

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 : SIQ

---

Conception et réalisation d'un système  
d'évaluation de l'apprentissage par des  
exercices d'évaluation collectifs  
(collaboratifs et coopératifs)

---

Encadré par :  
GOUASMI Nouredine

Présenté par :  
SAIDIA Khouloud

Juin 2022

# Résumé

À cause de la pandémie de COVID 19, les établissements universitaires ont été contraints d'intégrer la collaboration dans l'apprentissage en ligne, permettant d'augmenter le niveau d'échange d'idées dans le groupe et la stimulation mutuelle, encourageant ainsi l'interaction entre les apprenants. Mais l'évaluation du travail collaboratif en ligne est toujours un problème, il ne s'agit pas seulement d'évaluer les connaissances et les compétences des apprenants, mais également leur participation et leur inclusion dans un groupe.

Notre projet de fin d'étude porte sur la conception et la mise en œuvre d'un système d'évaluation des apprentissages par le biais d'exercices d'évaluation collectifs, qu'ils soient collaboratifs ou coopératifs.

Notre système consiste en un site web d'apprentissage qui permet aux enseignants de soumettre des cours et des examens. Les examens sont résolus par des groupes d'apprenants de manière collaborative ou coopérative.

L'évaluation des apprenants se fait à travers les notes des examens, leur niveau de communication, leur présence ou absence à l'examen et les sentiments exprimés pendant la collaboration. Ces critères ont été reliés par des fonctions de normalisation pour calculer le facteur *collaboration entre apprenants*, qui constitue la valeur de collaboration de chaque apprenant.

Les résultats de la simulation du système ont montré qu'il est recommandé d'utiliser des fonctions de normalisation qui donnent des valeurs moyennes pour le facteur *collaboration*.

**Mots-clés :** Examen collaboratif, examen coopératif, groupe de collaboration, évaluation de la collaboration, Etherpad.

# Remerciements

Tout d'abord, je remercie le bon " Dieu " puissant de la bonne santé, la volonté et de la patience qu'il nous a donnée tout au long de notre étude de mener ce travail durant toute cette année.

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à mon encadreur, monsieur Gouasmi Noureddine, qui a accepté de suivre ce travail. Je le remercie de m'avoir encadré, orienté, aidé et conseillé tout au long de cette période.

Mes remerciements vont aussi à tous les membres du jury qui ont accepté de lire et d'évaluer ce travail.

Merci beaucoup à ma mère et mon père pour leur amour et leurs conseils et Leur soutien, leur morale et leurs encouragements Tout au long de ces années d'études.

Je remercie également ma chère amie Meriem, et ses parents, à tous les collègues de master SIQ et tous ceux qui m'aime , ainsi que mes amis et sœurs, Tahani, Djihan Safa et Marwa, mes amis Hanine et Amira et mes frères Khaled, Abd Malek et Abd Rahim, qui m'ont beaucoup soutenu dans les temps difficiles.

# Table des matières

Liste des figures	3
Liste des tableaux	5
Introduction générale	6
<b>1 L'apprentissage collaboratif</b>	<b>8</b>
1.1 Introduction	8
1.2 Définition de L'apprentissage collaboratif	8
1.2.1 les Avantages de l'apprentissage collaboratif	9
1.2.2 Les inconvénients de l'apprentissage collaboratif	9
1.3 Les outils du travail collaboratif	10
1.4 Classifications des outils de collaboration	13
1.4.1 Classification de Hernández-Ramos (2004) [26]	13
1.4.2 Classification de Wessner et Pfister (2007) [50]	13
1.4.3 Classification de Hallimi (2009) [21]	14
1.5 Quelques travaux sur l'apprentissage collaboratif	14
1.6 Conclusion	17
<b>2 L'Apprentissage Coopératif</b>	<b>18</b>
2.1 Introduction	18
2.2 L'apprentissage coopératif	18
2.3 Avantages et inconvénients de l'apprentissage coopératif	19
2.3.1 Les avantage de l'apprentissage coopératif	19
2.3.2 Les inconvénients de l'apprentissage coopératif	20
2.4 Caractéristiques des tâches coopératives	20
2.5 Différences entre apprentissage collaboratif et apprentissage coopératif	21
2.6 Quelques travaux sur l'apprentissage coopératif	22
2.7 Conclusion	25

<b>3</b>	<b>Conception</b>	<b>26</b>
3.1	Introduction . . . . .	26
3.2	Objectifs . . . . .	26
3.3	Analyse et conception du système . . . . .	27
3.3.1	Identification des acteurs . . . . .	28
3.3.2	Fonctionnalités . . . . .	28
3.3.3	Diagrammes de cas d'utilisation . . . . .	30
3.3.4	Règles de gestion . . . . .	32
3.3.5	Dictionnaire de données . . . . .	32
3.3.6	Diagramme de classe . . . . .	41
3.3.7	Schémas relationnels . . . . .	42
3.4	Les exercices d'évaluation collectifs . . . . .	44
3.4.1	L'éditeur collaboratif . . . . .	47
3.4.2	Le regroupement dynamique . . . . .	48
3.4.3	L'évaluation de la collaboration . . . . .	49
3.5	Conclusion . . . . .	52
<b>4</b>	<b>Implémentation</b>	<b>53</b>
4.1	Introduction . . . . .	53
4.2	Environnement de développement . . . . .	53
4.2.1	Environnement matériel . . . . .	53
4.2.2	Environnement logiciel . . . . .	53
4.2.3	Langages utilisés . . . . .	56
4.2.4	Node.js . . . . .	57
4.3	Présentation du système . . . . .	58
4.4	Expérimentation . . . . .	69
4.4.1	Discussion des résultats . . . . .	73
4.5	Conclusion . . . . .	74
	<b>Conclusion générale</b>	<b>75</b>
	<b>Bibliographie</b>	<b>76</b>

# Table des figures

1.1	La plateforme de travail collaboratif <i>Talkspirit</i> [45]	11
1.2	Outils de collaboration <i>google drive</i> [29]	12
1.3	Outils de collaboration <i>wimi</i>	13
2.1	Modèle de travail coopératif [24]	19
2.2	Comparaison entre une tâche coopérative et une tâche collaborative	21
3.1	Architecture globale	28
3.2	Diagramme de cas d'utilisation ( <i>administrateur</i> )	30
3.3	Diagramme de cas d'utilisation	31
3.4	Diagramme de classe	42
3.5	L'évaluation collective	45
3.6	Exercices collectifs	46
3.7	L'interface de EtherPad	47
3.8	Objets voisins et voisin-connectés [22]	48
3.9	Processus de regroupement dynamique [34]	49
4.1	XAMPP control panel	54
4.2	L'interface de <i>Sublime Text</i>	55
4.3	L'interface de <i>TeXstudio</i>	55
4.4	Le logo de <i>MiKTEX</i>	56
4.5	L'interface de <i>JabRef</i>	56
4.6	Interface d'accès aux espaces de travail	58
4.7	Interface de l'inscription aux espaces de travail	59
4.8	Interface de connexion aux espaces de travail	59
4.9	Validation des apprenant et des enseignant	60
4.10	Interface de la création des cours	60
4.11	Interface de la liste des fichiers ajoutés	61
4.12	Interface de la création des examens	61
4.13	Interface de la liste des examens	62

4.14	Interface de la création d'un questionnaire . . . . .	63
4.15	Interface de la création d'un devoir collaboratif . . . . .	64
4.16	Interface de création d'un devoir coopératif . . . . .	64
4.17	Interface validation d'un fichier XML . . . . .	65
4.18	Interface de la liste des cours disponibles . . . . .	65
4.19	Interface de l'inscription à un cours . . . . .	66
4.20	Interface de la page du questionnaire collaboratif . . . . .	67
4.21	Interface de la page du devoir collaboratif . . . . .	68
4.22	Interface de la page de la réponse au devoir collaboratif . . . . .	68
4.23	Interface de la page d'un devoir coopératif . . . . .	69
4.24	Interface de la messagerie du système . . . . .	69
4.25	Histogramme des notes du <i>mauvais groupe</i> . . . . .	72
4.26	Histogramme des notes du <i>bon groupe</i> . . . . .	73

# Liste des tableaux

1.1	Tableau récapitulatifs des travaux sur l'apprentissage collaboratif . . .	16
2.1	Tableau récapitulatifs des travaux sur l'apprentissage coopératif . . .	24
4.1	Caractéristiques du matériel . . . . .	53
4.2	Simulation de données pour un mauvais groupe . . . . .	70
4.3	Simulation de données pour un bon groupe . . . . .	70
4.4	Valeurs de la fonction de normalisation $Coll_{exoEg}$ . . . . .	71
4.5	Valeurs de la fonction de normalisation $Coll_{egEg}$ . . . . .	71
4.6	Valeurs de la fonction de normalisation $Coll_{exoCom}$ . . . . .	71
4.7	Valeurs de la fonction de normalisation $Coll_{egCom}$ . . . . .	72

# Introduction générale

Depuis l'adoption et le développement d'Internet comme moyen de communication, le milieu universitaire se rend compte de son grand intérêt en tant qu'outil pédagogique. L'intérêt est croissant dans tous les pays pour l'apprentissage en ligne, surtout en période de pandémie.

L'apprentissage dit collaboratif est une approche pédagogique qui implique des groupes d'apprenants travaillant ensemble pour résoudre un problème, accomplir une tâche ou créer un produit. Alors que d'un autre côté, l'apprentissage coopératif implique une division des rôles et un partage des responsabilités.

Actuellement, l'objectif principal est d'exploiter l'apprentissage collaboratif et l'apprentissage coopératif dans le but d'améliorer les compétences des apprenants et leurs capacités à échanger des connaissances et de l'expérience. Mais l'évaluation pose un problème particulier dans ce cas, car il s'agit d'évaluer non seulement les connaissances de l'apprenant (par des exercices, des questionnaires ou autre), mais également leur contribution à la collaboration.

Notre projet de fin d'étude consiste à concevoir et réaliser un système qui propose à un groupe d'apprenants de répondre à un examen sous forme de questionnaire, ou de question directe, de manière collective, donc avec collaboration ou coopération. Le système doit nous permettre d'évaluer le niveau de l'apprentissage collaboratif de chaque apprenant à partir des examens réalisés.

Notre mémoire est organisé comme suit :

- Dans le premier chapitre, nous définirons l'apprentissage collaboratif et ses objectifs, puis nous présenterons les outils du travail collaboratif.
- Dans le deuxième chapitre, nous définirons l'apprentissage coopératif et ses objectifs, puis nous comparerons le travail coopératif et le travail collaboratif.
- Dans le troisième chapitre, nous allons décrire la conception de notre système à travers la présentation de l'architecture globale, et nous présenterons les indicateurs nécessaires à l'évaluation de la collaboration dans notre système.

- Finalement, dans le dernier chapitre nous présenterons quelques interfaces de notre système, et également une expérimentation à travers les indicateurs de l'évaluation utilisés dans le système.

# Chapitre 1

## L'apprentissage collaboratif

### 1.1 Introduction

La capacité de collaboration est la capacité d'une personne impliquée dans une équipe à résoudre un problème. C'est une approche combinant des capacités cognitives et sociales de résolution de problèmes par le travail d'équipe. Pour les étudiants, la collaboration permet de travailler ensemble dans un groupe, et elle conduit à une prise de décision participative et à construire un processus collectif de résolution de problèmes.

### 1.2 Définition de L'apprentissage collaboratif

L'apprentissage collaboratif (AC) est une stratégie d'enseignement dans laquelle Les élèves travaillent en groupe pour atteindre un objectif commun. Par rapport à l'apprentissage individuel, l'AC permet aux étudiants d'acquérir de nouvelles connaissances et compétences grâce à l'interaction sociale avec des pairs [53].

Ainsi, la principale différence entre apprentissage collaboratif et individuel se construit en groupe, par la communication, l'interaction et la coopération entre les différents participants dans un groupe.

L'apprentissage collaboratif est donc un processus actif dans lequel un groupe d'apprenants travail ensemble pour résoudre un problème, et où, durant ce travail, chaque apprenant exprime ses idées, développe ses propres représentations, et valide socialement ses nouvelles connaissances [24].

Les objectifs de la collaboration dans un processus de travail collaboratif sont [53] :

- l'émergence d'idées entre différents participants,

- la participation et la responsabilisation de chacun dans le processus,
- l'imitation, la créativité et l'innovation.

### 1.2.1 les Avantages de l'apprentissage collaboratif

Parmi les avantages de l'apprentissage collaboratif, on peut citer :

- L'apprentissage collaboratif a un impact positif sur la motivation des élèves à apprendre et à améliorer leur estime de soi [9].
- L'apprentissage collaboratif peut motiver les élèves à améliorer leurs compétences sociales et communicationnelles, à avoir une attitude positive à l'égard de leurs coéquipiers [52].
- L'apprentissage collaboratif peut aider les élèves à développer des compétences sociales, cognitives et de raisonnement, telles que la réflexion, leur permettant de penser clairement et naturellement [11].
- Les membres d'un même groupe partagent des ressources, y compris des connaissances liées aux tâches, des informations potentiellement utiles et des solutions possibles [39].
- L'apprentissage collaboratif encourage les étudiants à s'entraider à résoudre des problèmes, ce qui leur permet de développer des compétences de coopération et de communication [39].
- Il permet aux apprenants de développer une capacité cognitive et un savoir agir nécessaire au développement des compétences de collaboration [8].
- Accroître la compétitivité des étudiants vis-à-vis d'eux-mêmes : les étudiants ont le potentiel grâce au travail collaboratif de réaliser leurs tâches plus rapidement. Ils essaient toujours de se surpasser [18].

### 1.2.2 Les inconvénients de l'apprentissage collaboratif

On peut citer les inconvénients suivants :

- Initiation de la communication entre les apprenants [31], notamment lorsque les membres du groupes ne se connaissent pas.

- La présence des apprenants au même moment pour réaliser la tâche collaboratif n'est pas toujours effective, sachant que les apprenants doivent avoir le même but dans le même temps [31].
- La difficulté dans le choix des apprenants pour former des groupes uniformes [50].
- Déficit d'informations relatives à la perception des activités faites par les autres membres du groupe dans leurs processus d'apprentissage [46].
- Quelques apprenants utilisent d'autres apprenants comme des *cavaliers libres*. Ces cavaliers effectuent la majorité du travail [18, 33].
- De même, des apprenants, trop demandés pour aider les autres, sentent qu'ils sont exploités et cessent de coopérer [33].
- Dans l'apprentissage collaboratif à distance, il y a un mélange entre vie privée et vie professionnelle, car les élèves peuvent travailler soit depuis leur domicile, soit depuis leur établissement [18].

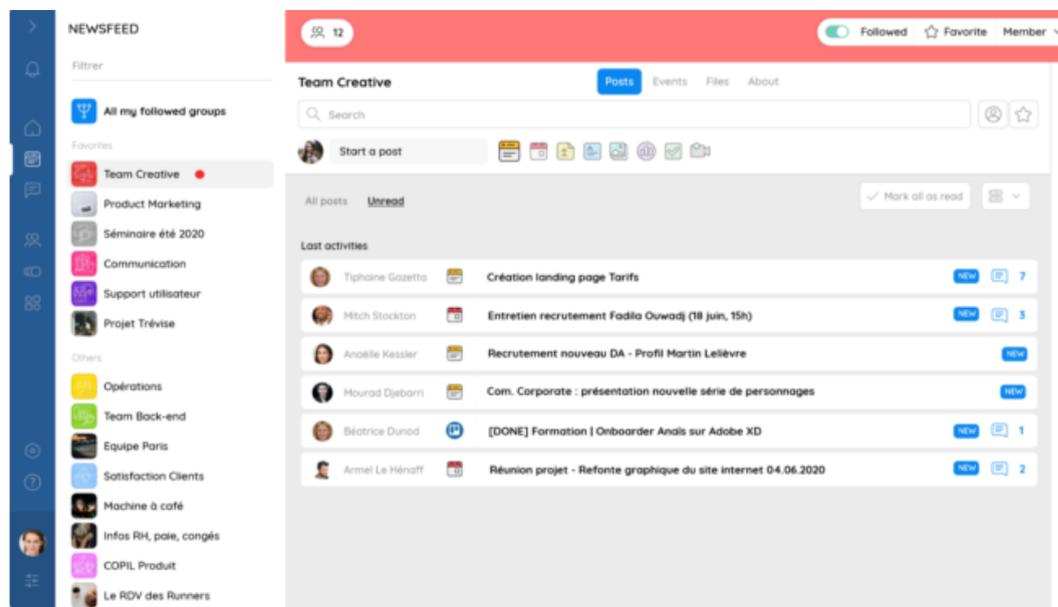
### 1.3 Les outils du travail collaboratif

Il existe de nombreux outils en ligne pour faire du travail collaboratif. Ces outils peuvent également être utilisés pour l'apprentissage collaboratif. Nous citons ci-dessous quelques outils.

#### **Talkspirit**

*Talkspirit* est une plateforme qui regroupe plusieurs outils de TCAO (Travail Collaboratif Assisté par Ordinateur) [45]. Elle permet la gestion de projets pilotes, de gérer les tâches et de communiquer avec les employés grâce à des solutions de messagerie et de visioconférence qui permettent de créer, modifier et co-éditer des documents ensemble. Il est même possible d'inviter des tiers (clients, prestataires, indépendants, etc.) à participer à des groupes de discussion.

La plateforme est disponible à l'adresse : <https://www.talkspirit.com/>.

FIGURE 1.1 – La plateforme de travail collaboratif *Talkspirit* [45]

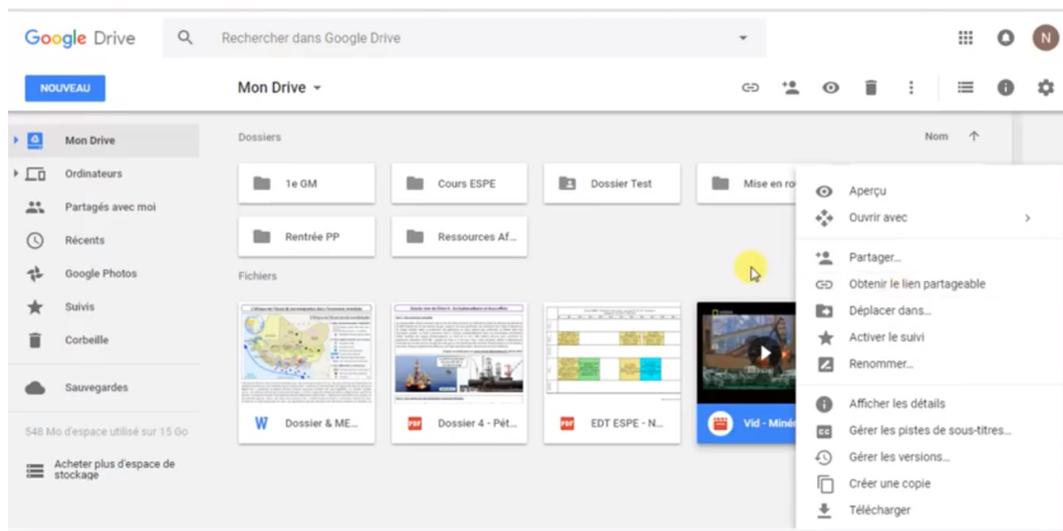
## Google drive

*Google drive* est un outil de travail en commun qui permet de stocker, d'éditer et de partager des documents avec d'autres utilisateurs [29].

On peut citer quelques fonctionnalités de *Google drive* [17]. :

- Importer des documents existants : documents Word, tableaux Excel, présentations PowerPoint, images, etc.
- Configurer les fichiers pour une utilisation hors ligne.
- Partager des fichiers.

