

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université de 8 Mai 1945 - Guelma -

Faculté des Mathématiques, d'Informatique et des Sciences de la matière

Département d'Informatique



Mémoire de fin d'étude en master

Filière : Informatique

Option : Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication

Engagement comportemental dans un environnement d'apprentissage par projet

Présenté par : GASMI Inès

Membres du jury :

Pr. LAFIFI Yacine Président

Dr. TADJER Houda Encadreur

Dr. ZEDADRA Amina Examinatrice

juin 2023

Résumé

La tendance actuelle en pédagogie consiste à améliorer la pédagogie traditionnelle en proposant des méthodes d'apprentissage actif où l'étudiant joue un rôle important dans la manipulation des connaissances. Parmi ces méthodes, on trouve l'apprentissage par projet. Bien que, l'engagement est un facteur important dans la réussite de l'apprentissage en générale et l'apprentissage en ligne en particulier, cela reste faible envers les environnement d'apprentissage par projets. A cet effet, nous allons proposer une nouvelle approche pour l'amélioration de l'engagement comportemental dans un environnement d'apprentissage par projet en ligne. Cette approche se base principalement sur les traces laissées par les apprenants pendant le processus d'apprentissage.

Mots-clés : apprentissage en ligne , apprentissage par projet, la collaboration, l'amélioration de l'engagement, engagement comportemental.

Abstract

The current trend in pedagogy is to improve on traditional pedagogy by proposing active learning methods in which the student plays an important role in manipulating knowledge. One such method is project-based learning. Although engagement is an important factor in the success of learning in general and e-learning in particular, it remains weak in project-based learning environments. To this end, we will propose a new approach to improving behavioral engagement in a project-based e-learning environment. This approach is based primarily on the traces left by learners during the learning process.

Keywords : E-learning , Project-Based Learning, collaboration, improving engagement, behavioral engagement.

Remerciements

Au terme de ce travail, Je tiens à exprimer toute ma gratitude et mes remerciements les plus sincères envers mon encadrante "Mme. TADJER Houda" pour son soutien, sa disponibilité et ses conseils tout au long de la réalisation de ce travail. Sa présence à mes côtés a été essentielle pour mener à bien ce projet.

Je souhaite également remercier les membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce travail. Je suis très reconnaissant pour le temps et l'expertise qu'ils consacreront à cette tâche. J'espère que mon travail répondra à leurs attentes et je suis impatient de recevoir leurs commentaires et leurs suggestions constructives.

Je suis également reconnaissante envers les enseignants du département d'informatique pour la qualité de l'enseignement qu'ils m'ont dispensé pendant ma formation. Leur engagement et leur passion pour leur domaine ont été une source d'inspiration pour moi.

Enfin, je tiens à exprimer ma profonde gratitude envers toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail et tous ceux qui m'ont aimé et me souhaitent le bonheur et la réussite. Je remercie également mes parents, mes frères et ma très chère amie "Khawla" ainsi que tous mes meilleures amies, mes collègues et toute ma promo pour leur soutien et leurs encouragements durant cette aventure académique.

Table des matières

Liste des figures	4
Liste des tableaux	6
Introduction générale	7
1 Apprentissage Par Projet	9
1.1 Introduction	9
1.2 Définition de « projet » dans l'apprentissage	9
1.3 L'apprentissage par projet	10
1.3.1 Définition	10
1.3.2 Principaux acteurs d'un projet	10
1.3.3 Objectifs	11
1.3.4 Méthodologie	12
1.3.5 Avantages	14
1.3.6 Défis et limites	14
1.3.7 Synthèse des travaux	15
1.4 Conclusion	16
2 L'engagement dans le domaine éducatif	17
2.1 Introduction	17
2.2 Définition de l'engagement des apprenants	17
2.3 Dimensions de l'engagement des apprenants	18
2.3.1 Engagement cognitif	18
2.3.2 Engagement émotionnel	18
2.3.3 Engagement comportemental	18
2.4 Les techniques de l'engagement dans l'apprentissage en ligne	19
2.4.1 Interaction de l'apprenant au contenu	19
2.4.2 Interaction apprenant à instructeur	20
2.4.3 Interaction apprenant à apprenant	20

2.5	Systèmes et outils utilisés pour l'amélioration de l'engagement	20
2.6	Amélioration de l'engagement comportemental	21
2.6.1	Learning analytics	21
2.6.2	Les tableaux de bord	22
2.6.3	Le feedback	23
2.7	Synthèse des travaux sur l'engagement comportemental	24
2.8	Conclusion	25
3	Conception du système	26
3.1	Introduction	26
3.2	Objectifs du travail	26
3.3	Architecture générale du système	27
3.3.1	Identification des acteurs du système	28
3.3.2	Fonctionnalités de système	29
3.4	Une nouvelle approche pour améliorer l'engagement comportemental .	30
3.4.1	Collecte des traces comportementales	30
3.4.2	Évaluation du niveau d'engagement comportemental des ap- prenants	32
3.4.3	Génération des tableaux de bord	33
3.4.4	Génération des feedbacks	33
3.5	Modélisation et structuration des données	34
3.5.1	Diagramme de cas d'utilisation	34
3.5.2	Règles de gestion	37
3.5.3	Diagramme de classe	38
3.5.4	Schémas relationnels	38
3.6	Conclusion	40
4	Implémentation	41
4.1	Introduction	41
4.2	Environnement de développement	41
4.2.1	Environnement matériel	41
4.2.2	Environnement logiciel	42
4.2.3	Langages de programmation	45
4.3	Présentation du système	45
4.3.1	Espace <i>Page d'accueil</i>	46
4.3.2	Espace <i>Connexion et inscription</i>	46
4.3.3	Espace <i>Administrateur</i>	47
4.3.4	Espace <i>Enseignant</i>	48

TABLE DES MATIÈRES

4.3.5	Espace <i>Communications</i>	50
4.3.6	Espace <i>Apprenant</i>	51
4.4	Conclusion	57
	Conclusion générale	58
	Bibliographie	59

Table des figures

1.1	La méthodologie d'apprentissage par projet	12
2.1	Types d'interaction.	19
3.1	Architecture générale du système	28
3.2	Processus d'amélioration du niveau d'engagement comportemental . .	30
3.3	Diagramme de cas d'utilisation de l'administrateur	34
3.4	Diagramme de cas d'utilisation de l'enseignant	35
3.5	Diagramme de cas d'utilisation de l'apprenant	36
3.6	Diagramme de cas d'utilisation du système global	37
3.7	Diagramme de classe	38
4.1	L'interface d'Umbrello	42
4.2	L'interface de XAMPP	43
4.3	L'interface de dreamweaver	43
4.4	L'interface de TeXstudio	44
4.5	Sigle de MiKTeX	44
4.6	Page d'accueil	46
4.7	Inscription des utilisateurs	46
4.8	Connexion des utilisateurs	47
4.9	Espace de l'administrateur	47
4.10	Profil enseignant	48
4.11	L'ajout des cours	48
4.12	Liste des cours	49
4.13	L'ajout des projets	49
4.14	Liste des groupes	50
4.15	Communication par forum	51
4.16	Communication par mailbox	51
4.17	Regroupement des apprenants	52
4.18	Consultation des ressources	52

TABLE DES FIGURES

4.19	Question d'urgence	53
4.20	communication des apprenants par chat	53
4.21	L'ajout de la réalisation du projet	54
4.22	Les membres du groupe	55
4.23	L'engagement comportemental du groupe	55
4.24	Les feedbacks	56
4.25	Tableau de bord de l'engagement comportemental	56

Liste des tableaux

2.1	Des travaux sur l'engagement comportemental	25
3.1	Tableau des actions	32
4.1	Caractéristiques du matériel	41

Introduction générale

Lors d'un apprentissage en ligne, l'engagement de l'apprenant est un aspect important pour améliorer son niveau académique. Il est donc nécessaire de connaître le degré d'attention, de curiosité, d'intérêt et de passion des apprenants pour pouvoir les inciter à apprendre activement et acquérir des compétences tel que la collaboration et la communication, la pensée critique, la résolution de problèmes et l'autonomie.

En fait, l'engagement comportemental ne se limite pas à la participation d'un apprenant, mais sous-entend un degré de leur implication dans son propre processus d'apprentissage. Cela se traduit par l'assiduité, la contribution aux activités de groupe, . . . etc. En outre, un apprenant qui a un engagement comportemental de qualité participe activement, garde son attention sur les tâches à effectuer ou prouve sa capacité à étudier et à réfléchir.

Dans l'apprentissage par projet, les apprenants collaborent en groupes pour réaliser un projet. Ces apprenants choisissent les activités dans lesquelles s'engager. Ils acquièrent des données de diverses sources, les synthétisent, les examinent et en tirent des connaissances. Leur éducation est significative car elle est ancrée dans la réalité et implique des compétences matures comme la coopération. Les apprenants exposent leurs nouvelles informations à la fin, et leurs compétences d'apprentissage et de communication sont évaluées. Le rôle de l'enseignant est de proposer le projet, d'encadrer et de conseiller les apprenants.

L'objectif de notre projet de fin d'études est d'encourager les étudiants à utiliser les plateformes d'apprentissage en ligne en améliorant l'engagement comportemental des apprenants dans un environnement d'apprentissage par projet en ligne. Mais, comment mesurer l'engagement comportemental de chaque apprenant dans ces environnements ? et comment peut-on l'améliorer ?

L'approche proposée vise à améliorer l'engagement comportemental des apprenants en analysant les traces de leurs activités d'apprentissage. Pour cela, une plateforme d'apprentissage collaboratif a été développée. En mettant l'accent sur l'apprentissage par projet, la plateforme encourage l'engagement actif des apprenants

dans la réalisation de projets. Des mesures d'évaluation de l'engagement comportemental sont utilisées pour suivre la participation et l'implication dans les activités collaboratives. Des stratégies sont mises en place pour améliorer cet engagement, incluant des activités interactives et stimulantes. L'objectif est de créer un environnement dynamique et motivant, favorisant la progression des apprenants dans leurs projets d'apprentissage.

Ce mémoire est organisé en quatre chapitres :

- Dans le premier chapitre, nous présenterons les concepts de base concernant l'apprentissage par projet.
- Dans le deuxième chapitre, nous présenterons l'engagement et principalement l'engagement comportemental des apprenants dans les environnements d'apprentissage collaboratif.
- Le chapitre trois est consacré à la conception du notre système et son architecture générale.
- Finalement, dans le dernier chapitre, nous montrerons les outils utilisés pour développer notre système et les interfaces du système développé.

Chapitre 1

Apprentissage Par Projet

1.1 Introduction

Récemment, de nombreuses méthodes d'enseignement sont apparues pour améliorer la démarche d'apprentissage actif où l'apprenant devient l'acteur principal. L'apprentissage par projet s'inscrit dans le cadre des méthodes d'apprentissage qui ont pour objectif d'inciter les étudiants à apprendre activement et leur permettre d'acquérir des compétences telles que la collaboration et la communication, la pensée critique, la résolution de problèmes et l'autonomie. Cette méthode est apparue au 20 e siècle et devenue plus populaire au 21 e siècle, elle a été exploré dans divers contextes et à différentes phases de la scolarité, du primaire au supérieur.

Dans ce chapitre, nous allons présenter l'apprentissage par projet en détail, en mettant en avant les principes de cette approche pédagogique.

1.2 Définition de « projet » dans l'apprentissage

La notion de « projet » est utilisée dans différents domaines de la vie quotidienne, tels que les projets sociaux, les projets informatiques, les projets commerciaux, etc. Notre objectif est de l'aborder spécifiquement dans le contexte de l'éducation.

Un projet dans le domaine éducatif est un processus collaboratif et il est planifié pour atteindre un objectif d'apprentissage particulier.

Souvent, les projet éducatifs proposent aux apprenants un programme pour approfondir leurs connaissances sur un sujet . Les apprenants doivent rendre le projet aussi créatif que possible pour augmenter leurs connaissances. Les apprenants doivent disposer de suffisamment de temps pour réaliser des projets afin qu'ils puissent bien réussir. La gestion du temps est essentielle car les apprenants sont censés rester occupés et donc décider comment terminer les projets rapidement avec

une grande précision et une bonne qualité pour que le projet devient bien conçu, bien mis en œuvre et donc significatif [25].

1.3 L'apprentissage par projet

1.3.1 Définition

L'apprentissage par projet ou Project-Based Learning (PBL) est une méthode d'enseignement innovante et efficace, centrée sur l'apprenant, caractérisée par l'autonomie de l'apprenant, la gestion du temps, l'établissement d'objectifs, la collaboration, la communication et la réflexion. Cette méthode est généralement réalisée par des groupes d'apprenants pour leur permettre de partager leurs idées. Elle a été explorée dans différents contextes et à différents stades de scolarité [22].

Thien et ses collègues [35] ont proposé une définition qui met l'accent sur le rôle actif et responsable de l'apprenant dans la construction de ses connaissances. Selon leur proposition, « L'apprentissage par projet est un processus de résolution d'un problème complexe provenant de la vie réelle, avec une anticipation sur la démarche, qui est orienté vers le futur et réalisé dans un temps déterminé dans lequel les apprenants jouent un rôle actif dans la construction des savoirs à travers le recours des savoirs antérieurs ainsi que l'interaction avec leurs pairs et leur environnement».

1.3.2 Principaux acteurs d'un projet

L'enseignant

L'enseignant est le responsable sur le lancement du projet aux apprenants soit en distribuant un paquet des papiers ou à travers une vidéo,...etc. Ce projet contient la question de recherche qui doit être avec un langage clair et convaincant, pour donner aux étudiants un sens du but et un défi. Puis l'enseignant doit suivre l'état d'avancement des projets de ses apprenants [25].

L'apprenant

En fait, l'apprentissage par projet est l'une des méthodes d'apprentissage active qui sont basées sur le principe de mettre l'accent sur les apprenants comme des acteurs clés dans l'apprentissage. Pour cela, les apprenants doivent être les créateurs de leurs apprentissages, ils peuvent décider quels produits ils créeront, quelles ressources ils utiliseront et comment ils structureront leur temps. Les apprenants pouvaient même choisir le sujet d'un projet et la problématique.

L'apprenant joue trois rôles : mandataire, participant et collaborateur.

- **Mandataire** : Il est censé bien définir le projet, car il doit comprendre les objectifs généraux et déterminer les objectifs personnels.
- **Participant** : Il doit être présent dans le délai fixé, réalise son projet avec confiance et assume ses responsabilités.
- **Collaborateur** : Il répond avec interaction, collabore avec son groupe d'apprentissage et il leur donne la motivation nécessaire pour assumer les résultats de projet tout en gardant son oreille ouverte pour écouter leurs problèmes et les aider avec ses conseils [23].

1.3.3 Objectifs

Les quatre objectifs de l'apprentissage par projets sont décrits comme suit [19] :

La pertinence

Concerne la manière dont le projet est lié aux intérêts et aux besoins des étudiants. Par exemple, un projet qui porte sur un sujet qui intéresse les étudiants ou qui répond à un besoin ou une problématique concrète peut être plus motivant pour eux. Ce critère concerne également la manière dont le projet est lié aux objectifs d'apprentissage de la formation. Un projet qui permet aux étudiants de mettre en pratique les connaissances et compétences visées par la formation peut être plus efficace pour leur apprentissage.

La complexité

Concerne l'adéquation du niveau de difficulté du projet aux compétences et aux connaissances des étudiants, un projet qui est trop facile ou trop difficile peut être démotivant pour les étudiants. D'autre part, un projet qui permet aux étudiants de mettre en œuvre des compétences et connaissances de différentes disciplines peut être plus enrichissant pour eux.

La collaboration

Concentre sur la façon dont le projet est réalisé en groupe et met en jeu la communication et le travail en équipe. Un projet qui permet aux étudiants de travailler ensemble et de partager leurs idées peut être plus motivant pour eux. Ce critère

concerne également la manière dont le projet encourage la communication et la coopération entre les étudiants. Un projet qui prévoit des moments de discussion et de feedback peut être plus efficace pour leur apprentissage.

La créativité

S'intéresse à la façon dont le projet encourage la créativité et la pensée critique des étudiants et leur permet de développer de nouvelles idées et de les mettre en pratique.

1.3.4 Méthodologie

Les différentes étapes dans l'apprentissage par projet sont définis ci-dessous [2] :

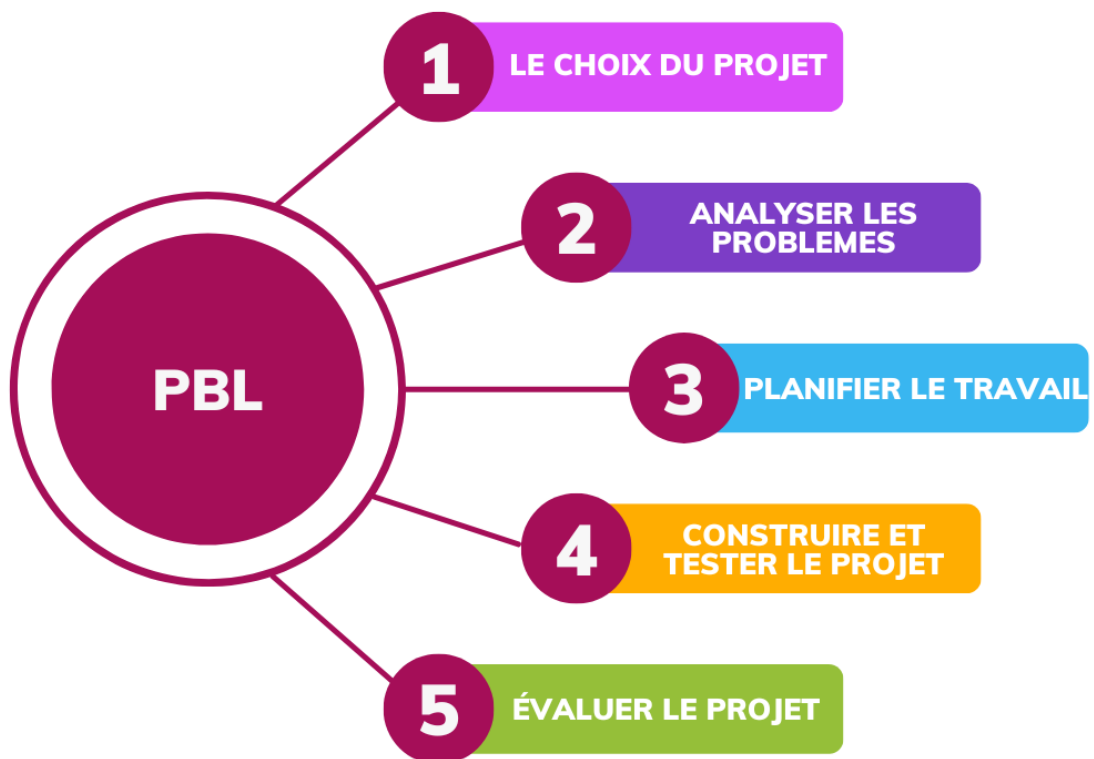


FIGURE 1.1 – La méthodologie d'apprentissage par projet

- **Le choix du projet** : Le choix du projet est un élément clé de l'apprentissage par projets. Il doit être adapté aux intérêts et aux besoins des étudiants, aux objectifs d'apprentissage de la formation et aux ressources et limites du projet. Il est important de consulter les étudiants pour le choix du projet et de

s'inspirer de projets réalisés par d'autres groupes d'étudiants ou de ressources disponibles en ligne.

