

République algérienne démocratique et populaire.
Ministère de L'enseignement Supérieure de la recherche scientifique.
Université 8 Mai 45 –Guelma-
Faculté des Mathématiques, d'informatique et des Sciences de la Matière
Département d'Informatique



Mémoire de Fin d'études Master

Filière : Informatique

Option : Sciences et technologie de l'information et de la communication.

Thème :

**Conception et réalisation de stratégies regroupement et d'adaptation dans
un environnement collaboratif pour optimiser l'expérience d'apprentissage
des apprenants**

Présenté par : *Oumeddour Imane*

Encadré Par : *Mr. HADJERIS Mourad*

Président : *Mr. HANNOUSSE Abdelhakim*

Examineur : *Mm. TADJER Houda*

Juin 2025

Remerciements

Dieu merci, j'ai finalement pu arriver ici et atteindre l'un de mes objectifs dans la vie. Tout d'abord, je voudrais remercier Dieu Tout-Puissant de m'avoir donné la force, la connaissance, la capacité et l'opportunité de mener cette étude de recherche, de persévérer et de la mener à bien de la meilleure façon possible.

Au cours de ces derniers mois productifs, un grand nombre de personnes nous ont accompagnés et soutenus dans l'achèvement de la présente dissertation. Leur assistance et leurs encouragements constants ont été inestimables, et nous tenons à exprimer notre sincère gratitude à chacun d'eux.

*Avant tout, nous exprimons nos plus sincères remerciements à notre estimée superviseuse, Mr **HADJERIS MOURAD**. Sa patience inépuisable, ses précieux conseils, ses encouragements constants et ses critiques constructives ont joué un rôle indispensable dans notre parcours. Sans son soutien indéfectible et sa présence inestimable, il nous aurait été presque impossible de surmonter l'un des défis académiques les plus importants que nous ayons jamais rencontrés.*

De plus, nous tenons à exprimer notre sincère appréciation au jury d'examen pour le temps et les efforts qu'ils ont consacrés à la lecture et à l'évaluation de cette modeste recherche. Leur expertise et leurs connaissances ont grandement enrichi notre travail, et nous sommes reconnaissants de leurs précieuses contributions.

De plus, nous adressons nos plus sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribué à nos recherches, que ce soit directement ou indirectement. Leurs conseils, leur soutien et leurs encouragements ont été déterminants dans nos réalisations, et nous sommes honorés d'avoir eu l'occasion de travailler avec des personnes aussi remarquables.

Dédicaces

C'est avec une profonde gratitude et une émotion sincère que je dédie ce mémoire à ceux qui ont été les fondements de mon parcours, mes repères dans les moments d'incertitude et mes sources constantes de motivation.

*À **moi-même**, Pour avoir cru en mes capacités, même dans les moments d'incertitude. Pour l'effort, la persévérance et les nuits sans sommeil. Ce mémoire est le fruit de ma volonté, une preuve que rien n'est impossible avec de la détermination. Fierère de ce que j'ai accompli, et prête pour la suite.*

*À **mes parents**, mes piliers, mes héros du quotidien. Votre amour inconditionnel, votre patience infinie et votre soutien sans faille ont été la lumière guidant chacun de mes pas. Vous avez cru en moi, même dans les instants où moi-même je doutais. Ce mémoire est autant le fruit de votre dévouement que de mon travail.*

*À mes sœurs, **Nada et Aya**, mes premières amies, mes confidentes de toujours, avec qui j'ai grandi, ri, pleuré, et appris. Vous êtes mes repères, mes alliées, et mes sources d'inspiration. Nos liens sont un trésor que je chéris plus que tout. Merci d'être là, toujours.*

*À mon fiancé **Lakehal Med Taher**, dont la présence douce et rassurante a rendu chaque moment plus léger. Ton amour, ta patience et ton soutien constant m'ont portée tout au long de ce chemin. Merci d'être à mes côtés, de croire en moi et de rendre cette aventure encore plus belle.*

*À ma meilleure amie **Benaïssa Faïza**, mon âme sœur amicale. Ta capacité à comprendre mes silences, à partager mes fous rires et à m'épauler dans les moments difficiles fait de toi un être exceptionnel. Ton amitié est un véritable phare dans ma vie, et ta présence a été un refuge inestimable tout au long de ce parcours.*

*À **Bordjiba Lina Djihane**, qui m'a aidée avec une grande gentillesse. Ton soutien et ta présence, m'ont beaucoup apporté dans les moments difficiles. Merci du fond du cœur.*

*À **Kolli Marwa et Bouzidi Maya**, mes amies chères à mon cœur, Votre amitié est une lumière, Chaque moment avec vous est un trésor. Merci d'être là, toujours, encore et encore.*

À vous tous, merci infiniment. Votre présence, votre soutien et votre amour ont été essentiels. Je vous suis profondément reconnaissante.

Resumé

Les environnements CSCL (Computer-Supported Collaborative Learning) révolutionnent l'apprentissage collaboratif en facilitant les interactions et la co-construction des connaissances. Cependant, leur potentiel reste sous-exploité sans une adaptation fine des groupes d'apprenants et des parcours individuels.

Pour répondre à ce défi, notre travail propose trois stratégies algorithmiques complémentaires. Premièrement, le profilage dynamique des apprenants permet de caractériser chaque individu selon ses compétences et son style d'apprentissage. Deuxièmement, l'analyse des interactions collaboratives en temps réel évalue l'engagement et la participation effective au sein des groupes existants. Enfin, un algorithme génétique optimise la composition des groupes en croisant ces données avec des critères pédagogiques, garantissant ainsi un équilibre entre diversité cognitive et compatibilité interpersonnelle. Cette approche multidimensionnelle vise à maximiser à la fois les performances académiques et la satisfaction des apprenants.

Mots Clés : CSCL ; techniques d'adaptation ; regroupement des apprenants ; optimisation.

Abstract

CSCL (Computer-Supported Collaborative Learning) environments are transforming collaborative learning by facilitating interactions and knowledge co-construction. However, their full potential remains untapped without fine-tuned adaptation of learner groups and individual learning paths.

To address this challenge, our work proposes three complementary algorithmic strategies. First, dynamic learner profiling characterizes each individual based on their competencies and learning style. Second, real-time analysis of collaborative interactions assesses engagement and active participation within existing groups. Finally, a genetic algorithm optimizes group composition by cross-referencing this data with pedagogical criteria, ensuring a balance between cognitive diversity and interpersonal compatibility. This multidimensional approach aims to maximize both academic performance and learner satisfaction.

Keywords : CSCL ; adaptation techniques ; learner grouping ; optimization.

ملخص:

البيئات التعليمية المعتمدة على الحاسوب لدعم التعلم التعاوني (CSCL) تُحدث ثورة في طريقة التعلم التعاوني من خلال تسهيل التفاعلات والمساهمة في بناء المعرفة بشكل مشترك. ومع ذلك، فإن هذا الأماكن يظل غير مستغل بالكامل دون تكييف دقيق لمجموعات المتعلمين ومساراتهم الفردية. ولمواجهة هذا التحدي، يقترح عملنا ثالث استراتيجيات خوارزمية متكاملة.

أولاً، يسمح التصنيف لمهاراته وأسلوب تعلمه. ثانياً، ثم كُننا تحليلات الديناميكي للمتعلمين بتوصيف كل فرد وفقاً للتفاعلات التعاونية في الزمن الحقيقي من تقييم مدى

الإنخراط والمشاركة الفعلية داخل المجموعات الحالية. وأخيراً، تقوم خوارزمية وراثية بتحسين تشكيل المجموعات من خلال دمج هذه البيانات مع معايير بيداغوجية، لضمان التوازن بين التنوع المعرفي والتوافق بين الأفراد. تهدف هذه المقاربة متعددة الأبعاد إلى تعظيم الأداء الأكاديمي ورضا المتعلمين على حد سواء.

الكلمات المفتاحية : التعلم التعاوني المدعوم بالحاسوب (CSCL)؛ تقنيات التكيف؛ تجميع المتعلمين؛ التحسين.

Table des matières

Liste des tableaux	iii
Table des figures	iv
Introduction générale	1
1 L'état de l'art	3
Introduction	3
1 Définitions des concepts	3
1.2 Définition de l'apprentissage	3
1.3 Les types d'apprentissage	4
1.3.1 Apprentissage individuel	4
1.3.2 Apprentissage compétitif	4
1.4 Apprentissage collaboratif	4
1.4.1 Définition	4
1.5 Apprentissage coopératif	5
1.5.1 Définition	5
1.6 Apprentissage en ligne «E-learning»	6
1.6.1 Définition	6
1.6.2 Type d'apprentissage en ligne	6
1.6.3 Les acteurs de l'apprentissage en ligne	6
1.6.4 Les avantages	6
1.6.5 Les inconvénients	7
1.7 Apprentissage collaboratif en ligne	7
1.7.1 Définition	7
1.8 Style d'apprentissage	8
1.9 Regroupement	8
1.9.1 Définition	8
1.9.2 Homogène	8
1.9.3 Hétérogène	8
1.10 CSCL	8
2 Les travaux existants concernant le regroupement	8
2.1 Notre vision	12
Conclusion	13
2 Conception du Système	15
Introduction	15
1 Objectif du système	15
2 L'architecture du système	15

2.1	La plate-forme du système.....	18
2.2	Les acteurs du système.....	19
3	La structure de la base de données.....	21
3.1	dictionnaire de données	21
3.2	Modèle conceptuel de données (MCD).....	34
3.3	Modèle logique de données (MLD).....	36
4	Algorithmes proposés	37
4.1	Regroupement par niveau de compétence et style d'apprentissage : .	37
4.2	Regroupement par niveau de connaissance et statut collaboratif : .	42
4.3	Regroupement par l'algorithme génétique :.....	45
4.4	Algorithme d'adaptation :	48
	Conclusion	50
3	Implémentation du Système	52
	Introduction.....	52
1	Les Langages de programmation.....	52
1.1	HTML.....	52
1.2	CSS.....	52
1.3	Java script	52
1.4	PHP.....	53
2	Les outils de développement	53
2.1	Visual Studio Code	53
2.2	XAMPP	53
2.3	MySQL.....	53
3	Présentation du Système.....	54
3.1	Logo	54
3.2	L'interface principale.....	54
3.3	Espace d'inscription et connexion	55
3.4	Les espaces des acteurs	55
4	Résultats.....	61
	Conclusion	63
	Conclusion générale	64
	Bibliographie	68
	Webographie	69

Liste des tableaux

1.1	Aperçu des données extraites des études pertinentes sur la formation des groupes [Maqtary <i>et al.</i> , 2019].	10
1.2	Comparaison des approches par algorithme génétique pour la formation de groupes d'étudiants [Krouska <i>et al.</i> , 2019].	11
1.3	Comparaison des approches par algorithme génétique pour la formation de groupes d'étudiants [Krouska <i>et al.</i> , 2019].	12
2.1	Relations dans l'architecture de la plateforme.	18
2.2	Les actions des acteurs.	21
2.3	Dictionnaire de données.	34
2.4	Styles regroupés par niveau.	39
2.5	Regroupement des éléments par groupe.	40
2.6	Regroupement des éléments par groupe.	41
2.7	Regroupement des éléments par groupe (Diversification des statuts collaboratifs).	44
2.8	Données d'entrée.	49

Table des figures

1.1	La tâche collaborative est identique pour tout le monde et exécutée par tous [Henri et Lundgren-Cayrol, 2001].	5
1.2	La tâche coopérative implique la réalisation d'une série de tâches différentes en équipe [Henri et Lundgren-Cayrol, 2001].	5
1.3	Organigramme de l'algorithme génétique [Krouska <i>et al.</i> , 2019].	11
2.1	L'architecture du système.	16
2.2	Modèle conceptuel de données.	35
2.3	L'algorithme 1.	38
2.4	L'algorithme 2.	42
2.5	L'algorithme 3.	45
2.6	Chromosomes.	47
2.7	Croisement monopoint.	47
2.8	Chromosome X.	47
2.9	Mutation monopoint.	48
2.10	L'algorithme 4.	49
3.1	Logo du plateforme.	54
3.2	L'interface principale.	54
3.3	Inscription.	55
3.4	Connexion.	55
3.5	Panneau d'enseignant.	55
3.6	la liste des apprenants.	56
3.7	Gestion des modules.	56
3.8	Interface de formation des groupes.	57
3.9	Panneau d'administrateur.	57
3.10	La page de confirmation des apprenants.	58
3.11	La page de confirmation des enseignants.	58
3.12	gestion des modules côté administrateur.	59
3.13	L'accueil de l'espace apprenant.	59
3.14	La liste des modules.	60
3.15	Liste des groupes former.	60
3.16	Résumé graphique des résultats des regroupements.	61
3.17	Évolution des moyennes individuelles des apprenants selon les trois regroupements.	62
3.18	Comparaison visuelle des moyennes individuelles selon les trois regroupements	62

Introduction Générale

Les environnements de CSCL (Computer-Supported Collaborative Learning) ont émergé comme des outils puissants pour favoriser l'apprentissage collaboratif, où les apprenants interagissent, coopèrent et construisent leurs connaissances en utilisant des technologies informatiques. Cependant, pour tirer profit de ces environnements, il est essentiel de tenir compte de l'adaptation, à la fois au niveau des groupes d'apprenants et de l'expérience individuelle d'apprentissage. La capacité à concevoir et évaluer des stratégies d'adaptation appropriées est devenue un défi central dans le domaine de l'apprentissage en ligne.

L'objectif principal de ce travail de recherche est de concevoir, mettre en œuvre et évaluer un système d'apprentissage au sein des environnements de CSCL intégrant des méthodes de regroupement permettant d'identifier et d'appliquer la stratégie la plus adaptée pour constituer des groupes d'apprenants efficaces. Concernant le choix de la meilleure méthode de regroupement des apprenants, il est nécessaire de répondre à une problématique centrale, notamment :

Comment concevoir et évaluer des stratégies d'adaptation efficaces et éthiques dans les environnements CSCL, en identifiant les caractéristiques pertinentes des apprenants, en développant des modèles et algorithmes dynamiques pour la formation des groupes, et en mesurant leur impact sur l'apprentissage collaboratif ?

Dans notre recherche, nous avons implémenté trois stratégies, dont une technique à base de profil et de style d'apprentissage ainsi qu'à base de leurs collaborations et de leurs cognitions, et une autre à base d'algorithme génétique.

Ce mémoire est organisé en trois principaux chapitres pour traiter notre problème :

Le premier chapitre propose une revue systématique des concepts d'apprentissage collaboratif CSCL et des méthodes de regroupement actuelles, ainsi qu'une synthèse des recherches existantes dans ce domaine.

Le deuxième chapitre propose une architecture appropriée, conçue selon l'approche de regroupement consacrée dans cette étude, ainsi que la proposition des techniques pour la formation des groupes d'apprenants.

Le dernier chapitre présente l'implémentation du système basé sur l'architecture proposée, en détaillant les outils utilisés, les fonctionnalités développées, ainsi que les tests réalisés à travers une étude empirique sur des profils fictifs d'apprenants.

Chapitre 1

Chapitre 1

L'état de l'art

Introduction

La collaboration est devenue une tendance du 21e siècle. La société a de plus en plus besoin de réfléchir et de travailler ensemble sur des questions importantes, mettant en avant le travail de groupe plutôt que les efforts individuels, et privilégiant la communauté à l'indépendance [Laal *et al.*, 2012].

L'apprentissage collaboratif (AC) repose sur le regroupement des apprenants pour atteindre un objectif commun. Il s'agit d'une méthode d'enseignement où des élèves de différents niveaux travaillent ensemble en petits groupes. Chacun est responsable de son propre apprentissage ainsi que de celui des autres, de sorte que la réussite de l'un contribue à celle de tous [Laal et Laal, 2012]. L'importance de l'apprentissage collaboratif a mis le travail de groupe au cœur des préoccupations. De nombreuses études dans les environnements d'apprentissage collaboratif assisté par ordinateur (CSCL) se sont intéressées à l'organisation des groupes, leur suivi et leur évaluation. Former un groupe efficace est un défi majeur dans ce contexte et attire l'attention de nombreux chercheurs. C'est la première étape du développement d'un groupe, nécessitant des efforts pour garantir son bon fonctionnement [Maqtary *et al.*, 2019].

1 Définitions des concepts

1.2 Définition de l'apprentissage

En 1997, la définition suivante a été proposée comme définition améliorée : L'apprentissage est le processus par lequel une modification relativement stable des relations stimulus-réponse se développe à la suite d'une interaction environnementale fonctionnelle via les sens [Lachman, 1997].

Depuis lors, de nombreuses définitions ont été proposées pour expliquer le terme « apprentissage », notamment :

- Selon la thèse de doctorat lafifi, 2007 « *L'apprentissage est l'acquisition de nouvelles connaissances ou compétences, c'est-à-dire le processus d'acquisition de connaissances, de compétences, d'attitudes ou de valeurs au moyen d'études, d'expériences ou d'ensei-*

gnement » [Lafifi, 2007].

- Selon Malcuit et al., 1995 *«L'apprentissage pourrait être défini comme le processus ou l'ensemble des processus qui sous-tendent les modifications de comportement survenant à la suite de l'expérience ou du contact avec l'environnement »* [Clément, 2013].