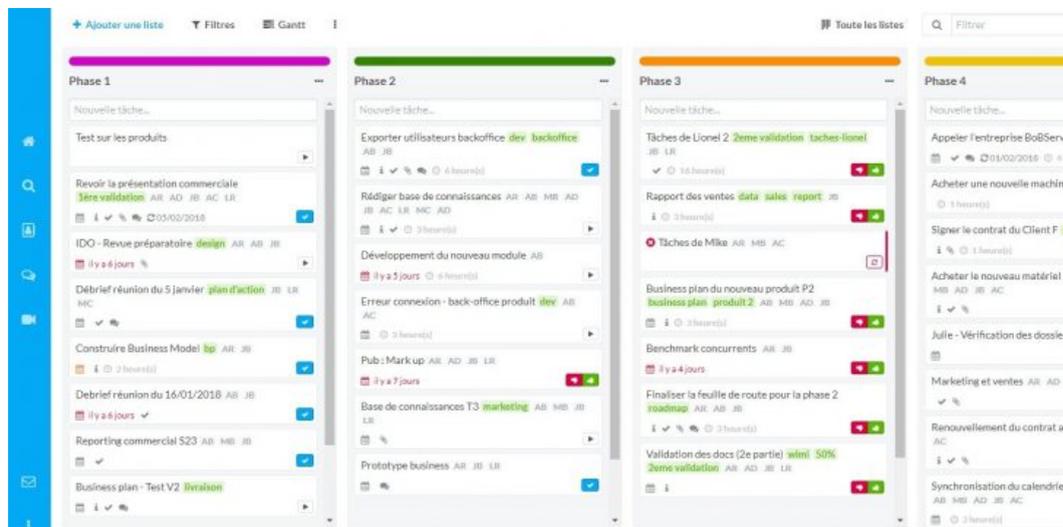
La plateforme est disponible à l'adresse : <https://www.google.com.intl.fr.drive/>.

FIGURE 1.2 – Outils de collaboration *google drive* [29]

### *Wimi*

*Wimi* aide les entreprises à organiser le travail en équipe. Il aide à planifier et à suivre les projets, à gérer les tâches et à augmenter la productivité. L'outil centralise les données, les calendriers et les discussions. De plus, il permet de créer des espaces pour chaque projet et d'envoyer des notifications en temps réel pour informer des progrès réalisés. Il offre la possibilité d'inviter les clients de l'entreprise et des partenaires externes pour une meilleure coopération. *Wimi* s'intègre aux outils que les collaborateurs utilisent au quotidien : Microsoft Office 365, G Suite, Outlook. Il s'intègre facilement à plus de 100 applications, dont Zapier, Dropbox, Skype, Slack [4].

La plateforme est disponible à l'adresse <https://www.wimi-teamwork.com/>.

FIGURE 1.3 – Outils de collaboration *wimi*

## 1.4 Classifications des outils de collaboration

Dans les environnements d'apprentissage collaboratif, il existe différentes classifications des outils de coopération.

### 1.4.1 Classification de Hernández-Ramos (2004) [26]

Hernández-Ramos a classé les outils de collaboration selon les dimensions publiques/privées et synchrones/asynchrones :

- **Publique synchrone** : À base de tableau blanc en ligne et de chat entre plusieurs membres.
- **Publique asynchrone** : À base de blogs, wikis et forums de discussion.
- **Privé synchrone** : À base de tableaux blancs en ligne et de chat entre deux membres.
- **Privée asynchrone** : forum de discussion en ligne et e-mail entre deux membres.

### 1.4.2 Classification de Wessner et Pfister (2007) [50]

Dans cette classification, Wessner et Pfister (2007) définissent trois classes pour les outils de collaboration :

1. Les outils **asynchrones**, tels que : messagerie électronique, tableau d'information (feuilles) et les actualités des groupes.
2. Les outils **synchrones**, tels que : les outils de chat (audio et vidéo).
3. Les outils de **coopération**, tels que les espaces virtuels de navigation partagée.

### 1.4.3 Classification de Hallimi (2009) [21]

Cette classification dépend de la localisation des membres et de la durée de leur participation à la collaboration. On trouve dans cette classification :

- *Face à face* : les membres utilisent les mêmes ressources en même temps.
- *Distribution synchrone* : audioconférence, vidéoconférence et messagerie instantanée.
- *asynchrone* les membres utilisent les mêmes ressources à des moments différents.
- *Distribution asynchrone* : e-mail et forum de discussion.

## 1.5 Quelques travaux sur l'apprentissage collaboratif

Nous présentons, dans ce qui suit, quelques travaux sur l'apprentissage collaboratif.

1. Zul Fahmi et Nurjanah [16] ont proposé une méthode de regroupement d'apprenant à partir de caractéristiques homogènes, hétérogènes ou mixtes. Ils ont développé un système appelé Multi Objective Ant Colony System (MOACS), basé sur les colonies de fourmi pour former les groupes.

Lors de la formation de groupes homogènes, le système se base sur deux caractéristiques : les sujets d'intérêt des apprenants et le style d'apprentissage pratique ou théorique (sensing/intuitive learning styles - LSSI). Les caractéristiques pour les groupes hétérogènes ou mixtes sont les connaissances préalables et le style d'apprentissage par action ou par réflexion (active/reflective learning style - LSAR).

2. Dans [30], les auteurs proposent une autre méthode de regroupement des apprenants pour l'apprentissage collaboratif, basée sur les préférences des apprenants sur la composition des groupes auxquels ils voudraient être affectés. Par exemple, est-ce que l'apprenant veut participer à un groupe qui parle la même langue que lui ? de même sexe que lui ? etc.

Le système utilise k-means pour la création de clusters d'apprenants à partir de leurs préférences, ensuite les groupes sont construits à partir des clusters obtenus et en complétant l'affectation en prenant en compte les performances académiques des apprenants et leurs capacités de communication.

3. Claros *et al.* [12] ont proposé une technique d'analyse des réseaux sociaux (SNA) pour modéliser et analyser les interactions entre les individus en fonction de leur relation. Cette approche a été utilisée par certains chercheurs pour mesurer les processus sociaux dans les expériences d'apprentissage coopératif. Mais ces métriques sont généralement calculées sur la base de l'expérience finale, et ne permettent pas d'analyser le comportement de l'élève pendant le processus d'apprentissage.

Le système permet d'analyser les scénarios CSCL pour mesurer les traces des comportements des apprenants à travers l'utilisation d'une plateforme d'apprentissage collaboratif appelée *Social Media Learning System*.

4. Les chercheurs Teranishi *et al.* [47] ont identifié des facteurs contribuant à la qualité de l'activité de développement de jeux en utilisant la technique Team-Based Learning (TBL).

Les éléments suivants ont été examinés pour analyser les relations entre les groupes lors de l'activité d'apprentissage : la communication entre les participants, à travers l'analyse des messages échangés ; la personnalité de chaque participant ; et un questionnaire sur la satisfaction des participants par rapport au résultat de l'activité. L'analyse de ces éléments a montré que deux facteurs sont importants à prendre en compte : l'activité de collaboration et le degré de communication entre participants.

5. Herman et Azad [25] ont examiné les avantages comparatifs entre trois méthodes d'apprentissage : l'apprentissage actif, l'apprentissage par les pairs et l'apprentissage par résolution collaborative de problèmes.

Des indicateurs furent mesurés à travers des tests et des questionnaires. On peut citer : enquête sur le sentiment d'appartenance à un groupe (the Sense of Belongingness Survey), un questionnaire MSLQ (Motivated Strategies for

Learning Questionnaire) et un questionnaire sur la perception des difficultés de l'apprenant pendant le cours.

Même si les résultats des tests ne diffèrent pas entre les trois types d'apprentissage, l'apprentissage par les pairs améliore l'efficacité de l'apprentissage et diminue le niveau de stress ; alors que dans l'apprentissage collaboratif le sentiment d'appartenance est plus fort, et le cours est perçu comme moins difficile.

n°	Article	objectif	Méthode	Résultat
1	[16]	Formation de groupes hétérogènes, homogènes ou mixtes	Système de colonies de fourmis multi-objectifs (MOACS)	L'utilisation de MOACS est plus appropriée dans la formation de groupes homogènes ou mixtes
2	[30]	Formation de groupes pour l'apprentissage collaboratif	L'algorithme de clustering (k-means)	Amélioration de la satisfaction des apprenants de leur affectation aux groupes.
3	[12]	Analyse des interactions sociales dans les scénarios d'apprentissage coopératif à base de métriques SNA	Techniques d'analyse des réseaux sociaux (SNA)	Une analyse temporelle des métriques SNA permet de mieux évaluer les comportements des apprenants.
4	[47]	Identifier les facteurs contribuant à améliorer l'activité de développement de jeux en utilisant l'apprentissage en groupe TBL	Analyser trois éléments : la communication entre les participants à l'activité, la personnalité de chaque participant, la satisfaction des participants	Deux facteurs sont importants à prendre en compte dans l'apprentissage TBL : l'activité de collaboration et le degré de communication entre participants
5	[25]	Comparaison entre trois méthodes d'apprentissage : l'apprentissage actif, l'apprentissage par les pairs et l'apprentissage par résolution collaborative de problèmes	Tests et questionnaires sur le sentiment d'appartenance à un groupe, les stratégies d'apprentissage (MSLQ) et sur la perception des difficultés de l'apprenant pendant le cours	L'apprentissage par les pairs améliore l'efficacité de l'apprentissage et diminue le niveau de stress et l'apprentissage collaboratif augmente le sentiment d'appartenance alors que le cours est perçu comme moins difficile.

TABLE 1.1 – Tableau récapitulatifs des travaux sur l'apprentissage collaboratif

## 1.6 Conclusion

L'apprentissage collaboratif est une technique essentielle pour le transfert de connaissances et de compétences visant à stimuler la réflexion individuelle, ainsi que la réflexion et la discussion de groupe. Avoir des groupes performants permet une bonne interaction entre les membres du groupe pour atteindre les résultats d'apprentissage par utilisations d'outils de communication et de travail collaboratif.

L'apprentissage collaboratif est parfois opposé à l'apprentissage coopératif, alors que les deux types d'apprentissages font appel au travail de groupe. Dans le chapitre suivant, nous présentons l'apprentissage coopératif et nous montrons les points communs et les différences entre eux.

# Chapitre 2

## L'Apprentissage Coopératif

### 2.1 Introduction

L'apprentissage collaboratif permet à un groupe d'étudiants de travailler ensemble pour réaliser un objectif commun. Dans ce processus d'apprentissage, les étudiants peuvent également utiliser un processus coopératif dans lequel la prise de décision est toujours collaborative, alors que la réalisation est individuelle. Pour les étudiants, la collaboration et la coopération vont permettre de travailler ensemble dans un groupe, en encourageant une construction participative de solutions aux problèmes posés.

### 2.2 L'apprentissage coopératif

Le travail d'équipe consiste à rassembler les étudiants pour compléter une tâche commune et pour atteindre des objectifs communs. La coopération entre les membres d'une équipe favorise l'interdépendance positive et la responsabilisation personnelle dans les équipes de travail, rendant ainsi le travail plus efficace [5].

Le travail coopératif peut être défini comme une organisation collective du travail dans laquelle les tâches à accomplir sont divisées en sous-tâches, où chaque sous-tâche est attribuée à un participant. À la fin, le travail de chacun est réuni pour créer un résultat unique. Ainsi, la responsabilité de chacun est centrée sur la réalisation unique de la sous-tâche qui lui est attribuée [43].

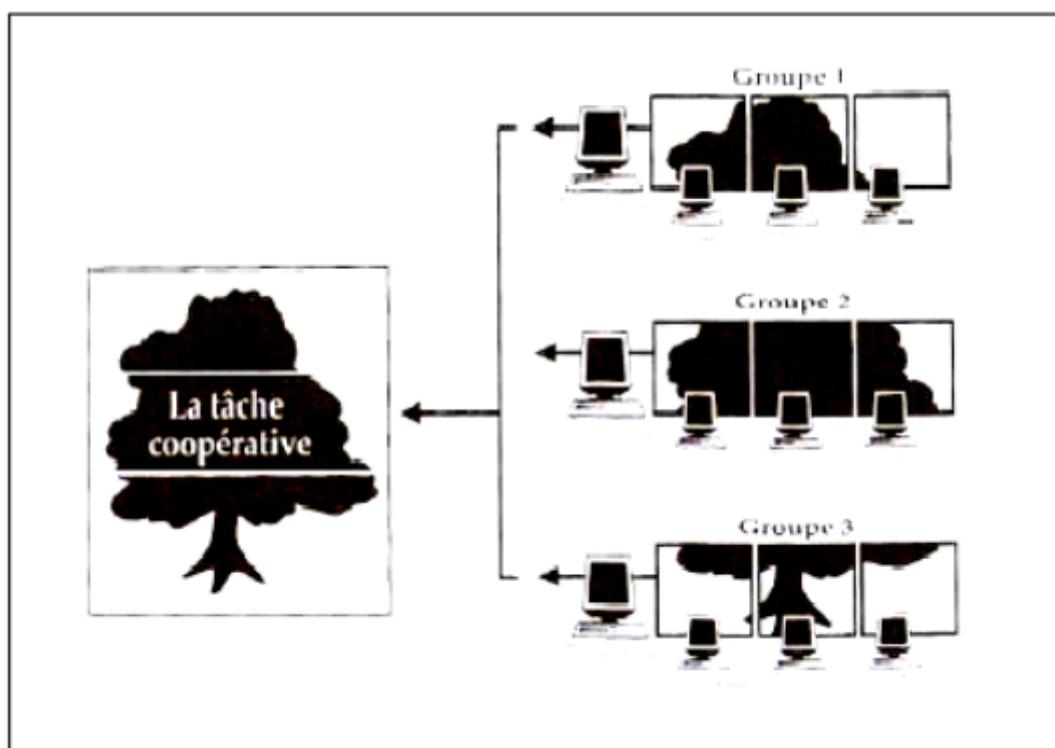


FIGURE 2.1 – Modèle de travail coopératif [24]

La figure 2.1 montre une illustration du travail coopératif, où une tâche globale est divisée en trois sous-tâches, chacune étant affectée à un groupe. Ensuite, le résultat final est obtenu par regroupement des résultats partiels réalisés par chaque groupe.

Comme pour l'apprentissage collaboratif, l'interaction sociale que permet l'apprentissage coopératif encourage les élèves à exprimer, discuter et reformuler leurs idées. Il permet également de créer un environnement de discussion des connaissances dans des groupes collaboratifs, pour améliorer la qualité de l'apprentissage en facilitant le transfert des connaissances [38]

## 2.3 Avantages et inconvénients de l'apprentissage coopératif

### 2.3.1 Les avantages de l'apprentissage coopératif

Parmi les avantages de l'apprentissage coopératif, on peut citer :

- Développer des compétences en communication et faciliter la création de liens

interpersonnels, ce qui permet de rendre les étudiants solidaires de l'apprentissage des autres [5].

- L'apprentissage coopératif facilite le transfert des connaissances [5].
- L'apprentissage coopératif exploite les compétences individuelles dans les groupes, ce qui permet d'évaluer les compétences de l'équipe [42].
- L'apprentissage coopératif permet d'acquérir des compétences proches de la réalité professionnelle, car le travail en équipe est une compétence importante pour le marché du travail [42].
- La responsabilité individuelle est plus grande dans l'apprentissage coopératif par rapport à l'apprentissage collaboratif, car tous les membres de l'équipe doivent participer au travail collectif. Il ne peuvent pas compter uniquement sur le travail des autres [42].

### 2.3.2 Les inconvénients de l'apprentissage coopératif

L'apprentissage coopératif a ses inconvénients :

- L'apprentissage coopératif fait courir le risque de spécialisation des membres du groupe, ainsi les étudiants peuvent ne s'intéresser qu'à leurs propres parties sans s'occuper des parties affectées à d'autres [7].
- Lorsqu'il y a une forte hétérogénéité dans le niveau des connaissances des étudiants d'un groupe, les étudiants avec le plus haut niveau vont avoir le rôle d'experts, les étudiants de faible niveau auront alors des sous-tâches simples [7]. Les étudiants en difficulté vont alors ne rien faire et se laisser distancer dans le groupe [27].
- Un étudiant timide peut profiter de l'apprentissage coopératif pour se cacher derrière ses camarades, ce qui va nuire à son développement [27].

## 2.4 Caractéristiques des tâches coopératives

Les tâches coopératives offrent les caractéristiques suivantes [15] :

- Dans une approche coopérative, l'interdépendance des participants est très forte, car le résultat final dépend des apports de chaque participant au travail des autres.

- Le résultat est collectif et ne peut être atteint que si chacun fait son propre travail.
- Il y a plusieurs façons de résoudre le travail, selon l'affectation des sous-tâches.
- Il permet à chaque étudiant d'apporter des connaissances ou de l'expérience.
- Chaque membre du groupe a le temps d'élaborer et de préparer ses idées.

## 2.5 Différences entre apprentissage collaboratif et apprentissage coopératif

Le dictionnaire des synonymes du Larousse <sup>1</sup> donne la collaboration comme synonyme de la coopération. Mais dans le contexte de l'apprentissage, les deux approches sont différentes.

En collaboration, les partenaires partagent le travail et résolvent les sous-tâches ensemble, puis les rassemblent dans le résultat final. Alors que dans la coopération, les partenaires travaillent ensemble pour identifier la meilleure affectation des sous-tâches, qui seront réalisés individuellement, avant d'être assemblées pour obtenir le résultat final [14].

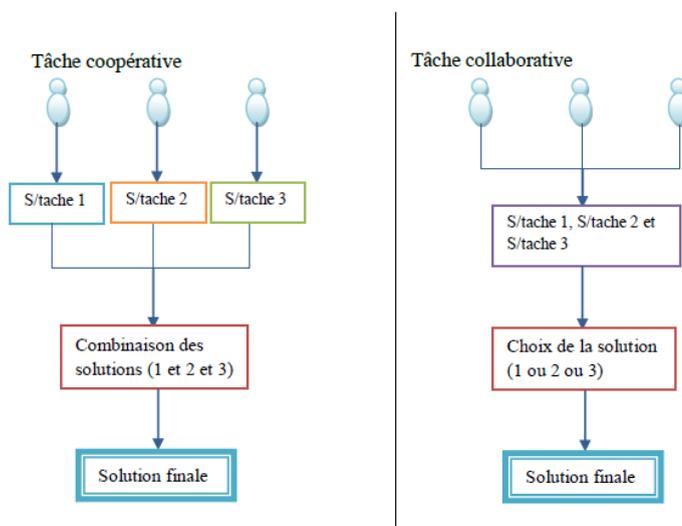


FIGURE 2.2 – Comparaison entre une tâche coopérative et une tâche collaborative [2]

On peut résumer les principales différences entre les deux approches comme suit :

1. <https://www.larousse.fr/dictionnaires/synonymes/coop%C3%A9ration/5185>

- **Objectif d'apprentissage** : Dans la collaboration, l'objectif est commun et la réalisation collective, alors que dans la coopération, l'objectif est commun et la réalisation individuelle [23, 41].
- **Situation d'apprentissage** : Dans la collaboration, l'apprentissage est collectif, car on apprend avec la réalisation d'un travail collectif. Dans la coopération, l'apprentissage est individuel, mais il y a partage des ressources [23, 41].
- **Les tâches** : Elles sont réparties entre différents apprenants dans la coopération, mais effectué en groupe dans la collaboration, mais n'exclut pas la possibilité d'effectuer des tâches coopératives [23].
- **Composition du groupe** : Dans la coopération, on cible de préférence l'hétérogénéité de la population, alors que dans la collaboration, il est préférable de laisser le choix des partenaires aux étudiants [23].
- **Responsabilité de l'apprenant** : Dans la coopération, l'étudiant est responsable de la tâche assignée, tout en coordonnant son exécution avec les autres membres du groupe. Dans la collaboration, l'étudiant est responsable de son propre apprentissage, tout en étant engagé dans l'équipe [23].
- **L'évaluation** : Dans la collaboration, l'évaluation se fait sur le résultat final du groupe. Dans la coopération, on peut établir une évolution individuelle et collective [41, 23].

## 2.6 Quelques travaux sur l'apprentissage coopératif

Nous présentons dans ce qui suit quelques travaux sur l'apprentissage coopératif.

