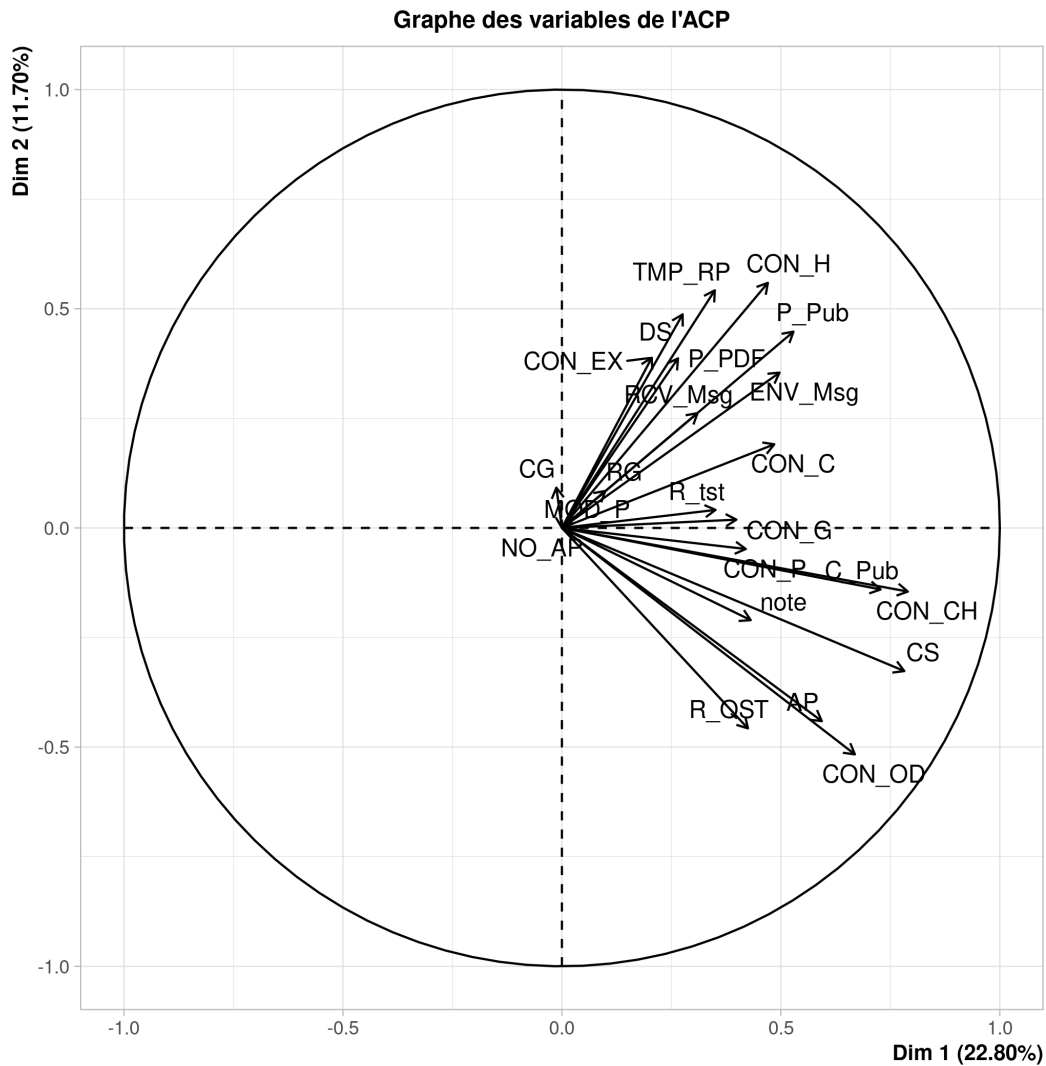


FIGURE 4.18 – Cercle des corrélations l'ACP.

Ce graphique est un biplot montrant les relations entre les variables d'un ensemble de données. Il est interprété comme suit :

- **Cercle de corrélation :**

Le cercle représente la corrélation maximale possible où les variables peuvent être projetées pour interpréter leurs relations.

- **Flèches variables :**

-Chaque flèche représente une variable. La direction et la longueur des flèches indiquent la contribution des variables aux dimensions.