1.3 Les types d'apprentissage

Il y a différents types d'apprentissage, dans cette partie, nous en discuterons certains, tels que l'apprentissage individuel, l'apprentissage compétitif.

1.3.1 Apprentissage individuel

L'apprentissage individuel, les élèves travaillent de manière autonome pour atteindre leurs propres Objectifs sans être accompagnés par d'autres élèves. Pour être plus clair, l'élève a des objectifs et il travaille pour les réaliser [Lafifi, 2007].

1.3.2 Apprentissage compétitif

Dans l'apprentissage compétitif, les élèves se battent l'un contre l'autre pour atteindre un objectif qui ne peut être atteint que par un seul élève ou un petit groupe. L'accomplissement des buts est lié de manière négative dans ce type d'apprentissage. Les élèves pensent qu'ils peuvent réaliser leurs objectifs uniquement si les autres échouent [Lafifi, 2007].

1.4 Apprentissage collaboratif

1.4.1 Définition

L'apprentissage collaboratif est une méthode où l'apprenant construit ses connaissances en travaillant avec les autres. Le formateur guide et facilite l'apprentissage, tandis que le groupe apporte des informations, motive, soutient et favorise les échanges [Henri et Basque, 2003].

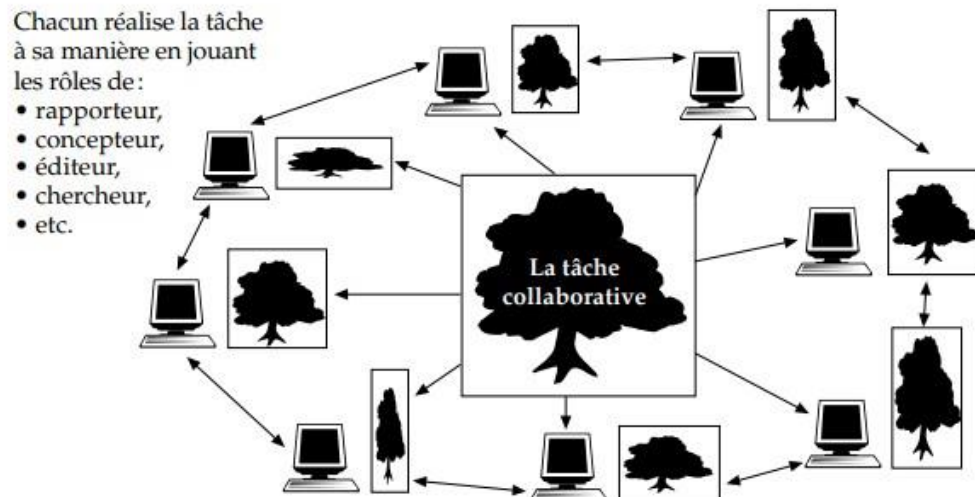


FIGURE 1.1 – La tâche collaborative est identique pour tout le monde et exécutée par tous [Henri et Lundgren-Cayrol, 2001].

1.5 Apprentissage coopératif

1.5.1 Définition

Selon **Roger et Johnson (2002)** : «*l'apprentissage coopératif est une relation établie au sein d'un groupe d'étudiants, reposant sur une interdépendance positive, une responsabilité individuelle, des compétences interpersonnelles, des interactions et un processus de régulation*» [Keenoy et al., 2004].

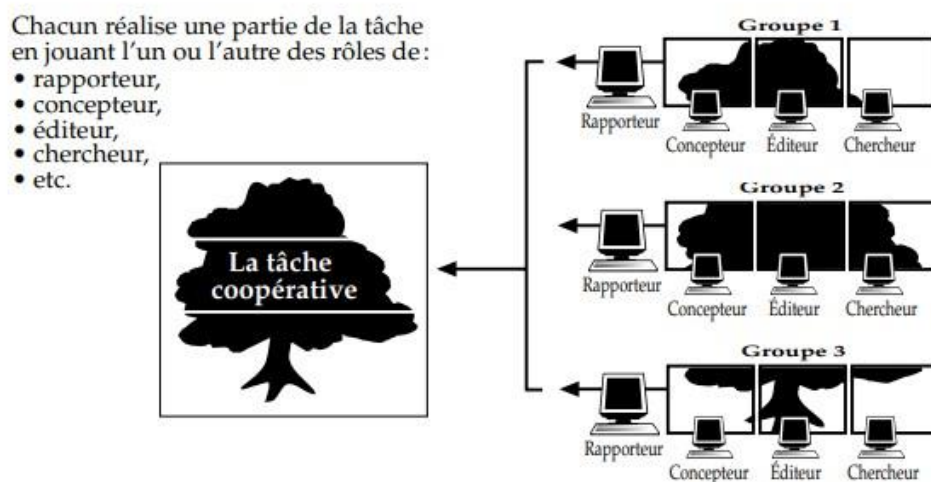


FIGURE 1.2 – La tâche coopérative implique la réalisation d'une série de tâches différentes en équipe [Henri et Lundgren-Cayrol, 2001].

1.6 Apprentissage en ligne «E-learning»

1.6.1 Définition

Le terme «apprentissage en ligne» consiste à utiliser la technologie des réseaux informatiques, principalement sur ou via Internet, pour transmettre des informations et des instructions aux individus [Wang *et al.*, 2010].

1.6.2 Type d'apprentissage en ligne

Il existe différentes manières pour classer les types d'apprentissage en ligne. D'après **Algahtani (2011)**, l'apprentissage en ligne se répartit en deux types principaux : l'apprentissage en ligne sur ordinateur et l'apprentissage en ligne sur Internet [Algahtani, 2011].

L'apprentissage sur ordinateur

Selon **Algahtani (2011)**, L'apprentissage sur ordinateur consiste à utiliser une grande variété de matériels et de logiciels habituellement disponibles pour l'utilisation des technologies de l'information et de la communication [Algahtani, 2011].

L'apprentissage sur Internet

D'après **Almosa (2001)**, l'apprentissage sur Internet est une avancée supplémentaire de l'apprentissage sur ordinateur et permet la consultation de contenus en ligne, y compris des liens vers des sources de connaissances connexes [Arkorful *et al.*, 2015].

1.6.3 Les acteurs de l'apprentissage en ligne

Administrateur

L'administrateur est chargé de personnaliser la plateforme en utilisant les droits d'administration qui lui sont attribués [Ouadoud *et al.*, 2016].

Enseignant

C'est à l'enseignant de créer et de gérer le contenu pédagogique qu'il souhaite diffuser via la plateforme, en tant que responsable d'un ou plusieurs modules. Il a aussi la capacité de concevoir des outils pour suivre les activités des apprenants [Ouadoud *et al.*, 2016].

Apprenant

L'apprenant a la possibilité de consulter les ressources fournies par l'enseignant, d'effectuer ses activités d'apprentissage et de suivre son avancement dans la formation [Ouadoud *et al.*, 2016].

1.6.4 Les avantages

L'apprentissage en ligne présente de nombreux avantages, notamment :

- L'apprentissage en ligne s'adapte aux différences individuelles des apprenants. Certains peuvent choisir de se concentrer sur des parties spécifiques du cours, tandis que d'autres préfèrent le revoir dans son intégralité [Arkorful *et al.*, 2015].

- Il favorise les échanges entre les apprenants grâce aux forums de discussion. Cela aide à surmonter des obstacles comme la peur de s'exprimer devant les autres. L'apprentissage en ligne encourage l'interaction, le partage et le respect des différents points de vue. Il facilite la communication et renforce les relations qui soutiennent l'apprentissage [Arkorful *et al.*, 2015].

- L'apprentissage en ligne est économique. Les apprenants n'ont pas besoin de se déplacer. De plus, il permet de former un grand nombre d'étudiants sans avoir besoin de construire de nombreux bâtiments [Arkorful *et al.*, 2015].

- L'apprentissage en ligne offre une grande diversité de formats, tels que (vidéos, des documents écrits, des podcasts...).

- L'apprentissage en ligne permet d'améliorer l'efficacité des connaissances et des qualifications en simplifiant l'accès à une grande quantité d'informations [Arkorful *et al.*, 2015].

1.6.5 Les inconvénients

L'apprentissage en ligne présente aussi quelques inconvénients :

- L'apprentissage en ligne peut être exposé au piratage, au plagiat, à la triche et à une mauvaise évaluation des compétences et l'utilisation excessive du copier-coller [Arkorful *et al.*, 2015].

- L'apprentissage en ligne comme méthode d'enseignement peut conduire à l'isolement, à une interaction limitée et à un sentiment de détachement chez les apprenants. Par conséquent, une forte motivation et des compétences efficaces en gestion du temps sont essentielles pour surmonter ces défis [Arkorful *et al.*, 2015].

- Pour les clarifications, les explications et les interprétations, l'apprentissage en ligne peut être moins efficace que les méthodes traditionnelles. L'apprentissage est souvent plus facile en présentiel avec des enseignants ou des instructeurs [Arkorful *et al.*, 2015].

- Toutes les matières ne sont pas adaptées à l'apprentissage en ligne. Par exemple, les sciences qui demandent des expériences pratiques sont plus difficiles à étudier à distance. Des chercheurs estiment que l'apprentissage en ligne convient mieux aux sciences sociales et humaines qu'aux domaines comme la médecine et l'ingénierie, où les compétences pratiques sont essentielles [Arkorful *et al.*, 2015].

1.7 Apprentissage collaboratif en ligne

1.7.1 Définition

L'apprentissage collaboratif en ligne est une méthode d'apprentissage dans laquelle des apprenants utilisent des outils numériques pour travailler ensemble vers un objectif commun. À travers les plateformes en ligne, ils échangent des idées et partagent des ressources...

1.8 Style d'apprentissage

Les styles d'apprentissage sont des traits cognitifs, affectifs et physiologiques propres à chaque individu. Ils constituent des indicateurs relativement stables de la façon dont les apprenants perçoivent, interagissent et réagissent dans un environnement d'apprentissage. Chaque personne possède une manière unique d'apprendre, influencée par son style cognitif, qui détermine sa façon de traiter l'information, ainsi que par son expérience en matière d'enseignement et d'apprentissage. Ces styles jouent un rôle essentiel dans l'acquisition des connaissances et l'adaptation aux différentes méthodes pédagogiques [Leblanc et Chevrier, 2000].

1.9 Regroupement

1.9.1 Définition

Le regroupement est une méthode de rassembler des personnes selon des critères. Dans un contexte d'éducatif, il s'agit de former des groupes d'apprenants en fonction de leurs besoins, de leurs compétences ou de leurs objectifs pour faciliter l'échange et l'apprentissage collaboratif.

- Il existe plusieurs types de regroupements, mais nous allons nous concentrer sur ces deux types.

1.9.2 Regroupement homogène

Il consiste à former des groupes d'apprenants ayant des caractéristiques similaires. Ce type de regroupement permet d'adapter l'enseignement aux besoins du groupe, permettant un apprentissage plus efficace et plus précis.

1.9.3 Regroupement hétérogène

Il réunit des apprenants ayant des caractéristiques différentes. Ce type de regroupement favorise l'échange, le partage des connaissances et la diversité des points de vue.

1.10 CSCL

Le CSCL (Computer-Supported Collaborative Learning) est un domaine des sciences de l'apprentissage qui étudie comment les gens apprennent ensemble en utilisant des ordinateurs. Ce domaine fait encore l'objet de discussions sur sa définition, ses méthodes et ses concepts. L'apprentissage collaboratif assisté par ordinateur est directement lié à l'éducation. Il s'applique à tous les niveaux, de la maternelle à l'université, ainsi qu'à l'apprentissage en dehors de l'école [Education].

2 Les travaux existants concernant le regroupement

La formation de groupes dans les activités d'apprentissage collaboratif représente un défi à la fois complexe et exigeant en termes de temps [Roy *et al.*, 2019]. Elle

constitue une étape essentielle pour concevoir des expériences d'apprentissage collaboratif efficaces. Lorsqu'un groupe est sélectionné de manière adéquate, il est possible de créer des environnements qui favorisent l'apparition d'interactions significatives, ce qui favorise l'apprentissage solide et la croissance intellectuelle. Plusieurs chercheurs soulignent qu'une mauvaise formation des groupes peut décourager les étudiants et freiner leur apprentissage [Cruz et Isotani, 2014]. Donc la définition imprécise des groupes peut engendrer des déséquilibres, notamment la formation de groupes homogènes composés uniquement d'élèves très performants ou en difficulté [Adán-Coello *et al.*, 2011].

Un groupe composé uniquement d'élèves en difficulté présente des désavantages évidents, mais regrouper exclusivement des élèves performants n'est pas non plus une solution optimale. Car, ces groupes bénéficient d'un avantage considérable par rapport aux autres types de groupes. À l'inverse, dans des groupes aux compétences variées, les élèves les moins avancés bénéficient des stratégies de résolution de problèmes des élèves plus performants, tandis que ces derniers consolident leur compréhension en expliquant les concepts aux autres [Adán-Coello *et al.*, 2011].

Dans le contexte de l'apprentissage collaboratif assisté par ordinateur (CSCL), plusieurs études s'attachent ainsi à développer et à évaluer différentes méthodes de formation de groupes [Cruz et Isotani, 2014]. Maqtary a présenté les résultats de l'examen de 18 études sur la formation de groupes dans les contextes CSCL. L'organisation suit une structure claire : d'abord, le processus de formation des groupes est introduit et analysé en mettant en avant ses attributs efficaces. Ensuite, la littérature pertinente est exposée dans un ordre chronologique afin de souligner les caractéristiques et contributions les plus marquantes. Enfin, deux taxonomies sont présentées pour illustrer les attributs et les techniques de formation de groupes [Maqtary *et al.*, 2019].

Cependant, certaines études utilisant l'algorithme génétique ont été exclues, car cette approche sera abordée dans la section suivante. Par conséquent, nous avons retenu 12 études, comme l'indique le tableau ci-dessous :

Auteur	Attributs de formation de groupe (FG)					Nombre d'attributs	Techniques	Contributions
	CN	CA	IS	TR	PT			
[Graf et Bekele, 2006]	✓				✓	2	Algorithme de colonie de fourmis	- Groupes hétérogènes - Introduction d'une mesure appelée Qualité de l'hétérogénéité
[Christodouloupoulos et Papanikolaou, 2007]	✓	✓				2	- Fuzzy C-Means - Algorithme de sélection aléatoire	- Groupes homogènes et hétérogènes - Intervention manuelle de l'instructeur - Équilibre dans la taille des groupes
[Soh et Khandaker, 2007]	Divers					-	Multi-agents	- Introduction du système I-MINDS pour l'apprentissage collaboratif - Modélisation du problème de formation des groupes avec règles et politiques
[Ounnas <i>et al.</i> , 2008]			✓	✓	✓	3	- Ontologies du Web sémantique	- Introduction d'un cadre de formation des groupes basé sur les préférences des enseignants - Résolution du problème des étudiants orphelins
[Ho <i>et al.</i> , 2009]	✓	✓	✓			3	- Optimisation par essaim de particules	- Utilisation du modèle de caractéristiques des étudiants pour modéliser les attributs
[Rubens <i>et al.</i> , 2009]	Données informelles (non structurées)					-	Technique Mash-up	- Proposition d'un modèle automatique de formation de groupes basé sur des données multiples et l'inférence
[Hübscher, 2010]	Divers					-	Recherche taboue	- Formation des groupes après l'affectation des attributs par l'instructeur
[Yannibelli et Amandi, 2011]				✓		1	- Algorithme évolutif basé sur les connaissances	- Introduction de modèles de rôles d'équipe, notamment ceux de Belbin - Première recherche abordant les rôles en équipe
[Mujkanovic <i>et al.</i> , 2012]					✓	1	- Optimisation par analyse de régression	- Formation des groupes sans règles préétablies ni données sur les membres - Utilisation de règles de mise à jour pour adapter la formation des groupes
[Srba et Bielikova, 2014]	✓					1	- Regroupement basé sur la théorie de la technologie des groupes	- Groupes dynamiques à formation itérative - Application de la technologie des groupes
[Zheng et Pinkwart, 2014]					✓	1	- Optimisation par essaim de particules discret	- Groupes hétérogènes - Comparaison de 3 algorithmes (méthode exhaustive, sélection aléatoire, DPSO) sur la complexité temporelle et la stabilité
[Amara <i>et al.</i> , 2016]	Divers					-	K-means	- Gestion de l'ensemble du processus de travail en groupe - Formation de groupes dynamiques et personnalisés via MCSCS

TABLE 1.1 – Aperçu des données extraites des études pertinentes sur la formation des groupes [Maqtary *et al.*, 2019].

- Avec les abréviations «CN», «CA», «IS», «TR» et «PT» dans le tableau représentent les attributs suivants :

- CN → Connaissances.
- CA → Style d'apprentissage.
- IS → Interaction sociale.
- TR → Rôle d'équipe.
- PT → Trait de personnalité.

Après avoir exploré certaines des autres méthodes qui ont été utilisées dans les systèmes CSCL, nous nous tournons maintenant vers l'algorithme génétique que nous avons adopté comme une autre approche pour la formation des groupes.