1. L'étude [20] a pour objectif de tester les outils offerts par la plateforme Moodle (forum, chat, etc.) pour l'apprentissage de l'anglais, pendant la pandémie de COVID 19, par les étudiants de L1 *Économie et Gestion*, à travers un scénario pédagogique appelé : *Let's cooperate*. Le ressenti des étudiants sur l'utilisation de la plateforme a été étudié à partir de questionnaires envoyés aux étudiants. L'étude a montré une grande hétérogénéité dans l'utilisation de Moodle par les étudiants. Notamment, par rapport à la fréquence d'utilisation de Moodle et par rapport à l'interaction avec les pairs lors des projets proposés.
2. Dans [44], une étude a été réalisée pour analyser la perception de la liberté de choix et l'autorégulation dans un master *Management et Stratégies d'Entreprise* dont les cours sont dispensés entièrement en e-learning. L'enquête a

porté sur 623 étudiants du Master (M1 et M2) à travers un questionnaire, suivi d'entretiens avec des étudiants.

Sur le plan de la coopération, les étudiants ont indiqué qu'ils se sentaient isolés lors de la formation effectuée uniquement en ligne, mais n'ont fait aucun effort pour contacter leur pairs pour initier un apprentissage coopératif, soit formel, ou même informel.

3. L'étude [48] vise à tester l'effet positif de l'apprentissage coopératif sur la motivation des étudiants. Elle a été menée sur un échantillon de 72 étudiants, divisés en deux groupes suivant un cours de deux manières différentes. Le but de l'étude est de comparer la motivation des étudiants entre les deux méthodes d'apprentissage.

L'évaluation fut réalisée par une enquête basée sur l'échelle de motivation (motivational scale) de Pintrich, qui mesure trois éléments : la perception de la tâches et ses objectifs, la confiance en soi et le stress.

Le résultat de l'enquête a démontré que l'apprentissage coopératif augmente la motivation des étudiants par renforcement de l'interaction et de la collaboration entre eux.

4. L'étude [32] propose un espace virtuel dédié à l'apprentissage coopératif. L'objectif est de mettre en œuvre une leçon basée sur l'amélioration de différents niveaux d'intelligence grâce à des techniques collaboratives à l'aide de la réalité virtuelle. L'étude présente un cours en apprentissage coopératif utilisant des outils multiples, tels que : polycopié, outils de collaboration et de communication et la réalité virtuelle.

L'étude a montré la nécessité de proposer, pour le travail coopératif, et au côté de l'espace virtuelle, des documents (polycopié, livre, etc.) en papier pour satisfaire les habitudes et les styles d'apprentissage des étudiants, par exemple pour noter ou apprendre.

5. Dans cet article [49], l'effet de l'apprentissage coopératif sur les résultats en mathématiques en Turquie a été étudié à l'aide d'une approche méta-analytique. À cette fin, plusieurs articles furent choisis pour l'étude et classés selon quatre critères : le style d'apprentissage coopératif, le niveau d'éducation, le domaine d'apprentissage et la période d'apprentissage.

Sur 59 articles, 55 ont montré un effet positif de l'apprentissage collaboratif, alors que les quatre restants n'ont pas montré d'effet significatif. Le domaine d'apprentissage où l'effet est le plus fort est l'apprentissage de la géométrie.

n°	Article	objectif	Méthode	Résultat
1	[20]	Tester les outils offerts par la plateforme Moodle (forum, chat, etc.) pour l'apprentissage de l'anglais	Questionnaires envoyés aux étudiants pour analyser leur ressenti	Une grande hétérogénéité d'usage dans l'utilisation de Moodle par les étudiants (fréquence d'utilisation et interaction entre pairs)
2	[44]	Analyser la perception de libertés de choix et l'autorégulation	Questionnaire suivi d'entretiens avec des étudiants	Les étudiants ne choisissent pas spontanément d'utiliser un apprentissage coopératif, soit de manière formelle ou de manière informelle
3	[48]	Tester l'effet positif de l'apprentissage coopératif sur la motivation des étudiants	Une enquête basée sur l'échelle de motivation (motivational scale) de Pintrich	La coopération mutuelle entre les étudiants améliore la motivation d'apprentissage par renforcement de la collaboration
4	[32]	Proposer un espace virtuelle dédié à l'apprentissage coopératif	Apprentissage coopératif utilisant des outils multiples	Satisfaire les habitudes et les styles d'apprentissage des étudiants en proposant un espace virtuel et des documents en papier
5	[49]	Étude de l'effet de l'apprentissage coopératif sur les résultats en mathématiques	Méta-analyse d'articles sur l'apprentissage collaboratif en Turquie, classés selon quatre critères	Une majorité d'articles étudiés ont démontré les effets positifs de l'apprentissage collaboratif dans l'apprentissage des mathématiques, particulièrement de la géométrie.

TABLE 2.1 – Tableau récapitulatifs des travaux sur l'apprentissage coopératif

## 2.7 Conclusion

L'apprentissage coopératif est un type d'apprentissage dans lequel les étudiants poursuivent des objectifs collectifs, comme dans l'apprentissage collaboratif, mais également des objectifs individuels. Dans ce type d'apprentissage, chaque membre d'un groupe est responsable d'une partie de la tâche à réaliser, le résultat final étant une composition de toutes les sous-tâches.

Dans le chapitre suivant, nous présentons un système d'évaluation de la collaboration dans des groupes d'étudiants, lors de la réalisation d'examens (devoirs ou questionnaires) avec des approches collaborative et coopérative.

# Chapitre 3

## Conception

### 3.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous expliquons la conception générale de notre système. Nous commençons par présenter les objectifs du projet, puis nous expliquons l'architecture générale. Ensuite, nous présentons les principes d'évaluation de la collaboration basée sur des exercices d'évaluation collectifs (collaboratifs et coopératifs). D'autre part, nous explorons les indicateurs nécessaires pour évaluer les apprenants à partir des réponses aux tests.

### 3.2 Objectifs

L'objectif principal de ce projet est de développer un système basé sur l'évaluation des étudiants lors d'un exercice collectif. Cet exercice peut être de deux natures : un questionnaire (collaboratif ou coopératif) ou un devoir constitué d'une question directe (également collaboratif ou coopératif).

Les buts de notre travail sont résumés comme suit :

- Définir un travail participatif pour un groupe d'apprenants, qui sera de répondre aux examens, qu'il s'agisse de questionnaires ou de devoirs, de manière participative ou collaborative.
- Utiliser un réseau social reliant l'enseignant et les étudiants, dans lequel l'enseignant propose des cours et des activités aux étudiants sous forme de publications, et où les apprenants peuvent interagir entre eux, et avec l'enseignant, à travers des publications, des commentaires, des appréciations (likes) et des messages.

- Former des groupes, de manière dynamique et automatique, auxquels l'enseignant affecte les activités collectives.
- Évaluer la collaboration des apprenants dans leurs groupes lors de la réalisation des activités, en prenant en compte plusieurs indicateurs.

### 3.3 Analyse et conception du système

Le système à développer se compose de deux parties essentielles. La première partie est le réseau social d'apprentissage. La seconde correspond au système de gestion des exercices collectifs.

Les fonctionnalités liées à chaque partie sont présentées ci-dessous :

1. **Le réseau social d'apprentissage** permet :

- À l'enseignant, de proposer des cours et des activités participatives.
- Au apprenants, de suivre les cours, et d'apprécier, de commenter et de communiquer sur le réseau.

2. Le **Système de gestion des exercices collectifs** permet :

- À l'enseignant, de gérer les groupes et d'évaluer les réponses des étudiants.
- Au apprenants, de faire les activités en groupe de manière collaborative ou coopérative, et de voir l'évaluation de l'enseignant.

La figure 3.1 présente un résumé des fonctionnalités du système.

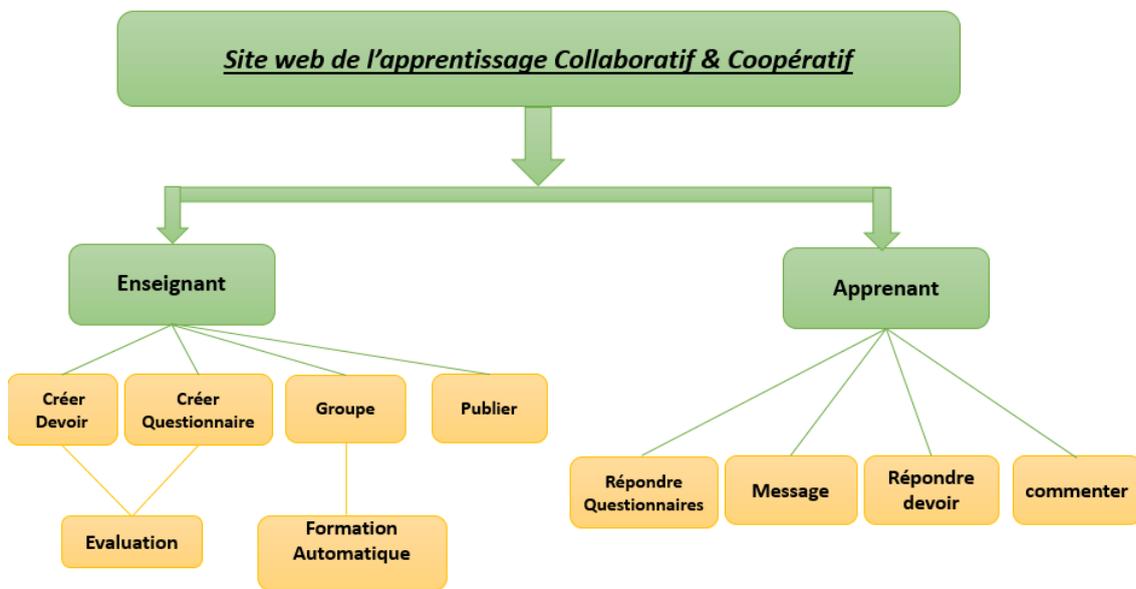


FIGURE 3.1 – Architecture globale

### 3.3.1 Identification des acteurs

Notre système se compose de trois acteurs principaux : l'enseignant, l'apprenant et l'administrateur. Chaque acteur a un rôle, résumé ainsi :

- *L'administrateur* : C'est le responsable du système.
- *L'apprenant* : C'est l'acteur le plus important du système. Il est associé à d'autres apprenants pour réaliser des activités d'apprentissage collectifs.
- *L'enseignant* : Il est responsable de la création et de l'affectation des activités collectives.

### 3.3.2 Fonctionnalités

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

#### Fonctionnalités de l'*administrateur*

- Accepter un compte utilisateur.
- Supprimer un compte utilisateur.

**Fonctionnalités de l'*utilisateur* (Enseignant et apprenant)**

- S'inscrire sur le site.
- Modifier son profil.
- Écrire un message.
- Lire un message.
- Voir les notes.

**Fonctionnalités particulières à l'*enseignant***

- Ajouter un cour.
- Voir les cours.
- Supprimer un cour.
- Créer les examens (questionnaires et devoirs).
- Supprimer les examens (questionnaires et devoirs).
- Évaluer les apprenant.
- Fixer la date de discussion.
- Gérer les groupes.
- Publier les examens.
- Évaluer les examens.
- Voir les notes des étudiants.

**Fonctionnalité particulière à l'*apprenant***

- Suivre les cours.
- Commenter une publication.
- Lire et écrire un commentaire.
- Réagir à une publication (appréciation).
- Répondre aux examens (questionnaires et devoirs).
- Voir la note d'examen.

### Fonctionnalités communes aux trois acteurs

- Se connecter au site.
- Se déconnecter du site.

### 3.3.3 Diagrammes de cas d'utilisation

Nous présentons ci-dessous (figure 3.2) le diagramme d'utilisation correspondant à l'*administrateur* :

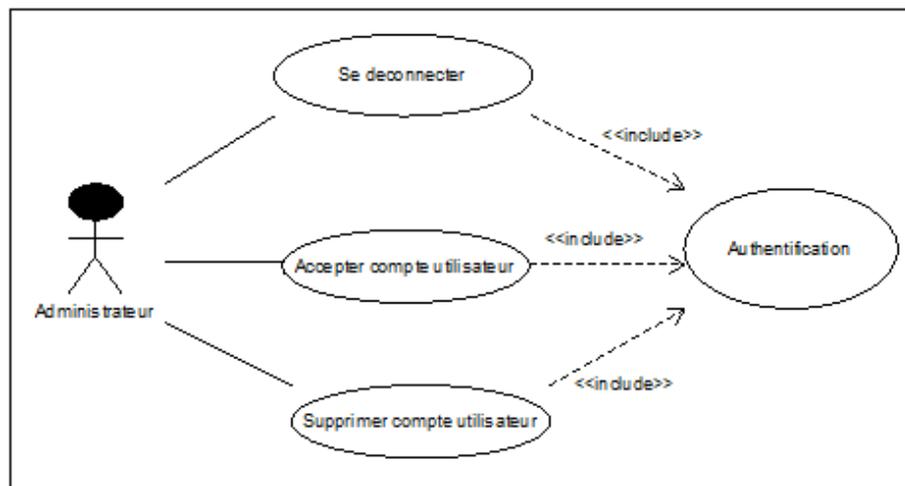


FIGURE 3.2 – Diagramme de cas d'utilisation (*administrateur*)

La figure 3.3 montre le diagramme d'utilisation correspondant aux deux autres acteurs :

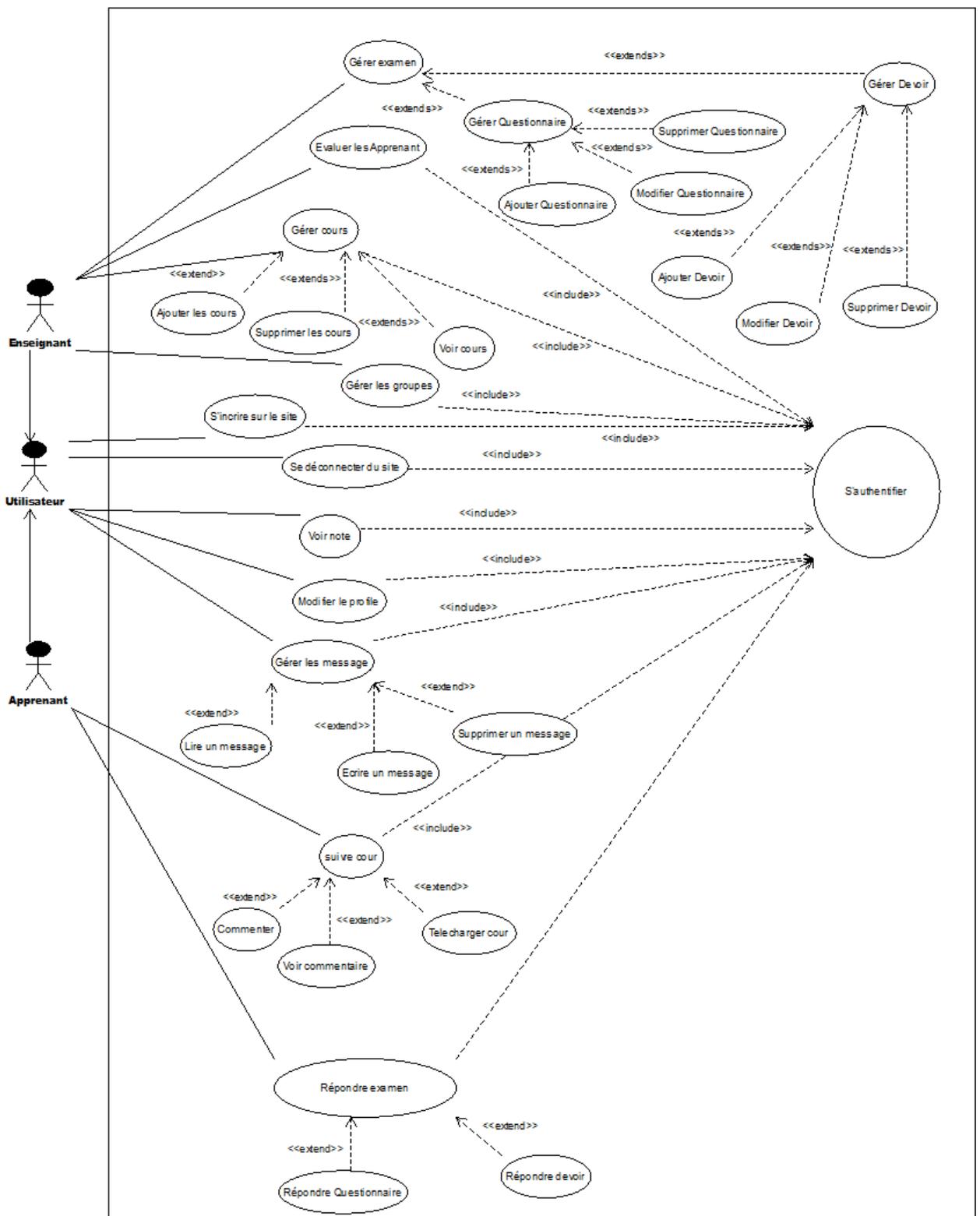


FIGURE 3.3 – Diagramme de cas d'utilisation

### 3.3.4 Règles de gestion

Les règles de gestion sont les suivantes :

- Un apprenant doit avoir un nom d'utilisateur, un nom et un prénom, une adresse e-mail, un mot de passe, une date de naissance, un numéro de téléphone, une date d'inscription et un sexe.
- Un enseignant a un nom d'utilisateur, un nom et un prénom, une adresse e-mail, un mot de passe, une date de naissance, un numéro de téléphone, une date d'inscription et un sexe.
- Un administrateur doit avoir un identifiant, un nom d'utilisateur et un mot de passe.
- Un groupe contient un ou plusieurs étudiants.
- Un enseignant peut ajouter un ou plusieurs cours.
- Un enseignant peut ajouter un ou plusieurs examens (questionnaires et devoirs).
- Un examen peut être collaboratif ou coopératif.
- Un utilisateur peut envoyer un message à un ou plusieurs utilisateurs.
- Un apprenant appartient à aucun, un ou plusieurs groupes.
- Un enseignant peut affecter zéro, un ou plusieurs groupes.
- Un examen est proposé à un ou plusieurs groupes.
- Un groupe est noté sur chaque examen fait par lui.
- Un apprenant peut suivre un ou plusieurs cours.
- Un apprenant peut répondre à un ou plusieurs examens.
- Un apprenant peut commenter un ou plusieurs cours.
- Un apprenant peut réagir (apprécier) à un ou plusieurs cours.