-Les variables pointant dans la même direction sont positivement corrélées.

-Les variables pointant dans des directions opposées sont négativement corrélées.

-Plus les flèches sont proches du bord du cercle, plus la corrélation avec les composants principaux est forte.

À partir de la figure 4.18, nous avons conclu ce qui suit :

— **Variables hautement corrélées :**

- TMP_RP, CON_H, P_Pub : Ces flèches pointent dans des directions similaires (vers la droite et vers le haut), indiquant une forte relation positive et une contribution significative sur les dimensions Dim 1 et Dim 2.

- ENV_Msg, Msg, P_PDF : Ceux-ci montrent également une relation positive avec Dim 1.

- R_QST, CON_OD, AP : Ces flèches pointent dans des directions similaires (vers le bas), ce qui indique une relation négative dans Dim 2.

- CG, NO_AP : Ces flèches pointent dans des directions similaires (vers la gauche), ce qui indique une relation négative dans Dim 1.

— **Variables négativement corrélées :**

Les variables avec des flèches pointant dans des directions opposées sont corrélées négativement. Par exemple, « R_QST » et « CON_EX » sont négativement corrélés l'un à l'autre.

— **Groupe de variables :**

Les variables regroupées ensemble (par exemple, « CON_H », « CON_C » et « CON_G » forment un groupe) peuvent indiquer qu'elles mesurent des aspects similaires des données.

— **Variables importantes :**

Les variables plus proches du bord du cercle ont une plus grande influence sur la variabilité globale des données. Par exemple, "TMP_RP", "CON_H" et "P_Pub" sont des variables importantes dans cet ensemble de données.

— **Interprétation des Dimensions :**

1. Dim 1 (22,80%) : Les variables telles que CON_H, P_Pub et ENV_Msg ont une forte corrélation positive avec cette dimension, ce qui suggère que cette dimension capture des informations fortement liées à ces variables.

Dim 1 semble être fortement lié à **l'engagement global sur la plateforme**. Les indicateurs clés concernent l'engagement actif avec la plateforme, comme la publication de contenu, l'affichage de la page d'accueil, l'envoi de messages et l'interaction avec les publications.

Cette dimension mesure donc la fréquence et l'intensité de l'interaction des utilisateurs avec la plateforme.

2. Dim 2 (11,70%) : Les variables telles que TMP_RP, CON_EX et DS ont des contributions notables le long de cette dimension, indiquant un autre modèle ou aspect capturé par ces variables.

Dim 2 semble être associé à l'engagement académique et à la gestion du temps. Les principaux indicateurs sont liés à des activités académiques spécifiques et à la gestion du temps.

Cette dimension mesure l'efficacité et l'engagement des utilisateurs dans les activités d'apprentissage et d'évaluation.

Graphe des observations



FIGURE 4.19 – Graphe des individus de l'ACP.

Ce graphique est un biplot montrant la répartition des individus (étudiants désignés par « etd ») en fonction des composantes (dim1, dim2). Voici une explication du graphique :

- **Points individuels :**

- Chaque point représente un individu (e.g., "etd1", "etd2", etc.).

- La position de chaque point indique le score de l'individu sur les deux principales composantes.

- **Interprétation de Clusters et Outliers :**

Les individus groupés :

Plusieurs individus sont regroupés à proximité l'un de l'autre, ce qui suggère qu'ils sont similaires en termes de caractéristiques mesurées dans l'ensemble de données, c'est-à-dire qu'ils ne présentent pas de comportements extrêmes ou de caractères dans les dimensions capturées par Dim 1 et Dim 2.

Outliers :

Certains individus sont situés très éloignés les uns des autres, ce qui suggère qu'ils sont très différents en termes de caractéristiques mesurées.

Des points tels que "etd29" (à droite dans Dim 1), «etd30» (en haut au centre dans Dim 2), et «etd2» (à haut à droite) sont très éloignés du centre. Ces individus ont des caractéristiques ou des comportements distincts qui sont significativement différents du reste du groupe.

Par exemple :

« etd29 » pourrait être un étudiant qui participe activement à des publications (P_Pub) et travaille beaucoup sur des outils de formation (CON_OD). car ces variables contribuent davantage à Dim 1.