- **Analyser les problèmes :** L'analyse de problèmes consiste à identifier et comprendre les problèmes de manière à trouver des solutions efficaces. Pour ce faire, il est important de définir clairement le problème et de comprendre ses causes et conséquences, de recueillir et d'analyser des informations de manière critique et de prendre en compte les contraintes et les ressources disponibles lors de la sélection de la solution.
- **Planifier le travail :** Il est important de définir clairement les objectifs et les tâches, de déterminer les ressources et les échéances nécessaires et de créer un plan détaillé. La planification du travail est réalisée en groupe et doit prendre en compte les marges de manœuvre et la flexibilité nécessaires.
- **Construire et tester le projet :** La construction du projet consiste à mettre en œuvre le plan de travail et à réaliser les tâches prévues, tandis que le test du projet consiste à vérifier si le projet atteint les objectifs fixés et s'il est fonctionnel et réalisable. Il est important de consacrer suffisamment de temps et de ressources à ces étapes afin de s'assurer de la qualité et de la faisabilité du projet et de permettre aux étudiants de développer diverses compétences.
- **Évaluer le projet :** L'évaluation du projet est l'étape finale de l'apprentissage par projets et consiste à mesurer les résultats et les progrès réalisés par les étudiants pendant la réalisation du projet. Elle doit prendre en compte les objectifs fixés au début du projet et les compétences et connaissances visées par la formation. Il est important de donner aux étudiants des retours sur leur travail et de leur fournir des conseils pour l'amélioration de leur projet et de réfléchir aux enseignements tirés du projet et aux manières de mettre en pratique ces enseignements dans le futur.

Une autre méthodologie qui partage les mêmes objectifs permet aux apprenants d'acquérir les compétences de réflexion du 21e siècle, notamment la collaboration et la communication, la pensée critique, la résolution de problèmes et l'autonomie, sur la base d'un ensemble d'étapes citées dans [18]. Ces étapes sont les suivantes : commencer par la question essentielle, concevoir un plan pour le projet, créer un calendrier, suivre les étudiants et l'avancement du projet, évaluer le résultat et évaluer l'expérience.

1.3.5 Avantages

Voici quelques avantages de l'apprentissage par projet pour l'apprentissage et le développement des compétences [11] :

- Permet aux étudiants de développer des compétences pratiques en résolvant des problèmes concrets et en réalisant des projets concrets.
- Met l'accent sur l'apprentissage par la découverte et la recherche, ce qui peut favoriser l'apprentissage autonome et la créativité.
- Favorise l'apprentissage collaboratif et la coopération, ce qui peut aider les étudiants à développer leur capacité à travailler en équipe et à communiquer de manière efficace.
- Permet aux étudiants de développer leur capacité à raisonner de manière critique et à prendre des décisions de manière autonome.
- Peut être adapté à différents niveaux de compétence et de connaissances, ce qui en fait une approche pédagogique flexible et adaptable.
- Peut être motivant pour les étudiants, car il leur permet de travailler sur des projets qui leur tiennent à cœur et qui ont un impact concret sur leur environnement.

1.3.6 Défis et limites

Cette approche pédagogique peut également faire face à certains défis et limites tels que [11] :

- **La gestion du temps** : l'apprentissage par projet peut nécessiter un investissement de temps important pour la planification et la réalisation des projets, ce qui peut être difficile à gérer pour les étudiants et les enseignants.
- **La gestion des ressources** : l'apprentissage par projet peut nécessiter l'accès à des ressources matérielles et technologiques, ce qui peut poser des problèmes dans certaines situations (par exemple, en période de confinement).
- **La gestion de la diversité des compétences et des connaissances** : dans un projet d'apprentissage, il est fréquent que les étudiants aient des niveaux de compétences et de connaissances différents, ce qui peut être difficile à gérer pour l'enseignant.

- **La difficulté à évaluer l'apprentissage** : l'apprentissage par projet peut être difficile à évaluer de manière standardisée, car il met l'accent sur la résolution de problèmes concrets et la création de produits finaux, plutôt que sur la réponse à des questions de test standardisées.
- **La difficulté à gérer les conflits au sein d'un groupe** : l'apprentissage par projet implique souvent la collaboration en équipe, ce qui peut entraîner des conflits entre les étudiants. Il est important de gérer ces conflits de manière efficace pour que le projet puisse être mené à bien.

1.3.7 Synthèse des travaux

Les chercheurs Labib et al (2020) [23] ont étudié l'efficacité de l'apprentissage par projets électroniques sur le développement des compétences de la lecture à voix haute en français langue étrangère (FLE) chez les élèves du cycle secondaire. Ils ont comparé les progrès des étudiants avant et après avoir suivi une formation en FLE avec l'utilisation de projets électroniques pour déterminer si cette méthode d'apprentissage est efficace. L'objectif de cette étude est de comprendre comment l'utilisation de projets électroniques peut aider les étudiants à atteindre un niveau de lecture à voix haute satisfaisant.

Hira et al (2021) [19] ont cherché pour savoir l'efficacité de l'utilisation de projets pour motiver les étudiants à apprendre en ligne pendant la pandémie de COVID-19 en 2020. Ils ont mené une étude auprès d'un groupe d'étudiants qui ont suivi une formation en ligne avec l'utilisation de projets pour voir si cela avait un impact positif sur leur motivation à apprendre. L'objectif de cette étude est de déterminer si l'apprentissage par projets peut être une stratégie efficace pour motiver les étudiants à apprendre en ligne pendant la pandémie de COVID-19 et de comprendre comment cette approche peut être utilisée pour soutenir l'apprentissage en ligne de manière efficace.

Les chercheurs Chen et ses collègues (2022) ont fait une étude pour déterminer si l'utilisation de projets peut être une stratégie efficace pour améliorer la pensée créative chez les étudiants et de comprendre comment cette approche peut être utilisée pour soutenir le développement de cette compétence de manière efficace. Pour ce faire, les chercheurs ont mené une étude auprès d'un groupe d'étudiants qui ont suivi une formation avec l'utilisation de projets pour évaluer l'impact de cette approche sur leur pensée créative [7].

1.4 Conclusion

L'apprentissage par projets est une approche pédagogique qui implique la réalisation de projets concrets et significatifs par les étudiants. Dans ce chapitre, nous avons présenté l'apprentissage par projet comme une approche pédagogique centrée sur la résolution de problèmes et de projets concrets. Nous avons mis en avant les avantages de cette approche pour l'apprentissage et le développement des compétences des étudiants. Nous avons également discuté des défis et des limites de l'apprentissage par projet.

Chapitre 2

L'engagement dans le domaine éducatif

2.1 Introduction

L'engagement est la clé du succès pour les apprenants dans leur vie d'une manière générale et leur vie académique en particulier, par le fait qu'il permet aux personnes de bien exercer leur activité grâce à leur attention, leur curiosité et leur passion qui doivent être présentes pour qu'on puisse dire que cette personne est bien engagée dans son domaine d'activité.

Dans ce chapitre, nous nous intéressons à l'engagement de l'apprenant. Pour cela, nous aborderons les trois dimensions de l'engagement on se basera sur l'engagement comportemental et explorerons les diverses technologies visant à améliorer l'engagement dans les environnements d'apprentissage en ligne. Enfin, nous présenterons quelques études de recherche récentes se concentrant spécifiquement sur l'engagement dans ces contextes d'apprentissage virtuels.

2.2 Définition de l'engagement des apprenants

L'engagement des apprenants a été identifié comme le degré d'implication ou d'intérêt des apprenants dans leurs études et le lien qui les relie à leur lieu d'apprentissage, il est considéré comme un indicateur fiable du risque d'échec scolaire. Le facteur de motivation est aussi important pour le bon engagement des apprenants [17]. En fait, l'engagement des apprenants a été présenté par les dimensions comportementales, émotionnelles et cognitives. Ces dimensions seront expliquées en détail dans la section suivante.

2.3 Dimensions de l'engagement des apprenants

2.3.1 Engagement cognitif

Ce type d'engagement se définit par le développement des stratégies d'apprentissage qui visent une grande habileté des notions abordées dans les cours avec l'attention et la concentration totale de l'apprenant et la réflexion pour la mise en œuvre de ces stratégies. Il peut être utilisé à travers un questionnaire cognitif [26].

2.3.2 Engagement émotionnel

L'engagement émotionnel décrit les réactions affectives des étudiants aux tâches, aux cours, aux enseignants et en général à l'université [15]. Ce type d'engagement est lié aux expériences émotionnelles des apprenants pendant le processus d'apprentissage. Les émotions peuvent affecter la motivation, l'attention et la performance des apprenants. Les enseignants peuvent favoriser l'engagement émotionnel en créant un environnement d'apprentissage positif et en utilisant des stratégies pédagogiques qui prennent en compte les émotions des apprenants [33].

2.3.3 Engagement comportemental

Selon Liu et al[27] l'engagement comportemental désigne "la participation aux activités liées à l'école et l'implication dans les tâches académiques et d'apprentissage telles que celles effectuées en ligne. Il peut être mesuré par l'observation et l'auto-évaluation".

L'engagement comportemental [3] est un prédicteur solide et cohérent des résultats scolaires, se définit par les aspects quantitatifs comme la participation et la persévérance pendant l'apprentissage. Un apprenant qui a un engagement comportemental de qualité participe activement, garde son attention sur les tâches à effectuer ou prouve sa capacité à étudier et à réfléchir. Ce type d'engagement qui a été utilisé dans ce projet.

L'engagement comportemental implique les trois dimensions suivantes [31] :

- **La persévérance** : C'est la volonté de l'apprenant de continuer à participer et à s'investir dans l'apprentissage malgré les difficultés ou les obstacles rencontrés. Par exemple, un apprenant persévérant peut continuer à participer aux cours en ligne malgré des problèmes techniques ou des distractions environnementales.

- **La participation** : C'est le niveau d'interaction de l'apprenant avec les activités et les ressources d'apprentissage. Cela inclut la participation active aux discussions, la soumission régulière des travaux assignés, la réalisation des quiz et des tests, etc.
- **L'effort** : C'est le niveau de travail et d'attention que l'apprenant consacre à l'apprentissage en ligne. Cela inclut la lecture attentive des ressources d'apprentissage, la prise de notes, la réflexion sur les concepts et les idées, la recherche d'informations complémentaires, etc.

2.4 Les techniques de l'engagement dans l'apprentissage en ligne

Trois types d'interaction dans l'apprentissage sont définis ci-dessous (figure 2.1) :

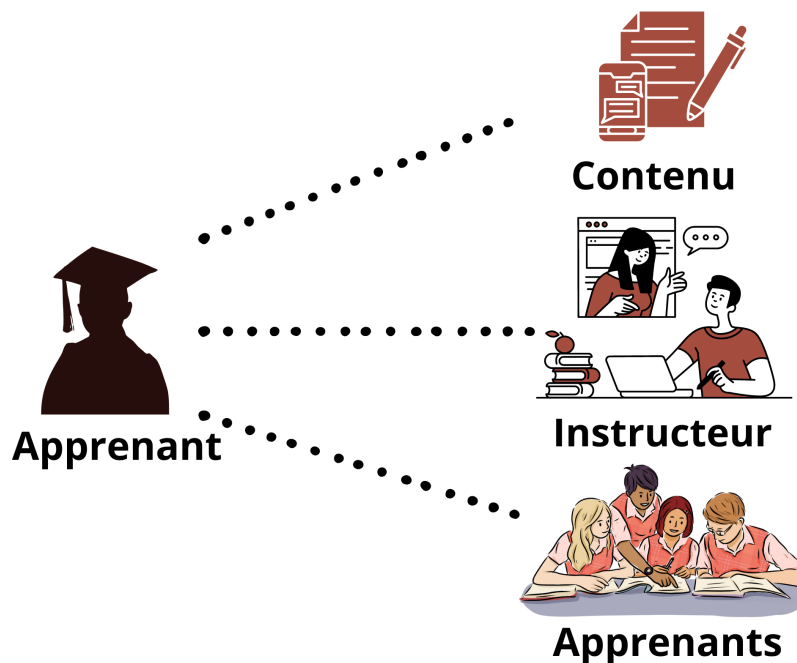


FIGURE 2.1 – Types d'interaction.

2.4.1 Interaction de l'apprenant au contenu

Cette technique permet aux apprenants de bien interagir avec le multimédia, de regarder des vidéos éducatives ou de rechercher des informations pertinentes. La

qualité des présentations de cours par les enseignants joue également un grand rôle sur l'engagement des apprenants dans le contenu de ces présentations [28].

2.4.2 Interaction apprenant à instructeur

La deuxième technique d'interaction est très importante car le lien entre l'apprenant et l'enseignant permet la continuité et la motivation des apprenants pendant les cours en ligne présentés par l'expert en la matière, l'évaluation des apprenants permet aux enseignants de suivre le taux d'avancement soit par des projets donnés ou des questions posées aux étudiants qui peuvent contribuer à l'amélioration de l'engagement dans l'apprentissage en ligne [30].

2.4.3 Interaction apprenant à apprenant

Les échanges interindividuel entre deux apprenants ou un groupe d'apprenants est l'une des techniques les plus utilisées pour augmenter l'efficacité de l'apprentissage. Des outils tels que les forums de discussion, les sessions de chat, les blogs, les wikis... sont recommandés pour un bon engagement de l'apprenant et pour éviter l'isolement dans un environnement d'apprentissage en ligne [28].

2.5 Systèmes et outils utilisés pour l'amélioration de l'engagement

Les systèmes et les outils peuvent être utilisés de différentes manières pour promouvoir l'engagement comportemental. Voici quelques exemples de systèmes ou d'outils qui peuvent être utilisés dans ce contexte [28] :

- **Les plateformes de gestion de l'apprentissage (Learning Management System ou LMS) :** Ces plateformes sont des outils en ligne qui permettent aux enseignants de créer et de gérer des cours et des activités d'apprentissage pour les apprenants. Elles peuvent offrir des fonctionnalités telles que des forums de discussion, des quizz, des tâches à accomplir et des systèmes de notation en ligne.
- **Les réseaux sociaux et les plateformes en ligne :** Ces outils peuvent être utilisés pour créer des communautés en ligne qui encouragent et soutiennent l'engagement comportemental, par exemple en partageant des astuces et des conseils ou en organisant des événements virtuels.

- **Les systèmes gamifiés** : L'utilisation de mécanismes de jeu dans les applications et les plateformes peut rendre les comportements d'engagement plus attrayants et amusants. Les éléments tels que les classements, les badges, les récompenses virtuelles et les défis peuvent motiver les individus à s'engager davantage et à atteindre des objectifs.
- **Outils de collaboration en ligne** : Les outils de collaboration en ligne, tels que les espaces de travail partagés, les tableaux blancs virtuels, les documents collaboratifs, facilitent la participation active en permettant aux apprenants de travailler ensemble, de partager leurs idées et de contribuer au contenu de manière collaborative.
- **Les systèmes d'intelligence artificielle** : L'utilisation de l'intelligence artificielle permet de personnaliser les expériences et les recommandations en fonction des préférences et des comportements des individus. Les systèmes d'IA peuvent analyser les données comportementales et fournir des recommandations ciblées pour encourager des comportements spécifiques.

2.6 Amélioration de l'engagement comportemental

Plusieurs techniques ont été explorées et discutées pour l'amélioration de l'engagement comportemental dans le domaine de l'apprentissage. Comprendre les facteurs qui influencent l'engagement des apprenants et développer des stratégies efficaces pour le promouvoir sont des priorités essentielles pour les enseignants, les formateurs et les concepteurs pédagogiques. Cette partie se concentre sur les trois approches clés pour améliorer l'engagement comportemental. Chaque approche sera étayée par des études de recherche pertinentes démontrant leur efficacité sur l'engagement des étudiants.

2.6.1 Learning analytics

L'analyse de l'apprentissage (également appelée "learning analytics") consiste à utiliser des données et des analyses pour comprendre et améliorer les résultats d'apprentissage et l'engagement des apprenants. Elle peut impliquer la collecte de données sur divers aspects de l'apprentissage et du comportement des étudiants, tels que la participation aux discussions en ligne, le temps consacré aux matériaux de cours et les performances aux évaluations. Ces données peuvent être utilisées pour identifier des modèles et des tendances qui peuvent orienter les stratégies d'ensei-

gnement et les interventions visant à améliorer l'engagement des étudiants et les résultats d'apprentissage [34].