### 3.3.5 Dictionnaire de données

Le dictionnaire de données est le suivant :

Champ	Nom	Signification	Type	Longueur	Nature
Utilisateur	id	identificateur de l'utilisateur	N	255	Auto-incrément
	nom	nom de l'utilisateur	AN	255	
	prénom	prénom de l'utilisateur	AN	255	
	Date-nais	date de naissance	date		JJ/MM/AAAA
	Username	le nom de l'utilisateur	AN	255	
	Email	adresse e-mail de l'utilisateur	AN	255	
	Mpass	mote de passe	AN	255	
	Sexe	le Sexe de l'utilisateur	AN	255	
	Phone	numéro de téléphone	N	255	
	date-ins	date inscription	timestamp		
	accepterADMINISTRATEUR-app	Acceptation de l'admin	AN	255	
admin	codeA	identificateur de l'administrateur	N	255	Auto-incrément
	nomA	nom de l'administrateur	AN	255	
	motA	mot de passe de l'administrateur	AN	255	

communication	id-comm-ens	identificateur de communication	N	255	Auto-incrément
	Message	le contenu du message	texte		
	Date-env	la date d'envoi du message	time-stamp		
	Date-notif	date d'envoi de notification	date		JJ/MM/AAAA
	Time-notif	heure d'envoi de notification	time		HH/MM/SS
	vu-env	nombre de vu du message envoyé	N	255	
	vu-vers	nombre de vu du message reçu	N	255	
	exp	qui est l'expéditeur du message	AN	255	
	positif	le sentiment positif exprimé dans le message	N	255	
	negatif	le sentiment negatif exprimé dans le message	N	255	
cours	id-cour	identificateur du cours	N	255	Auto-incrément
	Nom-cours	le nom du cours	AN	255	

	Description	la description du cours	text		
	accepter-ADMINISTRATEUR-cours	Acceptation de l'admin	AN	255	
	Date-cours	la date de création du cours	timestamp		
devoir	id-Quest	identificateur de question	N	255	Auto-incrément
	Num-Ques	numéro de question	N	255	
	Description	description du devoir	AN	255	
	Reponse-juste	la réponse juste à la question	AN	255	
	Date-dev	la date du devoir	timestamp		
	Note	la note du devoir	N	255	
	numphase	le numéro de devoir pour chaque cours	N	255	
commentaire	id-com	identificateur du commentaire	N	255	Auto-incrément
	Email	l'adresse e-mail de l'apprenant	AN	255	
	Message	le texte du commentaire	text		
	Date-com	la date du commentaire	timestamp		
	ensapp	qui écrit le commentaire	AN	255	

fichiers	id-file	identificateur de fichier	N	255	Auto-incrément
	Nom-file	le nom du fichier	AN	255	
	Type	le type du fichier	AN	255	
	Date-crea	la date de création	time-stamp		
suivi	id-suiv	identificateur de groupe	N	255	
	GroupeID	qui est le groupe qui suit le cours	N	255	
	Date-suiv	la date de suivi du cours	time-stamp		
	accepter-Enseignant-suivie	Acceptation du suivi	AN	255	
choix	Id-Choix	identificateur de choix	N	255	Auto-incrément
	Description	le texte du choix	AN	255	
	NQuest	numéro de question	N	255	
	numphase	nombre de choix de la question	N	255	
choixjuste	Id-ChoixJ	identificateur de choix juste	N	255	Auto-incrément
	Description	le choix correcte de la question	AN	255	
	NQuest	numéro de question	N	255	

	numphase	nombre de choix correcte de la question	N	255	
qcm	id-Quest	identificateur de question	N	255	Auto-incrément
	Num-Ques	numéro de la question	N	255	
	Description	description de la question	AN	255	
	Date	la date de création le question	time-stamp		
	Note	la note de choix	N	255	
	numphase	le numéro de qcm pour chaque cours	N	255	
mention	id-mention	identificateur de mention	N	255	Auto-incrément
	japprecie	Réaction <i>j'apprécie</i>	N	255	
	jenapprecie-pas	Réaction <i>je n'apprécie pas</i>	N	255	
	jecomprends	Réaction <i>je comprends</i>	N	255	
	jenage	Réaction <i>je nage</i>	N	255	
	jenecomprendspas	Réaction <i>je ne comprends pas</i>	N	255	
repondre-devoir	Id-Repondre-Quest	Identificateur de la réponse du devoir	N	255	Auto-incrément
	Num-Ques	Numéro de question	N	255	

	Description	la Réponse de l'apprenant sur le Question	AN	255	
	Note	la note de question	N	255	
repondre-qcm	Id-Repondre-Quest	Identificateur de la réponse de questionnaire	N	255	Auto-incrément
	Num-Ques	Numéro de la question	N	255	
	Description	la Réponse de l'apprenant sur le Questionnaire	AN	255	
	Note	la note de questionnaire	N	255	
testdevoir	id-test	identificateur de test	N	255	Auto-incrément
	Nom-test	le nom du test	AN	255	
	Type-Test	la forme de test	AN	255	
	Heure-insc	date et heure d'inscription du test	timestamp		
	Heure-Fin	date et heure de fin de test	timestamp		
	numphase	le numéro de devoir Pour chaque cours	N	255	
testqcm	id-test	identificateur de test	N	255	Auto-incrément
	Nom-test	le nom de test (questionnaire)	AN	255	

	Type-Test	la forme de test (questionnaire)	AN	255	
	Heure-insc	date et heure d'inscription de test	time-stamp		
	Heure-Fin	date et heure de fin de test	time-stamp		
	num-de-phase	le numéro de questionnaire pour chaque cours	N	255	
groupe-test-devoir	Id-GroupeTestDevoir	identificateur de groupe de test	N	255	Auto-incrément
	numphase	le nombre du devoir	N	255	
	type	le type de devoir	AN	255	
groupe-test-qcm	Id-GroupeTestQCM	identificateur de groupe de test	N	255	Auto-incrément
	numphase	le nombre de questionnaire	N	255	
	type	le type de questionnaire	AN	255	
	file	le fichier exporter par les apprenants	AN	255	
note-test	Id-Note-Quest	identificateur de la note de question	N	255	Auto-incrément
	Note-Complet	la note complète du test	N	255	
GroupeTestDevoirAdresse	Id-GroupeTestDevoir	identificateur de Groupe de devoir	N	255	Auto-incrément

	GroupeID	identificateur de Groupe	N	255	
	numphase	le nombre du questionnaire	N	255	
	description	la réponse du devoir	AN	255	
	type	le type de devoir	AN	255	
notification	Id-notification	Identificateur de notification	N	255	Auto-incrément
	Notification	le texte de notification	text		
	Activity	le Type de fichier	AN	20	
	Date-env	la date d'envoi des notification	date		JJ/MM/AAAA
	Time-env	heure d'envoi notification	time		HH/MM/SS
	vu	vu du message	AN	255	
	ensapp	Qui est le lecteur du message ?	AN	255	
mailbox	Id-email	identificateur de l'adresse e-mail	N	255	Auto-incrément
	Email-from	e-mail de l'utilisateur qui a envoyé le message	AN	255	
	Email-to	email de l'utilisateur a qui est envoyé le message	AN	255	

	subject	l'objet du e-mail	AN	255	
	Message	le contenu du e-mail	AN	255	
	Statut	e-mail vu ou non	AN	255	
	Date-env	la date de l'envoi du e-mail	timestamp		
afinn	mot	les termes existant dans le dictionnaire afinn	AN	22	
	Sentiment	les sentiment des mots existe	N	2	

### 3.3.6 Diagramme de classe

Nous présentons ci-dessous (figure 3.4) le diagramme de classe correspondant aux acteurs décrits :

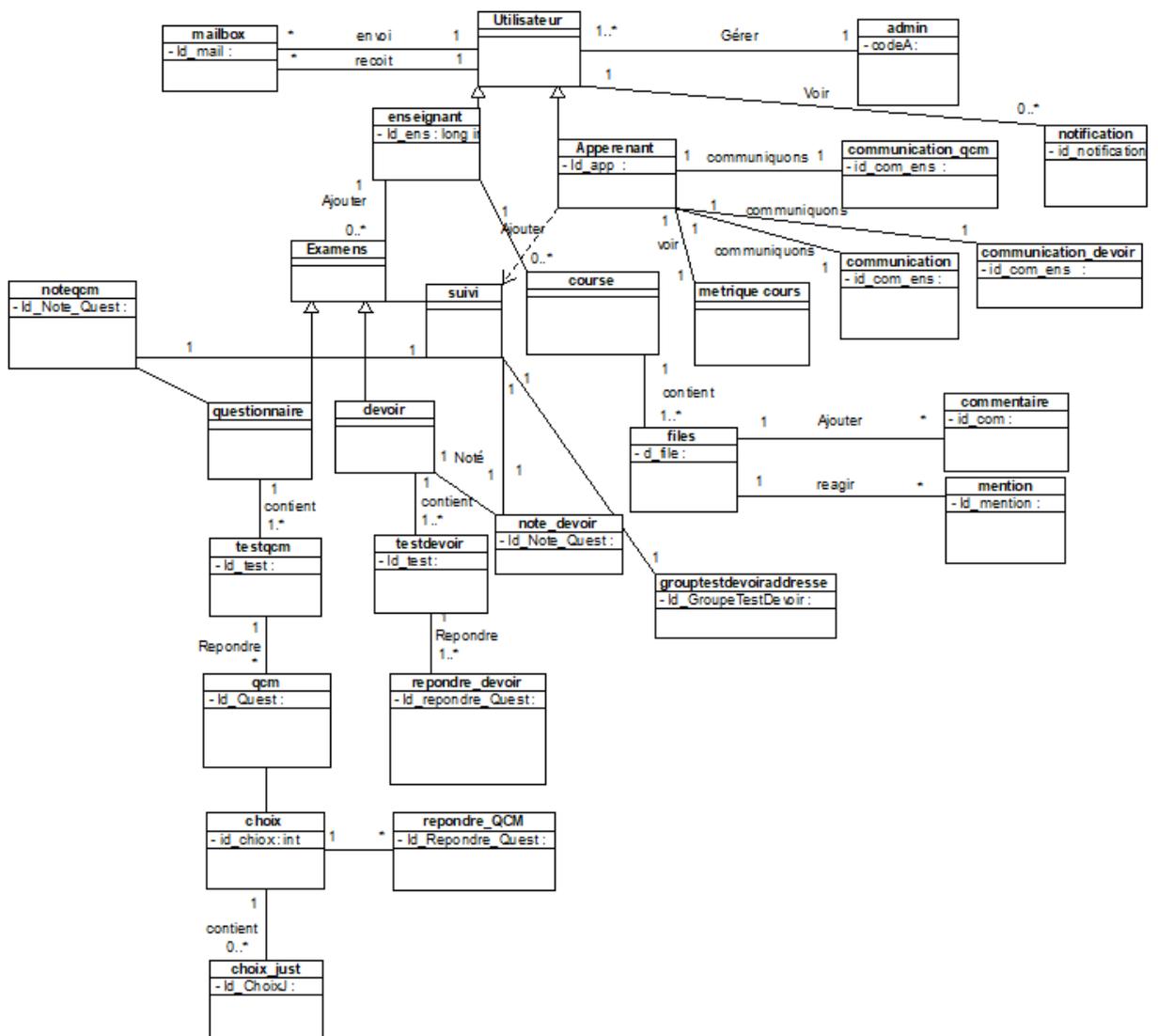


FIGURE 3.4 – Diagramme de classe

### 3.3.7 Schémas relationnels

Les schémas relationnels sont donnés comme suit :

**Admin**(id\_admin, nom, mot de passe)

**Apprenant**(id\_app, Username-app, Nom-app, Prénom-app, Email-app, mpass\_app, Sexe, date\_nais\_app, Phone\_app, Dat\_ins, id\_admin#)

**Enseignant**(id\_ens, Username-ens, Nom-ens, Prénom-ens, Email-ens, mpass-ens, Sexe, date\_nais\_ens, Phone-ens, Dat\_ins, id-admin#)

**Course**(id\_cour, idens, Nom-course, Description, accepterADMINISTRATEUR\_cour, Date, idens#)

**Commentaire**(id\_com, Email, Message, Date, ensapp, idfiles# idapp#)

**Communication**(id\_comm\_ens, Message, Date, Time, positif, negatif, Id-cour# )

**Files**(id\_file, Nom\_file, Type, Date, Idens#, Idcour#)

**Mention**(Id\_mention,japprecia, jenappreciepas, jecomprends, jenage, jene-comprendpas, Nom-forum, Idapp#, Idcour#)

**Suivie**(GroupeID,Date\_suiv, accepterEnseignant-suivie, Idapp#, Idcour#)

**Devoir**(Id\_Quest, Num-Ques, Description, Reponse\_juste, Date, Note, Id-cour#, Idens#)

**TestDevoir**(Id\_test, Nom\_test, Numchoix, NumQues, Type\_test, Heure\_insc, Heure\_fin, num\_de\_phase, Idcour#, Idens#)

**Testqcm**(Id\_test,Nom-test,Numchoix,NumQues,Type\_test,Heure-insc,Heure\_fin, num\_de\_phase, Idcour#, Idens#)

**Choix**(Id\_Choix, Description, NQuest, Numphase, Idcour#, Idens#, Id-QCM#)

**ChoixJuste**(Id\_ChoixJ, Description, NQuest, Numphase,Idcour#, Idens#, Id-Choix#)

**Repondre\_QCM**(Id\_Repondre\_Quest, Num\_Ques, Description, Note, Id-cour#, Idens#, Idapp#)

**repondre\_devoir**(Id\_Repondre\_Quest, Num-Ques, Description, Note, Id-cour#, Idens#, Idapp#)

**Repondre\_QCM**(Id\_Repondre\_Quest, Num-Ques, Description, Note, Id-cour#, Idens#, Idapp#)

**Note\_QCM**(Id\_Note\_Quest, Note\_Complet, Note, Idcour#, Idens#, Idapp#)

**Notedevoire**(Id\_note\_quest,Note-complet ,Note,numphase, Fin,Duree Id-cour#, Idens#, Idapp# )

**GroupeTestDevoirAdresse**(Id\_GroupeTestDevoir, GroupeID, numphase, type, Idcour#, Idens#)

**Notification**(Id\_notification, Id\_notification\_env, Id\_vers\_notification, Notification, Activity, Date\_env, Date, Time, vu, ensapp, Idcour#, Idens#, Idapp#)

**Qcm**(Id\_Quest, Description, Date, Note, numphase, idenss#, idcour#)

**Communicationdevoir**(Id\_comm\_ens, Message, Date\_env, Date, Time, vu\_env, vu\_vers, vu, app, ens, ensapp, positif, negatif, #Idcour)

**Communicationqcm**(Id\_comm\_ens, Message, Date\_env, Date, Time, vu\_env, vu\_vers, vu, app, ens, ensapp, positif, negatif, #Idcour)

**Mailbox**(Id\_mail, Email\_from, Email\_to, Subject, Message, Date\_env)

**MetriqueCour**(Id\_MetriqueCour, acces, mention, commentaire, communicationDevoir, CommunicationQCM, communication, NBQCM, ScoreDevoir, nbDevoi, ScoreQCM, ScoreSentimentP, ScoreSentimentN, Sentiment, Collaborative, Presence, Participation, Note, ScoreFinal1, ScoreFinal2, ScoreFinal3, ScoreFina4, #idens, #idcour, #idapp).

### 3.4 Les exercices d'évaluation collectifs

Pour évaluer le travail collaboratif des apprenants, nous avons proposé deux types d'exercices : les questionnaires et les devoirs (questions directes) qui peuvent être résolus par les apprenants de deux manières différentes (par collaboration ou par coopération).

Pour examiner les groupes d'apprenants, l'enseignant suit les étapes suivantes :

1. L'enseignant choisit le type d'exercice qu'il veut proposer : questionnaire ou devoir.
2. Il choisit ensuite la manière dont les groupes vont réaliser l'exercice proposé : collaboration ou coopération.
3. Il choisit les groupes auxquels il va proposer les exercices. Le regroupement des apprenants suivant le cours est dynamique. L'exercice est publié automatiquement.
4. Après la fin de l'examen, l'enseignant va évaluer les réponses des apprenants pour leur donner une note lors des devoirs, alors que le système calcule la note directement pour les questionnaires.
5. L'évaluation de la collaboration pour chaque apprenants est faite par le système à partir d'indicateurs définis, puis affichés à l'enseignant.

La figure suivante résume les étapes précédentes :

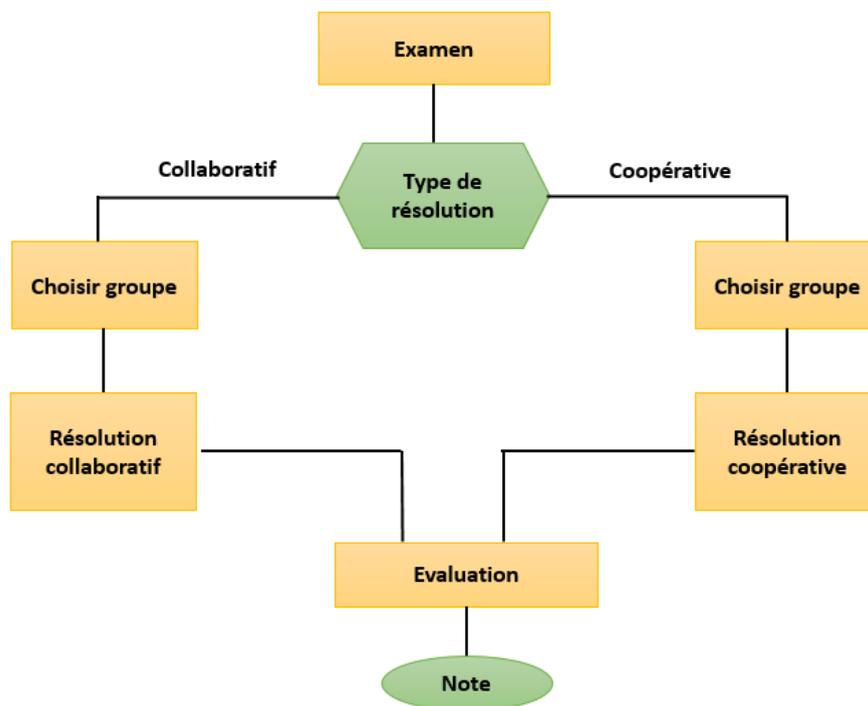


FIGURE 3.5 – L'évaluation collective

Il existe quelques différences dans la gestion des exercices collaboratifs et coopératifs. Ces différences sont :

- Dans les exercices **collaboratifs**, le système propose au groupe d'apprenants, sur une même page web, deux espaces. Un espace pour résoudre le problème et un autre pour communiquer entre eux et collaborer ensemble.
- Dans les exercices **coopératifs**, le système propose d'abord une page de communication dans laquelle les apprenants du groupes discutent pour se partager les questions, ensuite il propose la page de résolution dans laquelle chaque apprenant répond aux questions choisies.

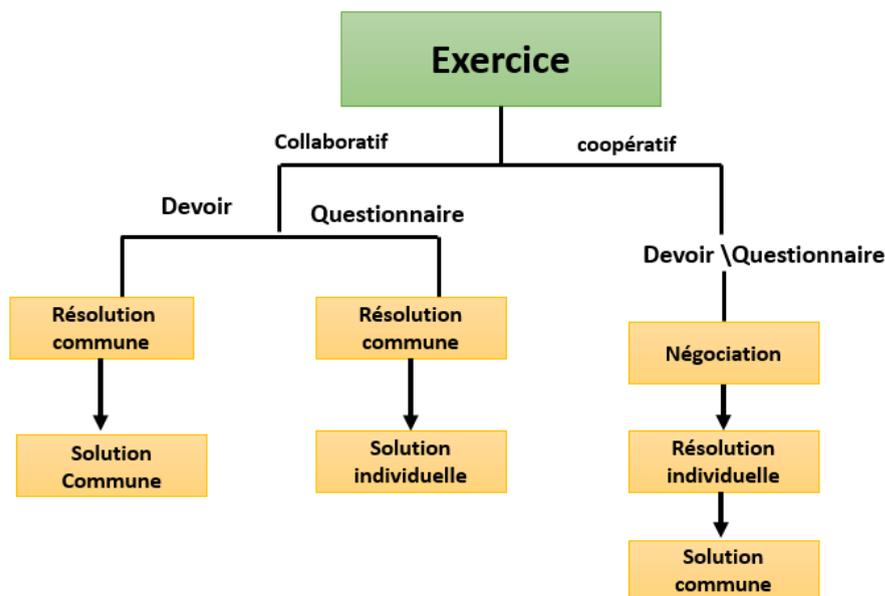


FIGURE 3.6 – Exercices collectifs

L'éditeur permettant une réponse collaborative aux devoirs par les groupes d'apprenants a été implémenté grâce un éditeur collaboratif appelé : *etherpad* (cf. section 3.4.1).

D'un autre côté, la formation des groupes se fait de manière dynamique en utilisant la méthode de clustering *DBSCAN* (cf. section 3.4.2).

Après réception de la réponse, le système évalue la note à attribuer à chaque membre du groupe. L'évaluation se fait en trois niveaux :

- **Premier niveau** : Dans ce niveau, on évalue uniquement la réponse donnée par le groupe.

Dans le cas du devoir, l'évaluation est manuelle. L'enseignant vérifie la réponse et lui donne une note.

Dans le cas du questionnaire, l'évaluation est automatique. Le système attribut une note par rapport aux réponses correctes fournies par l'enseignant.

- **Deuxième niveau** : À ce niveau, on évalue la **collaboration lors de l'examen**, par application d'indicateurs liés à la communication, à la présence, au sentiments exprimés et à la note de l'exercice (cf. section 3.4.3).
- **Troisième niveau** : On évalue, dans ce niveau la **collaboration totale** pour chaque apprenant. Elle est calculée à partir de deux indicateurs : **collaboration lors de l'examen** (calculé au niveau 2) et **collaboration lors de l'apprentissage** (cf. section 3.4.3).