Les algorithmes génétiques faisant partie des algorithmes métaheuristiques inspirés par la génétique [Chevallier *et al.*, 2021]. L'algorithme génétique modélise les solutions potentielles du problème de regroupement sous forme de structures de données appelées chromosomes. Ces chromosomes, représentant des solutions candidates, sont constitués de plusieurs éléments appelés gènes. L'ensemble des solutions générées constitue une population, qui évolue au fil des itérations grâce à l'application d'opérateurs spécifiques

visant à rechercher une configuration optimale. Chaque cycle de transformation produit ainsi une nouvelle génération, affinant progressivement la qualité des solutions proposées [Krouska *et al.*, 2019].

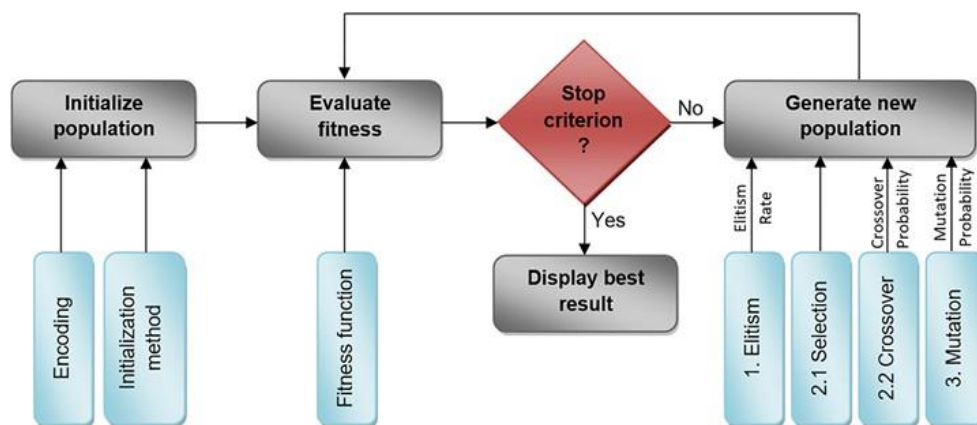


FIGURE 1.3 – Organigramme de l'algorithme génétique [Krouska *et al.*, 2019].

Dans le tableau suivant présente plusieurs études ayant appliqué les algorithmes génétiques pour la formation des groupes dans le domaine des systèmes CSCL :

Recherche	Sélection	Croisement	Probabilité de croisement	Mutation	Probabilité de mutation	Élitisme	Critère d'arrêt	Évaluation de l'algorithme	Évaluation des groupes
[Contreras <i>et al.</i> , 2017]	Tournoi, taille = 4	Ordre (OX)	0.7	Déplacement	0.04	Oui	Nombre fixe de générations atteint	Oui	Non
[Moreno <i>et al.</i> , 2012]	Roulette	Modification du croisement en un point	0.6	Déplacement	0.2	Non	Valeur de fitness atteinte OU Nombre max de générations atteint	Oui	Oui
[Zheng <i>et al.</i> , 2018]	Sélection universelle stochastique (SUS)	Partiellement Mappé (PMX)	0.9	Échange, Inversion simple (SIM)	0.09	Oui	Nombre max de générations atteint	Oui	Oui
[Ani <i>et al.</i> , 2010]	Roulette	Croisement en un point	0.9	Aucune	–	Non	n/m	Oui	Oui
[Sukstienwong, 2017]	n/m	Croisement en un point, auto-croisement	0.21	Aucune	–	Non	n/m	Oui	Non
[Wang <i>et al.</i> , 2011]	Roulette	Ordre	0.5	n/m	n/m	Non	Nombre max de générations atteint OU <1% de changements en 100 itérations précédentes	Non	Oui
[Tien <i>et al.</i> , 2015]	Roulette	Modification du croisement en un point	0.85	Échange	0.15	Oui	Nombre fixe de générations atteint	Oui	Non
[Ciptayani <i>et al.</i> , 2016]	Roulette	Croisement en un point dynamique	Dynamique	Échange	Dynamique	Non	Convergence de fitness OU Nombre max de générations atteint	Oui	Non
[Wan, 2009]	Roulette	Cycle	n/m	Échange	n/m	n/m	Convergence de fitness OU Nombre max de générations atteint	Non	Non
[Jozan <i>et al.</i> , 2012]	n/m	Modification du croisement en un point	n/m	Échange	n/m	n/m	n/m	Oui	Non
[Chen, 2012]	Roulette	Modification des auteurs	0.9	Échange	0.05	Oui	Nombre fixe de générations atteint	Oui	Non
[Agustín-Blas <i>et al.</i> , 2008]	Roulette par rang	Opération proposée par Falkenauer	n/m	Échange	n/m	Oui	n/m	Oui	Non
[Abnar <i>et al.</i> , 2012]	Roulette	Modification des auteurs	n/m	Échange	0.3	n/m	Convergence de fitness OU Nombre max de générations atteint	Non	Non
[Hwang <i>et al.</i> , 2008]	Roulette	Modification des auteurs	n/m	Échange	n/m	n/m	n/m	Oui	Non
[Fan <i>et al.</i> , 2011]	Roulette par rang	Opération proposée par Falkenauer	1.0	Échange	0.01	n/m	Nombre fixe de générations atteint	Oui	Non

TABLE 1.2 – Comparaison des approches par algorithme génétique pour la formation de groupes d'étudiants [Krouska *et al.*, 2019].

- Avac (n/m : non mentionné).

Référence	Type de groupe	Taille	#Attributs	Attributs	Encodage	Fonction d'évaluation	Génération	Population	Initialisation
[Contreras <i>et al.</i> , 2017]	Hétérogène	4	4	Intelligences multiples, Styles d'apprentissage, Leadership, Assurance	Tableau (index → groupe, élément → étudiant)	Nombre d'étudiants partageant une caractéristique commune	260	900	Aléatoire
[Moreno <i>et al.</i> , 2012]	Hétérogène	3	3	Niveau de connaissance, Communication, Leadership	Matrice (ligne → groupe, colonne → étudiant)	Différence quadratique moyenne entre échantillon et groupes	1000	100	Aléatoire
[Zheng <i>et al.</i> , 2018]	Mixte	5	2	Compétences en programmation, Préférences de coéquipiers	Tableau (index → groupe, élément → étudiant)	Moyenne pondérée des critères de regroupement et contexte	1000	100	Aléatoire
[Ani <i>et al.</i> , 2010]	Équilibré	5	1	Niveau en programmation	Matrice (ligne → groupe, colonne → étudiant)	Répartition équilibrée des niveaux de programmation	1000	1000	Aléatoire
[Sukstienwong, 2017]	Hétérogène	4	2	Notes en programmation, Scores d'anglais	Tableau (index → étudiant, élément → groupe)	Distance euclidienne	100	300	Aléatoire
[Wang <i>et al.</i> , 2011]	Hétérogène	5	1	Scores d'anglais	Tableau (index → étudiant, élément → groupe)	Différence quadratique moyenne	1000	n/m	Aléatoire
[Tien <i>et al.</i> , 2015]	Hétérogène	5	4 à 50	n/m	Matrice (ligne → groupe, colonne → étudiant)	Moyenne pondérée et écart-type des groupes	100	20	Aléatoire
[Ciptayani <i>et al.</i> , 2016]	Équilibré	5	1	Moyenne des notes d'examen et de participation	Tableau (index → groupe, élément → étudiant)	Distance de score équilibrée entre groupes	10000	100	n/m
[Wan, 2009]	Équilibré	4	1	Score global	Tableau (index → groupe, élément → étudiant)	Différence absolue des scores globaux entre groupes	1000	n/m	n/m
[Jozan <i>et al.</i> , 2012]	Hétérogène	4	3	Caractéristiques sociales, QI, Notes	Matrice (ligne → groupe, colonne → étudiant)	Fonction non linéaire sur le nombre d'étudiants et d'attributs	5000	n/m	n/m
[Chen, 2012]	Homogène	2 à 5	1	Relations sociales	Tableau (index → groupe, élément → étudiant)	Somme pondérée des préférences des étudiants	30000	20	Aléatoire
[Agustín-Blas <i>et al.</i> , 2008]	Homogène	25	1	Préférences de groupe	Tableau (index → groupe, élément → étudiant)	Variance des préférences et tolérance aux écarts	n/m	n/m	n/m
[Abnar <i>et al.</i> , 2012]	Mixte	n/m	n/m	Profil, Personnalité, Style d'apprentissage, Notes	n/m	Distance euclidienne	n/m	n/m	Algorithme glouton
[Hwang <i>et al.</i> , 2008]	Hétérogène	5	2	Concepts appris, Score de pré-test	Tableau (index → étudiant, élément → groupe)	Différence moyenne des scores de pré-test avec pénalité	100	20	n/m
[Fan <i>et al.</i> , 2011]	Hétérogène	Variable	n/m	n/m	Tableau (index → étudiant, élément → groupe)	Somme des distances entre attributs	20	30	Méthode heuristique spécifique

TABLE 1.3 – Comparaison des approches par algorithme génétique pour la formation de groupes d'étudiants [Krouska *et al.*, 2019].

2.1 Notre vision

La formation de groupes est une question clé dans le domaine du CSCL, car elle influence directement la réussite de l'apprentissage. Les groupes bien conçus favorisent de meilleures interactions entre les membres et améliorent les résultats d'apprentissage. La difficulté de structurer manuellement des groupes efficaces pousse à l'utilisation de techniques informatiques pour automatiser et améliorer ce processus [Krouska *et al.*, 2019].

À partir de la discussion ci-dessus, de nombreux chercheurs ont exploré et appliqué diverses techniques de regroupement pour déterminer l'approche la plus efficace pour former des groupes d'apprenants équilibrés.

Le processus de formation de groupes a été étudié sous deux aspects principaux : Le premier concerne les attributs influençant le regroupement et le second concerne les techniques utilisées dans le contexte des CSCL [Maqtary *et al.*, 2019]. Notre objectif est d'optimiser et d'adapter la formation des groupes pour améliorer la collaboration et les résultats d'apprentissage.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons évoqué un grand nombre d'informations et de concepts que nous avons trouvés utiles autour de notre sujet, la formation de groupes au sein d'un environnement d'apprentissage collaboratif.

De plus, nous avons analysé certains travaux et techniques utilisés lors des formations de groupe dans l'environnement CSCL.

Nous avons constaté qu'il existe de nombreuses méthodes, mais avec des résultats différents, et c'est le but de notre travail d'améliorer le regroupement et de le rendre adaptatif aux besoins cognitifs et collaboratifs des apprenants.

Dans le chapitre suivant, nous allons présenter notre vision conceptuelle du projet afin d'aboutir aux objectifs tracés de façon à former ces groupes.

Chapitre 2

Chapitre 2

Conception du Système

Introduction

L'apprentissage collaboratif assisté par ordinateur (Computer-Supported Collaborative Learning) s'appuie sur la formation de groupes d'apprenants travaillant ensemble pour atteindre un objectif commun.

Pour optimiser cette collaboration, différentes approches de regroupement ont été proposées, tenant compte de caractéristiques clés telles que le style d'apprentissage, les connaissances et compétences, ou encore le niveau de participation des étudiants (collaboration) ... etc.

Bien que de nombreuses recherches aient exploré ces méthodes, la question de la formation optimale des groupes en CSCL reste un domaine ouvert, offrant des perspectives d'amélioration. C'est cette constatation qui motive notre sujet et en constitue le point de départ.

1 Objectif du système

L'objectif principal de cette étude est de construire et évaluer un système d'apprentissage collaboratif, qui inclut des stratégies de regroupement des apprenants pour former des groupes optimisés dans les environnements CSCL, en combinant plusieurs critères.

Ce travail vise à proposer des algorithmes intelligents tels que l'algorithme génétique pour tester son efficacité et à améliorer la collaboration et les résultats éducatifs en assurant un équilibre entre diversité et cohésion de groupe.

2 L'architecture du système

Notre plateforme d'apprentissage collaboratif en ligne (TeamLearn) s'appuyant sur une architecture du système structurée autour de trois acteurs principaux : l'administrateur, l'enseignant et l'apprenant. Chacun de ces acteurs dispose de fonctionnalités spécifiques permettant de faciliter la collaboration et d'améliorer l'efficacité de l'apprentissage au sein des groupes formés.

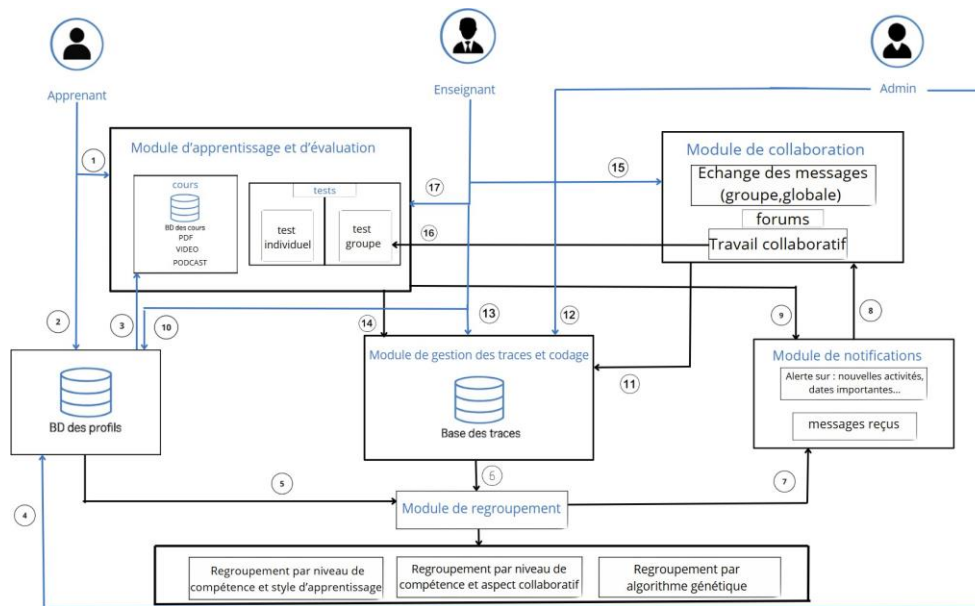


FIGURE 2.1 – L'architecture du système.

L'architecture de notre plateforme est divisée en plusieurs modules interconnectés, chacun ayant une fonction spécifique. Nous détaillons dans la suite ces fonctionnalités :

• Module d'apprentissage et d'évaluation

Permet aux apprenants de suivre des cours en tous formats et de passer des tests.

Composants :

- Cours : Accès aux supports pédagogiques (PDF, vidéo, podcast) stockés dans la BD des cours.
- Tests : Tests individuels et tests de groupe pour évaluer les progrès des apprenants.

• Module de collaboration

Facilite la communication et le travail d'équipe entre Apprenants, Enseignants et Admins.

Composants :

- Échange des messages : Messagerie de groupe, globale et forums de discussion.
- Travail collaboratif : Permet de travailler ensemble sur des tâches.

• Module de gestion des traces et codage

Suit et enregistre toutes les activités et interactions sur la plateforme.

Composants :

- Base des traces : Une base de données qui stocke les données sur les activités des utilisateurs, les résultats des tests et les efforts de collaboration.

• Module de notifications

Tient les utilisateurs informés des nouvelles activités, les dates importantes et les messages reçus.

• Module de regroupement

Regroupe les apprenants selon différents critères pour un apprentissage collaboratif.

Num flèche	Relation	Explication
1	Accès et utilisation	L'apprenant accède aux cours (PDF, vidéos, podcasts) et passe des tests (individuels ou en groupe).
2	Accès aux informations de profil	L'Apprenant peut consulter ou accéder à son propre profil stocké dans la BD des profils.
3	Fourniture des informations de profil	Cela signifie que les informations sur les cours enseignés par l'Enseignant sont stockées dans la base de données des profils, en tant que données personnelles associées à son profil.
4	Gestion et validation	Signifie que l'Admin a la capacité de gérer et d'accéder aux informations des utilisateurs (comme leurs données personnelles).
5	Récupération des informations pour regroupement	Le module de regroupement utilise les informations des profils stockées dans la BD des profils pour regrouper les apprenants.
6	Fourniture de données pour regroupement	Les données stockées dans la Base des traces (activités, résultats des tests, interactions) sont utilisées par le module de regroupement pour regrouper les apprenants selon des critères comme les compétences ou l'aspect collaboratif.
7	Déclenchement de notifications liées au regroupement	Cette flèche indique que les regroupements peuvent générer des notifications.
8	Envoi de notifications	Le module de notifications envoie des alertes (comme des messages reçus ou des activités de groupe) au module de collaboration pour informer les utilisateurs impliqués dans des échanges ou des travaux collaboratifs.
9	Déclenchement de notifications	Cette flèche indique que les tests individuels ou les interactions collaboratives génèrent des alertes.

10	Consultation des profils	L'Enseignant peut accéder à la BD des profils pour consulter les informations des Apprenants.
11	Enregistrement des interactions	Cette flèche permet de suivre toutes les activités collaboratives.
12	Supervision et gestion des traces	L'Admin peut accéder au Module de gestion des traces et codage pour superviser les activités enregistrées dans la Base des traces.
13	Accès des traces	L'enseignant accède aux traces pour suivre les progrès des apprenants et des groupes.
14	Enregistrement des activités	Les activités de l'Apprenant dans le module d'apprentissage sont envoyées au module de gestion des traces pour être enregistrées dans la Base des traces.
15	Supervision et participation	L'Enseignant utilise ce module pour les échanges de messages et participer aux forums.
16	Intégration des tests de groupe collaboratifs	Signifie que les tests de groupe réalisés en collaboration.
17	Conception, gestion et mise à jour	L'enseignant conçoit et modifie les tests, ajouter des contenus pédagogiques.