Chen et ses collègues (2018) examinent comment l'analyse de l'apprentissage social peut être utilisée pour soutenir l'engagement des étudiants dans les discussions en ligne. Ils se concentrent sur le contexte de l'enseignement universitaire et présentent un exemple de mise en œuvre de cette approche. Les résultats de cette étude peuvent être utiles pour les enseignants et les gestionnaires de l'enseignement universitaire qui souhaitent comprendre comment l'analyse de l'apprentissage social peut être utilisée pour favoriser l'engagement des étudiants dans les discussions en ligne [6].

Des chercheurs comme Silvola et al (2021) examinent les attentes des enseignants en ce qui concerne l'utilisation de l'analyse de l'apprentissage pour soutenir l'engagement des étudiants dans l'apprentissage. Les chercheurs se concentrent sur les perspectives des enseignants sur l'utilisation de l'analyse de l'apprentissage dans le contexte de l'enseignement universitaire, en se basant sur une étude menée auprès d'enseignants de différentes disciplines. Ils sont particulièrement intéressés par les attentes des enseignants quant à la manière dont l'analyse de l'apprentissage peut être utilisée pour soutenir l'engagement des étudiants dans l'apprentissage. Les résultats de cette étude peuvent être utiles pour les décideurs et les gestionnaires de l'enseignement universitaire qui souhaitent comprendre comment l'analyse de l'apprentissage peut être utilisée de manière efficace pour soutenir l'engagement des étudiants dans l'apprentissage [34].

2.6.2 Les tableaux de bord

Les tableaux de bord sont de plus en plus utilisés pour faciliter le processus d'enseignement et d'apprentissage. Ils sont définis comme "une représentation visuelle des données les plus critiques nécessaires à l'accomplissement d'un ou plusieurs objectifs ; condensée et disposée sur un seul écran de façon à ce que les données puissent être observées d'un seul coup d'œil" [13].

Les tableaux de bord peuvent être un outil efficace pour améliorer l'engagement comportemental en fournissant aux utilisateurs des informations, des aperçus et des commentaires pertinents. Un tableau de bord bien conçu peut [38] :

- Aider les apprenants à comprendre leurs progrès et leurs performances, à identifier les domaines à améliorer et à suivre leurs objectifs.
- Offrir aux apprenants des incitations, des récompenses et une reconnaissance de leurs efforts.

- Faciliter la collaboration et la communication en permettant aux apprenants de partager et de comparer leurs données avec d'autres.

(Carrillo et al, 2017) [4] ont traité le développement d'un tableau de bord pour aider les enseignants à suivre l'engagement des étudiants pendant les tâches de cartographie mentale. L'étude définit des indicateurs basés sur les traces d'interaction des apprenants, y compris les éléments de la carte mentale finale, l'utilisation des ressources web et les actions effectuées. Les résultats ont démontré l'efficacité des indicateurs définis pour comprendre les processus de cartographie mentale des étudiants.

2.6.3 Le feedback

Le feedback est un moyen efficace pour améliorer l'engagement comportemental. Il permet d'informer les autres des résultats de leurs actions et de leur fournir des connaissances sur la manière de modifier leur comportement futur. Il présente les fonctions suivantes [12] :

- Confirmer les actions de l'apprenant lorsqu'elles sont appropriées.
- Ajuster la compréhension de l'apprenant lorsque ses actions montrent une confusion.
- Ajouter des informations aux connaissances antérieures de l'apprenants si ses actions sont incorrectes et montre un manque de connaissances.
- Remplacer les connaissances incorrectes et réorganiser les théories de l'apprenant qui sont incompatibles avec le nouveau matériel.

Une étude menée par Carvalho et ses collègues [5] a exploré le lien entre le feedback des enseignants, l'identification des élèves à leur école et leur engagement comportemental. Les chercheurs ont recueilli des données auprès de 2 534 élèves de la 6e à la 12e année et ont examiné comment les perceptions de feedback par les élèves sont liées à leur engagement, par l'intermédiaire de leur identification à l'école. Les résultats indiquent que le feedback des enseignants est lié à une augmentation de l'engagement comportemental par le biais d'une meilleure identification à l'école. Cependant, cette relation est influencée par l'année scolaire des élèves et le type de cours secondaire auquel ils sont inscrits. Les élèves de 12e année perçoivent un feedback moins efficace et s'identifient moins à l'école que les élèves des premières années.

2.7 Synthèse des travaux sur l'engagement comportemental

Dans le travail de Hospel et al (2016) [20], les auteurs examinent le concept d'engagement comportemental et les moyens de le mesurer. Ils ont constaté que l'engagement comportemental est un concept multidimensionnel, ce qui signifie qu'il peut être compris en termes de multiples dimensions ou aspects. Ces dimensions peuvent inclure l'engagement comportemental, cognitif et émotionnel. Les chercheurs ont également discuté des implications de cette multidimensionnalité pour la recherche et la pratique. Ils ont fait valoir qu'une compréhension plus nuancée de l'engagement comportemental peut aider les enseignants à mieux comprendre et soutenir l'apprentissage des apprenants.

Autrement, les chercheurs Lai et al (2021) [24] étudient l'impact de différents facteurs sur l'engagement comportemental des étudiants universitaires dans les classes inversées. Ils ont constaté que l'engagement des étudiants avec le matériel en dehors de la classe et l'apprentissage collaboratif en classe ont un impact positif sur l'engagement comportemental, tandis que la qualité de l'enseignement n'a pas d'impact significatif.

Monteiro et ses collègues (2021) [29] étudient l'impact de la rétroaction efficace sur l'identification des élèves à l'école et sur leur engagement comportemental. Ils ont mené une étude quantitative auprès d'un échantillon d'élèves de l'école primaire et de l'école secondaire aux États-Unis et ont utilisé des mesures de l'identification à l'école et de l'engagement comportemental pour évaluer l'impact de la rétroaction efficace sur ces variables. Les résultats ont montré que la rétroaction efficace avait un impact positif sur l'identification des élèves à l'école et sur leur engagement comportemental.

Le tableau ci-dessous présente un résumé de certaines études de recherche qui ont exploré différents aspects de l'engagement comportemental :

Auteurs	Objectifs	Technologies ou Méthodes utilisées
Liu et al (2014) [27]	Mesurer l'engagement comportemental et crée des visualisations des modèles comportementaux des étudiants écrivant sur une application basée sur le cloud.	Learning Analytics
Cappella et al (2013) [3]	Le rôle du contexte des pairs en classe dans l'engagement comportemental des élèves à faible revenu dans les classes d'écoles primaires urbaines.	Réseaux sociaux
Lai et al (2021) [24]	Tester comment la motivation des étudiants, l'aptitude de l'étudiant et l'opportunité de la classe influencent l'engagement comportemental des étudiants dans les classes inversées.	Classe inversée
Monteiro et al (2021) [29]	Explorer l'effet de l'environnement de la classe sur l'engagement comportemental et l'identification des apprenants.	Feedback
Nguyen et al (2018) [31]	Analyser la manière dont l'engagement comportemental des étudiants varie en fonction du contexte et démontrent la nécessité d'une échelle d'engagement plus fine.	Approche coopératif

TABLEAU 2.1 – Des travaux sur l'engagement comportemental

2.8 Conclusion

L'engagement, et plus particulièrement l'engagement comportemental, est un élément clé de l'apprentissage et de la réussite scolaire. Dans ce chapitre, nous avons abordé certaines définitions liées à l'engagement et l'engagement comportemental des apprenants. Nous avons vu que les learning analytics sont des outils précieux pour mesurer, analyser et améliorer l'engagement comportemental des apprenants en combinant les concepts de tableau de bord et de feedback. Nous avons terminé ce chapitre en examinant plusieurs travaux de recherche pertinents sur l'engagement comportemental.

Chapitre 3

Conception du système

3.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous expliquerons la conception globale de notre système. Nous allons proposer l'architecture générale après avoir identifié les objectifs du travail, à partir desquels sont extraits les acteurs et les fonctionnalités du système. Ensuite, nous présentons une description détaillée de l'approche proposée. Et, pour terminer nous présenterons la modélisation et structuration des données.

3.2 Objectifs du travail

L'engagement comportemental joue un rôle important dans le succès des apprenants dans l'apprentissage d'une manière générale et l'apprentissage en ligne en particulier. Néanmoins, presque tous les travaux proposés concernant l'engagement dans le domaine éducatif n'ont proposé aucune approche afin d'améliorer l'engagement comportemental dans les environnements d'apprentissage par projet en ligne, c'est dans ce contexte que s'intègre notre travail où en élaborant un système que nous avons nommé **AECapp (Amélioration de l'Engagement Comportemental dans l'apprentissage par projet)** qui s'intéresse aux mécanismes qui permet d'aider les apprenants à améliorer leur engagement comportemental dans le processus d'apprentissage par projet en ligne. Le système développé permet :

- D'analyser les traces comportementales des apprenants pour évaluer leur niveau d'engagement dans les activités d'apprentissage par projet.
- De proposer des mécanismes et des stratégies basés sur ces analyses pour stimuler l'engagement des apprenants et favoriser leur participation active.

- D’offrir aux apprenants des fonctionnalités pour collaborer, communiquer entre eux, consulter des ressources pédagogiques et développer des projets ensemble. De plus, il permet aux apprenants de suivre leur évolution tout au long du processus.

3.3 Architecture générale du système

Le système développé est composé des éléments suivants (voir figure 3.1) :

- **Trois interfaces principales** : Le système comporte trois interfaces principales pour les acteurs du système. Chaque interface offre des fonctionnalités adaptées aux besoins de chaque acteur.
- **Un serveur web** : Ce serveur web est chargé d’héberger et de gérer l’interface utilisateur, ce qui permet aux utilisateurs de naviguer et d’interagir avec le système.
- **Une base de données** : La base de données recueille les caractéristiques et les informations de tous les acteurs du système.

En plus de ces éléments clés, le système est composé de cinq composantes de support qui soutiennent son fonctionnement général :

- **Gestionnaire des ressources pédagogiques** : Notre système utilise deux types de ressources : les fichiers et les vidéos. Chaque ressource est spécifiée par son nom, sa description, son objectif et son type.
- **Gestionnaire des projets** : Permet aux enseignants de proposer des projets, La spécification du projet inclut son nom, sa description. Il est à souligner que chaque projet proposé par l’enseignant est soumis à un délai pour son réalisation.
- **Gestionnaire de regroupement des apprenants** : Donner aux apprenants l’autonomie de choisir les membres de leur groupe peut améliorer de manière significative l’engagement comportemental dans l’apprentissage par projet. Cette autonomie favorise les expériences d’apprentissage personnalisées, car les apprenants peuvent aligner leurs préférences et leurs styles de travail sur les membres du groupe qu’ils ont choisis.
- **Gestionnaire des traces** : Chargé de recueillir et de gérer les traces des activités des apprenants. Il permet de surveiller et d’enregistrer les actions des

apprenants et d'assurer la traçabilité des activités du système tout au long du processus.

- **Gestionnaire des feedbacks** : Permet de fournir des feedbacks aux apprenants sur leur développement et leurs réalisations.

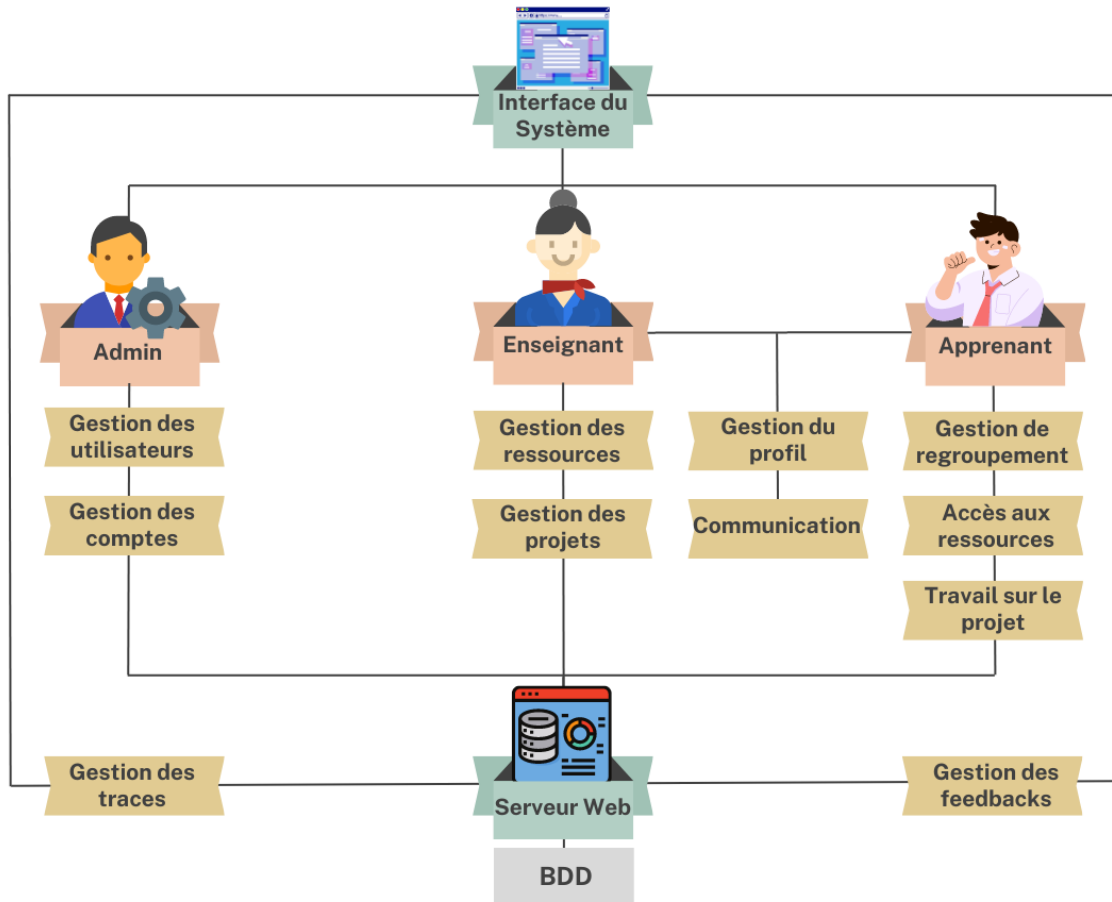


FIGURE 3.1 – Architecture générale du système

3.3.1 Identification des acteurs du système

Notre système est composé de trois acteurs principaux : l'enseignant, l'apprenant et l'administrateur. Chaque acteur a un rôle principale, résumé comme suit :

1. *L'enseignant* est responsable sur la proposition des projets et le suivi des apprenants.
2. *L'apprenant* doit collaborer avec d'autres apprenants du même groupe pour réaliser le projet proposés par l'enseignant.

3. L'*administrateur* est responsable du système et principalement la gestion des utilisateurs.

3.3.2 Fonctionnalités de système

Nous allons préciser les fonctionnalités de chaque acteur de notre système :

Fonctionnalités de l'enseignant

- S'inscrire, se connecter et déconnecter au site.
- Modifier son profil.
- Créer un cours, ajouter ou supprimer des objets, par exemple des fichiers, des vidéos, des projets...etc.
- Écrire, lire et afficher la liste des mail ou commentaires.

Fonctionnalités de l'apprenant

- S'inscrire, se connecter et déconnecter au site.
- Modifier son profil.
- S'inscrire au cours et choisir le groupe .
- Télécharger des fichiers et consulter des vidéos et des ressources pédagogiques.
- Ecrire et lire un mail, un message, un commentaire, une question d'urgence ou une réponse.
- Afficher la liste des mails, des messages, des commentaires reçus.
- Collaborer et communiquer avec les apprenants du même groupe pour réaliser le projet.
- Consulter ses tableaux de bord et ses feedbacks.

Fonctionnalités de l'administrateur

- Se connecter et déconnecter au site.
- Accéder à la liste des apprenants et des enseignants.
- Accepter ou supprimer les nouveaux apprenants et enseignants inscrits dans le système.

3.4 Une nouvelle approche pour améliorer l'engagement comportemental

Pour aider les apprenants à améliorer leur niveau d'engagement comportemental, nous allons proposer une nouvelle approche qui se base sur les traces laissées par les apprenants pendant le processus d'apprentissage. Ces traces sont exploitées pour calculer des indicateurs de performance et d'engagement, qui sont ensuite utilisés pour produire des tableaux de bord et générer des feedbacks par le système pour aider et motiver les apprenants à progresser :

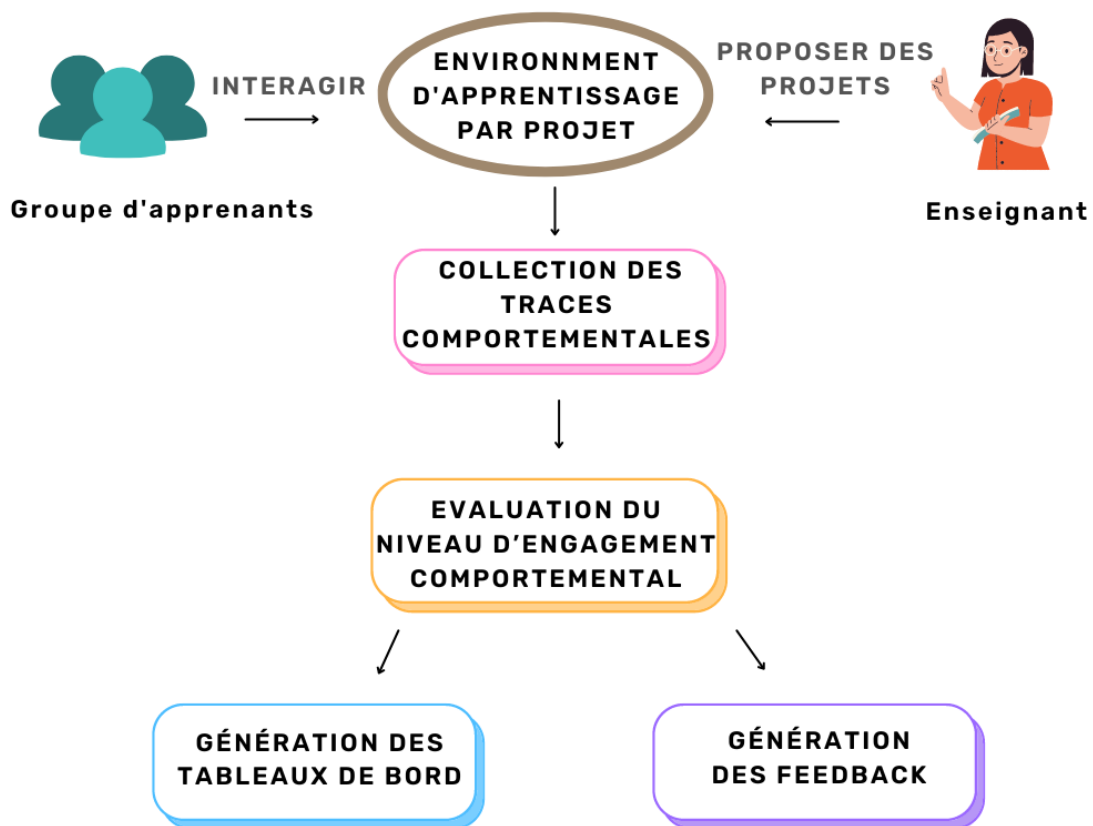


FIGURE 3.2 – Processus d'amélioration du niveau d'engagement comportemental

3.4.1 Collecte des traces comportementales

Notre système d'apprentissage en ligne propose différents outils de collaboration tels que le chat, le forum et l'e-mail, qui permettent aux apprenants de travailler ensemble à distance. Certaines activités effectuées par les apprenants sont enregistrées sous forme de traces, qui seront utilisées pour évaluer leurs engagements en matière de communication et de comportement. Dans ce travail, nous nous concen-

trons sur la collecte de ces traces pour évaluer l'engagement comportemental. Nous avons décomposé ces traces en quatre types : les traces de communication, les traces de consultation des ressources pédagogiques, et les traces concernant la gestion du temps.