« etd30 » pourrait être un étudiant qui gère efficacement les activités de cours et d'exercices (CON_EX), et qui gère bien son temps (TMP_RP), car ces variables contribuent davantage à Dim 2.

4.4.3 Discussion des résultats :

Parmi les indicateurs que nous avons analysés, nous avons constaté les points suivants :

- **Indicateurs à conserver :**

Les indicateurs ayant une forte contribution, c'est-à-dire ceux avec de longues flèches, contribuent de manière significative aux composantes principales car ces variables capturent des différences importantes dans les données.

Exemples : R_tst, CON_EX, RSV_Msg.

- **Indicateurs avec une contribution unique :**

Les indicateurs qui devraient être retenus sont ceux qui pointent dans des directions différentes des autres variables, capturant ainsi des aspects uniques des données.

Exemples : R_tst, CON_EX, RSV_Msg.

- **Indicateurs à abandonner :**

Certains indicateurs peuvent être abandonnés en raison de leur faible contribution aux composantes principales, c'est-à-dire les indicateurs avec de petites flèches, car ils ne capturent que peu de variations dans les données.

Exemples : CG, MOD_P, NO_AP, RG.

• **Indicateurs à combiner :**

Il est possible de regrouper certaines variables dont les flèches sont proches les unes des autres, pointent dans la même direction et ont approximativement la même longueur, car elles sont positivement liées. Ces indicateurs peuvent être combinés en un seul indicateur représentant un facteur commun.

Exemples :

- (CON_H, P_Pub, ENV_Ms) peuvent être combinés en un seul indicateur.

Nouvel indicateur : **Engagement sur la Plateforme.**

Ce nouvel indicateur mesurerait l'engagement global de l'utilisateur sur la plateforme, incluant la consultation régulière de la page d'accueil, la publication de contenu et l'envoi de messages.

Pour classer ce nouvel indicateur : Puisque ce nouvel indicateur comprend des indicateurs issus des «Statistiques d'engagement », de « Motivationnel » et de « Collaboratif », il est nécessaire d'identifier l'aspect le plus courant. Puisque l'objectif est de mesurer l'interaction globale des utilisateurs avec la plateforme, il est logique de la classer dans la catégorie Statistiques d'engagement, car il s'agit de la catégorie la plus complète incluant les interactions générales des utilisateurs.

- (CON_CH, C_Pub, CS) peuvent être combinés en un seul indicateur.

Nouvel indicateur : **Engagement Social.**

Ce nouvel indicateur mesurerait l'engagement social de l'utilisateur, incluant la fréquence de connexion au système, l'interaction via le chat, et les commentaires sur les publications.

Pour classer ce nouvel indicateur : Étant donné que ce nouvel indicateur comprend des indicateurs issus des «Statistiques d'engagement» et de «Motivationnel» et mesure principalement les interactions sociales et l'engagement, l'aspect dominant étant la motivation sociale, il est logique de le classer comme motivationnel car il se concentre sur les aspects sociaux et la motivation de l'utilisateur à s'engager socialement.

- (CON_P, CON_G, CON_C) peuvent être combinés en un seul indicateur.

Nouvel indicateur : **Engagement Académique et Personnel.**

Ce nouvel indicateur mesurerait l'engagement académique et personnel de l'utilisateur, incluant la consultation et la mise à jour de son profil personnel, la participation aux groupes, et la consultation des cours.

Pour classer ce nouvel indicateur : Puisque ce nouvel indicateur inclut des indicateurs « statistiques de participation ». Il est logique de les classer dans les statistiques d'engagement : puisqu'elles incluent les activités liées à l'engagement académique et personnel des utilisateurs.

Le tableau ci-dessous présente la liste des indicateurs retenus pour l'évaluation de l'activité des apprenants sur notre réseau social d'apprentissage.

N°	Catégories	Indicateur
1	Motivationnel	Déconnecter du système
		Aimer une publication
		Publier un fichier PDF ou Publier une image
		Supprimer une publication
		Supprimer un commentaire
		Quitter groupe
		Modifier une publication
		Modifier un commentaire
		Modifier le groupe (Ajouter d'autres utilisateurs)
		Engagement Social
2	Statistiques d'engagement	Consulter des Outils d'entraînement
		Engagement Académique et Personnel.
		Consulter des exercices
		Engagement sur la Plateforme
3	Cognitif	Répondre à des questionnaires
		Répondre à des tests
4	Statistiques de performance	Note obtenue au test
		Temps de reponse
5	Collaboratif	Recevoir un message

TABLE 4.2 – Classification des indicateurs du système.