TABLE 2.1 – Relations dans l'architecture de la plateforme.

2.1 La plate-forme du système

TeamLearn est une plateforme d'apprentissage collaboratif en ligne conçue pour former les apprenants et renforcer l'efficacité pédagogique grâce au travail en groupe. Elle repose sur une architecture structurée autour de trois rôles principaux : l'administrateur, l'enseignant et l'apprenant, chacun disposant de fonctionnalités spécifiques et adaptées à ses besoins.

La plateforme intègre plusieurs modules fonctionnels :

- Un module d'apprentissage pour la diffusion de contenus (cours, tests...etc).

- Un module de collaboration facilitant la communication (messagerie, forum, espace de travail partagé).
- Un module de regroupement permettant la formation automatique de groupes d'apprenants selon différents critères.
- Un module de suivi qui enregistre les traces d'apprentissage et permet aux enseignants de suivre les interactions et la progression des étudiants.
- Et au final un module de notification pour informer les utilisateurs des nouvelles activités et échéances.

2.2 Les acteurs du système

Sur notre plateforme d'apprentissage, nous avons trois profils d'utilisateurs :

- **administrateur** : L'administrateur est responsable de la gestion technique de la plateforme, Il peut gérer les comptes d'utilisateurs, consulter les groupes d'apprenants et accéder aux statistiques globales d'utilisation.
- **apprenant** : L'apprenant est au centre du processus d'apprentissage. Il interagit avec les contenus, les autres membres du groupe...etc, Il est à la fois récepteur de connaissances et acteur actif dans les activités collaboratives.
- **enseignant** : L'enseignant joue le rôle de pilote pédagogique. Conçoit le contenu d'apprentissage, élabore des tests et examine les résultats et les statistiques des apprenants et des groupes.

2.2.1 Les actions de chaque acteur du système

Acteur	Scénario
Administrateur	— Accéder au panneau d'administration. — Accéder aux pages de gestion des étudiants ou gestion des enseignants. — Voir la liste des utilisateurs. — Rechercher un utilisateur ou Filtrer par statut. — Activer, Désactiver ou Supprimer un compte d'utilisateur. — Voir une photo ou la carte (d'étudiant ou professionnelle). — Voir les informations d'un enseignant. — Gérer et mettre à jour les modules d'un enseignant. — Consultation des membres d'un groupe. — Consultation des statistiques individuelles.

Utilisateur(enseignant ou étudiant)	— Le formulaire d’inscription s’affiche à l’utilisateur. — L’utilisateur remplit ses informations personnelles. — Le système contrôle la validité des données saisies. — Les informations sont enregistrées dans la base de données des profils. — L’utilisateur patiente en attendant la confirmation de l’administrateur.
Enseignant	— Accéder au panneau enseignant. — Consulter les messages non lus. — Consulter et modifier son profil. — Accéder à la liste des étudiants. — Rechercher un étudiant ou Filtrer par niveau. — Consulter les profils des étudiants. — Les informations d’un étudiant. — Les modules suivis. — L’historique des prétests. — Accéder à la gestion des modules. — Ajouter un nouveau syllabus ou annuler l’ajout. — Visualiser les modules existants ou Supprimer. — Créer et gérer un prétest pour un module. — Accéder à la gestion des cours. — Ajouter un nouveau cours. — Visualiser, Supprimer et Rechercher un cours. — Accéder à la gestion des groupes. — Voir les groupes d’un module et leur statut. — Accéder à la création d’un test collaboratif. — Consulter les résultats d’un test collaboratif.

Étudiant	— Accéder au test VARK et consulter les résultats du test. — Consulter le tableau de bord. — Recevoir des notifications des prétests. — Consulter les messages. — Accéder à la page de profil. — Consulter et modifier ses informations personnelles. — Accéder à la liste des modules et Filtrer les modules. — Passer un test de prérequis. — Consulter les résultats du test. — Accéder aux cours d'un module et Filtrer les cours par type. — Consulter ses groupes. — Vérifier les détails d'un groupe. — Voir le score de groupe. — Accéder au forum du groupe. — Consulter la liste des tests de groupe. — Démarrer un test collaboratif. — Collaborer via le forum intégré. — Ajouter des commentaires au test. — Suivre la progression du groupe. — Consulter les résultats du test collaboratif.
----------	---

TABLE 2.2 – Les actions des acteurs.

3 La structure de la base de données

La base de données permet de stocker et l'accès aux informations concernant les divers acteurs du système. Elle constitue ainsi le support central pour l'ensemble des données disponibles dans notre système <TeamLearn>.

3.1 dictionnaire de données

Table	Attributs	Signification	Type
utilisateurs (Enseignants, Étudiants)	ID	Identifiant unique de l'utilisateur.	int (clé primaire)
	nomComplet	Nom complet de l'utilisateur.	varchar(100)
	email	Adresse email de l'utilisateur.	varchar(100)
	telephone	Numéro de téléphone de l'utilisateur.	varchar(15)

password	Mot de passe de l'utilisateur.	varchar(255)
role	Rôle de l'utilisateur (étudiant ou enseignant).	enum('etudiant', 'enseignant')
niveau	Niveau académique ou professionnel de l'étudiant.	varchar(20)
grade	Grade ou rang de l'enseignant.	varchar(10)
dateRecrutement	Date de recrutement de l'enseignant.	date
dateDernierGrade	Date de la dernière mise à jour du grade.	date
modules	Liste des modules associés (peut être un texte ou JSON).	text
specialite	Spécialité de l'enseignant (A, B ou C).	enum('A', 'B', 'C')
photo	Chemin ou nom du fichier photo de l'utilisateur.	varchar(255)
carteProfessionnelle	Chemin ou nom du fichier de la carte professionnelle.	varchar(255)
statut	Statut de l'utilisateur (actif, inactif ou en attente).	enum('actif', 'inactif', 'en-attente')
date-inscription	Date d'inscription de l'utilisateur.	timestamp
test-passe	Indicateur si l'étudiant a passé un test (ou nombre de tests passés).	int
style-apprentissage	Style d'apprentissage préféré de l'étudiant.	varchar(20)

modules	id	Identifiant unique du module.	int (clé primaire)
	nom	Nom du module.	varchar(255)
	description	Description du module.	text
	created-by	Identifiant de l'enseignant qui a créé le module (référence à Utilisateur).	int
	date-debut	Date de début du module	date
	date-fin	Date de fin du module	date
	created-at	Date de création du module	timestamp
	active-grouping	Type de regroupement actif (Grouping1, Grouping2 ou None).	enum('Grouping1', 'Grouping2', 'None')
tests	id	Identifiant unique du test.	int (clé primaire)
	module-id	Identifiant du module auquel le test est associé (référence à Module).	int
	titre	Titre du test.	varchar(255)
	type	Type de test (QCM ou QCS).	enum('qcm', 'qcs')
	date-creation	Date de création du test.	timestamp
	date-limite	Date limite pour passer le test.	datetime
	duree-minutes	Durée du test en minutes.	int
collaborative-tests	id	Identifiant unique du test collaboratif.	int (clé primaire)

	module-id	Identifiant du module auquel le test est associé (référence à Module).	int
	titre	Titre du test collaboratif.	varchar(255)
	description	Description du test collaboratif.	text
	question-type	Type de question (QCM ou QCS).	enum('qcm', 'qcs')
	test-type	Type de test (open ou deadline).	enum('open', 'deadline')
	deadline	Date limite du test collaboratif.	datetime
	duration	Durée du test collaboratif en minutes.	int
	created-by	Identifiant de l'utilisateur qui a créé le test (référence à Utilisateur).	int
	created-at	Date de création du test collaboratif.	timestamp
	grouping-type	Type de regroupement utilisé.	varchar(10)
questions	id	Identifiant unique de la question.	int (clé primaire)
	test-id	Identifiant du test auquel la question est associée (référence à Test).	int
	question	Texte de la question.	text
	type	Type de question (multiple, unique ou texte).	enum('multiple', 'unique', 'texte')

collaborative-test-questions	id	Identifiant unique de la question du test collaboratif.	int (clé primaire)
	test-id	Identifiant du test collaboratif auquel la question est associée (référence à Collaborative-test).	int
	question	Texte de la question.	text
	options	Options de la question (au format JSON).	json
	correct-answer	Réponse correcte (au format JSON).	json
groupes	id	Identifiant unique du groupe.	int (clé primaire)
	module-id	Identifiant du module auquel le groupe est associé (référence à Module).	int
	numero	Numéro du groupe.	int
	membres	Liste des membres du groupe (texte ou JSON).	text/json
	moyenne-globale	Moyenne globale des performances du groupe.	decimal(5,2)
test-results	id	Identifiant unique du résultat du test.	int (clé primaire)
	test-id	Identifiant du test auquel le résultat est associé (référence à Test).	int
	etudiant-id	Identifiant de l'étudiant ayant passé le test (référence à Utilisateur).	int

	score	Score obtenu au test.	int
	date-passage	Date de passage du test.	timestamp
collaborative-test-results	id	Identifiant unique du résultat du test collaboratif.	int (clé primaire)
	test-id	Identifiant du test collaboratif auquel le résultat est associé (référence à CollaborativeTest).	int
	group-id	Identifiant du groupe ayant passé le test (référence à Groupe).	int
	score	Score obtenu par le groupe.	decimal(5,2)
	submitted-at	Date de soumission du résultat.	datetime
	answers	Réponses fournies (au format JSON).	json
	members-submitted	Membres ayant soumis (au format JSON).	json
	member-start times	Horaires de début des membres (au format JSON).	json
	individual-scores	Scores individuels des membres (au format JSON).	json
forum-messages	id	Identifiant unique du message du forum.	int (clé primaire)
	module-id	Identifiant du module auquel le message est associé (référence à Module).	int
	groupe-id	Identifiant du groupe associé (facultatif).	int

	grouping-type	Type de regroupement (Grouping1 ou Grouping2).	enum('Grouping1', 'Grouping2')
	groupe-numero	Numéro du groupe.	int
	user-id	Identifiant de l'utilisateur ayant posté (référence à Utilisateur).	int
	message	Contenu du message.	text
	date-creation	Date de création du message.	datetime
	message-type Type	Type de message.	varchar(20)
comments	id	Identifiant unique du commentaire.	int (clé primaire)
	topic-id	Identifiant du sujet auquel le commentaire est associé (référence à Topic).	int
	creator-id	Identifiant de l'utilisateur ayant créé le commentaire (référence à Utilisateur).	int
	creator-name	Nom de l'utilisateur ayant créé le commentaire.	varchar(100)
	content	Contenu du commentaire.	text
	date-creation	Date de création du commentaire.	datetime
	media-path	Chemin du média associé (si présent).	varchar(255)
topics	id	Identifiant unique du sujet.	int (clé primaire)
	title	Titre du sujet.	varchar(255)

	content	Contenu du sujet.	text
	creator-id	Identifiant de l'enseignant ayant créé le sujet (référence à Utilisateur).	int
	creator-name	Nom de l'utilisateur ayant créé le sujet.	varchar(100)
	date-creation	Date de création du sujet.	datetime
	view-count	Nombre de vues du sujet.	int
	media-path	Chemin du média associé (si présent).	varchar(255)
reactions	id	Identifiant unique de la réaction.	int (clé primaire)
	comment-id	Identifiant du commentaire auquel la réaction est associée (référence à Comment).	int
	user-id	Identifiant de l'utilisateur ayant réagi (référence à Utilisateur).	int
	reaction-type	Type de réaction (like ou dislike).	enum('like', 'dislike')
cours	id	Identifiant unique du cours.	int (clé primaire)
	module-id	Identifiant du module auquel le cours est associé (référence à Module).	int
	titre	Titre du cours.	varchar(255)
	description	Description du cours.	text

	type-cours	Type de cours (pdf, video ou podcast).	enum('pdf', 'video', 'podcast')
	fichier-nom	Nom du fichier du cours.	varchar(255)
	date-creation	Date de création du cours.	datetime
course-views	id	Identifiant unique de la vue du cours.	int (clé primaire)
	etudiant-id	Identifiant de l'étudiant ayant consulté (référence à Utilisateur).	int
	cours-id	Identifiant du cours consulté (référence à Cours).	int
	viewed-at	Date de consultation du cours.	datetime
collaboration-metrics	id	Identifiant unique des métriques de collaboration.	int (clé primaire)
	module-id	Identifiant du module associé (référence à Module).	int
	etudiant-id	Identifiant de l'étudiant associé (référence à Utilisateur).	int
	messages-count	Nombre de messages envoyés	int
	successful-tests	Nombre de tests réussis.	int
	responses-count	Nombre de réponses fournies.	int
	collaboration-score	Score de collaboration.	float
	collaboration-status	Statut de collaboration (Collaborative ou Non-Collaborative).	enum ('Collaborative', 'Non-Collaborative').

	created-at	Date de création des métriques.	timestamp
	updated-at	Date de dernière mise à jour des métriques.	timestamp
student-module-averages	id	Identifiant unique de la moyenne par module.	int (clé primaire)
	user-id	Identifiant de l'étudiant (référence à Utilisateur).	int
	module-id	Identifiant du module (référence à Module).	int
	moyenne-individuelle	Moyenne individuelle de l'étudiant pour le module.	decimal(5,2)
	last-updated	Date de dernière mise à jour de la moyenne.	timestamp
student-test-status	id	Identifiant unique du statut du test.	int (clé primaire)
	user-id	Identifiant de l'étudiant (référence à Utilisateur).	int
	test-id	Identifiant du test collaboratif (référence à CollaborativeTest).	int
	module-id	Identifiant du module (référence à Module).	int
	status	Statut du test	int
	submitted-at	Date de soumission du statut.	timestamp
test-sessions	id	Identifiant unique de la session de test.	int (clé primaire)

	test-id	Identifiant du test collaboratif (référence à CollaborativeTest).	int
	group-id	Identifiant du groupe (référence à Groupe).	int
	status	Statut de la session (waiting, in-progress, completed).	enum('waiting', 'in-progress', 'completed')
	current-question	Numéro de la question actuelle.	int
	members-ready	Membres prêts (au format JSON).	json
	members-finished	Membres ayant terminé (texte).	text
	started-at	Date de début de la session.	datetime
	finished-at	Date de fin de la session.	datetime
	members-present	Membres présents (au format JSON).	json
test-options	id	Identifiant unique de l'option.	int (clé primaire)
	question-id	Identifiant de la question associée (référence à Question).	int
	option-text	Texte de l'option.	text
	est-correcte	Indicateur si l'option est correcte.	boolean
messages	id	Identifiant unique du message.	int (clé primaire)
	expediteur-id	Identifiant de l'expéditeur (référence à Utilisateur).	int

	destinataire-id	Identifiant du destinataire (référence à Utilisateur).	int
	message	Contenu du message.	text
	lu	Indicateur si le message a été lu.	boolean
	created-at	Date de création du message.	timestamp
	media-path	Chemin du média associé (si présent).	varchar(255)
grouping-history	id	Identifiant unique de l'historique de regroupement.	int (clé primaire)
	module-id	Identifiant du module (référence à Module).	int
	grouping-type	Type de regroupement (Grouping1 ou Grouping2).	enum('Grouping1', 'Grouping2')
	groups-json	Données des groupes (au format JSON).	json
	created-at	Date de création de l'historique.	timestamp
membre-message-counts	id	Identifiant unique du compte de messages par membre.	int (clé primaire)
	module-id	Identifiant du module (référence à Module).	int
	groupe-id	Identifiant du groupe (référence à Groupe).	int
	grouping-type	Type de regroupement (Grouping1 ou Grouping2).	enum('Grouping1', 'Grouping2')

	user-id	Identifiant de l'utilisateur (référence à Utilisateur).	int
	message-count	Nombre de messages envoyés par le membre.	int
	last-updated	Date de dernière mise à jour du compte.	timestamp
collaborative-waiting-sessions	id	Identifiant unique de la session d'attente collaboratif.	int (clé primaire)
	test-id	Identifiant du test collaboratif (référence à CollaborativeTest).	int
	etudiant-id	Identifiant de l'étudiant (référence à Utilisateur).	int
	waiting-data	Données d'attente (probablement JSON).	json
	created-at	Date de création de la session d'attente.	timestamp
collaborative-test-sessions	id	Identifiant unique de la session de test collaboratif.	int (clé primaire)
	test-id	Identifiant du test collaboratif (référence à CollaborativeTest).	int
	session-data	Données de la session (au format JSON).	json
	created-at	Date de création de la session.	timestamp
test-comments	id	Identifiant unique du commentaire de test.	int (clé primaire)

	test-id	Identifiant du test collaboratif (référence à CollaborativeTest).	int
	group-id	Identifiant du groupe (référence à Groupe).	int
	user-id	Identifiant de l'utilisateur (référence à Utilisateur).	int
	comment	Contenu du commentaire.	text
	date-creation	Date de création du commentaire.	datetime
student-module-status	id	Identifiant unique du statut du module.	int (clé primaire)
	user-id	Identifiant de l'étudiant (référence à Utilisateur).	int
	module-id	Identifiant du module (référence à Module).	int
	status-sum	Somme des statuts (probablement un score).	int
	last-updated	Date de dernière mise à jour du statut.	timestamp

TABLE 2.3 – Dictionnaire de données.