### 3.4.1 L'éditeur collaboratif

*Etherpad*<sup>1</sup> est un éditeur en ligne open source qui fonctionne en mode collaboratif et en temps réel. Il permet à plusieurs personnes de participer à la rédaction de textes simultanément, et d'en discuter en parallèle, via la messagerie instantanée [19].

Il offre un certain nombre de fonctionnalités dont on peut citer :

- Un éditeur partageable,
- un mode *nuit*,
- des outils de chat,
- un certain nombre de plugin pour améliorer la collaboration ou l'analyse des documents rédigés ou en cours de rédaction.

L'utilisation d'*Etherpad* nécessite la présence du framework Node.js. Après installation de l'éditeur, les espaces de travail, appelés *pad*, seront accessible à l'adresse [127.0.0.1:9001](http://127.0.0.1:9001).

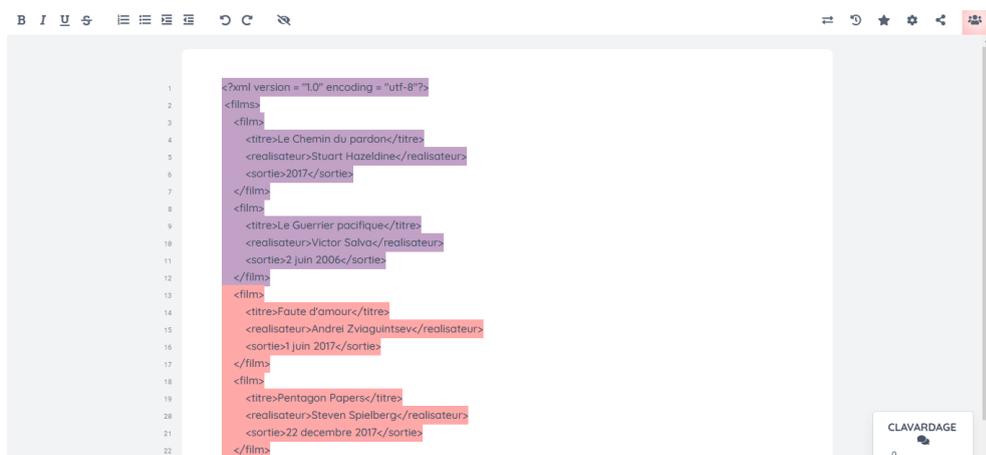


FIGURE 3.7 – L'interface de EtherPad

*Etherpad* propose un certain nombre d'API permettant, entre autre, de créer des groupes et des pads, ou d'accéder au contenu de l'éditeur et aux messages du chat.

Nous avons utilisé principalement les deux API suivantes :

- **getChatHistory** : pour récupérer les messages instantanés échangés entre les utilisateurs d'un *pad*.
- **getText** : pour récupérer le texte collaboratif d'un *pad* qui correspond à la résolution d'un devoir par les étudiants.

1. <https://etherpad.org>

À chaque devoir collaboratif, proposé par l'enseignant, nous créons un *pad* pour le groupe devant résoudre le devoir. L'adresse du *pad* est alors fourni aux apprenants, qui peuvent y accéder et résoudre le devoir en collaborant.

### 3.4.2 Le regroupement dynamique

Pour le regroupement dynamique des apprenants, nous avons utilisé une méthode de regroupement, présentée dans [34], basée sur l'algorithme de clustering DBSCAN.

DBSCAN est un algorithme de clustering basé sur la densité, qui est une région qui regroupe un ensemble d'objets voisins. Ces objet peuvent former un cluster [34].

Deux objets sont voisins si la distance entre eux est inférieure à un rayon de voisinage, et ils sont voisins-connectés s'il existe une grappe de voisins qui les relie. La figure ces dessous illustre les deux concepts.

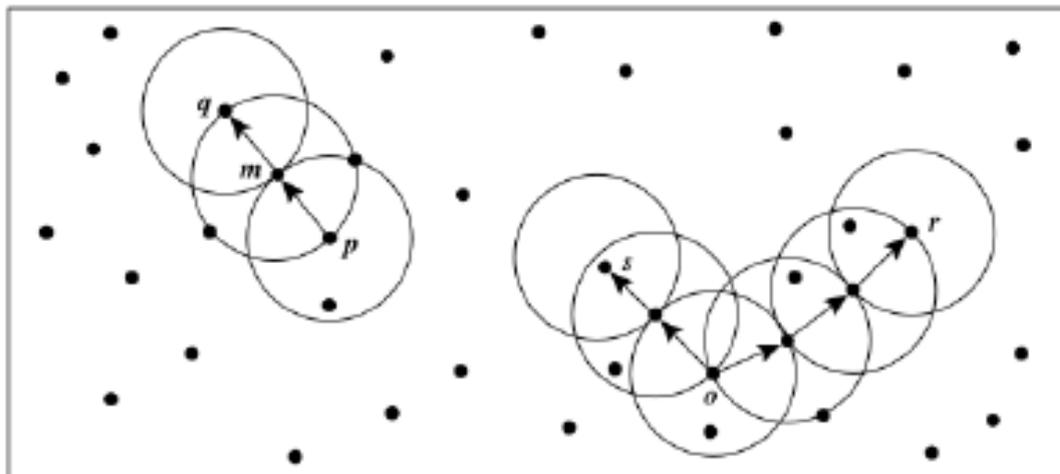


FIGURE 3.8 – Objets voisins et voisin-connectés [22]

Dans la figure précédente, nous remarquons que les points  $p$  et  $m$  sont voisins, alors que les points  $p$  et  $q$  sont voisins-connectés, car  $p$  est voisin de  $m$ , qui lui-même est voisin de  $q$ .

Le processus de regroupement lui-même suit le processus présenté dans la figure 3.9.

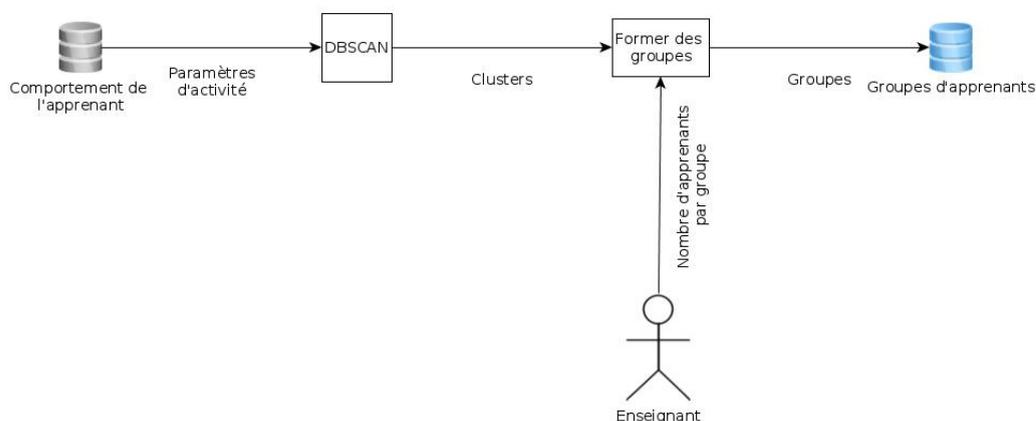


FIGURE 3.9 – Processus de regroupement dynamique [34]

Le regroupement dans notre système, nous offre la possibilité de former des groupes d'apprenants homogènes ou hétérogènes pour un cours ou un examen particulier. Ils sont regroupés selon leur activités de collaboration sur le système.

### 3.4.3 L'évaluation de la collaboration

L'évaluation de la collaboration entre les apprenants est effectuée par application d'un modèle qualimétrique basé sur l'approche de McCall.

L'approche qualimétrique de McCall est une approche utilisée pour évaluer la qualité d'un logiciel de manière quantitative. Elle est basée sur la décomposition de la qualité en trois niveaux [3] :

- Le **facteur** qualité : représente un élément de qualité vu du point d'un point de vue externe (point de vue de l'utilisateur).
- Le **critère** qualité : représente un élément de qualité vu du point d'un point de vue interne (point de vue du développeur).
- Les **métriques** qualité : représentent des mesures de qualité liées aux critères. Les métriques sont reliées ensemble à travers des formules appelées **fonctions de normalisation** pour calculer la valeur du facteur à évaluer.

Cette approche a été utilisée dans [3] pour évaluer la collaboration dans les questionnaires collaboratifs. Nous l'avons généralisée pour l'évaluation de la collaboration dans un cours lors de l'apprentissage et lors des examens collectifs.

Dans notre application, nous avons évalué le facteur *collaboration entre apprenants*. Pour cela, nous avons défini deux critères :

- **Collaboration lors de l'examen** : qui évalue la collaboration des apprenants lors de la résolution des exercices participatifs.
- **Collaboration lors du cours** : qui évalue la collaboration entre les étudiants lors de l'utilisation du réseau social pour l'apprentissage.

Pour évaluer les critères ci-dessus 8 métriques ont été utilisés.

**a/ Les métriques pour évaluer la collaboration lors de l'examen :**

Pour cette évaluation, quatre métriques sont utilisés. Ces métriques ont été définies dans [3] pour les questionnaires collaboratifs. Les métriques sont :

1. Le **niveau de communication** évalué à partir du nombre de messages échangés dans le groupe pendant la période de test. La valeur de l'indicateur est comprise dans l'intervalle  $[0 ; 1]$ .
2. Le **sentiment** de l'étudiant pour le groupe est évalué en utilisant la méthode AFINN [3]. Un sentiment positif est exprimé par des mots *positifs* (par exemple, "c'est agréable") et un sentiment négatif par des mots *negatifs* (par exemple, "c'est mauvais"). Si le sentiment est positif, l'indicateur = 1, sinon, si le sentiment est négatif, l'indicateur = 0.
3. La **note** de l'apprenant est évalués par rapport à sa note de l'examen. La note est donnée par l'enseignant ou le système pour la solution d'un exercice. Cette note est collective et partagée par tous les étudiants du groupe pour chaque type d'exercice, sauf pour les questionnaires collaboratifs où la note est individuelle, car les apprenants n'ont aucune obligation de choisir les mêmes réponses au questionnaire.  
La note est comprise dans l'intervalle  $[0, 1]$
4. La **présence** des apprenants est évaluée en calculant le nombre de tests auxquels ils ont répondu et en le divisant par le nombre total de tests, qu'il s'agisse des devoirs ou des questionnaires.

**b/ Les métriques pour évaluer la collaboration lors de l'apprentissage :**

Pour cette évaluation, nous proposons deux métriques :

1. Les **Mentions** qui évalue les appréciations données par l'apprenant. La métrique est calculée par la division du nombre de réactions des étudiants par rapport au nombre total des réactions données.

2. Les **Commentaires** qui évalue les commentaires écrits par l'apprenant sur des publications. La métrique est calculée en divisant le nombre de commentaires par rapports au nombre total des commentaires publiés.

c/ **Les fonctions de normalisation :**

À partir de ces métriques, nous avons calculé la valeur de chaque critère :

- **collaboration lors de l'examen**, où nous avons utilisé deux formules :

- Fonction basée sur une égalité entre les métriques :

$$coll_{Examen} = \frac{note+message+presence+participation}{4}$$

- Fonction basée sur une plus grande importance donnée à la communication :

$$coll_{Examen} = \frac{note+(message*2)+presence+participation}{5}$$

- **collaboration lors de l'apprentissage :**

$$coll_{participationdecours} = \frac{mention+commentaire}{2}$$

Enfin, pour calculer le facteur **collaboration entre apprenants** pour chaque apprenant à partir des critères, nous proposons deux fonctions de normalisation. Une première fonction où l'examen a plus de poids que le cours, et une seconde où les deux ont le même poids. Les fonctions sont :

- Cas *égalité entre les métriques* :

- $Coll_{exoEg} = ((\frac{note+message+presence+participation}{4}) * 60 + (\frac{mention+commentaire}{2}) * 40)$

- $Coll_{EgEg} = ((\frac{note+message+presence+participation}{4}) * 50 + (\frac{mention+commentaire}{2}) * 50)$

- Cas *plus grande importance donnée à la communication* :

- $Coll_{exoCom} = ((\frac{note+(message*2)+presence+participation}{5}) * 60 + (\frac{mention+commentaire}{2}) * 40)$

- $Coll_{egCom} = ((\frac{note+(message*2)+presence+participation}{5}) * 50 + (\frac{mention+commentaire}{2}) * 50)$

Ces fonctions seront expérimentées et discutées dans le chapitre suivant.

## 3.5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté la conception de notre système. Ce système propose un site d'apprentissage basé sur des exercices collectifs, que ce soit à travers des questionnaires ou des questions directes, où les étudiants répondent en collaborant ou en coopérant. Le système fournit également une évaluation du travail collectif sur la base d'indicateurs liés à la communication.

Dans le chapitre suivant, nous montrons l'implémentation du système avec certaines des interfaces du site et des résultats d'expérimentation.

# Chapitre 4

## Implémentation

### 4.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous allons présenter la mise en œuvre de notre système. La première partie contient une présentation de l'environnement de développement matériel et les logiciels utilisés pour son implémentation. Ensuite, nous allons montrer le système à travers quelques pages web, et, dans la dernière partie, nous présenterons une expérimentations des indicateurs proposés.

### 4.2 Environnement de développement

#### 4.2.1 Environnement matériel

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

Matériel	Caractéristiques
PC	Processeur : Intel(R) Pentium (R) CPU 2117U @ 1.80 GHZ. Memoire Vive(Ram) :4.00 Go. Disque Dur :500Go. Systems d'exploitation 64 bits :Windows 8 .

TABLE 4.1 – Caractéristiques du matériel

#### 4.2.2 Environnement logiciel

Le système a été implémenté, et la documentation rédigée, en utilisant les outils suivants :

**Xampp :**

XAMPP est un ensemble d'outils logiciels comprenant PHP, un serveur local Apache et un gestionnaire de BDD relationnelles MySQL. XAMPP est gratuit, open source, et offre une bonne flexibilité. Il est également réputé pour son installation simple et rapide [51].

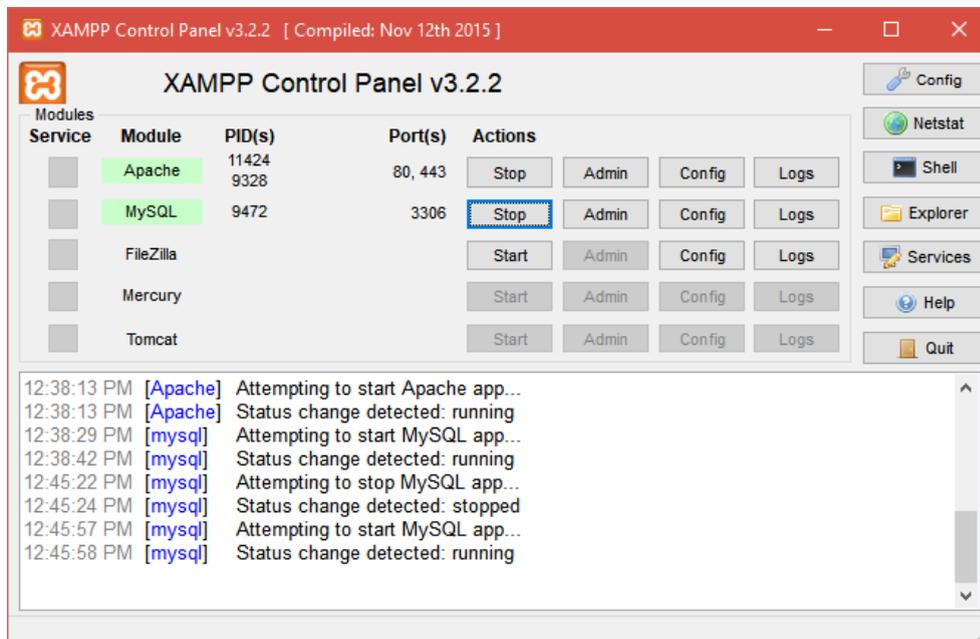
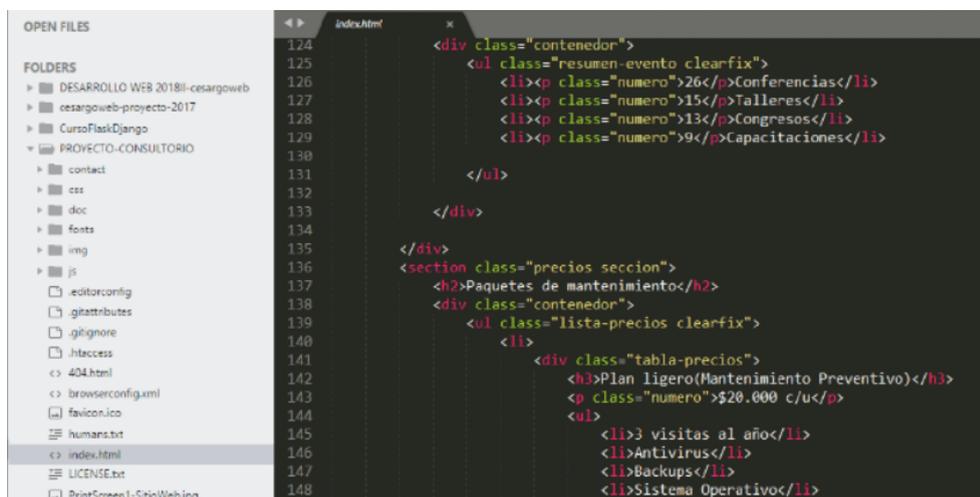


FIGURE 4.1 – XAMPP control panel

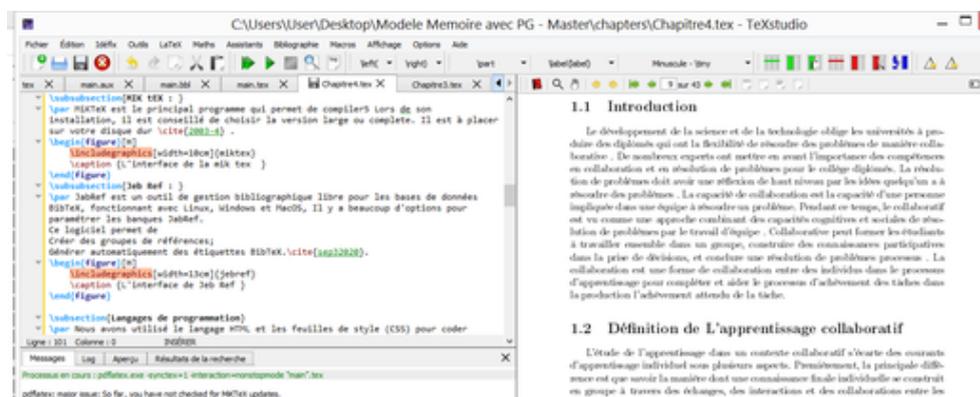
**Sublime Text :**

*Sublime Text* est un éditeur de texte puissant. Il est disponible sur Windows, sur Mac et sur Linux, et il est conçu pour prendre en charge plusieurs langages de programmation (C, PHP, OCaml, etc.) [35].

FIGURE 4.2 – L’interface de *Sublime Text***TeXstudio :**

TEX est un logiciel d’édition développé par Donald KNUTH, puis modifié par Leslie LAMPORT (L<sup>A</sup>TEX) permettant de produire des documents de qualité [6].

TeXstudio<sup>1</sup> est un éditeur de documents rédigés en L<sup>A</sup>TEX. Il inclut des fonctionnalités telles qu’un vérificateur d’orthographe interactif et la coloration syntaxique.