4.5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons décrit le système que nous avons conçu et nous avons présenté les outils logiciels de base qui ont facilité notre travail, y compris l'environnement de développement et les langages de programmation utilisés. Ensuite, nous avons exposé les différentes interfaces proposées par le système ainsi que ses diverses fonctions. Et finalement, nous avons discuté les résultats de l'expérimentation du système.

Conclusion générale

L'apprentissage en ligne devient de plus en plus une composante vitale des stratégies éducatives, en particulier dans les établissements d'enseignement supérieur et les universités. Cette tendance a été considérablement accélérée par la pandémie de COVID-19, qui a nécessité des mesures de quarantaine et souligné la nécessité de mettre en place des systèmes d'apprentissage en ligne efficaces. Les étudiants ont été contraints d'assister à des cours à distance, souvent sans communication directe avec leurs professeurs ou leurs pairs dans diverses institutions du pays.

En plus des systèmes d'apprentissage en ligne fournis par les universités, les étudiants ont également recours aux réseaux sociaux pour se connecter avec leurs pairs, examiner les matériaux et collaborer sur des projets. Cela a souligné le potentiel des réseaux sociaux en tant qu'espaces d'apprentissage informel. Par conséquent, l'intégration des fonctionnalités des systèmes d'apprentissage en ligne avec les plates-formes de médias sociaux dans un seul système pourrait améliorer l'environnement formel en ajoutant un espace informel où les élèves se sentent plus à l'aise pour communiquer et travailler ensemble.

Un défi important pour les systèmes d'apprentissage en ligne est l'évaluation de la performance des élèves et l'amélioration du processus d'enseignement. Ces systèmes recueillent diverses données connues sous le nom de traces d'apprentissage, qui comprennent des interactions telles que les connexions, les messages publiés, les documents consultés et les tests terminés. L'analyse de ces traces peut fournir des indicateurs d'apprentissage qui aident à évaluer à la fois la performance des élèves et l'efficacité du système éducatif.

L'objectif de ce projet est de concevoir et de mettre en œuvre un système d'apprentissage en ligne qui intègre les fonctions des réseaux sociaux, puis d'utiliser les indicateurs recueillis sur le réseau d'apprentissage social, pour analyser avec précision les comportements des apprenants sur le système. Cette analyse a été effectuée à l'aide de l'analyse en composantes principales (ACP) avec le langage R et le package Factoshiny.

L'ACP nous a permis d'ajuster les indicateurs proposés, en ignorant certains indicateurs et en combinant d'autres pour améliorer l'analyse des étudiants en fonction des indicateurs finaux.

Les développements futurs du projet comprennent plusieurs domaines clés : l'amélioration de l'interface utilisateur pour la rendre plus intuitive et accessible, encourageant ainsi l'utilisation régulière et naturelle du système ; effectuer des analyses de données avancées en utilisant des techniques d'apprentissage automatique pour une meilleure compréhension des effets d'enseignement et une plus grande personnalisation des parcours éducatifs ; et élargir les fonctionnalités sociales en intégrant des outils de communication en temps réel tels que les chats vidéo et les salles de réunion virtuelles pour enrichir l'expérience d'éducation collaborative.