3.2 Modèle conceptuel de données (MCD)

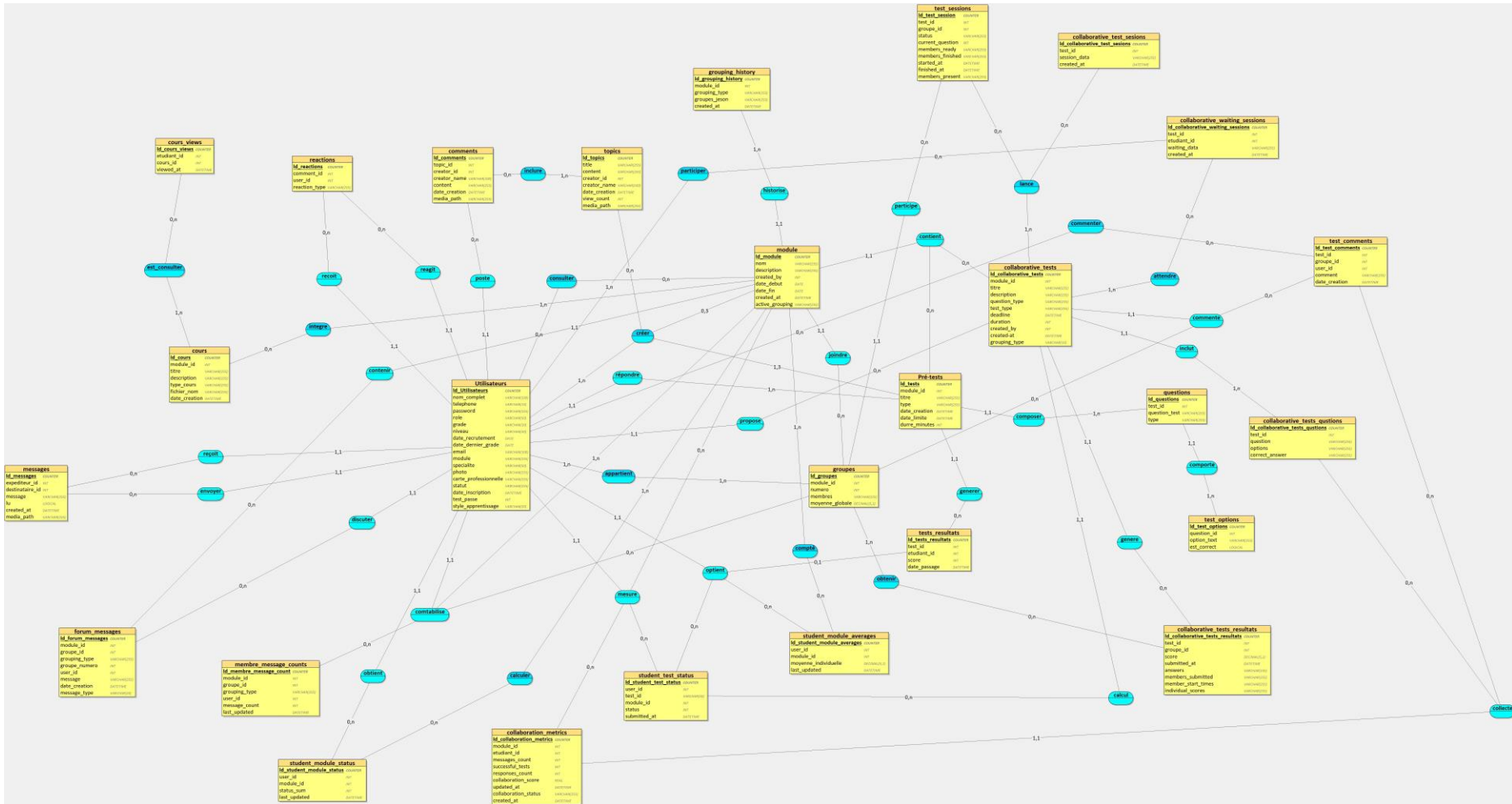


FIGURE 2.2 – Modèle conceptuel de données.

3.3 Modèle logique de données (MLD)

- **Utilisateur** (id, nom_complet, email, telephone, password, role, niveau, grade, date_recrutement, date_dernier_grade, modules, specialite, photo, carte_professionnelle, statut, date_inscription, test_passe, style_apprentissage).
- **Module** (id, nom, description, date_debut, date_fin, specialite, niveau, created_at, active_grouping, **#created_by**).
- **Cours** (id, titre, description, type_cours, fichier_nom, date_creation, **#module_id**).
- **CourseView** (id, viewed_at, **#etudiant_id**, **#cours_id**).
- **Pré_tests** (id, titre, type, date_creation, date_limite, duree_minutes, **#module_id**).
- **CollaborativeTest** (id, titre, description, question_type, test_type, deadline, duration, created_at, grouping_type, **#module_id**, **#created_by**).
- **Question** (id, question, type, **#test_id**).
- **TestOption** (id, option_text, est_correcte, **#question_id**).
- **CollaborativeTestQuestion** (id, question, options, correct_answer, **#test_id**).
- **Groupe** (id, numero, membres, moyenne_globale, **#module_id**).
- **TestResult** (id, score, date_passage, **#test_id**, **#etudiant_id**).
- **CollaborativeTestResult** (id, score, submitted_at, answers, members_submitted, member_start_times, individual_scores, **#test_id**, **#group_id**).
- **ForumMessage** (id, grouping_type, groupe_numero, message, date_creation, message_type, **#module_id**, **#groupe_id**, **#user_id**).
- **Topic** (id, title, content, creator_name, date_creation, view_count, media_path, **#creator_id**).
- **Comment** (id, _id, creator_name, content, date_creation, media_path, **#topic_id**, **#creator**).
- **Reaction** (id, reaction_type, **#comment_id**, **#user_id**).
- **CollaborationMetrics** (id, messages_count, successful_tests, responses_count, collaboration_score, collaboration_status, created_at, updated_at, **#module_id**, **#etudiant_id**).
- **StudentModuleAverage** (id, moyenne_individuelle, last_updated, **#user_id**, **#module_id**).
- **StudentTestStatus** (id, status, submitted_at, **#user_id**, **#test_id**, **#module_id**).
- **TestSession** (id, status, current_question, members_ready, members_finished, started_at, finished_at, members_present, **#test_id**, **#group_id**).
- **Message** (id, message, lu, created_at, media_path, **#expediteur_id**, **#destinataire_id**).
- **GroupingHistory**(id, grouping_type, groups_json, created_at, **#module_id**).
- **MembreMessageCount** (id, grouping_type, message_count, last_updated, **#module_id**, **#groupe_id**, **#user_id**).

- **CollaborativeWaitingSession** (id, waiting_data, created_at, #test_id, #etudiant_id).
- **CollaborativeTestSession** (id, session_data, created_at, #test_id).
- **TestComment** (id, comment, date_creation, #test_id, #group_id, #user_id).
- **StudentModuleStatus** (id, status_sum, last_updated, #user_id, #module_id).

4 Algorithmes proposés

Dans un environnement d'apprentissage collaboratif, la formation de groupes joue un rôle efficace dans la réussite des activités d'apprentissage, différentes méthodes algorithmiques peuvent être utilisées pour y parvenir. Dans cette section, nous nous concentrons sur trois approches pour former les groupes qui nous aideront à obtenir le meilleur regroupement :

4.1 Regroupement par niveau de compétence et style d'apprentissage :

Cet algorithme vise à former des groupes équilibrés en tenant compte de deux critères pédagogiques essentiels :

- **Le niveau de compétence** (Faible = 3, Moyen = 2, Bon = 1).
- **Le style d'apprentissage** (Visuel, Auditif, Kinesthésique, Lecture/Ecriture).

L'objectif est d'éviter les groupes homogènes (où tous les membres ont le même niveau ou style) pour favoriser l'entraide et la diversité cognitive.

L'algorithme utilisée pour le premier regroupement est le suivant :

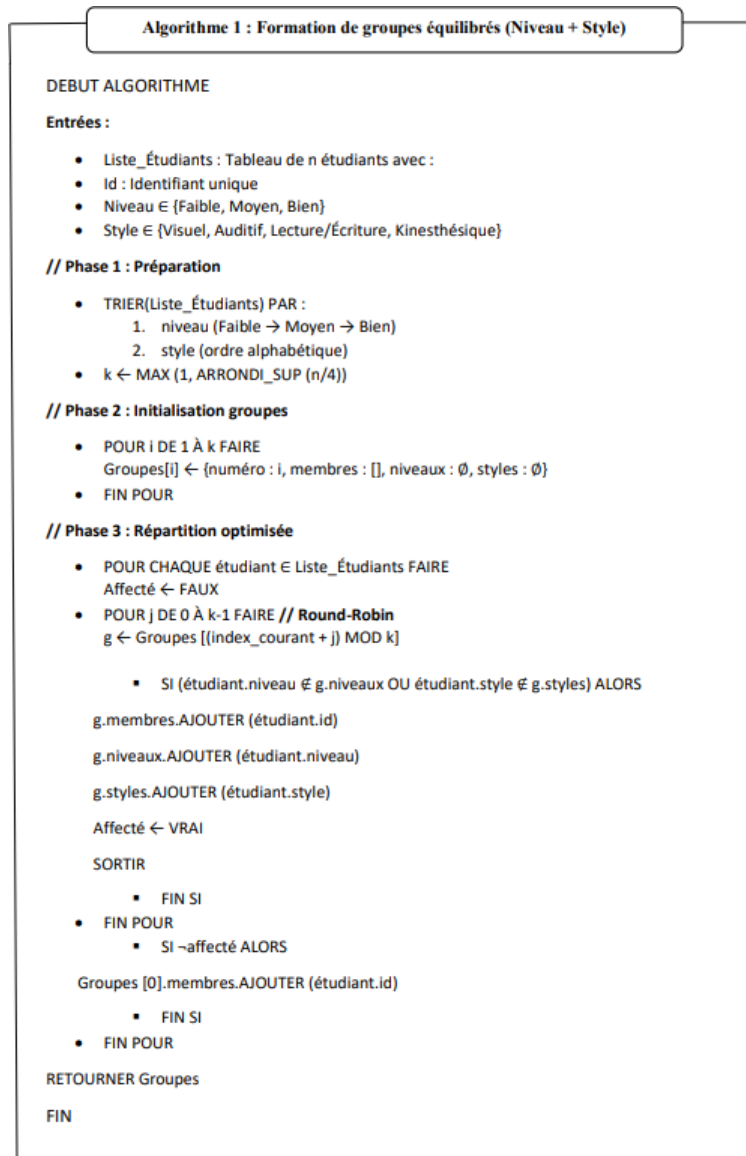


FIGURE 2.3 – L'algorithme 1.

Étapes :

Étape 1 :

Trier les étudiants

- **Tri 1** : Classez les étudiants par **niveau de compétence** en ordre croissant.
- **Tri 2** : Groupez les étudiants par **style d'apprentissage** après le tri par niveau.

Exemple :

- Étudiants triés par niveau (croissant) :

E2=(1,3), E4=(1,1), E7=(1,4), E3=(2,2), E6=(2,1), E9=(2,3), E1=(3,1), E8=(3,2), E5=(3,4).

- Étudiants triés par style (croissant) :

Niveau	Styles regroupés
1	E4(1,1), E2(1,3), E7(1,4)
2	E6(2,1), E3(2,2), E9(2,3)
3	E1(3,1), E8(3,2), E5(3,4)

TABLE 2.4 – Styles regroupés par niveau.

- Nous trions les étudiants d'abord par niveau de connaissance (N) croissant, et en cas d'égalité, par style (S) croissant.

Étape 2 :

Répartir les étudiants dans les groupes (**Répartition Round-Robin**)

- Après ce tri, on applique la méthode Round-Robin pour répartir les étudiants dans les groupes, en mélangeant les niveaux et styles.

• **Processus de la méthode :**

- Le premier élément est attribué au premier groupe.

- Le second élément est attribué au deuxième groupe.

- Continuez ainsi jusqu'au dernier groupe, puis recommencez au premier groupe si des éléments restent.

Exemple :

• **Premier passage :**

Groupe 1 : E4(1,1)

Groupe 2 : E2(1,3)

Groupe 3 : E7(1,4)

- **Deuxième passage :**

Groupe 1 : E4(1,1),E6(2,1)

Groupe 2 : E2(1,3),E3(2,2)

Groupe 3 : E7(1,4),E9(2,3)

- **Troisième passage :**

Groupe 1 : E4(1,1),E6(2,1),E1(3,1)

Groupe 2 : E2(1,3),E3(2,2),E8(3,2)

Groupe 3 : E7(1,4),E9(2,3),E5(3,4)

G1	G2	G3
E4(1,1)	E2(1,3)	E7(1,4)
E6(2,1)	E3(2,2)	E9(2,3)
E1(3,1)	E8(3,2)	E5(3,4)

TABLE 2.5 – Regroupement des éléments par groupe.

Étape 3 :

Répartir les étudiants pour diversifier les niveaux.

- Nous travaillons avec cette condition si nous avons un déséquilibre au niveau.
- Avant d'ajouter un étudiant à un groupe, on vérifie si son niveau est déjà représenté dans ce groupe.

Étape 4 :

Répartir les étudiants pour diversifier les styles.

- **Processus**

- À chaque itération, ajoutez un étudiant avec un style unique à chaque groupe.

Condition pour ajouter un étudiant à un groupe (**Éviter les doublons de styles dans un groupe**) :

Avant d'ajouter un étudiant, vérifiez que son style d'apprentissage est unique dans le groupe actuel.

Premier passage (Niveau 1) :

E4=(1,1) → Groupe 1

E2=(1,3) → Groupe 2

E7=(1,4) → Groupe 3

Deuxième passage (Niveau 2) :

$E6=(2,1) \rightarrow$ Groupe 2 (Style 1 non présent dans Groupe 2).

$E3=(2,2) \rightarrow$ Groupe 1 (Style 2 non présent dans Groupe 1).

$E9=(2,3) \rightarrow$ Groupe 3 (Style 3 non présent dans Groupe 3).

Troisième passage (Niveau 3) :

$E1=(3,1) \rightarrow$ Groupe 3 (Style 1 non présent dans Groupe 3).

$E8=(3,2) \rightarrow$ Groupe 2 (Style 2 non présent dans Groupe 2).

$E5=(3,4) \rightarrow$ Groupe 1 (Style 4 non présent dans Groupe 1).

Résultat :

G1	G2	G3
$E4(1,1)$	$E2(1,3)$	$E7(1,4)$
$E3(2,2)$	$E6(2,1)$	$E9(2,3)$
$E5(3,4)$	$E8(3,2)$	$E1(3,1)$

TABLE 2.6 – Regroupement des éléments par groupe.

4.2 Regroupement par niveau de connaissance et statut collaboratif :

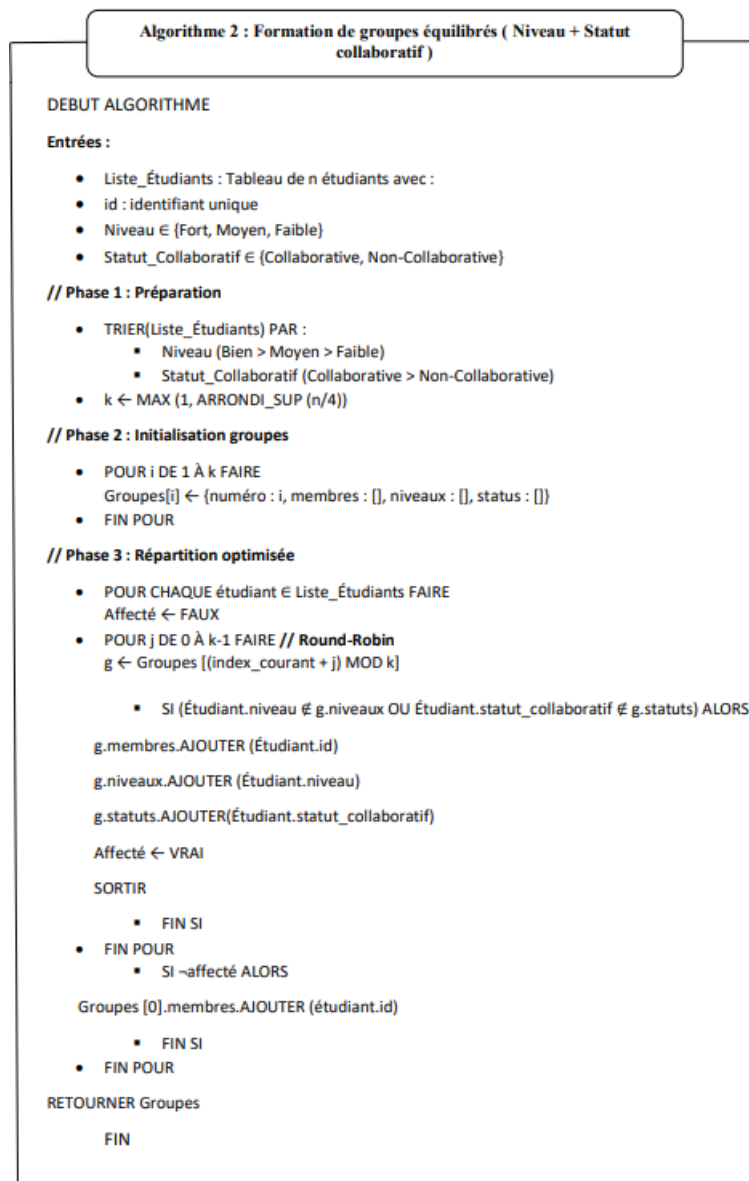


FIGURE 2.4 – L'algorithme 2.