1. Les traces de communication

Afin de collecter ce type de traces, nous avons utilisé trois outils de communication qui sont les suivants :

- **Le chat :**

Des groupes de 4 apprenants au maximum sont constitués pour assurer le bon déroulement du processus de communication et chaque groupe est dirigé par un responsable chargé de la gestion de son groupe et communiquer régulièrement avec l'enseignant. Ainsi les traces de l'apprenant sont collectées lors de l'envoi d'un message .

- **Le Forum :**

Tous les apprenants sont concernés pour participer au forum, les traces de l'apprenant sont aussi collectés lors de l'envoi d'un message dans le forum.

- **L'email :**

L'apprenant ici peut envoyer un e-mail à un autre apprenant ou à l'enseignant, que ce soit en tant que leader ou en tant que membre, et dans les deux cas, les traces sont collectées.

2. Les traces de consultation des ressources pédagogiques

Pour collecter les traces de consultation des ressources pédagogiques, trois actions sont possibles :

- **Consultation interne sur la plateforme :**

L'apprenant a la possibilité de faire une recherche sur un cours, et les traces de ses recherches sont collectées lors de cette activité de recherche.

- **Consultation externe :**

Ici les traces de l'apprenant sont collectées lors d'un clic sur un lien externe qui contient des vidéos éducatives.

- **Consultation des cours :**

L'apprenant peut accéder à un cours au format électronique en utilisant une fonction spécifique pour recueillir les traces de cette action.

4. Les traces de gestion du temps

Le retard est un indicateur important pour mesurer le manque de sérieux de l'apprenant, donc pour assurer le bon engagement comportemental de l'apprenant des traces sont aussi collectés lors du respect des délais pour la participation dans une réunion et la remise du projet.

3.4.2 Évaluation du niveau d'engagement comportemental des apprenants

A la fin de chaque projet, le système développé doit évaluer le niveau d'engagement comportemental concernant chaque apprenant selon ses actions (tableau 3.1) enregistrées pendant la réalisation du projet.

Trace	Action
Communication	Envoyer chat
	Envoyer forum
	Envoyer Mail
Consultation des ressources pédagogiques	Consultation interne
	Consultation externe
	Consulter les cours
Gestion du temps	Dans la participation à une réunion
	Pour la remise du projet

TABLEAU 3.1 – Tableau des actions

Pour cette évaluation, nous proposons d'utiliser l'ensemble des formules suivantes :

- **La communication**

$\text{Score}(\text{com}) = \text{Nombre de messages envoyés sur chat} + \text{Nombre de messages envoyés sur forum} + \text{Nombre de messages envoyés par email} .$

- **La consultation des ressources pédagogique**

$\text{Score}(\text{cons}) = \text{Nombre de consultation des ressources pédagogique} .$

- **La gestion du temps**

Score(GT) = le nombre de respect des délais.

Il est à noter que le respect des délais doit être mesurer par l'écart entre le temps théorique qui est proposé pour effectuer l'action et le temps réel d'effectuer une action par l'apprenant.

3.4.3 Génération des tableaux de bord

Pour permettre aux apprenants de visualiser et suivre leurs progrès en fonction de leur participation à la plateforme, des tableaux de bord seront utilisés :

- Les apprenants peuvent suivre les engagements de leur groupe (Chat, Forum, Mailbox, Consultation des ressources pédagogiques, Gestion du temps).
- Ils peuvent également comparer leur niveau d'engagement individuel avec celui des autres apprenants du même groupe.
- La comparaison par groupe des engagements globaux (Communication, Consultation des ressources pédagogiques, Gestion du temps) est également possible pour chaque groupe.

3.4.4 Génération des feedbacks

Dans notre approche, nous utilisons les feedbacks pour aider les apprenants à ajuster leurs comportements. Ces feedbacks sont générés sous forme des messages en fonction de la valeur du score obtenu de chaque niveau d'engagement. Ces valeurs doivent être normalisées afin de les garder dans l'intervalle [0,1].

L'équation utilisée pour normaliser les valeurs est la suivante [1] :

$$Score_{\text{normalisé}} = \frac{Score_{\text{final}} - Score_{\text{minimum}}}{Score_{\text{maximum}} - Score_{\text{minimum}}}$$

1. les règles de production des feedbacks

Selon le niveau d'engagement (le score) obtenu, le système doit générer automatiquement le feedback nécessaire en utilisant les règles suivantes :

- **Si la valeur est entre [0.0, 0.2[** : donc l'apprenant reçoit le message suivant :
" Votre niveau d'engagement est très faible, il est nécessaire d'apporter des améliorations majeures".
- **Si la valeur est entre [0.2, 0.4[** : donc l'apprenant reçoit le message suivant :
" Votre niveau d'engagement est faible, il y a des aspects à développer".

- **Si la valeur est entre [0.4, 0.6[** : donc l'apprenant reçoit le message suivant :
" Votre niveau d'engagement est moyen, des améliorations sont nécessaires dans certains aspects".
- **Si la valeur est entre [0.6, 0.8[** : donc l'apprenant reçoit le message suivant :
" Votre niveau d'engagement est Bon, mais vous pouvez encore l'améliorer".
- **Si la valeur est entre [0.8, 1]** : donc l'apprenant reçoit le message suivant :
" Votre niveau d'engagement est très bon, continuez de la même manière."

3.5 Modélisation et structuration des données

3.5.1 Diagramme de cas d'utilisation

Nous présentons ci-dessous les diagrammes de cas d'utilisation correspondant aux acteurs décrits :

Diagramme de cas d'utilisation "*Administrateur*" :

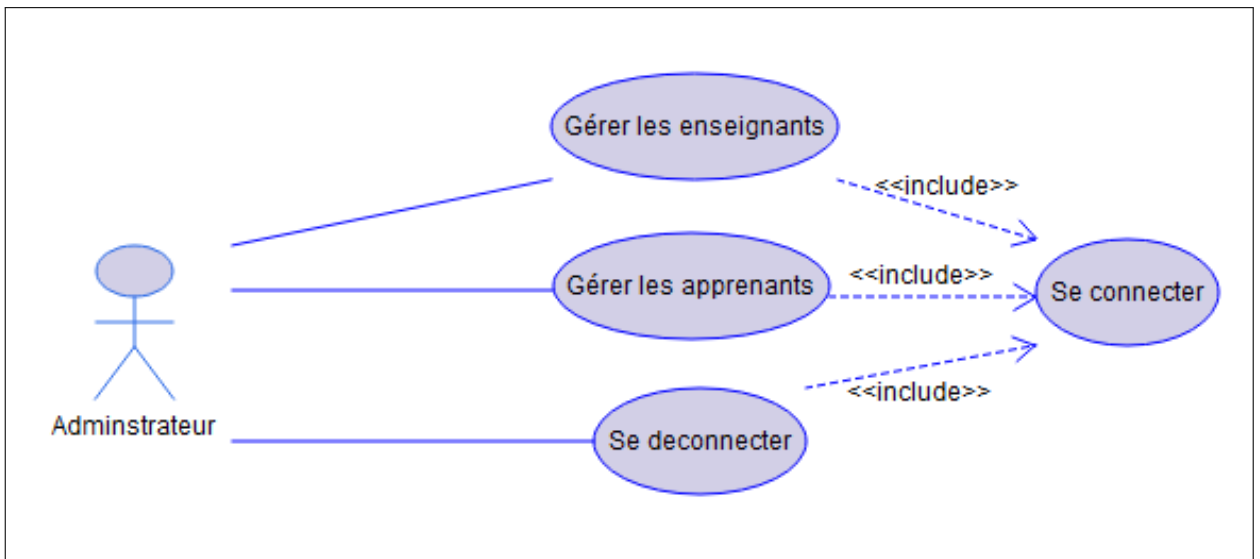


FIGURE 3.3 – Diagramme de cas d'utilisation de l'administrateur

Diagramme de cas d'utilisation "*Enseignant*" :

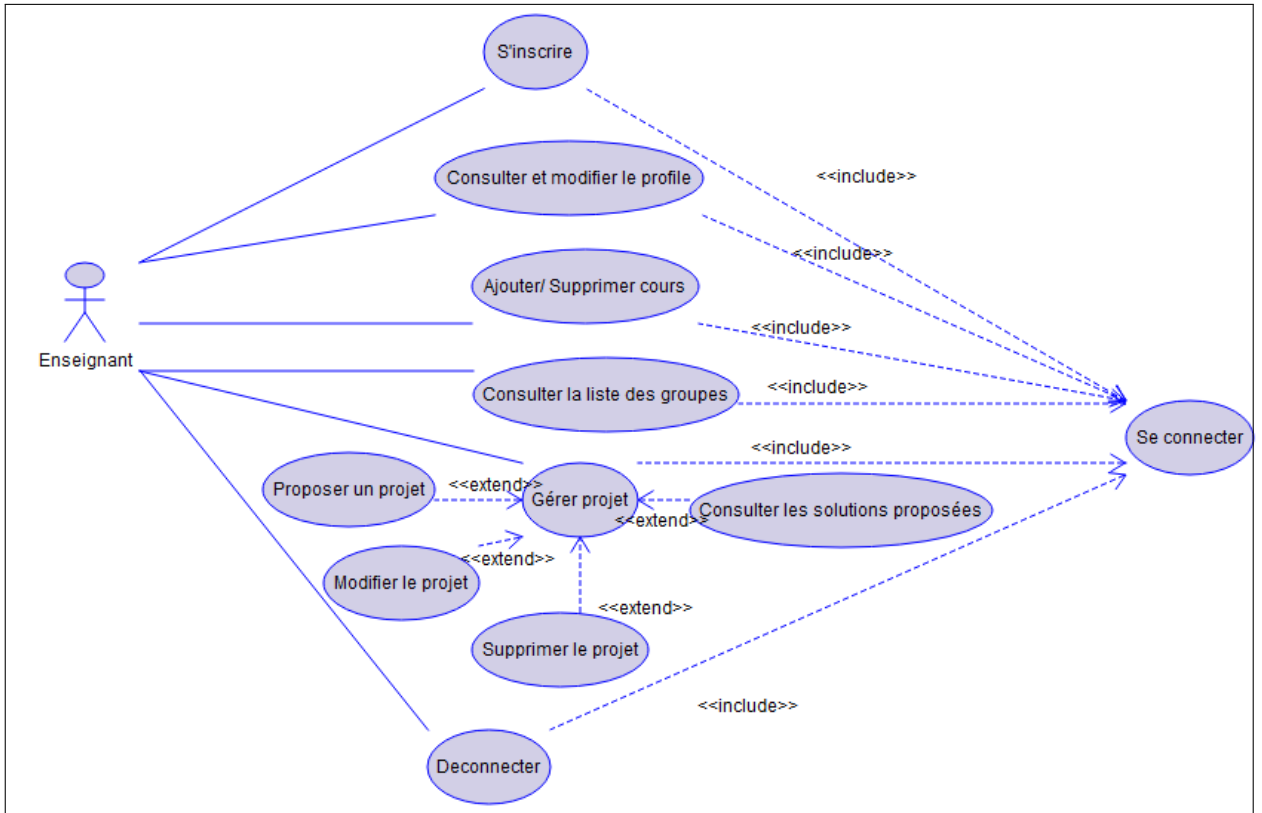


FIGURE 3.4 – Diagramme de cas d'utilisation de l'enseignant

Diagramme de cas d'utilisation "Apprenant" :

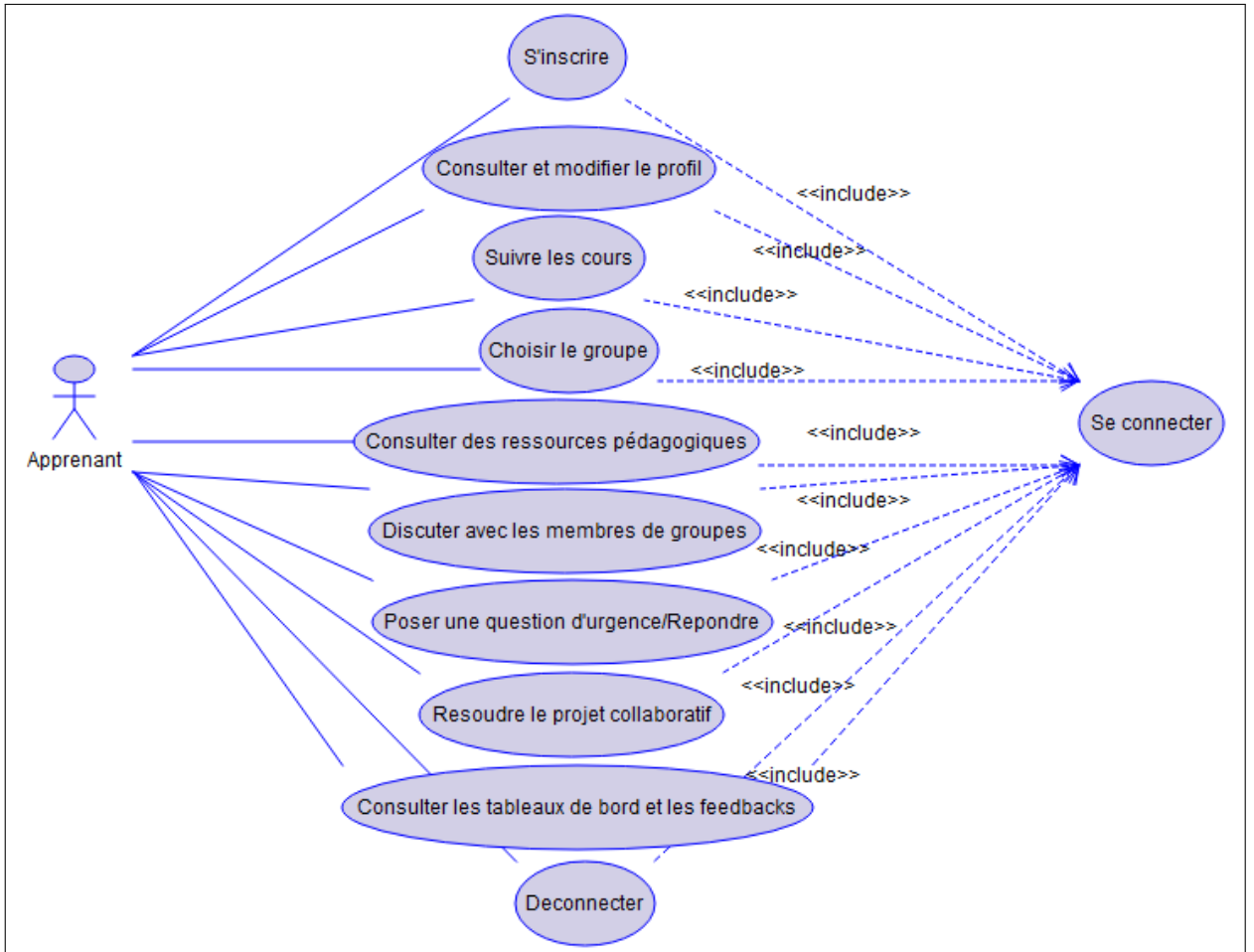


FIGURE 3.5 – Diagramme de cas d'utilisation de l'apprenant

diagramme de cas d'utilisation "*Système global*" :