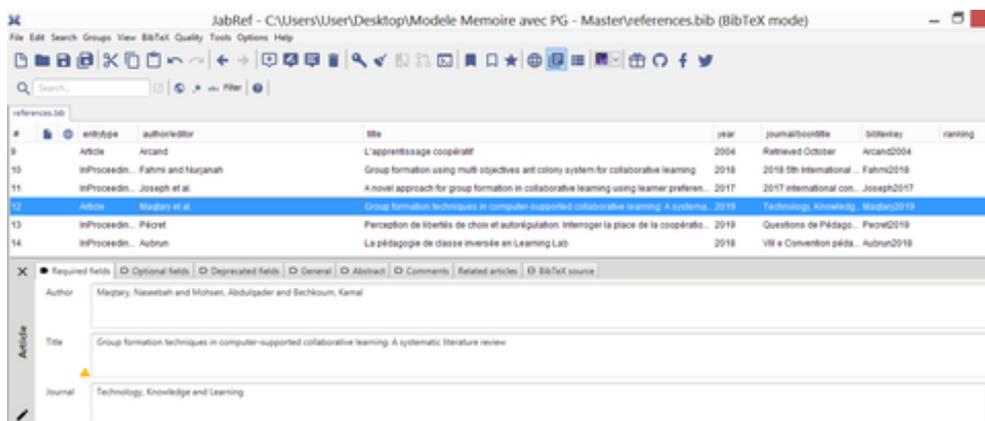
FIGURE 4.3 – L’interface de *TeXstudio***MiKTEX :**

MiKTEX est une distribution libre de TEX et L<sup>A</sup>TEX pour windows. Elle offre un ensemble de package permettant de faciliter la rédaction de documents [1].

1. Téléchargeable sur <https://www.texstudio.org/>

FIGURE 4.4 – Le logo de *MiKTeX****JabRef*** :

*JabRef* est un outil de gestion bibliographique libre pour le logiciel BibTeX, fonctionnant avec Linux, Windows et MacOS. Ce logiciel permet de créer des ensembles de références et générer automatiquement des étiquettes BibTeX [10].

FIGURE 4.5 – L'interface de *JabRef***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 les langages MySQL pour la gestion de la BDD.

**HTML :**

HTML (HyperText Markup Language) est un langage de balisage, ou structuration, qui permet de créer des pages web, en structurant le contenu d'une page web, et d'intégrer des fichiers multimédia (images, sons, formulaires de saisi, etc.).

Parmi les caractéristiques du HTML, on peut citer [28] :

- HTML est la base du développement Web.
- HTML est utilisé pour formater du texte, créer des hyperliens, des tableaux, des listes, des formulaires, des images d'affichage, etc..
- En maîtrisant le langage HTML, on peut développer et gérer des pages Web sans limitation pour les fonctionnalités d'un logiciel particulier.

**MySQL :**

MySQL spécifie un serveur de base de données distribué sous licence libre GNU (General Public License). La plupart du temps, il est intégré à la suite logicielle LAMP, qui se réfère au système d'exploitation (Linux), au serveur Web (Apache), au gestionnaire de BDD (MySQL) et au langage de script (PHP) [36].

**PHP :**

PHP (PHP : Hypertext Preprocessor) est un langage de programmation conçu pour créer des applications et des sites web dynamiques. Il fut créé dans les années 1990 par Rasmus Lerdorf. Ce langage s'utilise côté serveur et il génère du code HTML [40].

**CSS :**

CSS (Cascading Style Sheets) permet d'ajouter du style (par exemple, des polices, des couleurs, un espacement) à des pages web [13].

#### 4.2.4 Node.js

Node.js<sup>2</sup> est un interpréteur JavaScript open source permettant de mettre en place un serveur web orienté vers des applications réseau événementielles concurrentes. Il permet de créer des applications multi-plateforme [37].

---

2. <https://nodejs.org>

L'avantage principal de Node.js est qu'il permet de coder des applications côté serveur avec du javascript, permettant d'avoir du code côté serveur et côté client utilisant le même langage.

### 4.3 Présentation du système

Dans cette partie, nous allons montrer quelques pages web de notre système ASCOT (ASserting COllaboration Tool).

Ce dernier est divisé en trois espaces : espace enseignant, espace apprenant et espace administrateur. Nous présenterons uniquement quelques pages des différents espaces.

#### Espace *utilisateurs*

La figure ci-dessous présente l'interface d'accès aux différents espaces :

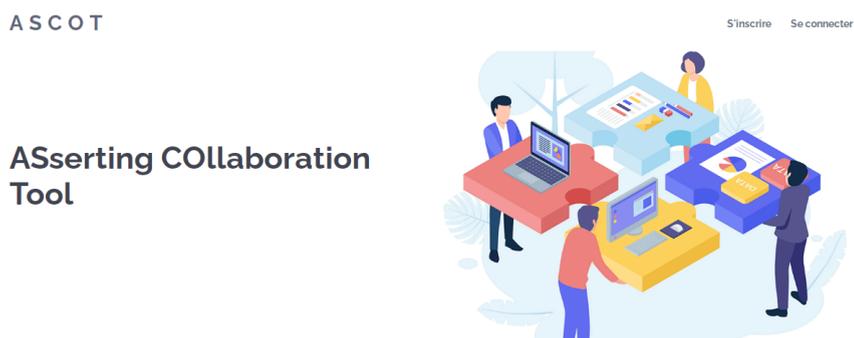


FIGURE 4.6 – Interface d'accès aux espaces de travail

La figure ci-dessous présente l'interface d'inscription aux différents espaces :



FIGURE 4.7 – Interface de l’inscription aux espaces de travail

La Figure ci-dessous présente l’interface de connexion aux différents espaces :

FIGURE 4.8 – Interface de connexion aux espaces de travail

### Espace *Administrateur*

L’administrateur peut accepter ou refuser les demandes d’inscription des apprenant ou des enseignant.

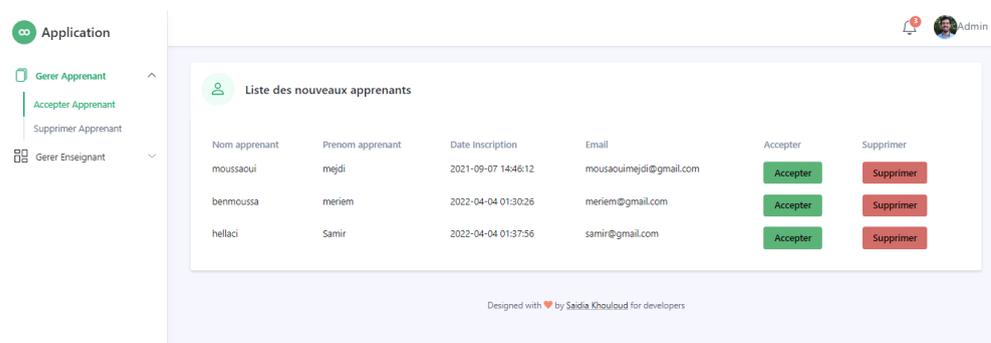


FIGURE 4.9 – Validation des apprenant et des enseignant

### Espace *Enseignant*

La figure suivante montre la page présentant la création des cours par un enseignant.

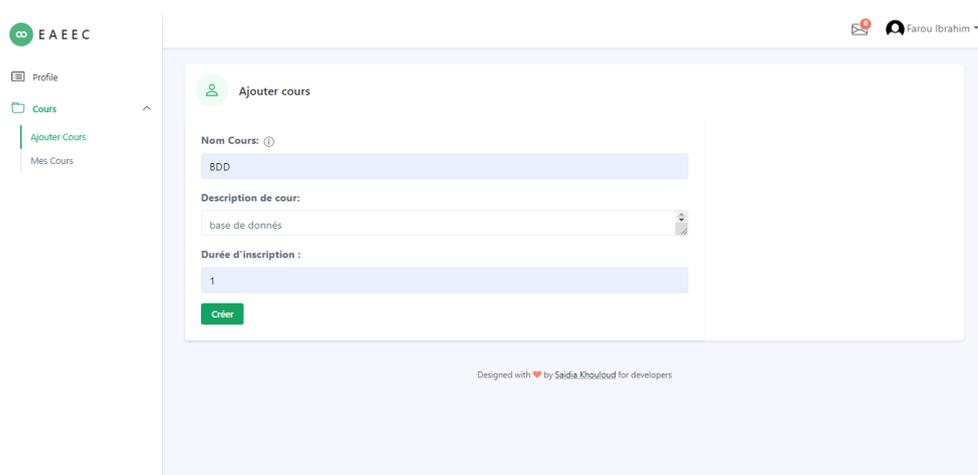


FIGURE 4.10 – Interface de la création des cours

La figure suivante montre la page présentant la liste des fichiers ajoutés par un enseignant.

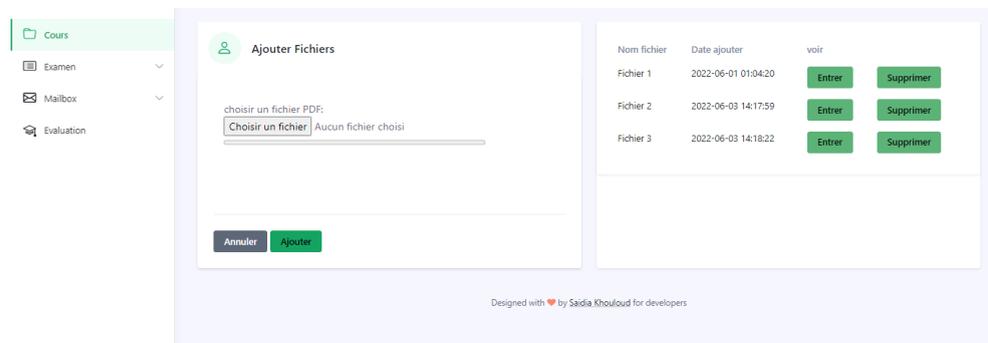


FIGURE 4.11 – Interface de la liste des fichiers ajoutés

La figure suivante montre la page présentant la création d'un examen par un enseignant.

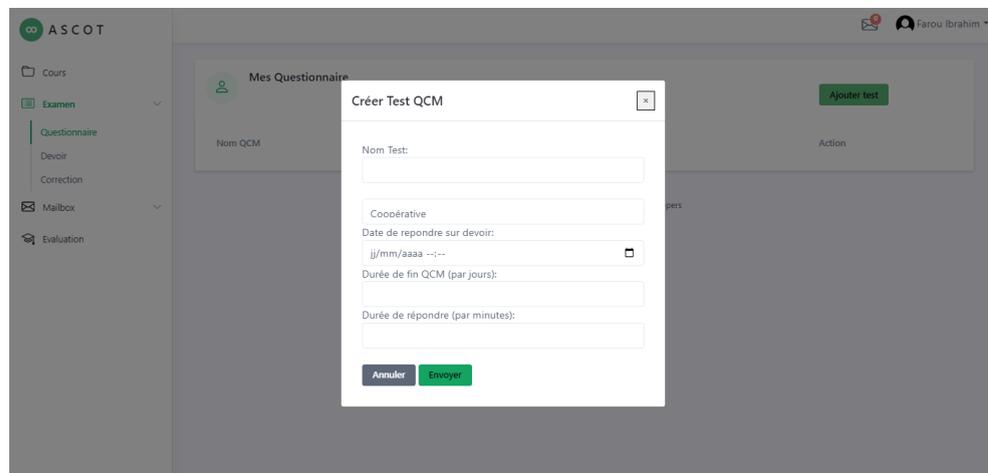


FIGURE 4.12 – Interface de la création des examens

La figure suivante montre la page présentant la liste des examens créés par un enseignant.

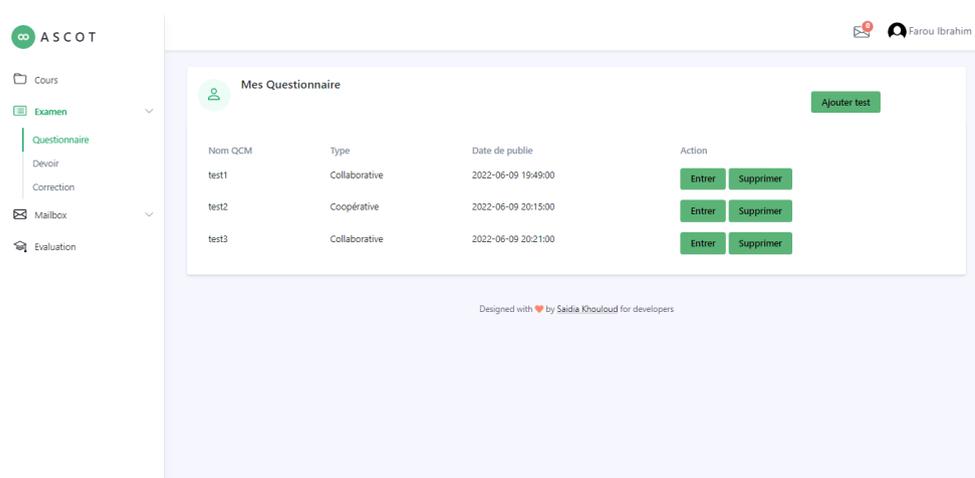


FIGURE 4.13 – Interface de la liste des examens

La figure suivante montre la page présentant la création de la liste des questions pour un questionnaire **collaboratif** ou **coopératif** créée par un enseignant et la sélection des groupe qui doivent répondre au questionnaire.

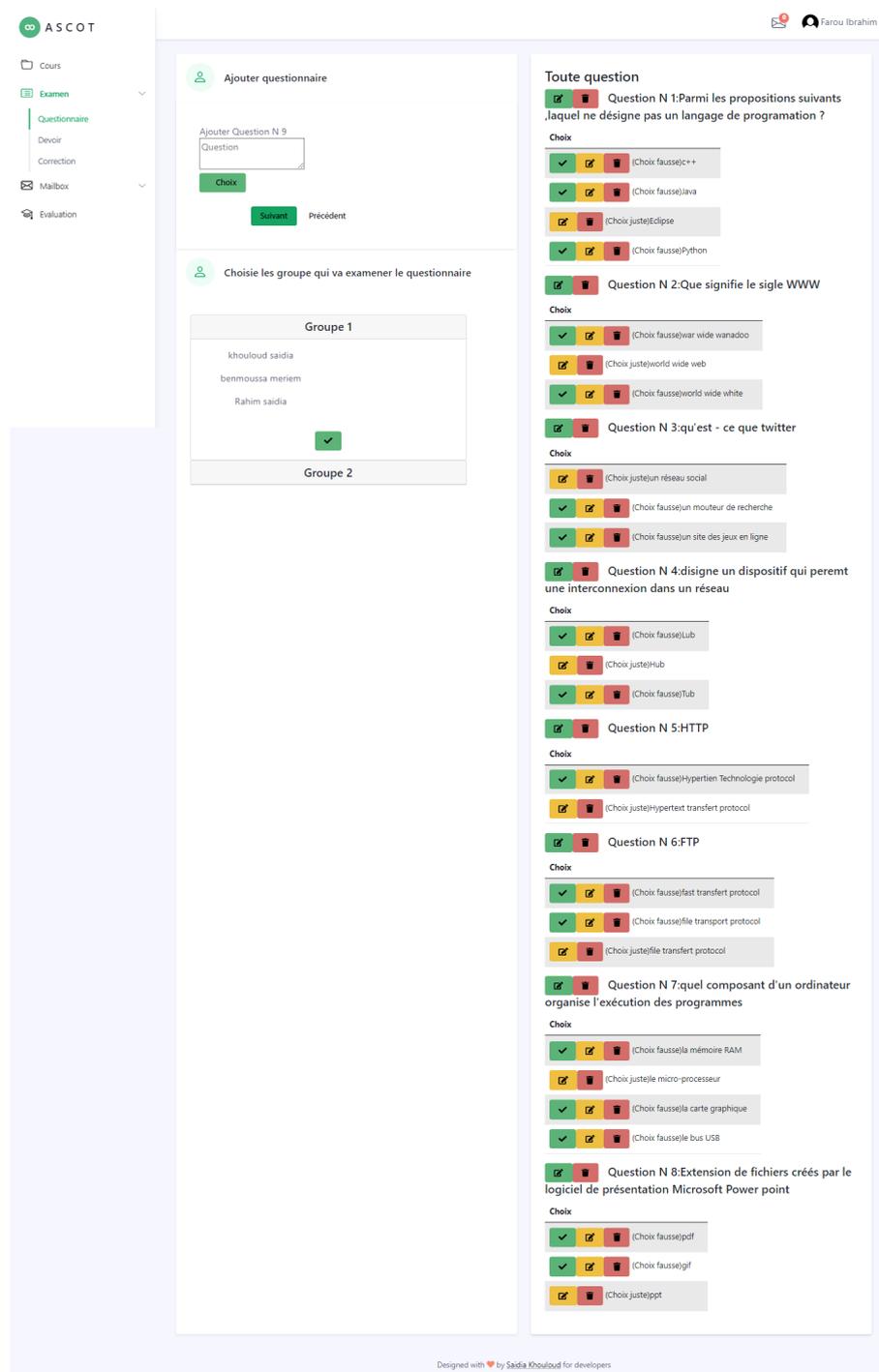


FIGURE 4.14 – Interface de la création d'un questionnaire

La figure suivante montre la page présentant la création d'un devoir **collaboratif**.

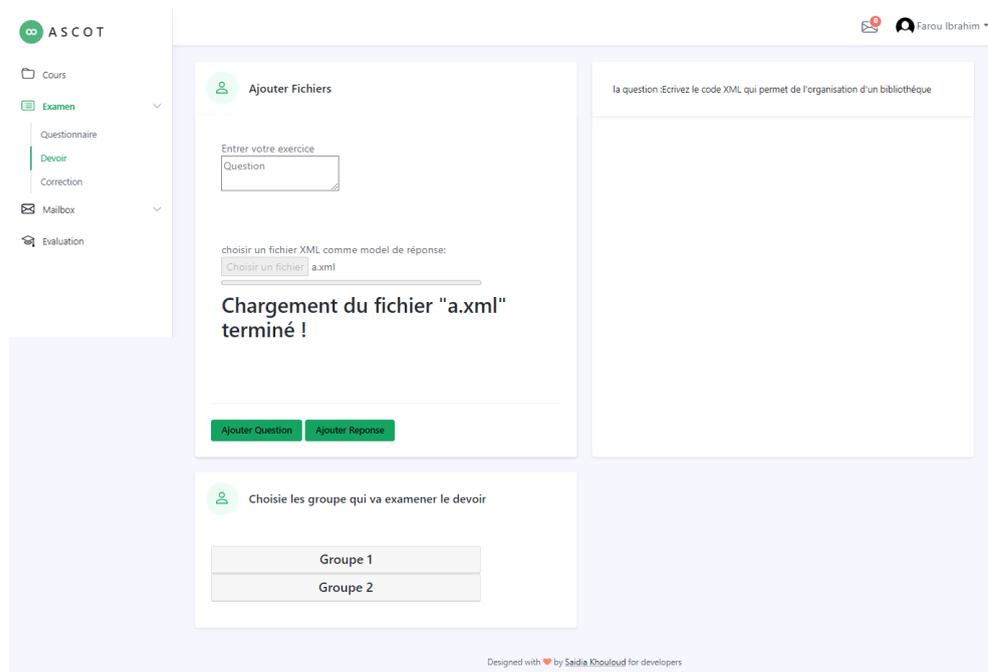


FIGURE 4.15 – Interface de la création d’un devoir collaboratif

La figure suivante montre la page présentant la création d’un devoir **coopératif**.