Explication du parametre Statut Collaboratif dans l'Algorithme 2 :

- Le Statut Collaboratif est une classification attribuée à chaque étudiant pour refléter son niveau d'engagement dans les activités collaboratives d'un module. Il peut prendre deux valeurs possibles : (**Collaborative** ou **Non-Collaborative**).

- Le statut collaboratif est basé sur un score collaboratif, calculé à partir de trois indicateurs mesurables :

• **Nombre de messages envoyes** par l'étudiant dans le module (**x1**).

- **Nombre de tests collaboratifs terminés (x2).**

- **Nombre de réponses publiées dans la discussion** du module **(x3).**

- Le score collaboratif est obtenu avec la formule suivante :

$$\text{Score collaboratif} = 1.x1 + 2.x2 + 3.x3$$

Les coefficients (1, 2, 3) indiquent l'importance relative de chaque indicateur.

- Ensuite, un seuil est calculé pour diviser les étudiants en deux groupes :

$$\text{Seuil} = (\text{Score Minimum} + \text{Score Maximum}) / 2$$

- Si le score collaboratif d'un étudiant est supérieur ou égal au seuil, il est classé comme Collaborative.

- Sinon, il est classé comme Non-Collaborative.

Étape :

L'algorithme 2 applique un processus identique à celui de l'algorithme 1 pour constituer les groupes, tout en ajustant les critères pour prendre en compte les niveaux et les statuts collaboratifs.

Exemple :

- Étudiants triés par niveau (décroissant) et statut collaboratif :

E1=(Bon, Collaborative), E7=(Bon, Collaborative), E2=(Bon, Non-Collaborative),
E3=(Moyen, Collaborative), E4=(Moyen, Non-Collaborative), E8=(Moyen, Non-Collaborative),
E5=(Faible, Collaborative), E9=(Faible, Collaborative), E6=(Faible, Non-Collaborative).

- Répartir les étudiants dans les groupes (Répartition Round-Robin) :

Premier passage (Niveau Bon) :

E1=(Bon, Collaborative) → Groupe 1.

E7=(Bon, Collaborative) → Groupe 2.

E2=(Bon, Non-Collaborative) → Groupe 3.

Deuxième passage (Niveau Moyen) :

E3=(Moyen, Collaborative) → Groupe 3 (Statut Collaborative non présent dans Groupe 3).

E4=(Moyen, Non-Collaborative) → Groupe 1 (Statut Non-Collaborative non présent dans Groupe 1).

E8=(Moyen, Non-Collaborative) → Groupe 2 (Statut Non-Collaborative non présent dans Groupe 2).

Troisième passage (Niveau Faible) :

E5=(Faible, Collaborative) → Groupe 2 (Statut Collaborative déjà présent, mais pas d'autre choix disponible).

E9=(Faible, Collaborative) → Groupe 1 (Statut Collaborative déjà présent, mais pas[]).

E6=(Faible, Non-Collaborative) → Groupe 3 (Statut Non-Collaborative déjà présent, mais pas d'autre choix disponible).

Résultat :

G1	G2	G3
E7(Bon, Collaborative)	E2(Bon, Non-Collaborative)	E1(Bon, Collaborative)
E8(Moyen,NonCollaborative)	E4(Moyen,Non-Collaborative)	E3(Moyen, Collaborative)
E5(Faible, Collaborative)	E9(Faible, Collaborative)	E6(Faible,Non-Collaborative)

TABLE 2.7 – Regroupement des éléments par groupe (Diversification des statuts collaboratifs).

4.3 Regroupement par l'algorithme génétique :

Les algorithmes génétiques sont des algorithmes de recherche basés sur la mécanique de la sélection naturelle et la génétique naturelle [Goldberg, 1989]. Ils ont été appliqués par Wang pour résoudre des groupes hétérogènes afin d'obtenir l'équité, la justice et la flexibilité dans la formation des groupes [Wang *et al.*, 2007].

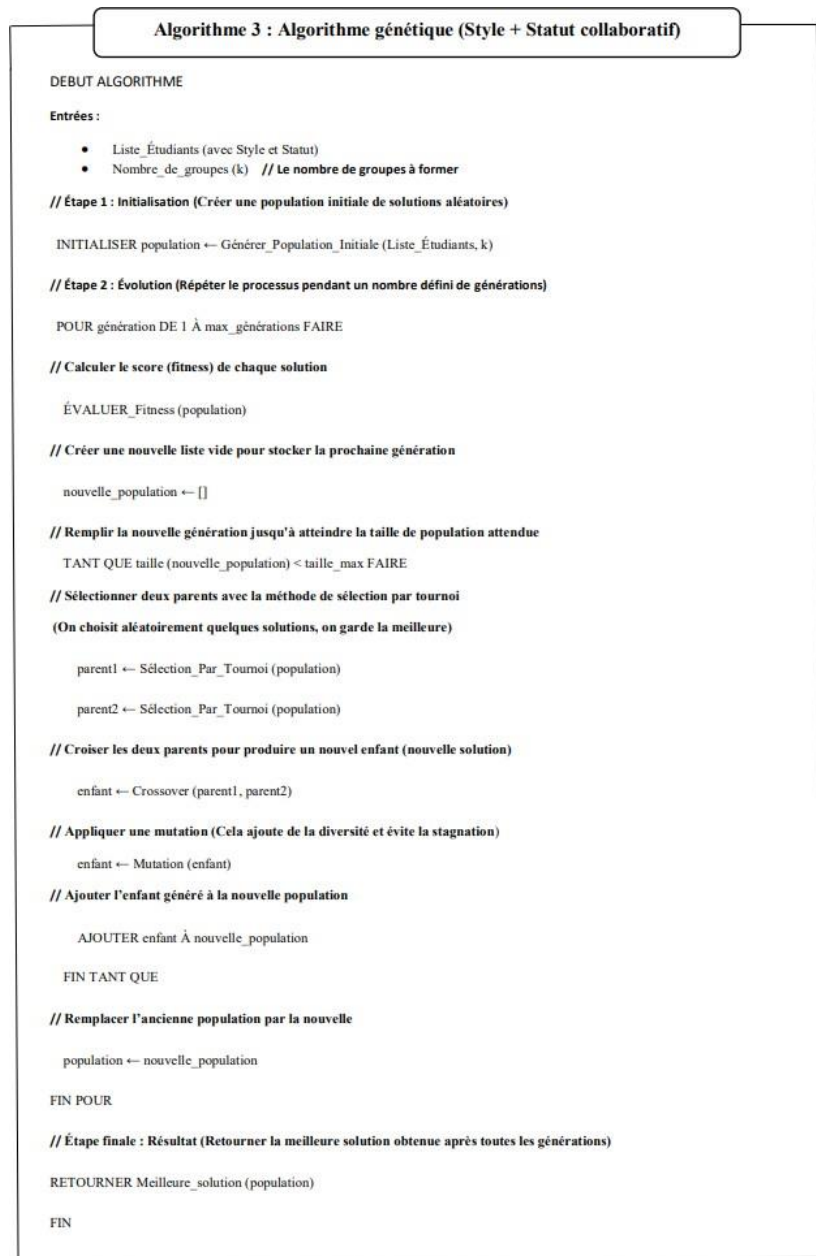


FIGURE 2.5 – L'algorithme 3.

Détail de l'algorithme génétique :

a) Représentation des chromosomes :

- Chaque chromosome représente une solution de regroupement :

Un tableau contenant des groupes, chaque groupe étant une liste d'IDs d'étudiants.

b) Critères :

L'algorithme combine les deux critères :(pour créer des groupes équilibrés).

- **Style d'apprentissage** (Visuel, Auditif, Lecture/Écriture, Kinesthésique).
- **Statut collaboratif** (Collaboratif, Non-collaboratif).

c) La fonction fitness :

$$\text{Score_groupe} = \text{Diversité_Style} + \text{Diversité_Statut}$$

Avec : - **Diversité_Style** = nombre de styles uniques dans le groupe (entre 1 et 4).

- **Diversité_Statut** =

- 2 si les deux statuts (Collaboratif et Non-Collaboratif) sont présents.
- 1 si un seul des deux est présent.

Évaluation : Appliquer la fonction de fitness à chaque chromosome de la population.

d) Sélection : La méthode du Tournoi (Tournament Selection)

Principe de la méthode :

- La méthode de sélection de tournoi consiste à sélectionner un sous-ensemble d'individus de la population de manière aléatoire et à choisir le meilleur individu parmi ce groupe pour la reproduction.

Voici comment cela fonctionne :

1. Sélection d'un sous-ensemble : Un certain nombre d'individus sont choisis au hasard dans la population. Ce nombre constitue la taille du tournoi.

2. Évaluation des individus : On évalue les individus en fonction de leur fitness.

3. Sélection du gagnant : L'individu avec la meilleure fitness parmi les participants du tournoi est sélectionné.

4. Répétition : Le processus est répété pour sélectionner plusieurs individus pour la génération suivante.

e) Opérateurs génétiques :

Nous allons également utiliser les opérateurs génétiques, dont le fonctionnement est illustré à travers cet exemple de **croisement** (cross-over) et de **mutation**.

Chromosome X	groupe	2	1	3	2	1	3	2	1	3
	ID-étudiant	2	5	8	3	1	6	4	7	9

Chromosome Y	groupe	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	ID-étudiant	5	3	6	2	4	9	8	7	1

FIGURE 2.6 – Chromosomes.

Enfant 1	groupe	2	1	3	2	2	3	1	2	3
	ID-étudiant	2	5	8	3	4	9	8	7	1

Enfant 2	groupe	1	2	3	1	1	3	2	1	3
	ID-étudiant	5	3	6	2	1	6	4	7	9

FIGURE 2.7 – Croisement monopoint.

Prenons le chromosome X et appliquons une mutation. Imaginons que nous sélectionnons la position 4 où (groupe = 2 et ID étudiant = 3).

Chromosome X	groupe	2	1	3	2	1	3	2	1	3
	ID-étudiant	2	5	8	3	1	6	4	7	9

FIGURE 2.8 – Chromosome X.

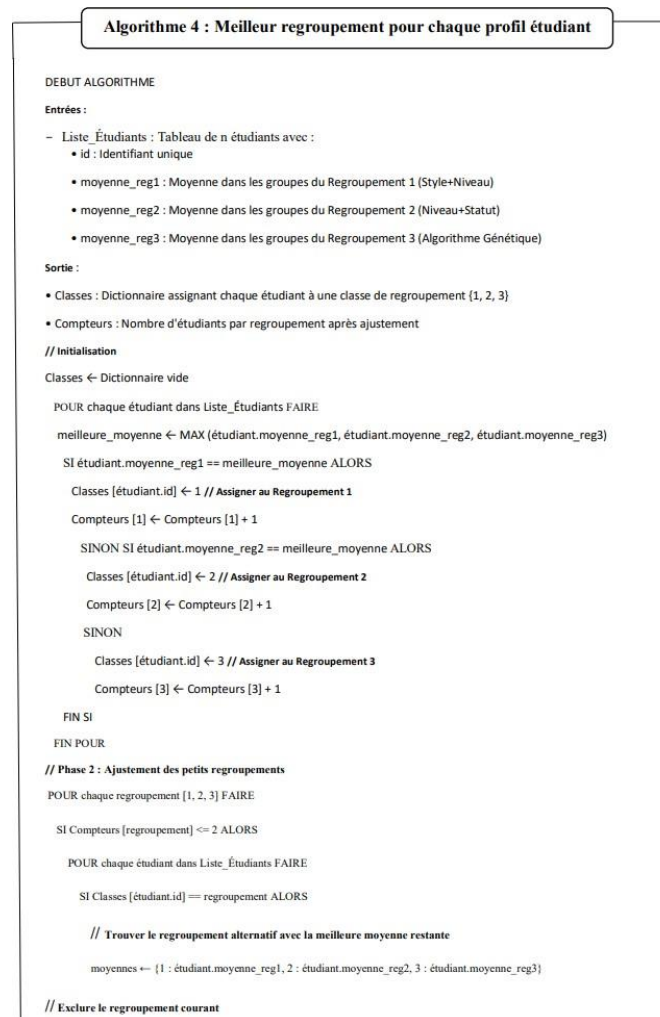
Remplaçons ces valeurs par des valeurs aléatoires valides. par exemple :

- Nouveau groupe = 1
- Nouvel ID étudiant = 4

Chromosome X	groupe	2	1	3	1	1	3	2	1	3
	ID-étudiant	2	5	8	4	1	6	4	7	9

FIGURE 2.9 – Mutation monopoint.

4.4 Algorithme d'adaptation :



```

SUPPRIMER moyennes [regroupement]

// Trouver la meilleure moyenne alternative
meilleure_alternative ← CLE du MAX (moyennes.valeurs)

// Réaffecter l'étudiant
Classes [étudiant.id] ← meilleure_alternative
SUPPRIMER moyennes [regroupement]

Compteurs [meilleure_alternative] ← Compteurs [meilleure_alternative] + 1

Compteurs [regroupement] ← Compteurs [regroupement] - 1

FIN SI
FIN POUR
FIN SI
FIN POUR
RETOURNER Classes
FIN ALGORITHME

```

FIGURE 2.10 – L'algorithme 4.

Explication d'algorithme :

Cet algorithme détermine le regroupement optimal pour chaque étudiant en comparant ses performances individuelles (moyennes) dans les trois méthodes de regroupement :

- Regroupement 1 (Style d'apprentissage + Niveau).
- Regroupement 2 (Niveau + Statut collaboratif).
- Regroupement 3 (Algorithme génétique).

- Pour chaque étudiant, on compare ses trois moyennes (une par regroupement).
- On sélectionne le regroupement où sa moyenne est la plus élevée.
- En cas d'égalité, une priorité est appliquée :

Regroupement 1 > Regroupement 2 > Regroupement 3

Exemple d'Application :

ID	moyenne_reg1	moyenne_reg2	moyenne_reg3
1	14.0	96.2	36.2
2	42.3	42.3	27.9
3	12,9	43.1	62,9

TABLE 2.8 – Données d'entrée.

Sortie de l'algorithme :

- ID 1 : Regroupement 2 (96.2 > autres)
- ID 2 : Regroupement 1 (42.3 = priorité)
- ID 3 : Regroupement 3 (62.9 > autres)

Conclusion

Nous avons présenté dans ce chapitre les objectifs de notre travail. Puis avons décrit l'architecture globale et détaillée du système ainsi que les différents acteurs impliqués, afin d'offrir une vision d'ensemble. Par la suite, nous avons proposé trois méthodes de regroupement des apprenants, chacune basée sur des critères spécifiques et appliquée selon une approche différente.

Dans le chapitre suivant, nous allons décrire les étapes de réalisation de notre travail selon la conception que nous avons proposée.

Chapitre 3

Chapitre 3

Implémentation du Système

Introduction

Ce chapitre a pour objectif de décrire la mise en œuvre de l'approche de regroupement des apprenants dans un système d'apprentissage collaboratif. Il aborde d'abord les ressources techniques utilisées, notamment les langages de programmation et l'environnement de développement, avant d'expliquer le processus d'accès au système selon les différents rôles utilisateurs (étudiants, enseignants et administrateur). Enfin, il expose les résultats réalisés pour valider le bon fonctionnement du système et la pertinence de la méthode de regroupement proposée.

1 Les Langages de programmation

1.1 HTML

HTML représente l'acronyme de HyperText Markup Language. c'est un langage de balisage, et non un langage de programmation, qui sert à annoter le texte afin de déterminer sa structure et son affichage sur les navigateurs web. C'est le fondement de tous les sites Web et est enrichi par CSS pour l'aspect visuel et JavaScript pour l'interaction [W1].

1.2 CSS

CSS signifie Cascading Style Sheets en anglais. Cela permet de spécifier la mise en forme des éléments HTML dans un fichier séparé nommé fichier CSS avec l'extension .css. il est employé pour définir la mise en page et le design d'une page Web. Avec CSS, vous avez la possibilité de gérer la couleur du texte, le design des polices, l'espace entre les paragraphes, la dimension et l'agencement des colonnes, ainsi que les images ou les teintes de fond appliquées. CSS a la capacité de gérer la disposition de plusieurs pages web simultanément [W2].