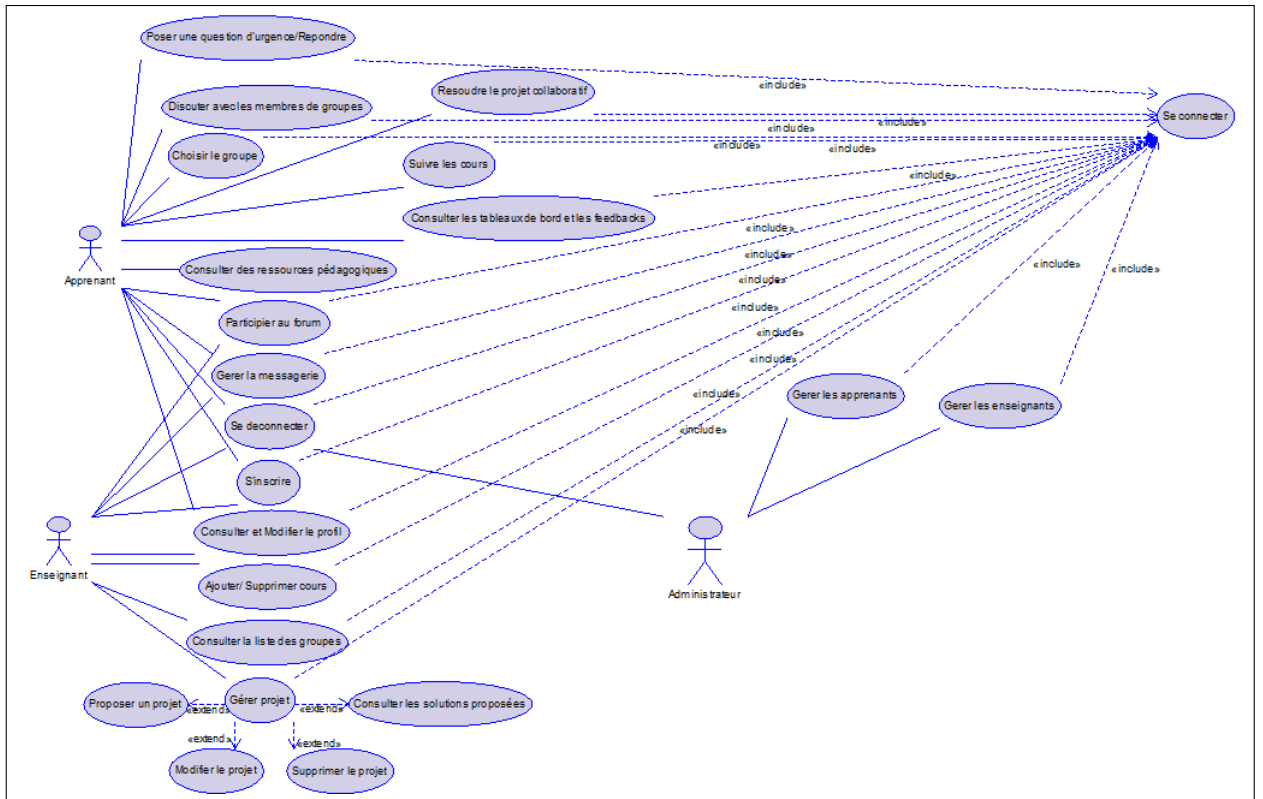


FIGURE 3.6 – Diagramme de cas d'utilisation du système global

3.5.2 Règles de gestion

Les règles de gestion sont les suivantes :

- Un utilisateur (apprenant ou enseignant) doit avoir un nom, un prénom, une adresse e-mail, un mot de passe et une photo de profil.
- Un administrateur doit avoir un code et un mot de passe.
- Un message contient un contenu, un destinataire, un émetteur, une date et une heure .
- Un groupe contient au maximum 4 apprenants.
- Un message est envoyé par un apprenant.
- Un message est destiné à un apprenant ou un groupe d'apprenants.
- Un administrateur peut gérer un ou plusieurs utilisateurs (enseignants ou apprenants).

- Un projet est donné par un enseignant à un groupe d'apprenants.
- Un projet a un nom, un contenu , une date de début et une date de fin.
- Un groupe répond à un ou plusieurs projets.
- Un enseignant a la possibilité de créer un ou plusieurs cours.
- Un enseignant peut ajouter un seul projet pour chaque cours.
- un apprenant peut inscrire dans un ou plusieurs cours.

3.5.3 Diagramme de classe

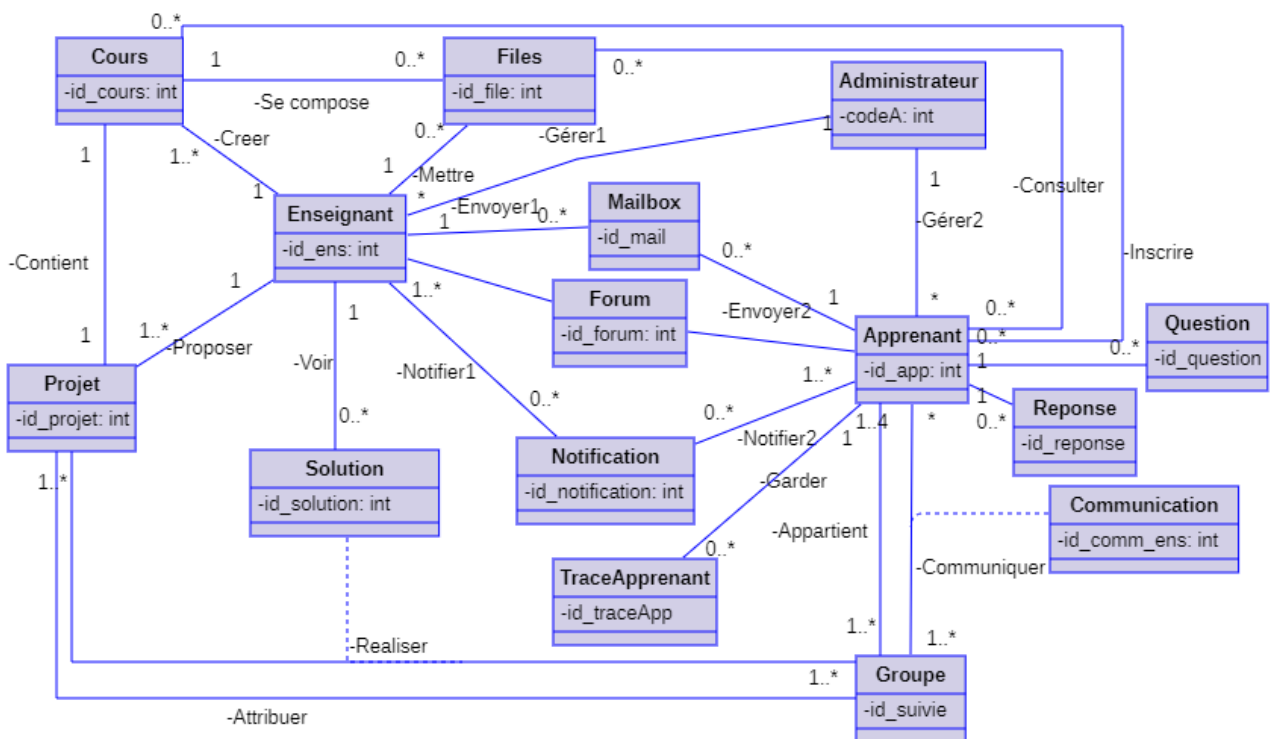


FIGURE 3.7 – Diagramme de classe

3.5.4 Schémas relationnels

A partir du diagramme de classe vers le schéma relationnel, nous avons obtenus les schémas suivants :

- **Administrateur** (codeA, nomA, motA).
- **Enseignant** (Id-ens, File-name-File, Nom-ens, Prenom-ens, email, Username-ens, mpass-ens, Date-ens,accepterADMIN-ens, verification, online, codeA#).

- **Apprenant** (Id-app, File-name-File, Nom-app, Prenom-app, email, Username-app, mpass-app, Date-app, accepterADMIN-app, verification, online, codeA#).
- **Cours** (Id-cours, Nom-cours, Description, Date, Idens#).
- **Communication** (id-comm-ens, id-comm-env, id-ens-vers-comm, Message, Date-env, Idcours#).
- **Files** (id-file, Nom-file, Type, Date, Idcours#, Idens#).
- **Projet** (Id-projet, Nom-projet, file-name, Date-env, DateFin, Idcours#, Idens#).
- **Solution** (id-solution, Date-env, file-name-sol, Id-env, Id-projet#).
- **Groupe** (id-suiv, Date-suiv, GroupeID, Idapp#, Idcours#).
- **Mailbox** (id-mail, Subject, Message, Date-env, rôle, Email-from#, Email-to#).
- **Forum** (id-Forum, Num-forum, Description, Date-env, id-forum-env#, id-vers-forum#, Idcours#).
- **Notification** (id-notification, notification, Date-env, id-notification-env#, id-vers-notification#, Idcours#).
- **Question** (id-ques, Num-ques, Description, Date-env, Id-app#, Idcours#).
- **Reponse** (Id-rep, Message, Date-env, id-comm-env#, id-ens-vers-comm#, Idcours#).
- **TraceApprenant** (id-traceApp, nbMessage-Communication-App-app, nbForum, nbMessage-EmailApp-app, nbMessage-EmailApp-ens, nbQuestion, nbReponse, nbRecherche, com, cons, urg, dl, Idcours#, Id-app#).
- **Appartient** (Id-app#, id-suiv#).
- **Notifier1** (Id-notification#, Id-ens#).
- **Notifier2** (Id-notification#, Id-app#).
- **Realiser** (id-suiv#, Id-projet#).
- **Inscrire** (Id-cours#, Id-app#).
- **Consulter** (Id-cours#, Id-app#).

3.6 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté la conception de notre système. Les acteurs et les fonctionnalités ont été identifiés pour assurer le bon fonctionnement du système. Nous avons également abordé l'approche utilisée pour l'identification et l'amélioration de l'engagement comportemental en collectant des traces et en identifiant des indicateurs clés d'engagement comportemental. Des tableaux de bord et des feedbacks ont été générés pour permettre aux apprenants de suivre leur engagement et de prendre des mesures pour l'améliorer.

Des diagrammes de cas d'utilisation et de classe ainsi que des règles de gestions ont été utilisés pour représenter les interactions et la structure du système. Dans le chapitre suivant, nous allons présenter l'implémentation de notre système.

Chapitre 4

Implémentation

4.1 Introduction

Après avoir exposé les principes fondamentaux de la conception de notre système dans le chapitre précédent, nous abordons maintenant sa mise en œuvre et certaines interfaces du système dans ce chapitre. Nous commencerons par présenter les outils que nous avons employés pour mettre en place notre système.

4.2 Environnement de développement

La machine sur laquelle a été développé notre système a la configuration suivante :

4.2.1 Environnement matériel

Matériel	Caractéristiques
PC	<ul style="list-style-type: none">• Processeur : Processeur Intel(R) Core(TM) i5-5300U CPU @ 2.30GHz, 2.29 GHz, 2 cœur(s), 4 processeur(s) logique(s).• Mémoire Vive (Ram) : 8,00 GB .• Disque Dur : 500 GB HDD.• Système d'exploitation : Windows 10 Professionnel .

TABLEAU 4.1 – Caractéristiques du matériel

4.2.2 Environnement logiciel

Notre système a été implémenté en utilisant les outils suivants :

Umbrello :

Umbrello est un logiciel open source pour la création de modèles UML [36].

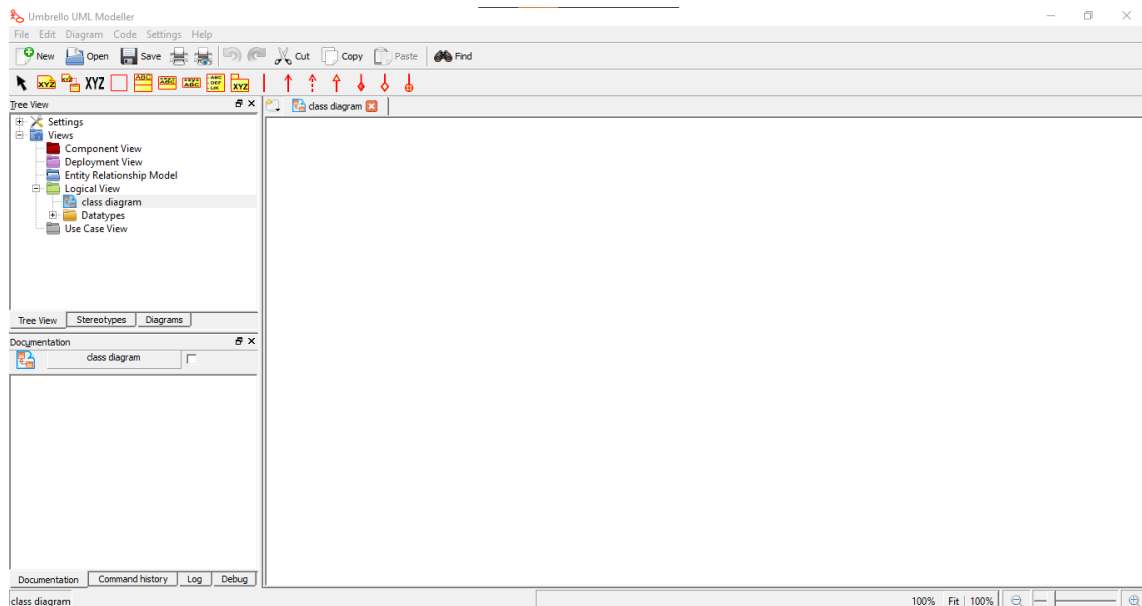


FIGURE 4.1 – L’interface d’Umbrello

XAMPP :

XAMPP est un environnement de développement web open source qui permet de faire tourner localement des applications web sur un ordinateur. Il comprend Apache, un serveur web ; MariaDB ou MySQL, un système de gestion de bases de données ; PHP, un langage de script côté serveur ; et Perl, un langage de programmation généraliste. XAMPP facilite la mise en place d’un environnement de développement web en un seul paquet tout-en-un [37].

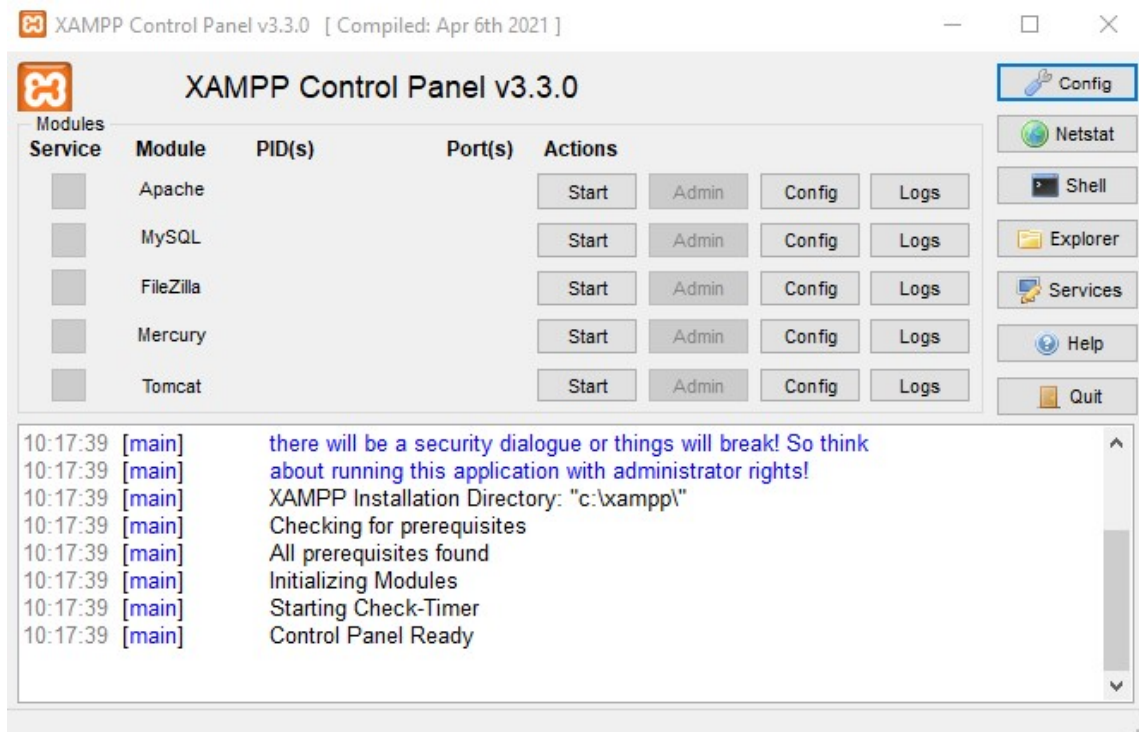


FIGURE 4.2 – L'interface de XAMPP

Macromedia Dreamweaver 8 :

Macromedia Dreamweaver est un logiciel de conception web avancé permettant de gérer des éléments multimédias et des données liées à des bases de données [10].

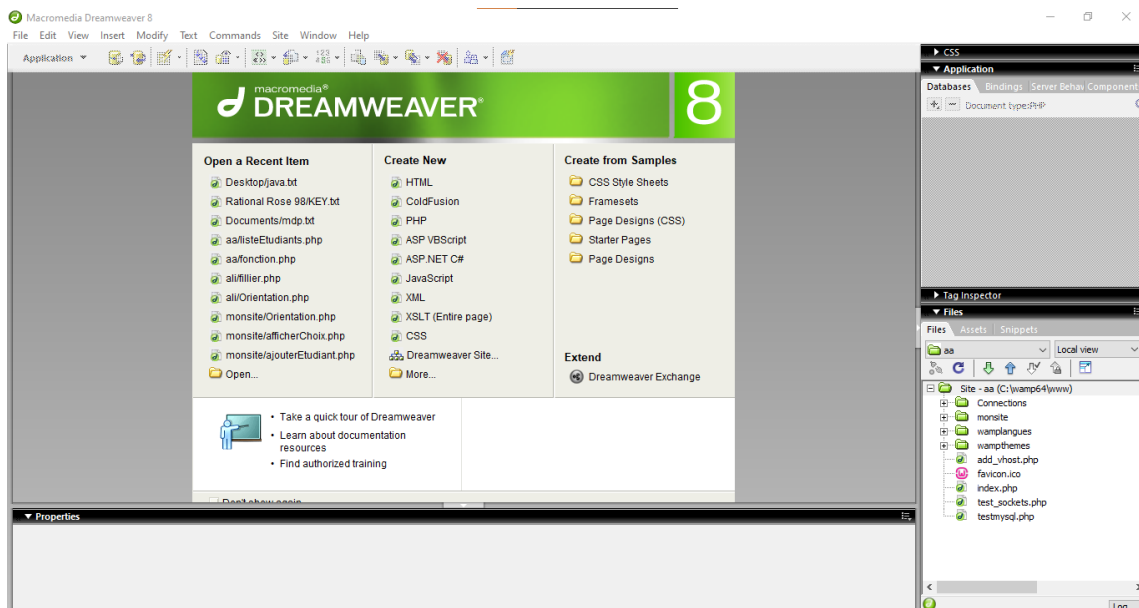


FIGURE 4.3 – L'interface de dreamweaver

TeXstudio :

Traitement de texte en LaTeX pour la production de documents tels que des livres, des thèses, etc. Il offre une numérotation automatique des sections et des pages qui peuvent être utilisées en référence sans être modifiées, et permet également de créer une table des matières, une bibliographie et un index [8].