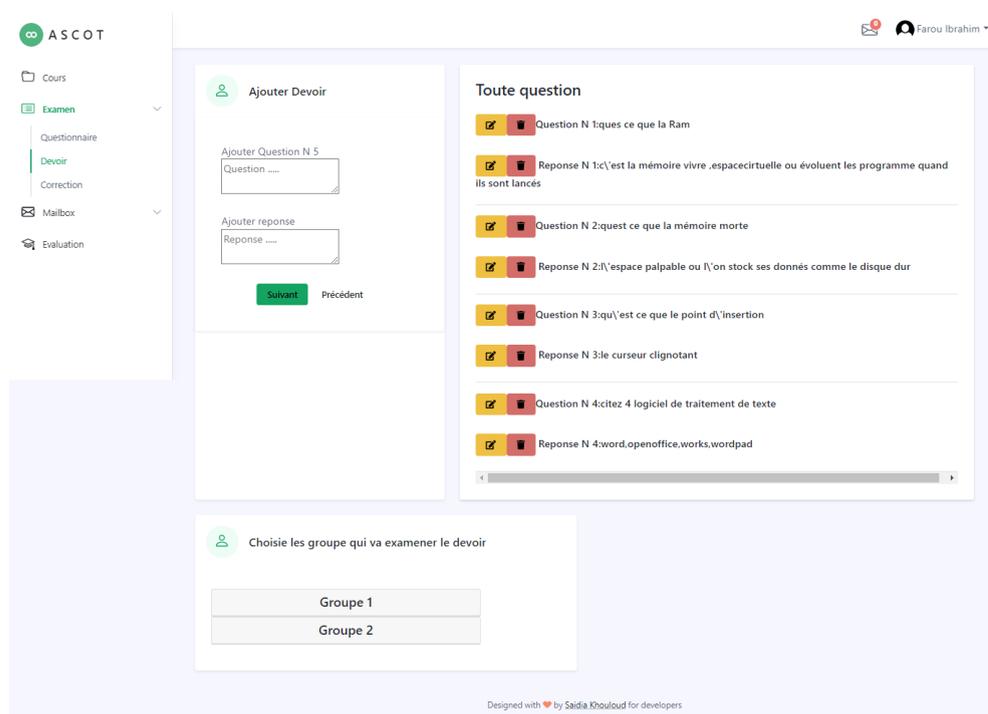


FIGURE 4.16 – Interface de création d’un devoir coopératif

Le système ASCOT a été testé pour l’enseignement du XML par l’ajout de

fonctionnalités pour l'analyse automatique des réponses des devoirs consistant en document XML à rendre à l'enseignant. Cette analyse a pour but d'aider l'enseignant lors de l'évaluation des réponses aux devoirs **collaboratifs** ou **coopératifs**. La figure suivante montre le résultat d'une analyse.

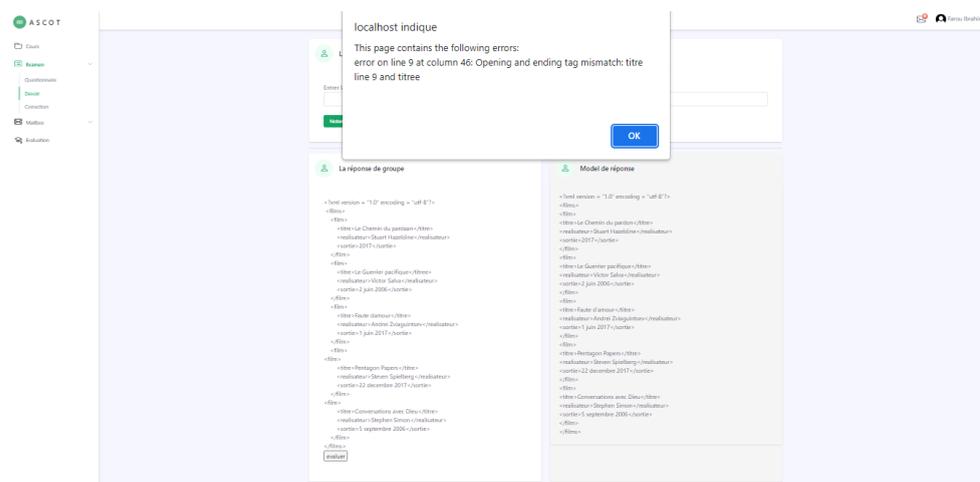


FIGURE 4.17 – Interface validation d'un fichier XML

### Espace Apprenant

La figure suivante montre la page présentant la liste des cours disponibles.

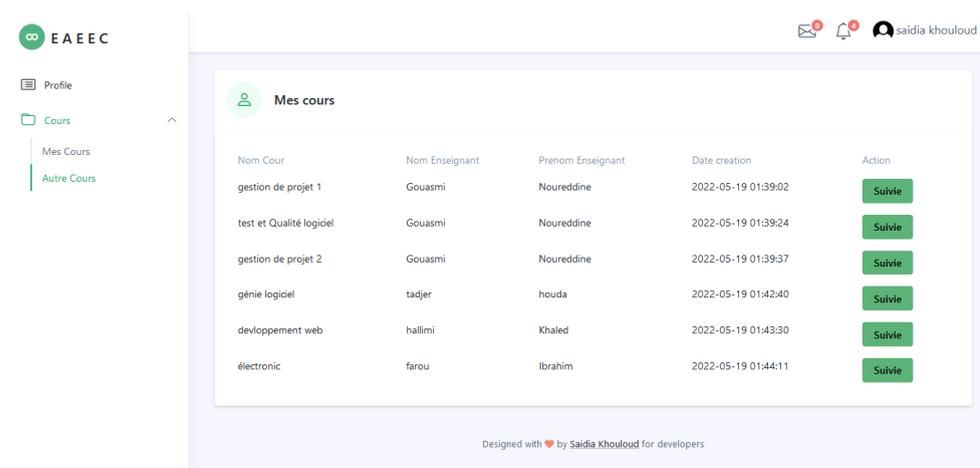


FIGURE 4.18 – Interface de la liste des cours disponibles

La figure suivante montre la page présentant l'inscription de l'apprenant à un cours.

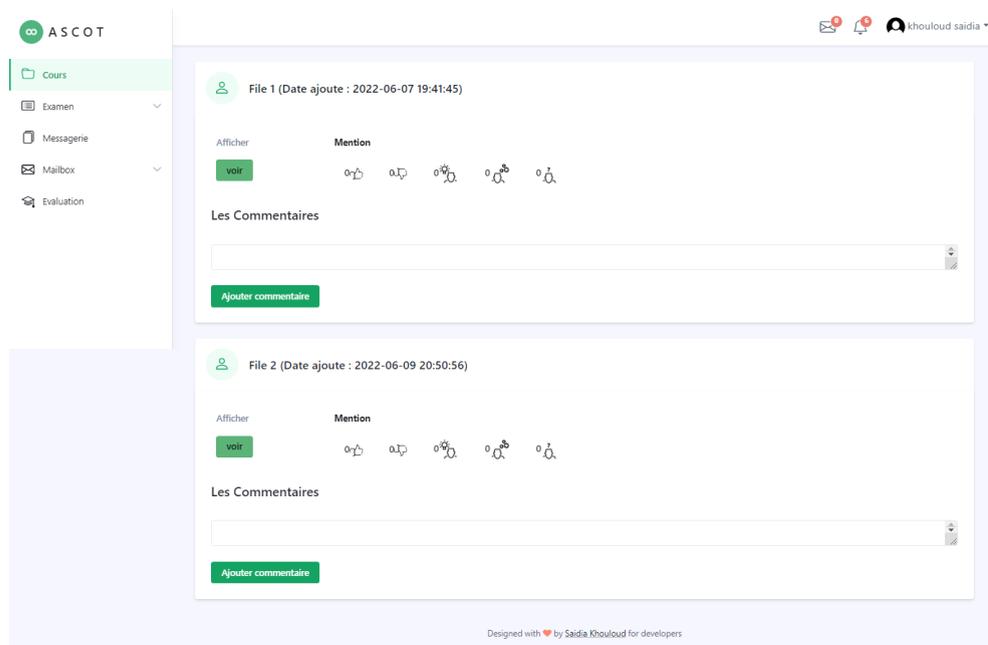


FIGURE 4.19 – Interface de l’inscription à un cours

La figure suivante montre la page présentant un questionnaire **collaboratif** que doit passer l’apprenant.

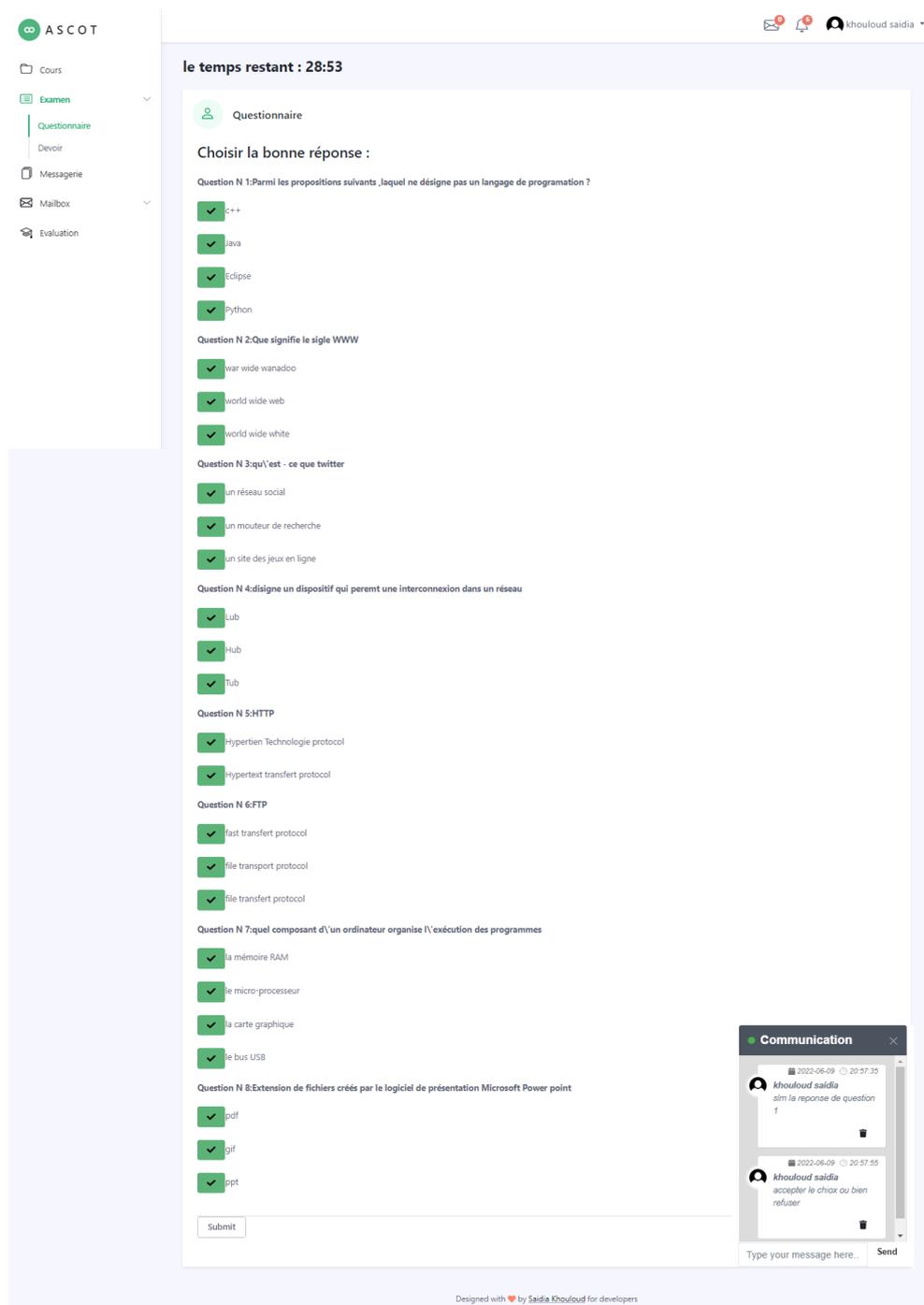


FIGURE 4.20 – Interface de la page du questionnaire collaboratif

La figure suivante montre la page d'un devoir **collaboratif** auquel doit répondre l'apprenant.

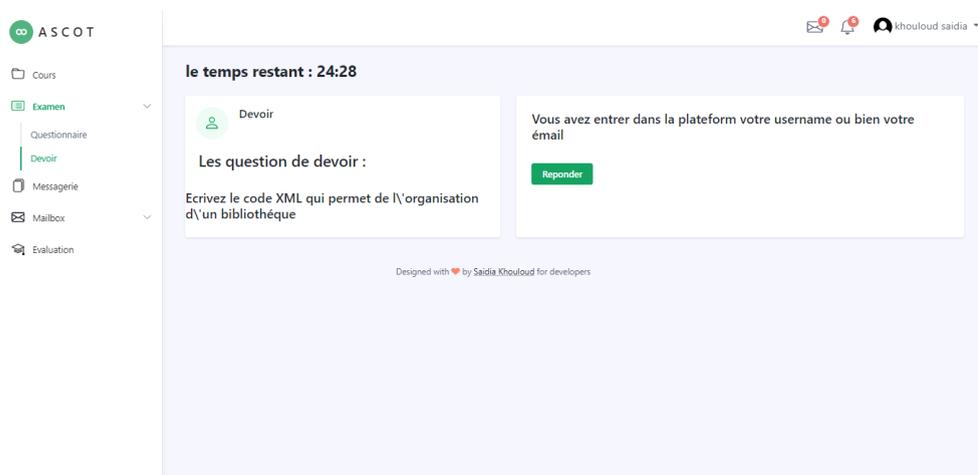


FIGURE 4.21 – Interface de la page du devoir collaboratif

La figure suivante montre l'accès à l'espace Etherpad pour répondre au devoir **collaboratif**.

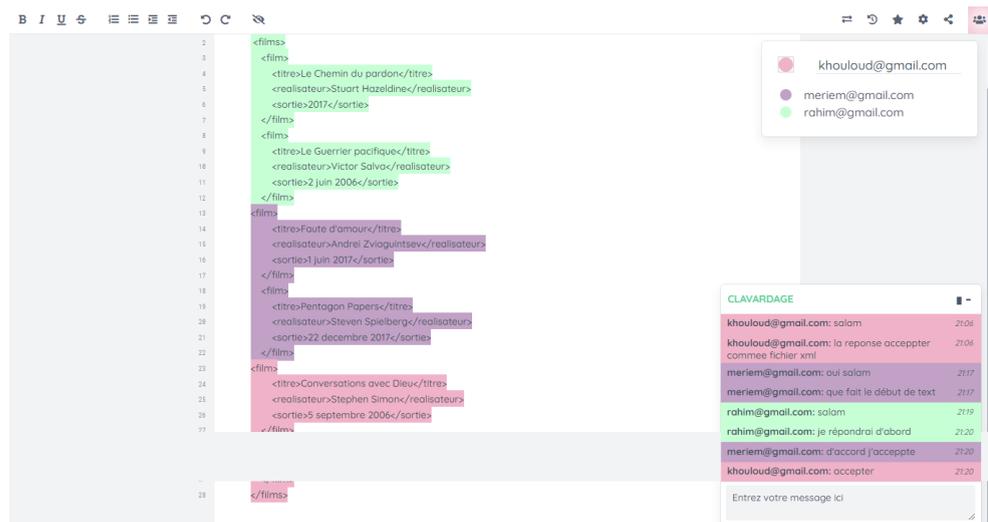


FIGURE 4.22 – Interface de la page de la réponse au devoir collaboratif

La figure suivante montre l'accès à un devoir **coopératif**.

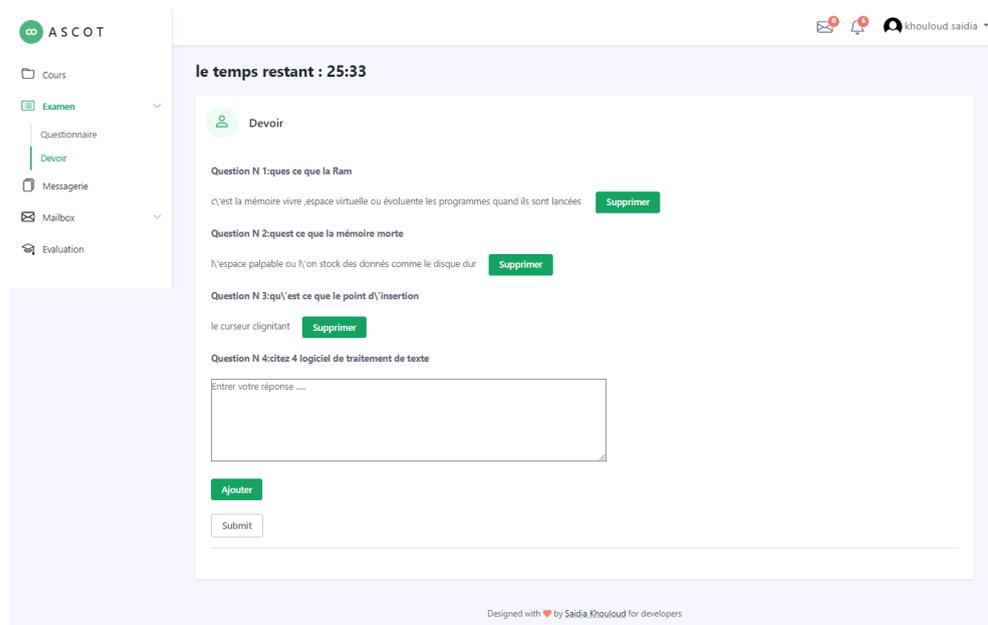


FIGURE 4.23 – Interface de la page d'un devoir coopératif

La figure suivante montre la messagerie du système.

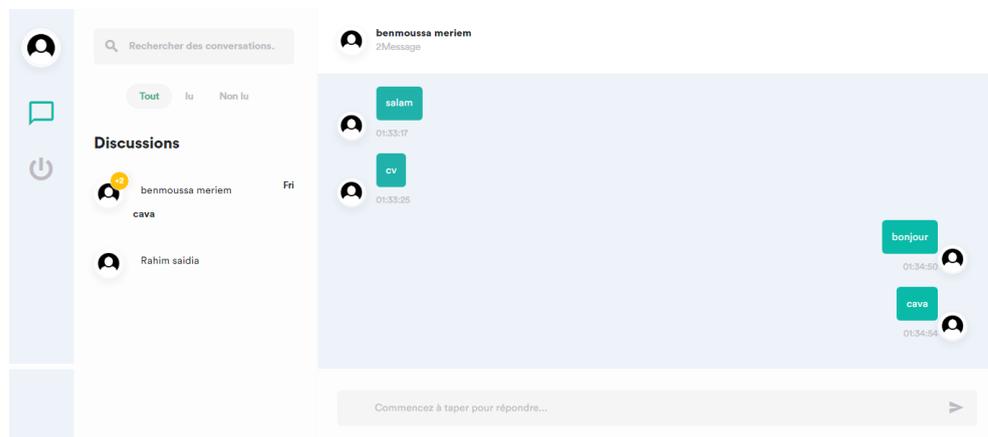


FIGURE 4.24 – Interface de la messagerie du système

## 4.4 Expérimentation

Pour tester les fonctions utilisées pour évaluer le facteur **collaboration entre apprenants**, nous avons simulé les métriques pour deux groupes d'apprenants composé de 3 étudiants ayant répondu à un questionnaire de 8 énoncés et à un devoir composé de quatre questions.