1.3 Java script

JavaScript est un langage de programmation ou de script qui vous offre la possibilité d'intégrer des fonctionnalités sophistiquées aux pages Web. Dès lors qu'une page internet ne se limite pas à présenter des informations statiques que vous pouvez lire (actualisation

de contenu en direct, cartes interactives, graphiques animés en 2D/3D, jukeboxes vidéo défilants, etc.), il est fort probable que JavaScript y joue un rôle. Ceci représente la troisième couche du gâteau multi-niveaux qu'est le standard des technologies web, dont deux (HTML et CSS) ont été traitées de manière beaucoup plus exhaustive dans d'autres sections de la zone d'apprentissage [W3].

1.4 PHP

PHP «Hypertext Preprocessor» est un langage de script open source, interprété et orienté objet, conçu pour s'exécuter sur le serveur. PHP est particulièrement approprié pour le développement web. On l'utilise donc pour concevoir des applications web (une application qui fonctionne sur le serveur et produit la page dynamique) [W4].

2 Les outils de développement

2.1 Visual Studio Code

Visual Studio Code fusionne l'aisance d'un éditeur de code source avec des outils de développement performants, tels que la complétion automatique et le débogage de code IntelliSense.

Avant tout, c'est un éditeur qui ne vous dérange pas. Le cycle de modification-crétion-debugging, agréablement fluide, réduit le temps passé à gérer votre environnement et augmente celui consacré à la réalisation de vos idées [W5].

2.2 XAMPP

XAMPP est un acronyme où X représente Cross-Platform, A pour Apache, M pour MySQL et P correspond à PHP et Perl respectivement. C'est un ensemble de solutions Web open source qui inclut une distribution Apache pour divers serveurs, des exécutables en ligne de commande et des modules comme le serveur Apache, MariaDB, PHP et Perl.

XAMPP permet à un utilisateur ou à un serveur local d'expérimenter son site web et ses clients en utilisant des ordinateurs de bureau et portables avant de le déployer sur le serveur principal. C'est une plateforme qui offre un environnement adéquat pour l'essai et la validation de projets basés sur Apache, Perl, MySQL et PHP, directement à travers le système de l'hôte en question. Parmi ces outils, Perl se présente comme un langage de programmation destiné au développement Web, PHP est un langage de script côté serveur et MariaDB est la base de données la plus populaire conçue par MySQL [W6].

2.3 MySQL

MySQL est un système de gestion de base de données relationnelle (SGBDR) développé par Oracle, basé sur le langage SQL. Une base de données représente une organisation structurée des données. Elle peut être aussi simple qu'une liste d'achats, une galerie d'images ou un vaste dépôt d'informations au sein d'un réseau d'entreprise. Plus précisément, une base de données relationnelle constitue un espace numérique dédié à la collecte et l'organisation des données selon le modèle relationnel. Dans ce cadre, les tables sont formées de lignes et de colonnes, et les relations entre les éléments d'information obéissent

toutes à une structure logique rigoureuse. Un SGBDR n'est autre que l'ensemble des outils logiciels déployés pour réaliser, administrer et interroger une telle base de données [W7].

3 Présentation du Système

Cette section présente les différentes interfaces et fonctionnalités de notre système. Elle se compose de trois zones distinctes, chacune spécialement conçue pour répondre aux besoins des étudiants, des enseignants et de l'administrateur.

3.1 Logo

le logo représente la plateforme «TeamLearn», un espace collaboratif dont le nom reflète l'esprit de travail en équipe et d'apprentissage partagé .



FIGURE 3.1 – Logo du plateforme.

3.2 L'interface principale

La figure ci-dessous montre l'interface principale de la plateforme «TeamLearn».

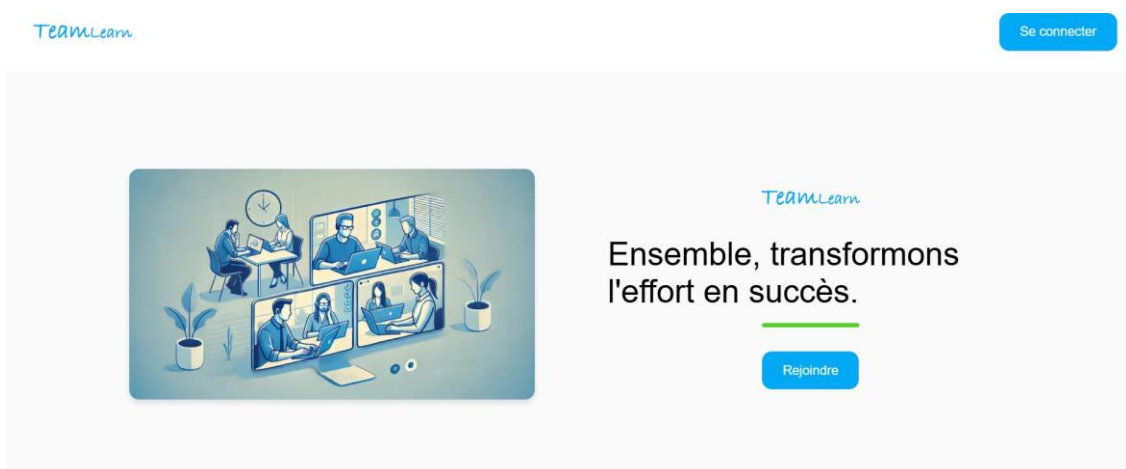


FIGURE 3.2 – L'interface principale.

3.3 Espace d'inscription et connexion

Les étudiants et les enseignants peuvent s'inscrire **figure A** ou se connecter avec leur adresse e-mail et leur mot de passe pour accéder à leur espace personnel **figure B**.



FIGURE 3.3 – Inscription.



FIGURE 3.4 – Connexion.

3.4 Les espaces des acteurs

Chaque espace comprend plusieurs interactions. Pour une description plus détaillée, veuillez consulter **l'annexe**.

- **Espace enseignant :**

Dans son espace, l'enseignant peut réaliser plusieurs actions dont les plus importantes sont :



FIGURE 3.5 – Panneau d'enseignant.

Consulter la liste des apprenants inscrits aux modules de l'enseignant lui-même et accéder à leurs profils.

Étudiants ayant passé les prétests

Rechercher un étudiant... Tous les niveaux

NOM COMPLET	EMAIL	NIVEAU	STYLE D'APPRENTISSAGE	ACTIONS
Adel Maouche	adel.maouche@gmail.com	4eme_annee	Visuel	Voir
Amina Cherif	amina.cherif@gmail.com	2eme_annee	Kinesthésique	Voir
BenaissaFaiza	faizaben@gmail.com	2eme_annee	Lecture/Écriture	Voir
Bilal Rahmani	bilal.rahmani@gmail.com	3eme_annee	Kinesthésique	Voir
Chaima Berkani	chaima.berkani@gmail.com	2eme_annee	Visuel	Voir
emmy	oumeddourimene1@gmail.com	3eme_annee	Auditif	Voir
emmyOR	oumeddourimene@gmail.com	1ere_annee	Auditif	Voir
Imane Djebbar	imane.djebbar@gmail.com	1ere_annee	Visuel	Voir
imene	imeneor20@gmail.com	1ere_annee	Visuel	Voir

FIGURE 3.6 – la liste des apprenants.

Ajouter des cours aux modules qu'il enseigne.

Gestion des Modules

+ Ajouter un Syllabus

Mes Modules

Mathematiques

Description: Analyse,Algèbre...

Période: du 01/06/2025 au 30/06/2025

[Générer pré-test \(QCM\)](#)

[Ajouter cours](#) [Voir étudiants](#)

[Supprimer](#)

Physique

Description: test...

Période: du 04/06/2025 au 17/07/2025

-- Type test -- [Créer pré-test](#)

[Supprimer](#)

FIGURE 3.7 – Gestion des modules.

L'interface affiche des sections pour chaque module contenant les groupes.

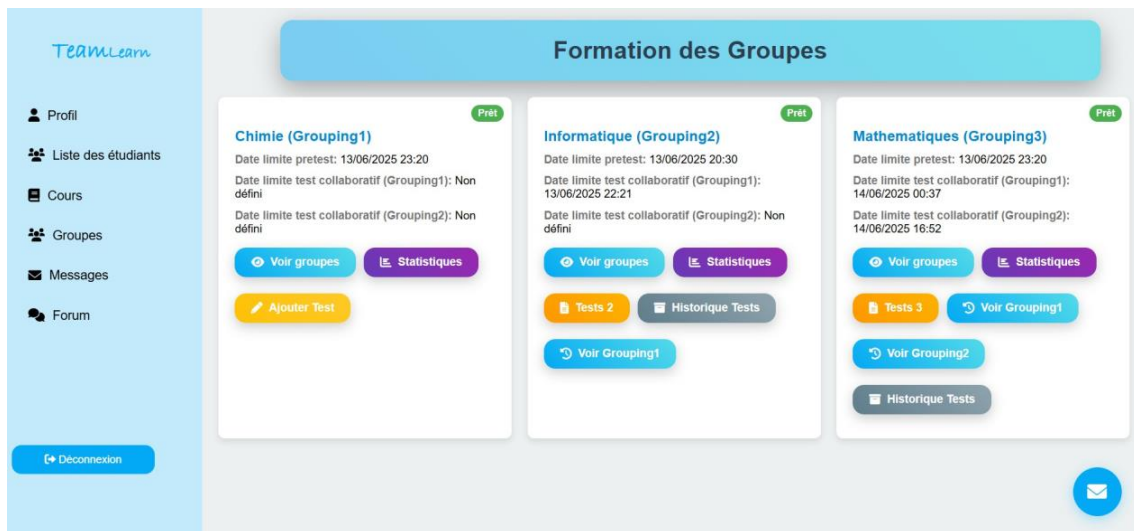


FIGURE 3.8 – Interface de formation des groupes.

• Espace Administrateur :

L'administrateur est responsable de l'acceptation ou du refus des comptes utilisateurs (enseignant ou apprenant), de l'affectation des modules pour l'enseignant et de consulter toutes les informations saisies par l'enseignant ou l'étudiant (historique).



FIGURE 3.9 – Panneau d'administrateur.

Ces informations permettent d'accepter ou de rejeter des demandes d'inscription d'apprenants ou d'enseignants.

ID	Nom complet	Photo	Carte professionnelle	Statut	Date d'inscription	Actions
13	emmyOR33			ACTIF	11/05/2025	Désactiver Supprimer Voir
12	emmyOR			ACTIF	10/05/2025	Désactiver Supprimer Voir
8	imene			ACTIF	04/05/2025	Désactiver Supprimer Voir
7	MedTaher			ACTIF	04/05/2025	Désactiver Supprimer Voir
6	BenaissaFaiza			INACTIF	04/05/2025	Activer Supprimer Voir
5	KolliMarwa			ACTIF	04/05/2025	Désactiver Supprimer Voir

FIGURE 3.10 – La page de confirmation des apprenants.

ID	Nom complet	Email	Modules	Photo	Carte professionnelle	Statut	Actions
4	hadjeris	hadjeris@gmail.com	Informatique, Mathématiques, Chimie			ACTIF	Voir Modules Désactiver Supprimer
3	faiza	faiza@gmail.com	Mathématiques, Physique, Biologie			ACTIF	Voir Modules Désactiver Supprimer

FIGURE 3.11 – La page de confirmation des enseignants.

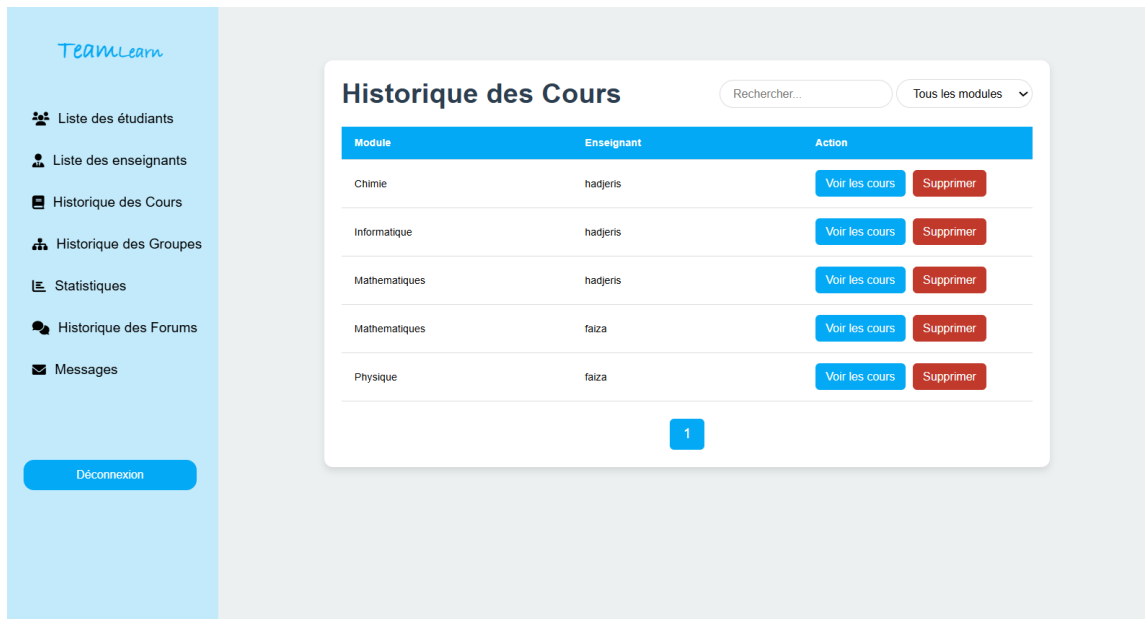


FIGURE 3.12 – gestion des modules côté administrateur.

• Espace apprenant :

L'étudiant peut consulter les cours, passer des pré-tests, appartenir à des groupes, communiquer avec les autres membres et participer aux forums...

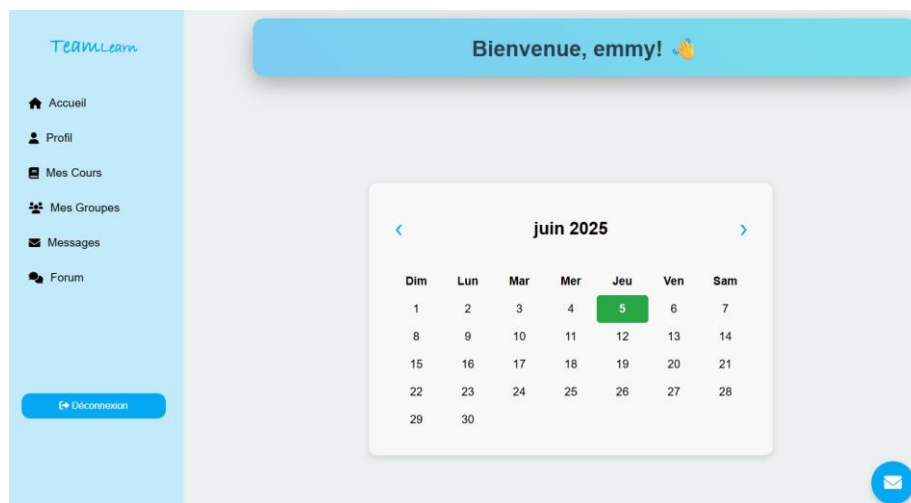


FIGURE 3.13 – L'accueil de l'espace apprenant.

L'étudiant a la possibilité de consulter tous les cours après le pré-test de son niveau grâce à des QCM ou QCS pour chaque module.

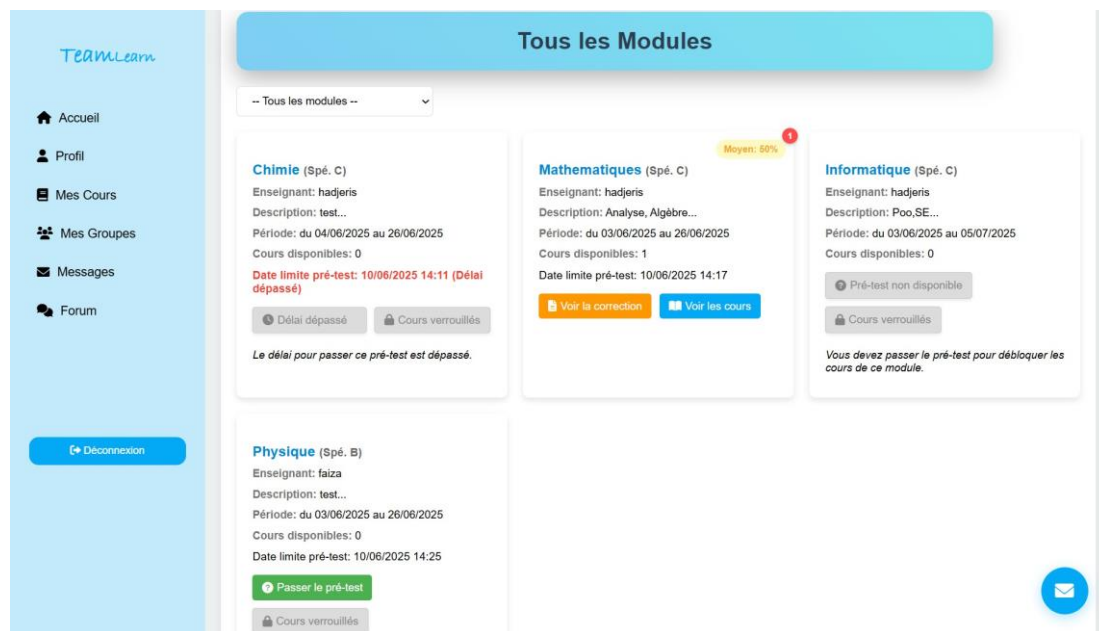


FIGURE 3.14 – La liste des modules.