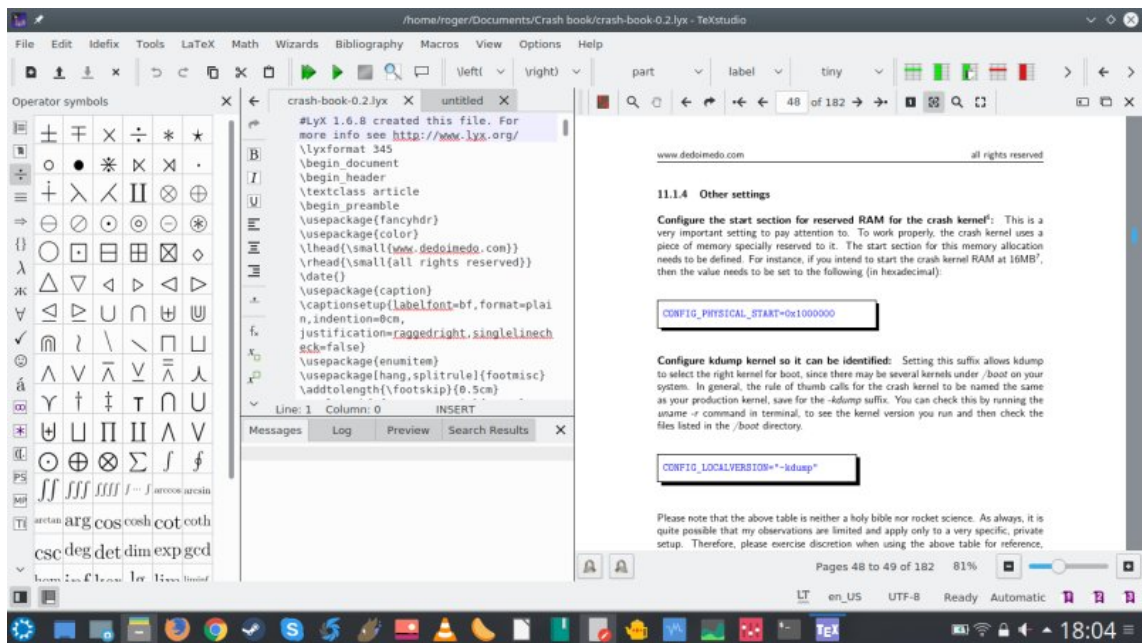


FIGURE 4.4 – L’interface de TeXstudio

MiKTeX :

MikTeX est le programme principal pour compiler du texte LaTeX. Il fournit un ensemble de paquets utiles pour écrire des fichiers LaTeX [8].



FIGURE 4.5 – Sigle de MiKTeX

4.2.3 Langages de programmation

Nous avons utilisé principalement le langage PHP pour le codage de notre système. Mais nous avons également eu recours au langage HTML et aux feuilles de style(CSS) pour coder l'interface de notre système, le langage SQL pour les requêtes à la BDD et quelques fonctions JavaScript.

PHP :

PHP (PHP : Hypertext Preprocessor) est un langage de script côté serveur pour le développement de pages Web dynamiques. Il est largement utilisé par de nombreux sites Web populaires tels que Google et Facebook [32].

SQL :

SQL (Structured Query Language) est un langage de programmation pour la gestion de base de données qui permet l'interaction avec les données stockées dans une base de données [16].

HTML :

HTML (HyperText Markup Language) HTML (Hypertext Markup Language) est un langage informatique utilisé pour créer des pages Web sur Internet. Il utilise une structure de balisage pour créer un hypertexte [21].

CSS :

CSS (Cascading Style Sheets) est un langage informatique utilisé pour mettre en forme des fichiers HTML ou XML sur le Web. Les feuilles de style CSS contiennent du code qui contrôle la mise en page et le rendu des pages Web en HTML [9].

JavaScript :

JS(JavaScript) est un langage de programmation orienté objet qui peut être intégré dans des pages HTML pour implémenter des interactions et des fonctionnalités dans des sites Web [14].

4.3 Présentation du système

Dans cette partie, nous allons donner une description des différentes interfaces et fonctionnalités de notre système.

4.3.1 Espace *Page d'accueil*

La figure ci-dessous présente la Page d'accueil :



FIGURE 4.6 – Page d'accueil

4.3.2 Espace *Connexion et inscription*

La figure ci-dessous présente l'inscription des utilisateurs (Enseignants et apprenants) :

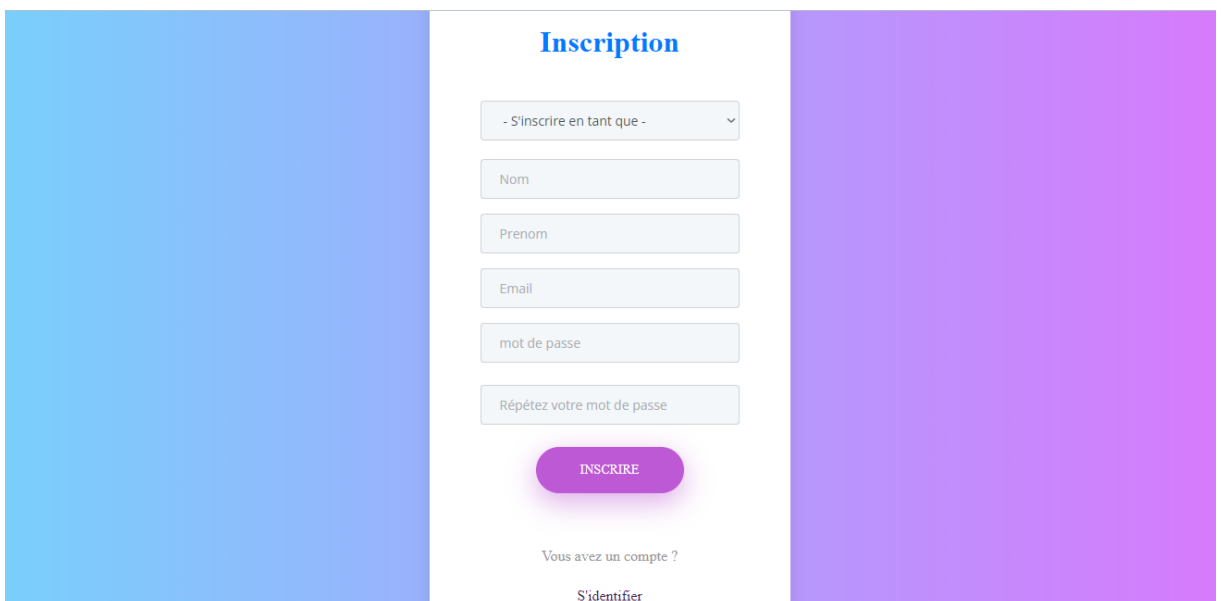


FIGURE 4.7 – Inscription des utilisateurs

Dans cette figure, on montre l'interface de connexion des utilisateurs (Enseignants, apprenants et administrateur) :

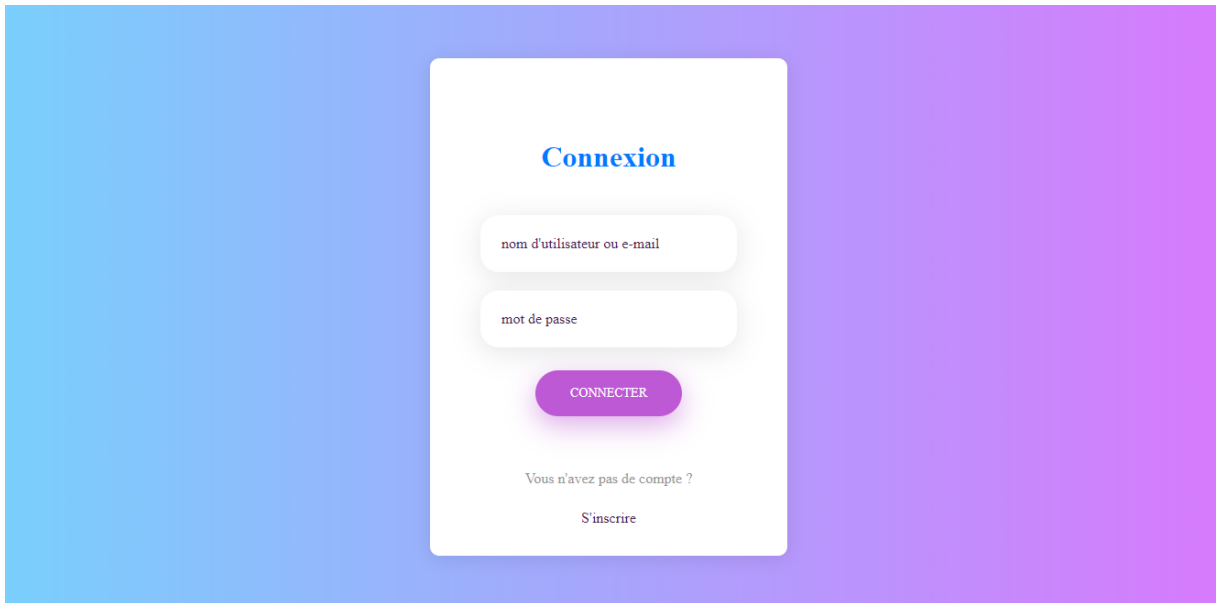


FIGURE 4.8 – Connexion des utilisateurs

4.3.3 Espace *Administrateur*

La figure ci-dessous présente l'espace de l'administrateur :

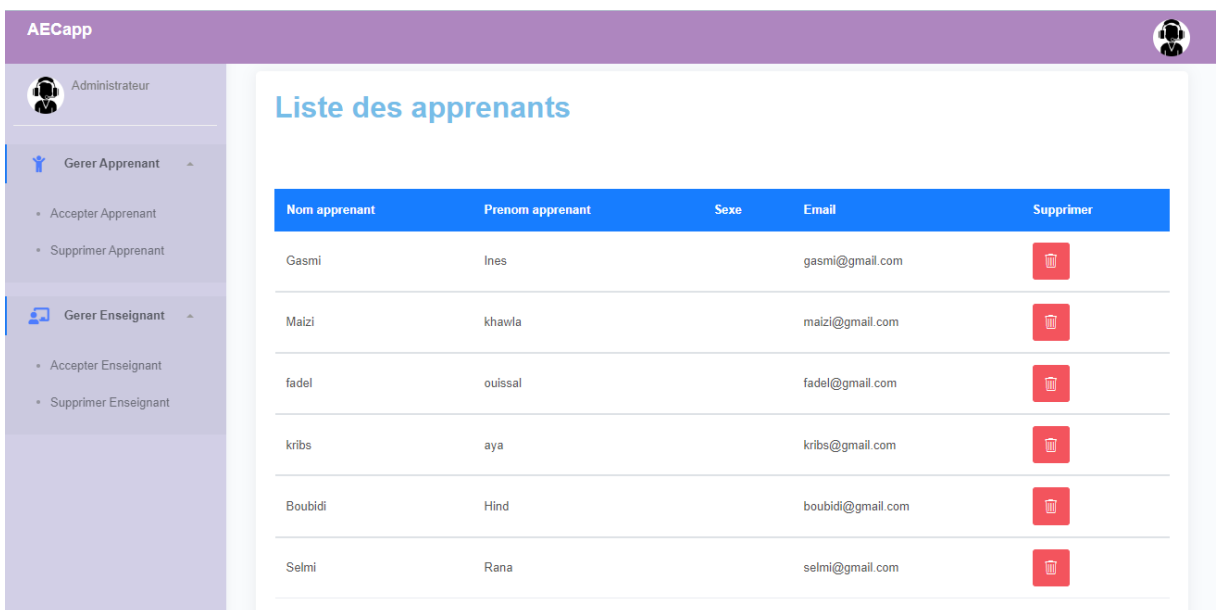
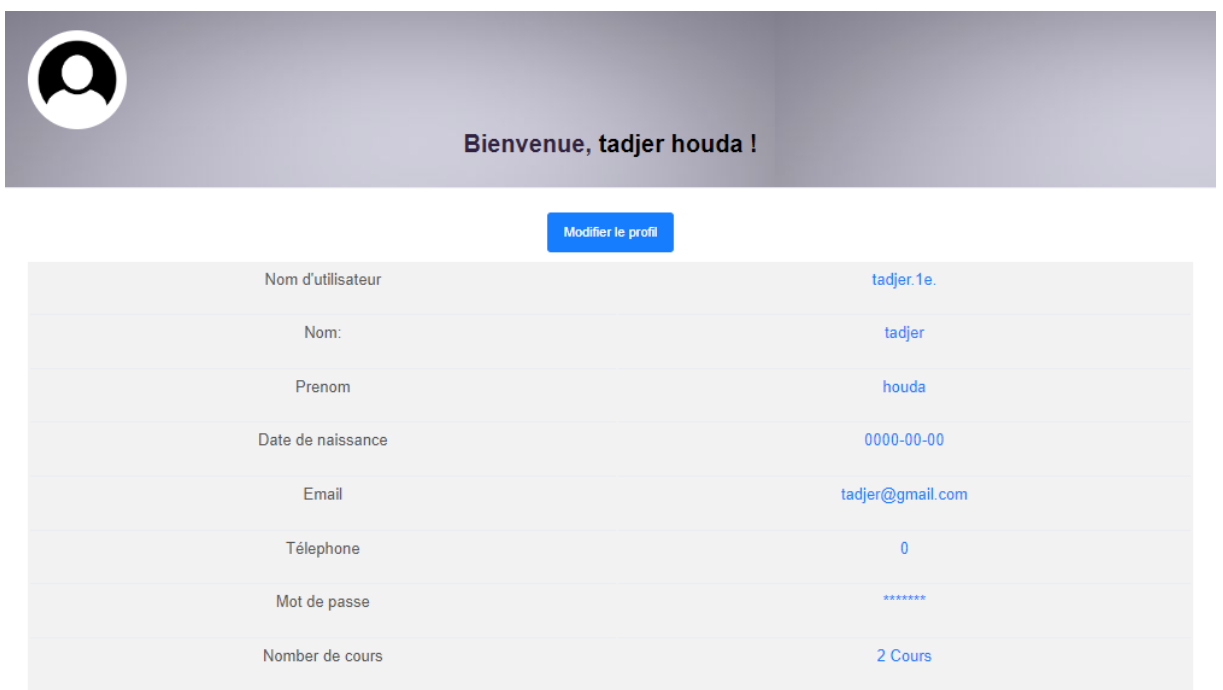


FIGURE 4.9 – Espace de l'administrateur

4.3.4 Espace *Enseignant*

Profil enseignant

L'interface permet à l'enseignant d'accéder à ses informations personnelles et de les modifier si nécessaire.



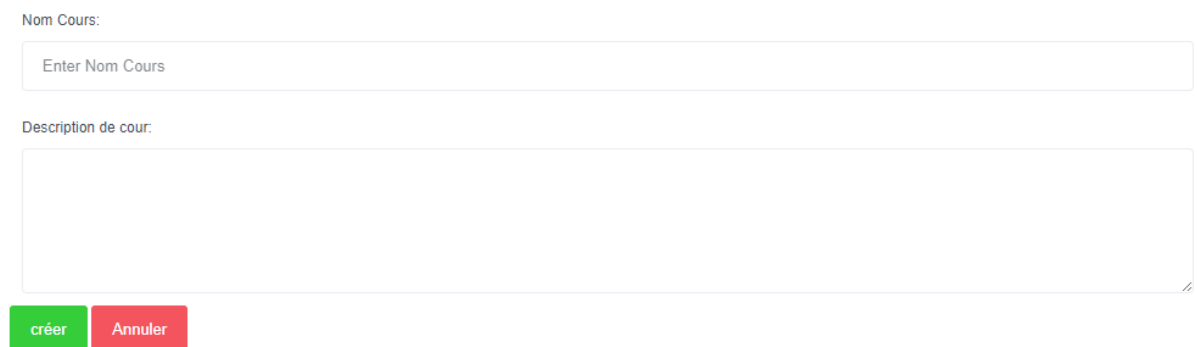
Nom d'utilisateur	tadjer.1e.
Nom:	tadjer
Prenom	houda
Date de naissance	0000-00-00
Email	tadjer@gmail.com
Téléphone	0
Mot de passe	*****
Number de cours	2 Cours

FIGURE 4.10 – Profil enseignant

Ajouter des cours

La figure suivante montre comment un enseignant peut créer un nouveau cours :

Nouveau cours



Nom Cours:

Description de cour:

créer Annuler

FIGURE 4.11 – L'ajout des cours

La figure suivante montre la liste des cours créés par l'enseignant :

Mes cours





+ Nouveau cours			
Cours	Nombre de Suivi	Entrer	Supprimer
TL	6 Apprenant(s)		
Algorithme	3 Apprenant(s)		

FIGURE 4.12 – Liste des cours

Ajouter des projets

L'enseignant a la possibilité d'accéder à l'interface illustrée dans la figure suivante pour créer un projet :