Les tableaux des métriques simulées, pour un groupe composé de bons éléments et un autre composé de mauvais éléments, sont les suivants :

n°	Id de l'apprenant	Note	Présence	Collaboration	Sentiment	Mention	Commentaire
1	M1	38.75	80	14.52	0	17.39	10.81
2	M2	38.75	80	16.39	100	11.59	13.51
3	M3	35.63	80	6.67	100	18.84	10.81

TABLE 4.2 – Simulation de données pour un mauvais groupe

n°	Id de l'apprenant	Note	Présence	Collaboration	Sentiment	Mention	Commentaire
1	B1	84.58	100	34.78	100	33.33	34.78
2	B2	86.25	100	35.85	100	36.67	30.34
3	B3	79.58	100	40.17	100	30	34.78

TABLE 4.3 – Simulation de données pour un bon groupe

À partir des métriques ci-dessus, nous calculons le facteur collaboration entre apprenant avec les quatre fonctions de normalisation proposées (*cf.* section 3.4.3) :

1.  $Coll_{exoEg} \Rightarrow$  fonction **égalité entre les métriques/60% examen - 40% cours**
2.  $Coll_{egEg} \Rightarrow$  fonction **égalité entre les métriques/50% examen - 50% cours**
3.  $Coll_{exoCom} \Rightarrow$  fonction **plus grande importance à la communication/60% examen - 40% cours**
4.  $Coll_{egCom} \Rightarrow$  fonction **plus grande importance à la communication/50% examen - 50% cours**

### 1. Fonction $Coll_{exoEg}$ :

Le tableau 4.4 présente les différentes valeurs obtenues par chaque fonction pour les deux groupes.

n°	Id de l'apprenant	Apprentissage	Examen	Fonction $Coll_{exoEg}$
1	M1	14.1	33.31	<b>25.63</b>
2	M2	12.55	58.78	<b>40.28</b>
3	M3	14.82	55.60	<b>39.27</b>
4	B1	34.05	79.84	<b>61.52</b>
5	B2	33.55	80.52	<b>61.74</b>
6	B3	32.39	79.93	<b>60.92</b>

TABLE 4.4 – Valeurs de la fonction de normalisation  $Coll_{exoEg}$ 

## 2. Fonction $Coll_{egEg}$ :

Le tableau 4.5 présente les différentes valeurs obtenues par chaque fonction pour les deux groupes.

n°	Id de l'apprenant	Apprentissage	Examen	Fonction $Coll_{egEg}$
1	M1	14.1	33.31	<b>23.70</b>
2	M2	12.55	58.78	<b>35.67</b>
3	M3	14.82	55.60	<b>35.20</b>
4	B1	34.05	79.84	<b>56.94</b>
5	B2	33.55	80.52	<b>57.04</b>
6	B3	32.39	79.93	<b>56.16</b>

TABLE 4.5 – Valeurs de la fonction de normalisation  $Coll_{egEg}$ 

## 3. Fonction $Coll_{exoCom}$ :

Le tableau 4.6 présente les différentes valeurs obtenues par chaque fonction pour les deux groupes.

n°	Id de l'apprenant	Apprentissage	Examen	Fonction $Coll_{exoCom}$
1	M1	14.1	29.55	<b>23.37</b>
2	M2	12.55	50.30	<b>35.20</b>
3	M3	14.82	45.83	<b>33.42</b>
4	B1	34.05	70.82	<b>56.11</b>
5	B2	33.55	71.59	<b>56.37</b>
6	B3	32.39	71.98	<b>56.15</b>

TABLE 4.6 – Valeurs de la fonction de normalisation  $Coll_{exoCom}$

#### 4. Fonction $Coll_{egCom}$ :

Le tableau 4.7 présente les différentes valeurs obtenues par chaque fonction pour les deux groupes.

n°	Id de l'apprenant	Apprentissage	Examen	Fonction $Coll_{egCom}$
1	M1	14.1	29.55	<b>21.82</b>
2	M2	12.55	50.30	<b>31.43</b>
3	M3	14.82	45.83	<b>30.31</b>
4	B1	34.05	70.82	<b>52.44</b>
5	B2	33.55	71.59	<b>52.57</b>
6	B3	32.39	71.98	<b>52.19</b>

TABLE 4.7 – Valeurs de la fonction de normalisation  $Coll_{egCom}$

Les histogramme 4.25 et 4.26 présente les valeurs obtenus avec chaque fonction de normalisation pour les deux groupes.

Histogramme des valeurs du groupe 2

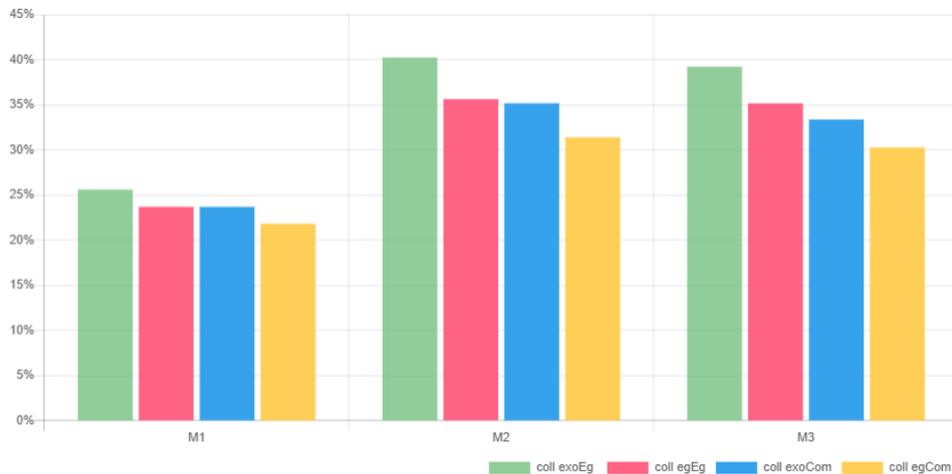
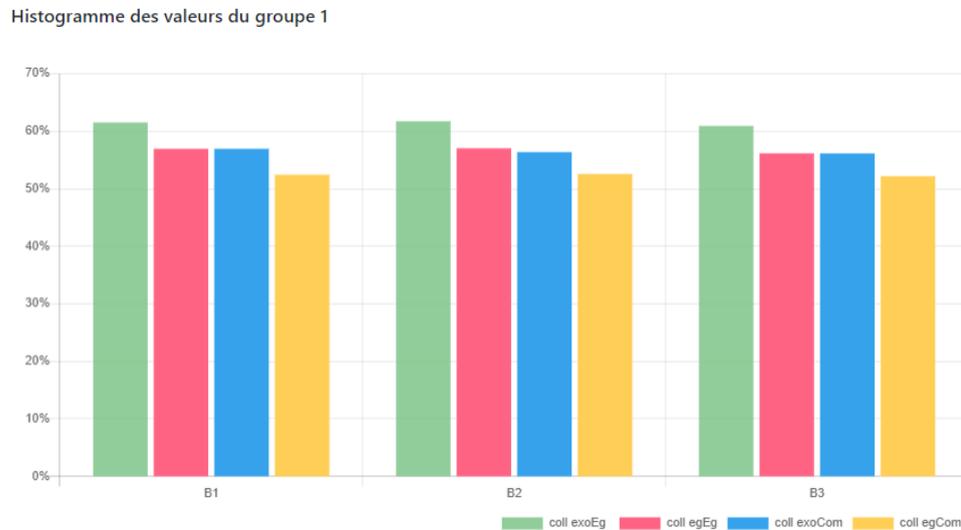


FIGURE 4.25 – Histogramme des notes du *mauvais groupe*

FIGURE 4.26 – Histogramme des notes du *bon groupe*

Dans la suite, nous allons discuter les résultats obtenus.

#### 4.4.1 Discussion des résultats

À partir des résultats obtenus par la simulation d'un test passé par deux groupes de 3 apprenants, nous avons fait les observations suivantes :

1. La fonction  $Coll_{exoEg}$  donne les valeurs de collaboration les plus élevés, car elle donne plus de poids aux notes d'examen, où la collaboration est la plus effective.
2. Par contre, la fonction  $Coll_{egCom}$  donne les valeurs de collaboration les plus basses, car elle réduit le poids des notes d'examen.
3. Les fonctions  $Coll_{egEg}$  et  $Coll_{exoCom}$  donnent des valeurs de collaboration proches. Cela peut être expliqué par le fait que le poids des notes d'examen est compensé par les basses valeurs de communication.
4. Les valeurs de l'apprentissage diminuent la valeur du facteur *collaboration entre apprenants*. Pour corriger cela, nous pouvons proposer une autre fonction de normalisation réduisant son influence, ou en ajoutant d'autres métriques pour évaluer l'apprentissage.
5. Toutes les formules proposées permettent de comparer les apprenants entre eux car elles gardent le même niveau de différence entre elles.

En conclusion, nous pouvons dire que lors de l'évaluation de la collaboration, les critères *note* et *communication* sont importants, et, d'un autre côté, pour avoir des valeurs moyennes concernant le facteur *collaboration entre apprenants*, nous proposons d'utiliser une des deux fonctions de normalisation :  $Coll_{egEg}$  ou  $Coll_{exoCom}$ .

## 4.5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons passé en revue les outils utilisés pour développer le système et avons montré quelques pages Web qui présentent le fonctionnement du système ASCOT.

Une expérimentation nous a permis de comparer les différentes fonctions de normalisation proposées sur des groupes simulés d'apprenants.

# Conclusion générale

Le développement d'Internet et des outils de communication a permis de faire avancer l'enseignement à distance et faire entendre la voix du e-learning.

Récemment, en raison de la pandémie, les établissements universitaires ont été contraints d'intégrer la collaboration dans l'apprentissage en ligne, permettant d'augmenter le niveau d'échange d'idées dans le groupe et la stimulation mutuelle, encourageant ainsi l'interaction entre les apprenants. Mais l'évaluation du travail collaboratif en ligne est toujours un problème, il ne s'agit pas seulement d'évaluer les connaissances et les compétences des apprenants, mais également leur participation et leur inclusion dans un groupe.

Notre projet de fin d'étude porte sur la conception et la mise en œuvre d'un système d'évaluation des apprentissages par le biais d'exercices d'évaluation collectifs, qu'ils soient collaboratifs ou coopératifs.

Notre système consiste en un site éducatif qui permet aux enseignants de soumettre des cours et des examens. Les examens sont résolus par des groupes d'apprenants de manière collaborative ou coopérative, et l'évaluation des apprenants se fait à travers les notes des examens, leur niveau de communication, leur présence ou absence à l'examen et les sentiments exprimés pendant la collaboration. Ces critères ont été reliés par des fonctions de normalisation pour calculer le facteur *collaboration entre apprenant*, qui constitue la valeur de collaboration de chaque apprenant.

Les résultats de la simulation des métriques, nous ont permis de recommander l'utilisation des fonctions de normalisation qui donnent des valeurs moyennes pour le facteur étudié.

Comme perspective au travail réalisé, nous proposons de tester le système dans un environnement d'apprentissage réel pour déterminer son utilisabilité dans un cadre d'apprentissage collaboratif. Nous proposons également de définir de nouveaux critères pour décrire le travail collaboratif, principalement dans la phase d'étude et d'apprentissage.

# Bibliographie

- [1] Paul ABRAHAMS, Kathryn HARGREAVES et Karl BERRY : Tex pour l' impatient. <http://tug.ctan.org/info/impatient/book.pdf>, 2004.
- [2] Zedadra AMINA : *Interprétation des traces dans les environnements d'apprentissage collaboratif*. Thèse de doctorat, Université 8 mai 45, 2015.
- [3] Labad AMIRA : Évaluation de la collaboration dans un groupe à travers des examens par questionnaires participatifs. Mémoire de master, Université 8 mai 45, 2021.
- [4] Sandrine ANDERFUHREN et Pierre-Elie DIBY : *Organiser la documentation scientifique en entreprise : enjeux, méthodes, outils : le cas Kejako*. Thèse de doctorat, Haute école de gestion de Genève,, 2016.
- [5] Diane ARCAND : L'apprentissage coopératif. [http://www.tact.fse.ulaval.ca/fr/html/coop/2app\\_coo/t\\_base.htm#anchor415187](http://www.tact.fse.ulaval.ca/fr/html/coop/2app_coo/t_base.htm#anchor415187). Dernière consultation juin 2022.
- [6] M. BAILLY-BECHET : Introduction au latex. [https://pbil.univ-lyon1.fr/members/mbailly/Comm\\_Scientifique/M2/cours\\_latex.pdf](https://pbil.univ-lyon1.fr/members/mbailly/Comm_Scientifique/M2/cours_latex.pdf), 2009.
- [7] Alain BAUDRIT : Apprentissage coopératif et entraide la l'école. *Revue française de pédagogie*, 153(1):121–149, 2005.
- [8] Sid Ahmed BENRAOUANE : *Guide pratique du e-learning : stratégie, pédagogie et conception avec le logiciel Moodle*. Dunod, 2011.
- [9] Jarosaw BERNACKI et Adrianna KOZIERKIEWICZ-HETMANÉSKA : The comparison of creating homogeneous and heterogeneous collaborative learning groups in intelligent tutoring systems. *In Asian Conference on Intelligent Information and Database Systems*, pages 46–55. Springer, 2015.
- [10] BIBTEX : <https://guides.biblio.polymtl.ca/bibtex>. Dernière consultation en juin 2022.

- [11] Chih-Ming CHEN et Chi-Hsiung KUO : An optimized group formation scheme to promote collaborative problem-based learning. *Computers & Education*, 133: 94–115, 2019.
- [12] Ivan CLAROS, Ruth COBOS et Cesar A. COLLAZOS : An approach based on social network analysis applied to a collaborative learning experience. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 9(2):190–195, 2015.
- [13] CSS : <http://www.w3.org/Style/CSS/>. Dernière consultation en juin 2022.
- [14] Pierre DILLENBOURG : What do you mean by collaborative learning? Citeseer, 1999. illenbourg1999you.
- [15] Cohen .E : *Le travail de groupe. Stratégies d'enseignement pour la classe hétérogène, Montréal, Et Sharan*. La Chenelière, 1996.
- [16] Fitra Zul FAHMI et Dade NURJANAH : Group formation using multi objectives ant colony system for collaborative learning. *In International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI)*, pages 696–702, 2018.
- [17] Morgan FROMENTIN : Google drive : 11 fonctionnalités à connaître absolument. <https://www.begeek.fr/google-drive-11-fonctionnalites-a-connaître-absolument-361862>, 22 octobre 2021.
- [18] David GALIANA : Travail collaboratif : Les 6 bénéfices du travail collaboratif. <https://www.wimi-teamwork.com/fr/blog/benefices-travail-collaboratif-collectivites/>, 21 novembre 2018.
- [19] Jessica GIANNETTI et MA LORD : Une plateforme web pour soutenir la réécriture collaborative : Etherpad. *Formation et profession*, 23(1):71–73, 2015.
- [20] Houda HABBANE : Le e-learning et l'enseignement-apprentissage de l'anglais de spécialité à l'université de paris 8 en temps de la covid 19. *DIDASKEIN*, 2(1):10–27, 2021.
- [21] Khaled HALLIMI : *Architecture d'un système d'apprentissage collaboratif à base de Grid*. Thèse de doctorat, Université 08 Mai 45, 2009.
- [22] Jiawei HAN, Jian PEI et Micheline KAMBER : *Data mining : concepts and techniques*. Elsevier, 2011.

- [23] F. HENRI et K. LUNDGREN-CAYROL. : Apprentissage collaboratif à distance, téléconférence et télédiscussion. Rapport technique, Centre de recherche LI-CEF, Laboratoire en informatique cognitive et environnements de formation, Université du Québec, 1997.
- [24] France HENRI et Karin LUNDGREN-CAYROL : *Apprentissage collaboratif à la distance*. PUQ, 2001.
- [25] Geoffrey L HERMAN et Sushmita AZAD : A comparison of peer instruction and collaborative problem solving in a computer architecture course. *In Proceedings of the 51st ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, pages 461–467, 2020.
- [26] Pedro F HERNÁNDEZ-RAMOS : Web logs and online discussions as tools to promote reflective practice. *The Journal of Interactive Online Learning*, 2004.
- [27] Jim HOWDEN et Huguette MARTIN : *La coopération au fil des jours : des outils pour apprendre la coopérer*. Chenelière éducation, 1997.
- [28] HTML : <https://www.w3schools.com/html/>. Dernière consultation en juin 2022.
- [29] Nallete JOHANN : Tutoriel google drive , partage de fichiers et travail collaboratif. <https://fr.joecomp.com/collaborate-in-real-time-with-google-docs>. Dernière consultation juin 2022.
- [30] Neetha JOSEPH, N PRADEESH, Shiffon CHATTERJEE et Kamal BIJLANI : A novel approach for group formation in collaborative learning using learner preferences. *In 2017 international conference on advances in computing, communications and informatics (ICACCI)*, pages 1564–1568. IEEE, 2017.
- [31] Robert E KRAUT, Susan R FUSSELL, Susan E BRENNAN et Jane SIEGEL : Understanding effects of proximity on collaboration : Implications for technologies to support remote collaborative work. *In In P. Hinds & S. Kiesler (Eds.), Distributed work*, pages 137–162. MIT Press, 2002. MIT press.
- [32] Viktória KÖVECSES-GŐSI : Cooperative learning in vr environment. *Acta Polytechnica Hungarica*, 15(3):205–224, 2018.
- [33] Yacine LAFIFI : *SACA : un Système dApprentissage Collaboratif*. Thèse de doctorat, University of Annaba, Algeria, 2007.

- [34] Sara MAHIEDINE : Un prototype de réseau social pour le regroupement d'apprenants. Mémoire de master, Université 08 Mai 45, 2018.
- [35] Nadji MAMERI. : Sublime text. *SUPINFO international University*, Septembre 2017.
- [36] MYSQL : <https://www.mysql.com/>, Dernière consultation en juin 2022.
- [37] NODE.JS INTRODUCTION : [https://www.w3schools.com/nodejs/nodejs\\_intro.asp](https://www.w3schools.com/nodejs/nodejs_intro.asp). Dernière consultation en juin 2022.
- [38] Catherine PAMPHILE : Le tutorat et ses enjeux didactiques dans les dispositifs de formation à distance. *Université Paris III, Sorbonne Nouvelle*, p8, 2005.
- [39] Yulei PANG, Feiya XIAO, Huaying WANG et Xiaozhen XUE : A clustering-based grouping model for enhancing collaborative learning. *In 2014 13th International Conference on Machine Learning and Applications*, pages 562–567. IEEE, 2014.
- [40] PHP : <https://secure.php.net>. Dernière consultation en juin 2022.
- [41] Alexandre PIQUET : Guide pratique du travail collaboratif : Théories, méthodes et outils au service de la collaboration. [https://www.a-brest.net/IMG/pdf/Guide\\_pratique\\_du\\_travail\\_collaboratif.pdf](https://www.a-brest.net/IMG/pdf/Guide_pratique_du_travail_collaboratif.pdf), 2009.
- [42] Isabelle PLANTE : L'apprentissage coopératif : Des effets positifs sur les élèves aux difficultés liées à son implantation en classe. *Canadian Journal of Education/Revue canadienne de l'éducation*, 35(4):252–283, 2012.
- [43] Yvan POTIN : Travail coopératif : quand la distance permet le rapprochement. <https://creg.ac-versailles.fr/Travail-cooperatif-quand-la-distance-permet-le-rapprochement>, 17 mars 2007.
- [44] Anthony PÉCRET : Perception de libertés de choix et autorégulation : Interroger la place de la coopération dans le projet d'apprentissage d'adultes salariés en formation à distance. *In Questions de Pédagogies dans l'Enseignement Supérieur*, 2019.
- [45] Estelle RAFFIN : 4 plateformes collaboratives pour gérer efficacement votre travail en équipe. <https://www.blogdumoderateur.com/outils-travail-collaboratif/>, 7 juillet 2020.

- [46] G. TEMPERMAN, B. DE LIÈVRE, C. DEPOVER et J. DE STERCKE : Effets des modalités d'intégration d'un outil d'auto-régulation dans un environnement d'apprentissage collaboratif à distance. *In Colloque Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement*, 2012.
- [47] Akiko TERANISHI, Minoru NAKAYAMA, Theodor WYELD et Eid A MOHAMAD : Analysis of game development activity using team-based learning. *In 21st International Conference Information Visualisation*, pages 211–217. IEEE, 2017.
- [48] Van Dat TRAN : Does cooperative learning increase students' motivation in learning? *International Journal of Higher Education*, 8(5):12–20, 2019.
- [49] Sedat TURGUT et İlknur GÜLŞEN TURGUT : The effects of cooperative learning on mathematics achievement in turkey : A meta-analysis study. *International Journal of Instruction July 2018, Vol.11, No.3 e-ISSN : 1308-1470*, 2018.
- [50] Martin WESSNER et Hans-Rüdiger PFISTER : Points of cooperation : Integrating cooperative learning into web-based courses. *In The role of technology in CSCL*, pages 21–46. Springer, 2007.
- [51] XAMPP : <https://www.apachefriends.org/>, Dernière consultation en juin 2022.
- [52] Yaqian ZHENG, Chunrong LI, Shiyu LIU et Weigang LU : An improved genetic approach for composing optimal collaborative learning groups. *Knowledge-Based Systems*, 139:214–225, 2018.
- [53] Yaqian ZHENG, Yunsong LIU, Weigang LU et Chunrong LI : A hybrid pso-ga method for composing heterogeneous groups in collaborative learning. *In 2016 11th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE)*, pages 160–164, 2016.