Bibliographie

- [Agrawal *et al.*, 2022] AGRAWAL, A., FISCHER, M. et SINGH, V. (2022). Digital twin : From concept to practice. *Journal of Management in Engineering*, 38(3):06022001.
- [Ahmad *et al.*, 2022] AHMAD, A., SCHNEIDER, J., WEIDLICH, J., DI MITRI, D., YAU, J. Y.-K., SCHIFFNER, D. et DRACHSLER, H. (2022). What indicators can i serve you with? an evaluation of a research-driven learning analytics indicator repository. *In CSEDU (1)*, pages 58–68.
- [Ahmadi *et al.*, 2023] AHMADI, G., MOHAMMADI, A., ASADZANDI, S., SHAH, M. et MOJTAHEDZADEH, R. (2023). What are the indicators of student engagement in learning management systems? a systematized review of the literature. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 24(1):117–136.
- [Annabi, 2020] ANNABI, M. A. (2020). Détection automatique des styles d’apprentissage des apprenants à travers l’analyse des traces de navigation dans les eiah.
- [Boruzie *et al.*, 2022] BORUZIE, P. K., KOLOG, E. A., AFFUL-DAZIE, E. et EGALA, S. B. (2022). Social network for collaborative learning : what are the determining factors? *Universal Access in the Information Society*, pages 1–15.
- [Boumechta, 2018] BOUMECHTA, M. A. (2018). L’apprentissage informel dans les eiah.
- [Boyd et Ellison, 2007] BOYD, D. M. et ELLISON, N. B. (2007). Social network sites : Definition, history, and scholarship. *Journal of computer-mediated Communication*, 13(1):210–230.
- [Chohra et Khaledv, 2013] CHOHRA, C. et KHALEDV, A. (2013). Outil d’analyse des réseaux sociaux à base de web sémantique pour les environnements d’apprentissages.
- [Cordier *et al.*, 2013] CORDIER, A., LEFEVRE, M., CHAMPIN, P.-A., GEORGEON, O. et MILLE, A. (2013). Trace-based reasoning—modeling interaction traces for reasoning on experiences. *In The Twenty-Sixth International FLAIRS Conference*.
- [Djouad *et al.*, 2010] DJOUAD, T., SETTOUTI, L. S., PRIÉ, Y., REFFAY, C. et MILLE, A. (2010). Un système à base de traces pour la modélisation et l’élaboration d’indicateurs d’activités éducatives individuelles et collectives. mise à l’épreuve sur moodle. *TSI*, 29(6):721–741.
- [Dos Santos *et al.*, 2023] DOS SANTOS, R. A., BARBI, D., RAMOS, V. F. C. et GAUTHIER, F. A. O. (2023). Data visualization for learning analytics indicators in programming teaching (short paper). *In 4th International Computer Programming Education Conference (ICPEC 2023)*. Schloss Dagstuhl-Leibniz-Zentrum für Informatik.
- [Greenhow et Askari, 2017] GREENHOW, C. et ASKARI, E. (2017). Learning and teaching with social network sites : A decade of research in k-12 related education. *Education and information technologies*, 22:623–645.

- [Greenhow et Lewin, 2015] GREENHOW, C. et LEWIN, C. (2015). Social media and education : Reconceptualizing the boundaries of formal and informal learning. *In Learning, Media and Technology*, pages 6–30. Routledge.
- [Halimi, 2009] HALIMI, K. (2009). *Architecture d'un système d'apprentissage collaboratif à base de Grid*. Thèse de doctorat.
- [Haythornthwaite, 2005] HAYTHORNTHWAITE, C. (2005). Social networks and internet connectivity effects. *Information, Community & Society*, 8(2):125–147.
- [Henri et Basque, 2003] HENRI, F. et BASQUE, J. (2003). Conception d'activités d'apprentissage collaboratif en mode virtuel.
- [Ifenthaler et al., 2023] IFENTHALER, D., HEIL, J. et GREIFF, S. (2023). Toward a categorisation of indicators for assessment analytics. *Learning Letters*, 1(Article 3):1–8.
- [Ktir, 2020] KTIR, A. (2020). *Détection de fausses informations dans les réseaux sociaux*. Thèse de doctorat, Université laarbi tebessi tebessa.
- [Lafifi, 2007] LAFIFI, Y. (2007). *SACA : un Système d'Apprentissage Collaboratif*. Thèse de doctorat, PhD Thesis, Computer science department, University of Annaba, Algeria.
- [Leitner et al., 2017] LEITNER, P., KHALIL, M. et EBNER, M. (2017). Learning analytics in higher education—a literature review. *Learning analytics : Fundamentals, applications, and trends : A view of the current state of the art to enhance E-learning*, pages 1–23.
- [Manca et Ranieri, 2013] MANCA, S. et RANIERI, M. (2013). Is it a tool suitable for learning? a critical review of the literature on facebook as a technology-enhanced learning environment. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(6):487–504.
- [Mangaroska et Giannakos, 2018] MANGAROSKA, K. et GIANNAKOS, M. (2018). Learning analytics for learning design : A systematic literature review of analytics-driven design to enhance learning. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 12(4):516–534.
- [Mukhametgaliyeva et al., 2022] MUKHAMETGALIYEVA, S., GURA, A., DUDNIK, O. et KHUDAROVA, A. (2022). The use of social networks in e-learning technologies in the context of distance education. *Sustainability*, 14(14):8949.
- [Musiał et Kazienko, 2013] MUSIAŁ, K. et KAZIENKO, P. (2013). Social networks on the internet. *World Wide Web*, 16:31–72.
- [Phillips et al., 2012] PHILLIPS, R., MAOR, D., PRESTON, G. et CUMMING-POTVIN, W. (2012). Exploring learning analytics as indicators of study behaviour. *In EdMedia+ Innovate Learning*, pages 2861–2867. Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- [Redjaimia, 2019] REDJAIMIA, N.-E. (2019). Mise en place d'un dispositif d'analyse de l'apprentissage.
- [Sivakumar et al., 2023] SIVAKUMAR, A., JAYASINGH, S. et SHAIK, S. (2023). Social media influence on students' knowledge sharing and learning : An empirical study. *Education Sciences*, 13(7):745.
- [Wang et al., 2023] WANG, M., YU, R. et HU, J. (2023). The relationship between social media-related factors and student collaborative problem-solving achievement : an hlm analysis of 37 countries. *Education and Information Technologies*, 28(11):14071–14089.
- [Xie et al., 2020] XIE, X., ZANG, Z. et PONZOA, J. M. (2020). The information impact of network media, the psychological reaction to the covid-19 pandemic, and online