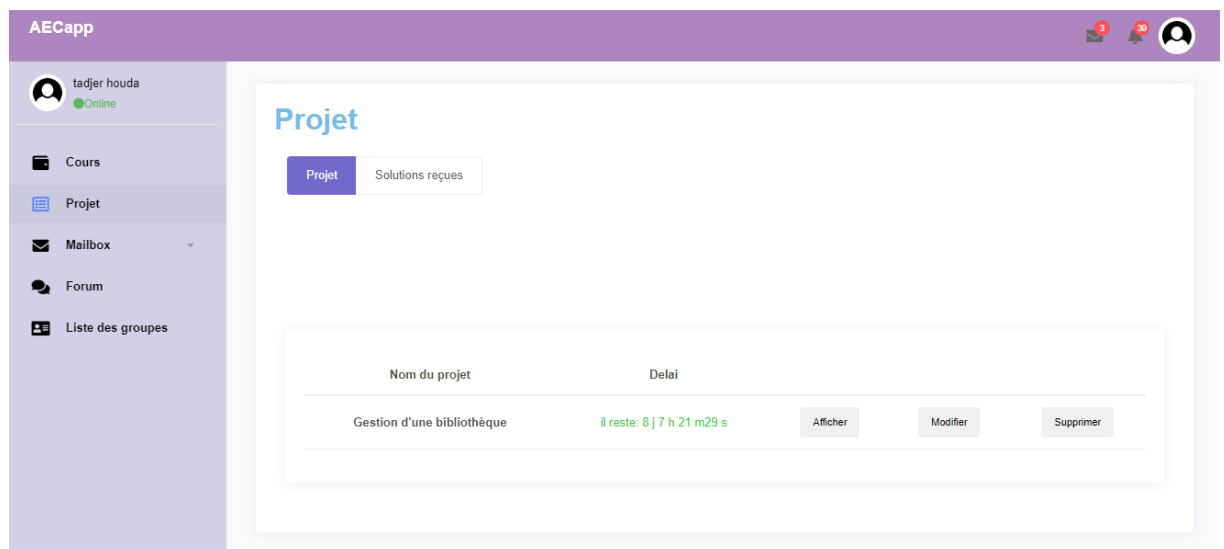


FIGURE 4.13 – L'ajout des projets

Liste des groupes

Dans cette figure, on montre la liste des groupes créés par les apprenants :

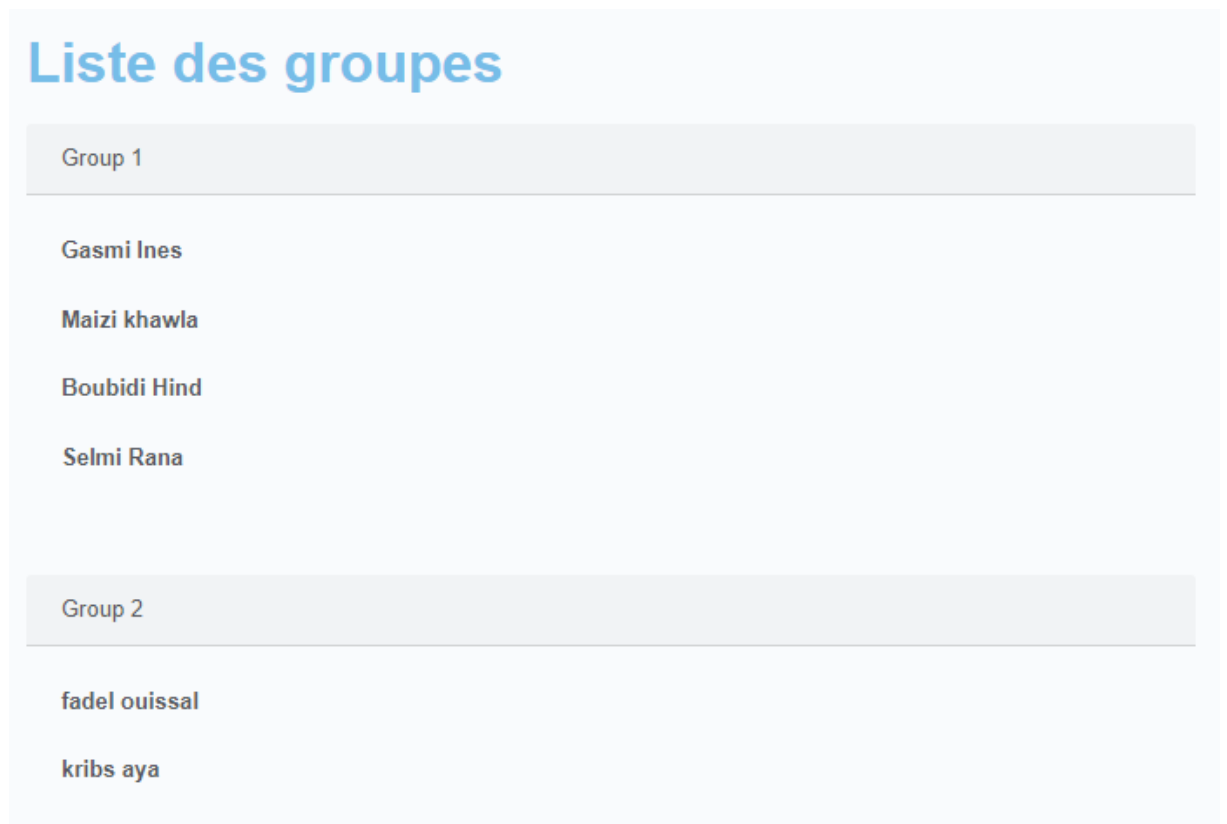


FIGURE 4.14 – Liste des groupes

4.3.5 Espace *Communications*

Les figures suivantes montrent comment les utilisateurs communiquent par le biais de forums ou de courriers électroniques :

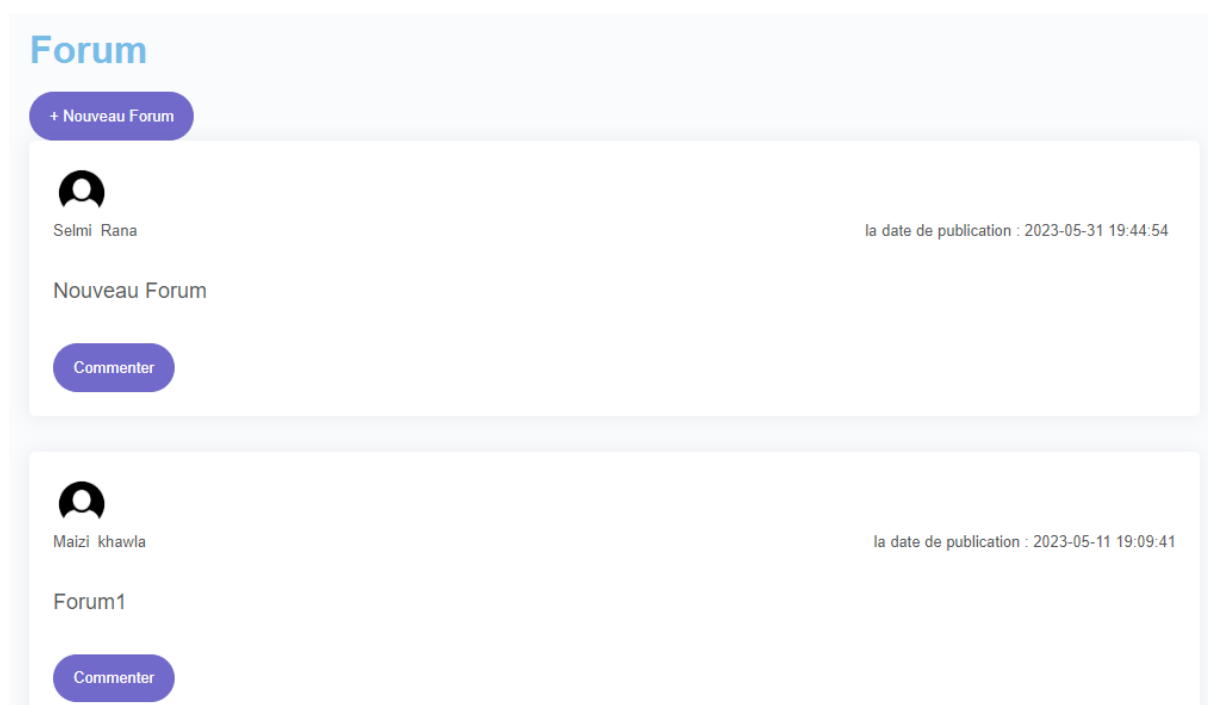


FIGURE 4.15 – Communication par forum

Nouveau message

Rôle	Destinataire	Objet, message, date	action
Leader	gouasmi@gmail.com	(Tp 1) ok. Le 2023-03-24 14:52:15	Supprimer
Leader	tadjer@gmail.com	(tp) projet fini. Le 2023-03-22 14:57:08	Supprimer

FIGURE 4.16 – Communication par mailbox

4.3.6 Espace *Apprenant*

Regroupement des apprenants

Dans cette figure, on montre le regroupement des apprenants :

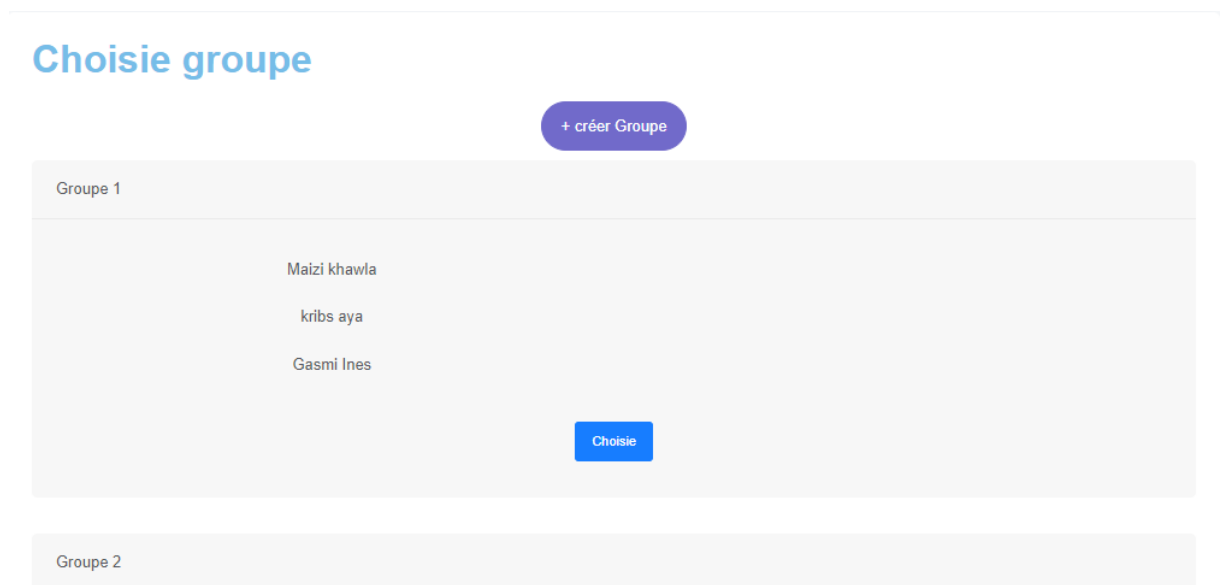


FIGURE 4.17 – Regroupement des apprenants

Consulter des ressources

La figure suivante montre les ressources pédagogiques en format pdf ou vidéo :

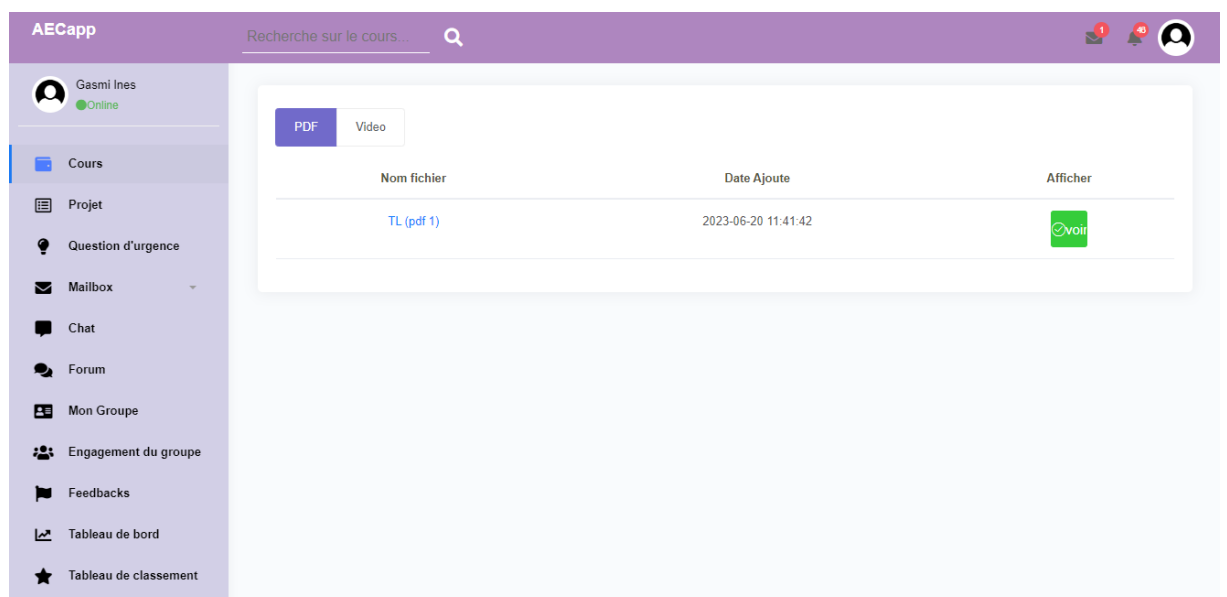


FIGURE 4.18 – Consultation des ressources

Question d'urgence

L'interface présentée dans la figure suivante offre aux apprenants la possibilité de poser une question en cas de situation d'urgence :

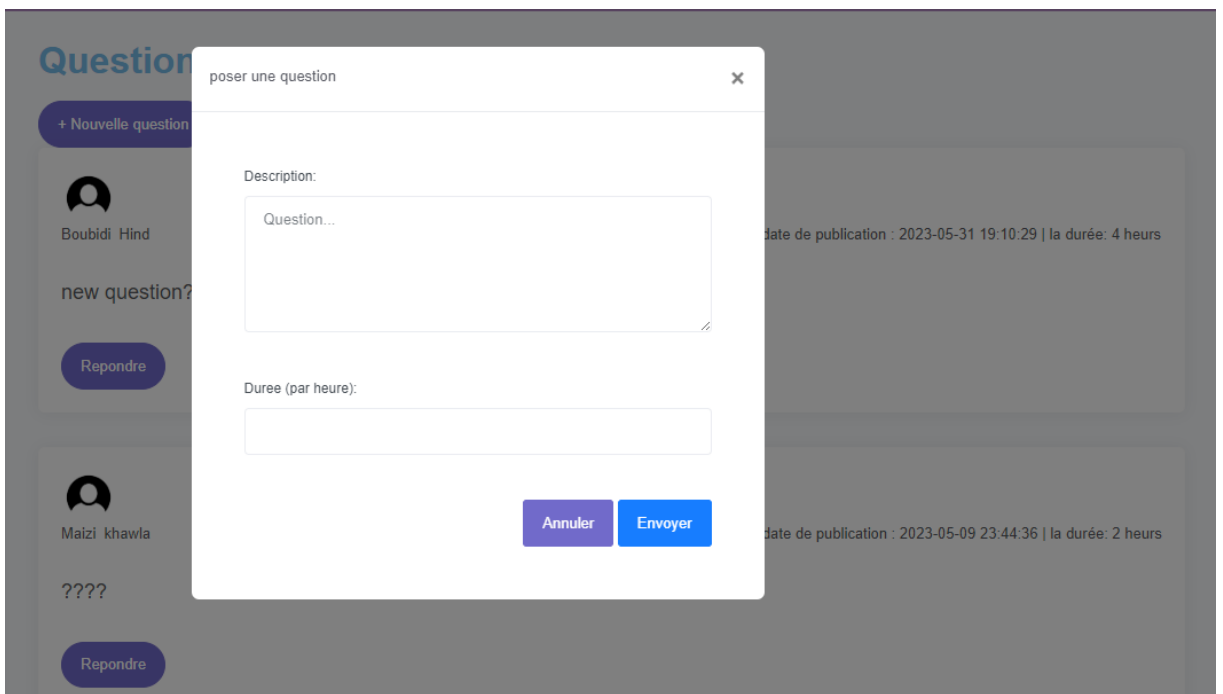


FIGURE 4.19 – Question d’urgence

Chat

La figure qui suit montre la communication des apprenants par chat :

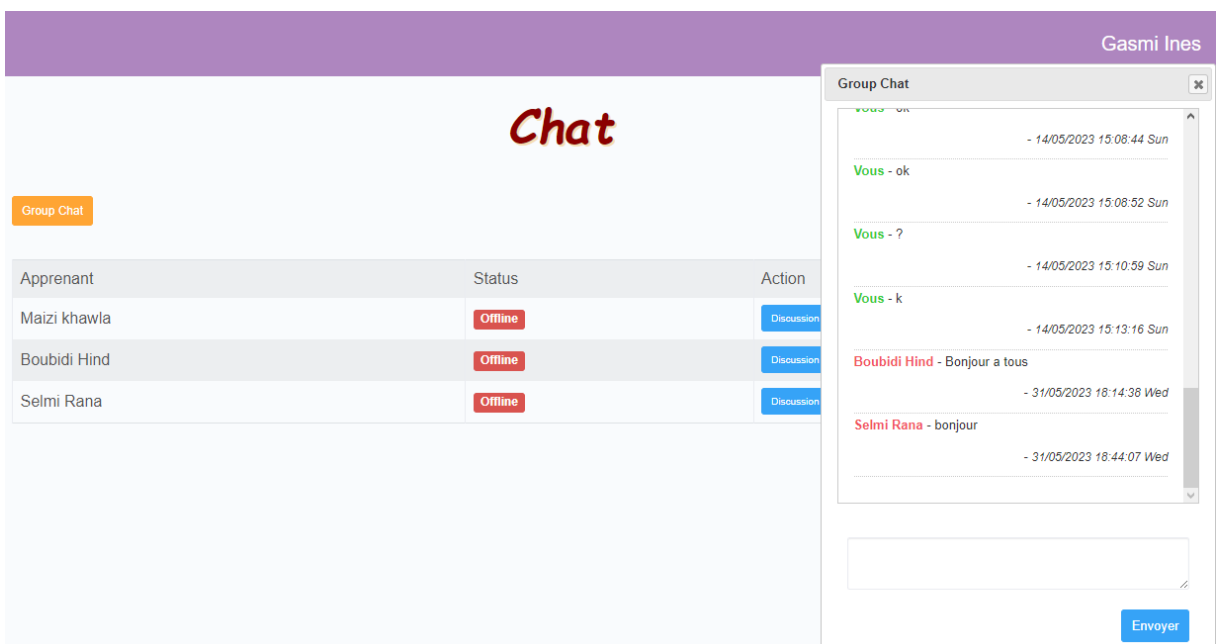


FIGURE 4.20 – communication des apprenants par chat

Ajouter la réalisation du projet

L'apprenant a la possibilité d'accéder à l'interface suivante pour ajouter la réalisation du groupe de projet :



Mon projet : Gestion d'un cabinet

PROJET:	<input type="button" value="Consulter"/>
GROUPE:	groupe 1
DATE DÉBUT:	2023-05-31 11:06:22
DATE FIN:	2023-06-26 12:13:39
TEMP RESTANT:	24 jour 23 h 33 min 24 sec
VOTRE REPONSE:	<input type="button" value="Select file"/> <input type="button" value="Browse"/>
	<input type="button" value="Envoyer"/>

FIGURE 4.21 – L'ajout de la réalisation du projet

Consulter les membres du groupe

Dans cette figure, on montre les membres du groupe :



FIGURE 4.22 – Les membres du groupe

Engagement du groupe

La figure suivante montre l'engagement comportemental du groupe :

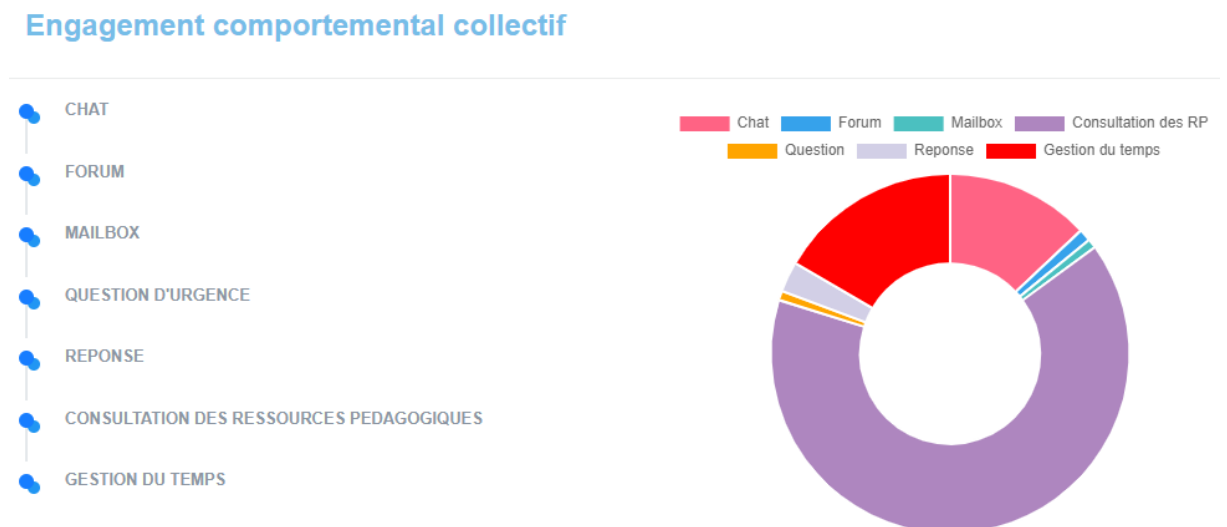


FIGURE 4.23 – L'engagement comportemental du groupe

Feedbacks

L'interface présentée dans la figure suivante permet aux apprenants de visualiser leur feedback dans différentes engagements :

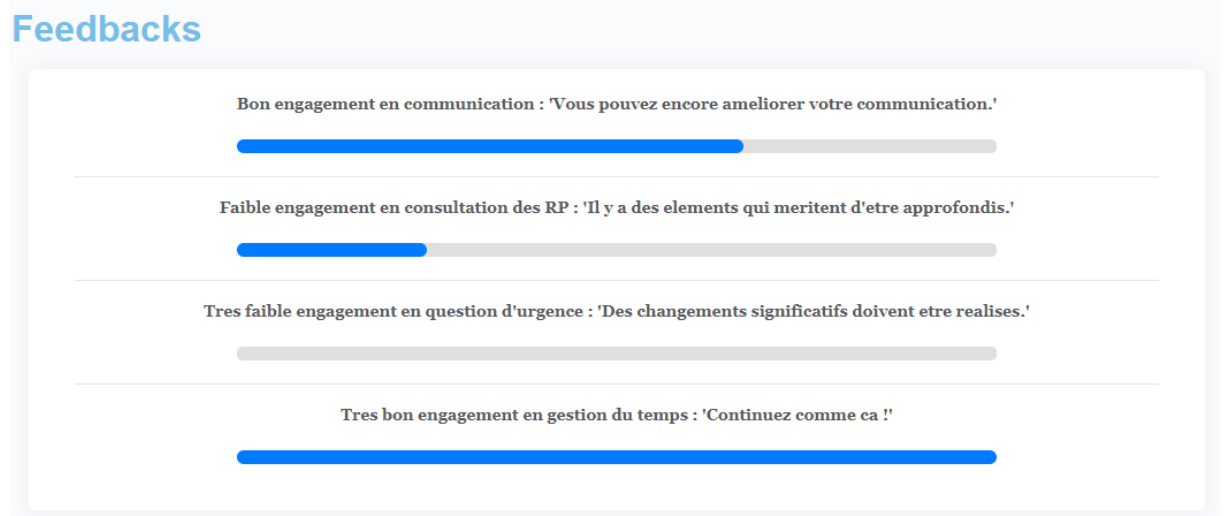


FIGURE 4.24 – Les feedbacks

Tableau de bord

La figure suivante montre un tableau de bord de l'engagement comportemental qui compare tous les groupes existants :

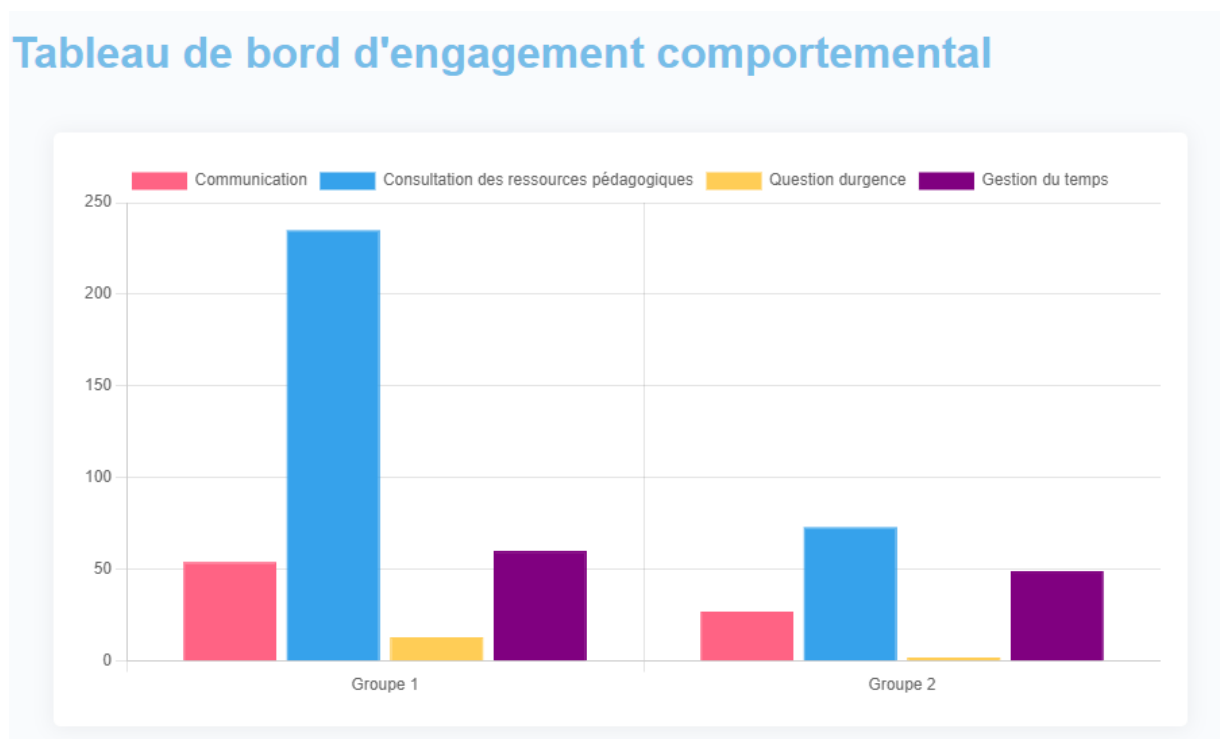


FIGURE 4.25 – Tableau de bord de l'engagement comportemental

4.4 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons commencé par présenter les outils de développement utilisés pour implémenter notre système qui a pour objectif d'évaluer puis améliorer l'engagement comportemental pendant le processus d'apprentissage par projet. Nous avons également présenté quelques interfaces du système.

Conclusion générale

L'apprentissage par projet est une stratégie qui demande aux apprenants d'organiser une série d'activités pédagogiques qui favorise la collaboration entre les apprenants. Dans le travail collaboratif, certaines caractéristiques doivent être respectées, telles que la planification, la négociation, le développement, etc.

Dans ce type d'apprentissage, il est important d'impliquer les apprenants dans la réalisation du projet. Pour cela, il est nécessaire d'améliorer le niveau d'engagement comportemental des apprenants.

Notre principale contribution consiste à la mise en place d'une nouvelle approche afin d'aider les apprenants à améliorer leur engagement comportemental dans un environnement d'apprentissage par projet. Cette approche se base sur l'utilisation des traces laissées par les apprenants pendant la réalisation de leur projet.

L'approche proposée a été adoptée par un système que nous avons développé . Ce système permet à un enseignant de soumettre des cours et de proposer un projet à un groupe d'apprenants. Ces derniers ont la possibilité de collaborer en utilisant les différents outils de communication disponibles pour réaliser ce projet en ligne. Le système recueille les traces des apprenants à partir des interactions avec des activités bien définies afin de calculer un score individuel qui est par la suite utilisé pour visualiser les progrès par les tableaux de bord et pour produire des feedbacks afin d'encourager les participants et de favoriser l'esprit de motivation.

Le travail que nous avons accompli peut être optimisé et renforcé afin de créer un système plus performant. Parmi les perspectives à prendre en considération, nous soulignons les suivantes :

- Améliorer d'autres types d'engagements des apprenants dans les environnements d'apprentissage par projet comme par exemple l'engagement cognitif.
- Valider le système développé par une expérimentation réelle.

Bibliographie

- [1] Balamurugan, B, M Mullai, S Soundararajan, S Selvakanmani et D Arun: *Brain-computer interface for assessment of mental efforts in e-learning using the nonmarkovian queueing model*. Computer Applications in Engineering Education, 29(2) :394–410, 2021.
- [2] Bienenseigner.com: *La pédagogie de projet : définition, étapes et exemples*. <https://www.bienenseigner.com/la-pedagogie-de-projet/>, consulté en décembre 2022.
- [3] Cappella, Elise, Ha Yeon Kim, Jennifer W Neal et Daisy R Jackson: *Classroom peer relationships and behavioral engagement in elementary school : The role of social network equity*. American journal of community psychology, 52(3) :367–379, 2013.
- [4] Carrillo, Rubiela, Clément Renaud, Yannick Prié et Elise Lavoué: *Dashboard for monitoring student engagement in mind mapping activities*. Dans *2017 IEEE 17th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, pages 433–437. IEEE, 2017.
- [5] Carvalho, Carolina, Natalie Nóbrega Santos, Raquel António et Dulce Sofia Mendonça Martins: *Supporting students' engagement with teachers' feedback : the role of students' school identification*. Educational Psychology, 41(7) :863–882, 2021.
- [6] Chen, Bodong, Yu Hui Chang, Fan Ouyang et Wanying Zhou: *Fostering student engagement in online discussion through social learning analytics*. The Internet and Higher Education, 37 :21–30, 2018.
- [7] Chen, Shih Yeh, Chin Feng Lai, Ying Hsun Lai et Yu Sheng Su: *Effect of project-based learning on development of students' creative thinking*. The International Journal of Electrical Engineering & Education, 59(3) :232–250, 2022.

- [8] Christian, Ibiloye Abiodun: *Should I Install LaTeX, MiKTeX or TexStudio?* Authorea Preprints, 2021.
- [9] CSS. <https://www.w3schools.com/css/>, consulté en février 2023.
- [10] Dreamweaver. <https://www.adobe.com/fr/products/dreamweaver.html>, consulté en février 2023.
- [11] edutechwiki.unige.ch: *Apprentissage par projet*. https://edutechwiki.unige.ch/fr/Apprentissage_par_projet, consulté en décembre 2022.
- [12] Fan, Yumei et Jinfen Xu: *Exploring student engagement with peer feedback on L2 writing*. Journal of Second Language Writing, 50 :100775, 2020.
- [13] Few, Stephen: *Information dashboard design : The effective visual communication of data*. O'Reilly Media, Inc., 2006.
- [14] Flanagan, David: *JavaScript : précis & concis*. O'Reilly Media, Inc., 2003.
- [15] Fredricks, Jennifer A, Phyllis C Blumenfeld et Alison H Paris: *School engagement : Potential of the concept, state of the evidence*. Review of educational research, 74(1) :59–109, 2004.
- [16] Ghlala, Riadh: *SQL Analytique dans SQL Server 2014/2016*. ISTE Group, 2019.
- [17] Groccia, James E: *What is student engagement?* New directions for teaching and learning, 2018(154) :11–20, 2018.
- [18] Gunawan, Gunawan, Hairunnisyah Sahidu, Ahmad Harjono et Ni Made Yeni Suranti: *The effect of project based learning with virtual media assistance on student's creativity in physics*. Jurnal Cakrawala Pendidikan, 36(2) :167–179, 2017.
- [19] Hira, Avneet et Emma Anderson: *Motivating Online Learning through Project-Based Learning during the 2020 COVID-19 Pandemic*. IAFOR Journal of Education, 9(2) :93–110, 2021.
- [20] Hospel, Virginie, Benoît Galand et Michel Janosz: *Multidimensionality of behavioural engagement : Empirical support and implications*. International Journal of Educational Research, 77 :37–49, 2016.
- [21] HTML. <https://www.w3schools.com/html/>, consulté en février 2023.

- [22] Kokotsaki, Dimitra, Victoria Menzies et Andy Wiggins: *Project-based learning : A review of the literature*. *Improving schools*, 19(3) :267–277, 2016.
- [23] Labib, Mohamed Hamdy Abdel Halem: *Efficacité de l'apprentissage par projets électroniques sur le développement des compétences de la lecture à voix haute en FLE chez les étudiants du cycle secondaire*. *Journal of Research in Curriculum Instruction and Educational Technology*, 6(4) :263–293, 2020.
- [24] Lai, Hui Min, Pi Jung Hsieh, Lorna Uden et Chang Ho Yang: *A multilevel investigation of factors influencing university students' behavioral engagement in flipped classrooms*. *Computers & Education*, 175 :104318, 2021.
- [25] Larmer, John et John R Mergendoller: *Seven essentials for project-based learning*. *Educational leadership*, 68(1) :34–37, 2010.
- [26] Leduc, Diane, Anastassis Kozanitis et Isabelle Lepage: *L'engagement cognitif en contexte postsecondaire : traduction, adaptation et validation d'une échelle de mesure*. *McGill Journal of Education/Revue des sciences de l'éducation de McGill*, 53(3), 2018.
- [27] Liu, Ming, Rafael A Calvo, Abelardo Pardo et Andrew Martin: *Measuring and visualizing students' behavioral engagement in writing activities*. *IEEE Transactions on learning technologies*, 8(2) :215–224, 2014.
- [28] Martin, Florence et Doris U Bolliger: *Engagement matters : Student perceptions on the importance of engagement strategies in the online learning environment*. *Online Learning*, 22(1) :205–222, 2018.
- [29] Monteiro, Vera, Carolina Carvalho et Natalie Nóbrega Santos: *Creating a Supportive Classroom Environment Through Effective Feedback : Effects on Students' School Identification and Behavioral Engagement*. *Front. Educ.* 6 : 661736. doi : 10.3389/feduc, 2021.
- [30] Moore, Michael G: *Three Types of Interaction*, 1989.
- [31] Nguyen, Tuan Dinh, Marisa Cannata et Jason Miller: *Understanding student behavioral engagement : Importance of student interaction with peers and teachers*. *The Journal of Educational Research*, 111(2) :163–174, 2018.
- [32] PHP. <https://www.php.net>, consulté en février 2023.

- [33] Robert, V et C Vandenberghe: *L'affectivité positive et négative : des facteurs de protection ou de vulnérabilité à l'engagement au travail*. *Psychologie du Travail et des Organisations*, 24(1) :21–38, 2018.
- [34] Silvola, Anni, Piia Näykki, Anceli Kaveri et Hanni Muukkonen: *Expectations for supporting student engagement with learning analytics : An academic path perspective*. *Computers & Education*, 168 :104192, 2021.
- [35] Thien, Ngo van, Christine Marguet, Bruno Favre et Christian Buty: *PEDAGOGIE PAR PROJET : UNE ÉTUDE DE CAS DANS L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR TECHNOLOGIQUE*. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 15 :15–30, 2013.
- [36] Umbrello. <https://umbrello.kde.org/>, consulté en février 2023.
- [37] XAMPP. <https://www.apachefriends.org/>, consulté en février 2023.
- [38] Zamecnik, Andrew, Vitomir Kovanović, Georg Grossmann, Srećko Joksimović, Gabrielle Jolliffe, David Gibson et Abelardo Pardo: *Team interactions with learning analytics dashboards*. *Computers & Education*, 185 :104514, 2022.