knowledge acquisition : Evidence from chinese college students. *Journal of Innovation & Knowledge*, 5(4):297–305.

[Zedadra, 2015] ZEDADRA, A. (2015). *Interprétation des traces dans les environnements d'apprentissage collaboratif*. Thèse de doctorat, GUELMA.

Webographie

- [W1] , <https://www.profinnovant.com/definition-de-lapprentissage/> , Dernier accès au site :le 27/04/2024.
- [W2] , <https://www.edapp.com/blog/fr/10-plateformes-dapprentissage-social-gratuites/> , Dernier accès au site : 18/03/2024.
- [W3] , <https://www.edapp.com/> , Dernier accès au site : 18/03/2024.
- [W4] , <https://www.powerschool.com/classroom/schoology-learning/> , Dernier accès au site : 18/03/2024.
- [W5] , <https://www.sakailms.org/> , Dernier accès au site : 18/03/2024.
- [W6] , <https://edu.google.com/workspace-for-education/editions/education-fundamentals/> , Dernier accès au site : 18/03/2024.
- [W7] , <https://www.dokeos.com/dokeos-professional-training-cloud/> , Dernier accès au site : 18/03/2024.
- [W8] , <https://www.digitallearninginstitute.com/blog/learning-analytics-the-ultimate-guide> , Dernier accès au site : 28/04/2024.
- [W9] , <https://www.ed.ac.uk/information-services/learning-technology/more/learning-analytics> , Dernier accès au site : 29/04/2024.
- [W10] , <https://code.visualstudio.com/docs> , Dernier accès au site : 19/05/2024.
- [W11] , <https://www.javatpoint.com/xampp> , Dernier accès au site : 19/05/2024.
- [W12] , <https://www.talend.com/resources/what-is-mysql/> , Dernier accès au site : 19/05/2024.
- [W13] , https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn/Getting_started_with_the_web/HTML_basics , Dernier accès au site : 19/05/2024.
- [W14] , <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/CSS> , Dernier accès au site : 19/05/2024.
- [W15] , <https://www.hostinger.com/tutorials/what-is-bootstrap/> , Dernier accès au site : 19/05/2024.
- [W16] , <https://www.javatpoint.com/php-tutorial> , Dernier accès au site : 19/05/2024.
- [W17] , https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn/JavaScript/First_steps/What_is_JavaScript , Dernier accès au site : 19/05/2024.
- [W18] , <https://datascientest.com/acp> , Dernier accès au site : 14/06/2024.