Le groupe auquel l'apprenant appartient pour chaque module.

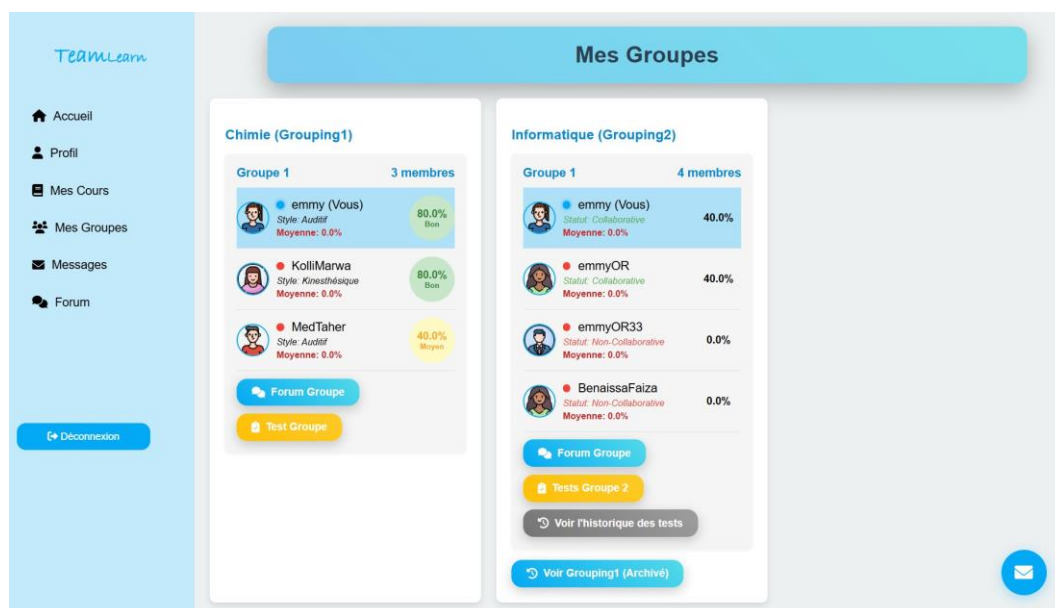


FIGURE 3.15 – Liste des groupes former.

4 Résultats

Dans cette section, nous allons présenter les résultats obtenus à partir des regroupements. Il est important de préciser que ces résultats ne sont pas basés sur des données réelles. En effet, on n'a pas eu suffisamment de temps pour mettre la plateforme en ligne, ce qui aurait permis aux apprenants de s'inscrire, de passer les tests, et ainsi de générer des données réelles et exploitables. Cela aurait permis d'évaluer plus précisément l'efficacité de chaque algorithme de regroupement.

En attendant, les résultats présentés ici sont virtuels. Chaque module possède ses propres résultats spécifiques, ce qui permet d'observer le fonctionnement de l'algorithme à partir de ces données.

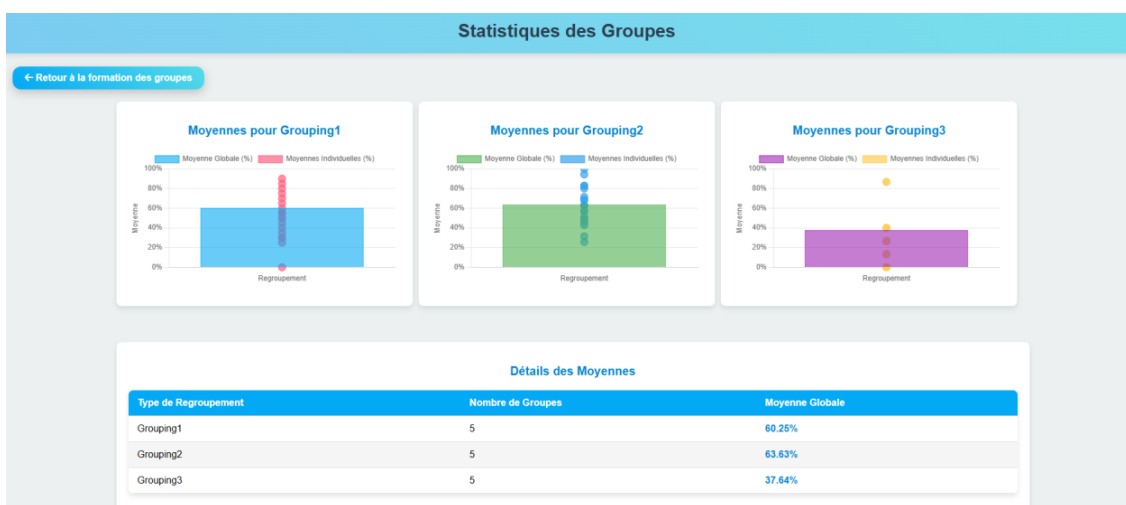


FIGURE 3.16 – Résumé graphique des résultats des regroupements.

Cette figure présente la médiane des moyennes globales obtenues pour chaque regroupement (Grouping1, Grouping2, Grouping3). Les barres colorées indiquent la moyenne globale pour chaque regroupement, tandis que les points superposés représentent les moyennes individuelles des membres au sein des groupes correspondants. Cette visualisation permet de comparer la performance moyenne de chaque méthode de regroupement appliquée. Cela permet de déterminer quel regroupement donne les meilleures performances.

Nous présentons également une figure illustrant les moyennes individuelles de chaque apprenant pour chacun des trois regroupements. Chaque apprenant est donc représenté par trois points distincts dans le graphique, chacun d'une couleur différente, correspondant à ses performances dans chaque regroupement. Cela permet d'observer non seulement la variabilité des résultats selon le type de regroupement, mais aussi la progression de chaque apprenant selon l'aspect cognitif.

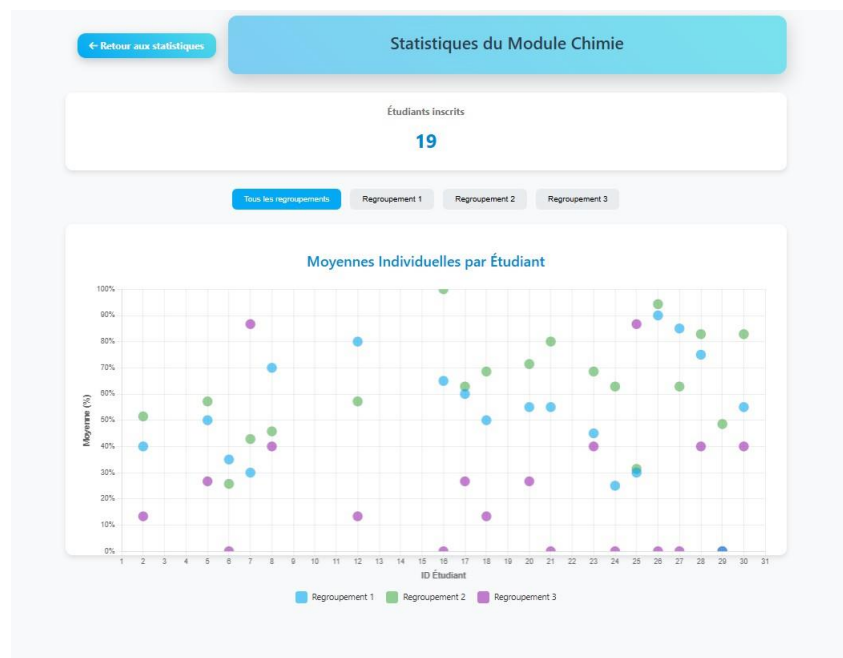


FIGURE 3.17 – Évolution des moyennes individuelles des apprenants selon les trois regroupements.

Chaque moyenne est représentée par un point coloré indiquant le type de regroupement :

- La couleur bleue représente les moyennes obtenues dans le Regroupement 1 (basé sur le style et le niveau d'apprentissage).
- La couleur verte correspond au Regroupement 2 (fondé sur l'indice de collaboration et la moyenne générale).
- La couleur mauve indique les résultats du Regroupement 3 (algorithme génétique).



FIGURE 3.18 – Comparaison visuelle des moyennes individuelles selon les trois regroupements

Conclusion

Dans ce dernier chapitre, nous avons abordé la phase de réalisation de notre plateforme en présentant les outils logiciels essentiels ayant facilité notre travail, notamment l'environnement de développement et les langages de programmation utilisés.

Toutefois, l'objectif central de ce chapitre est de mettre en évidence les résultats du regroupement, qui constituent un enjeu majeur de notre projet.

Ces résultats ont été obtenus à partir d'un échantillon fictif virtuel, dans l'espoir qu'ils puissent être ultérieurement testés avec de vrais étudiants afin d'en valider la pertinence.

Conclusion générale

Dans ce projet de fin d'études, nous nous sommes intéressés au domaine des CSCL et aux stratégies utilisées pour le regroupement des apprenants. Malgré l'existence de nombreuses études liées à cette problématique, nous nous sommes penchés sur l'adaptation de la meilleure stratégie de regroupement afin d'assurer la progression sur le plan cognitif et collaboratif des membres du groupe.

Vu l'intérêt récent porté à la recherche, il convient de noter que les caractéristiques des membres du groupe doivent faire l'objet d'une attention particulière, ce qui nous a conduits à fournir tous les moyens nécessaires pour obtenir une enquête pouvant révéler ces caractéristiques.

L'acquisition de ces statistiques nécessite un environnement collaboratif, ce qui nous a conduits à atteindre plusieurs types d'agrégation : le style d'apprentissage, le profil cognitif et la sélection des traces à travers lesquelles nous avons exploité l'interaction entre les membres du groupe et les moyens de communication pour atteindre les statistiques collaboratives qui nous ont aidés à appliquer les stratégies de regroupement que nous avons élaborées.

Un algorithme d'amélioration génétique a été utilisé comme étant une troisième stratégie de regroupement pour fonctionner avec plusieurs variables comme le style d'apprentissage et le score collaboratif des apprenants, les résultats obtenus sont très encourageants et les groupes obtenus sont homogènes en termes de score cognitif moyen pour les groupes. Nous avons rencontré plusieurs problèmes dans le processus d'incarnation du projet, tels que l'absence d'une base de données à expérimenter, et en raison de la longue période que nous avons passée pour parvenir à la mise en œuvre de la plateforme entièrement avec la prise en compte de tous les paramètres utilisés pour nos algorithmes, nous avons constaté que le temps n'était pas suffisant pour préparer et tester la plateforme avant l'arrivée des examens des étudiants.

Par comparaison entre ces dernières stratégies, nous avons défini un algorithme d'adaptation du meilleur regroupement aux apprenants pour approuver l'efficacité de notre travail dans le manque d'une population réelle pour valoriser ce travail qui aura une continuité très prochainement.

Nous visons, dans un avenir proche, à expérimenter la plateforme en impliquant le corps enseignant et étudiants au début de l'année universitaire prochaine avec plusieurs modules.

Notre application nécessite des améliorations ; qu'on peut les énumérer comme suit :
- Augmenter le nombre des cours et test dans la plateforme. - Ajouter le concept des niveaux de difficulté du test : pour la personnalisation de l'enseignement (scenarios adapté à l'apprenant). - Ajouter des notifications de recommandation des contenus, selon les lacunes de l'apprenant.

Bibliographie

- [Abnar *et al.*, 2012] ABNAR, S., OROOJI, F. et TAGHIYAREH, F. (2012). An evolutionary algorithm for forming mixed groups of learners in web based collaborative learning environments. *In 2012 IEEE international conference on technology enhanced education (ICTEE)*, pages 1–6. IEEE.
- [Adán-Coello *et al.*, 2011] Adán-COELLO, J. M., TOBAR, C. M., de FARIA, E. S. J., de MENEZES, W. S. et de FREITAS, R. L. (2011). Forming groups for collaborative learning of introductory computer programming based on students' programming skills and learning styles. *International Journal of Information and Communication Technology Education (IJICTE)*, 7(4):34–46.
- [Agustín-Blas *et al.*, 2008] AGUSTÍN-BLAS, L. E., SALCEDO-SANZ, S., ORTIZ-GARCÍA, E., PEREZ-BELLIDO, A. et PORTILLA-FIGUERAS, A. (2008). Assignment of students to preferred laboratory groups using a hybrid grouping genetic algorithm. *In 2008 Eighth International Conference on Hybrid Intelligent Systems*, pages 48–52. IEEE.
- [Algahtani, 2011] ALGAHTANI, A. F. (2011). *Evaluating the effectiveness of the e-learning experience in some universities in Saudi Arabia from male students' perceptions*. Thèse de doctorat, Durham University.
- [Amara *et al.*, 2016] AMARA, S., MACEDO, J., BENDELLA, F. et SANTOS, A. (2016). Group formation in mobile computer supported collaborative learning contexts : A systematic literature review. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(2):258–273.
- [Ani *et al.*, 2010] ANI, Z. C., YASIN, A., HUSIN, M. Z. et HAMID, Z. A. (2010). A method for group formation using genetic algorithm. *International Journal on Computer Science and Engineering*, 2(9):3060–3064.
- [Arkorful *et al.*, 2015] ARKORFUL, V., ABAIDOO, N. *et al.* (2015). The role of e-learning, advantages and disadvantages of its adoption in higher education. *International journal of instructional technology and distance learning*, 12(1):29–42.
- [Chen, 2012] CHEN, R.-C. (2012). Grouping optimization based on social relationships. *Mathematical Problems in Engineering*, 2012(1):170563.
- [Chevallier *et al.*, 2021] CHEVALLIER, M., ROGOVSKI, N., BOUFARES, F., GROZAVU, N. et CLAIRMONT, C. (2021). Techniques de génération de population initiale d'algorithmes génétiques pour la sélection de caractéristiques. *In 9 e Conférence Internationale Francophone sur la Science des Données*, page 1.
- [Christodouloupoulos et Papanikolaou, 2007] CHRISTODOULOPOULOS, C. E. et PAPANIKOLAOU, K. A. (2007). A group formation tool in an e-learning context. *In 19th IEEE international conference on tools with artificial intelligence (ICTAI 2007)*, volume 2, pages 117–123. IEEE.

-
- [Ciptayani *et al.*, 2016] CIPTAYANI, P. I., DEWI, K. C. et SENTANA, I. W. B. (2016). Student grouping using adaptive genetic algorithm. In *2016 International Electronics Symposium (IES)*, pages 375–379. IEEE.
- [Clément, 2013] CLEMENT, C. (2013). Chapitre 1. qu’est-ce que l’apprentissage ? *Psycho Sup*, pages 3–19.
- [Contreras *et al.*, 2017] CONTRERAS, R., SALCEDO, P. *et al.* (2017). Genetic algorithms as a tool for structuring collaborative groups. *Natural Computing*, 16(2):231.
- [Cruz et Isotani, 2014] CRUZ, W. M. et ISOTANI, S. (2014). Group formation algorithms in collaborative learning contexts : A systematic mapping of the literature. In *Collaboration and Technology : 20th International Conference, CRIWG 2014, Santiago, Chile, September 7-10, 2014. Proceedings 20*, pages 199–214. Springer.
- [Education] EDUCATION, C. W. Computer-supported collaborative learning.
- [Fan *et al.*, 2011] FAN, Z.-P., CHEN, Y., MA, J. et ZENG, S. (2011). Erratum : A hybrid genetic algorithmic approach to the maximally diverse grouping problem. *Journal of the Operational Research Society*, 62(7):1423–1430.
- [Goldberg, 1989] GOLDBERG, D. E. (1989). *Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning*. Addison-Wesley, Reading, Menlo Park.
- [Graf et Bekele, 2006] GRAF, S. et BEKELE, R. (2006). Forming heterogeneous groups for intelligent collaborative learning systems with ant colony optimization. In *International conference on intelligent tutoring systems*, pages 217–226. Springer.
- [Henri et Basque, 2003] HENRI, F. et BASQUE, J. (2003). Conception d’activités d’apprentissage collaboratif en mode virtuel.
- [Henri et Lundgren-Cayrol, 2001] HENRI, F. et LUNDGREN-CAYROL, K. (2001). *Apprentissage collaboratif à distance*. Puq.
- [Ho *et al.*, 2009] HO, T.-F., SHYU, S. J., WANG, F.-H. et LI, C. T.-J. (2009). Composing high-heterogeneous and high-interaction groups in collaborative learning with particle swarm optimization. In *2009 WRI World congress on computer science and information engineering*, volume 4, pages 607–611. IEEE.
- [Hübscher, 2010] HÜBSCHER, R. (2010). Assigning students to groups using general and context-specific criteria. *IEEE transactions on learning technologies*, 3(3):178–189.
- [Hwang *et al.*, 2008] HWANG, G.-J., YIN, P.-Y., HWANG, C.-W. et TSAI, C.-C. (2008). An enhanced genetic approach to composing cooperative learning groups for multiple grouping criteria. *Journal of Educational Technology & Society*, 11(1):148–167.
- [Jozan *et al.*, 2012] JOZAN, M. M. B., TAGHIYAREH, F. et FAILI, H. (2012). An inversion-based genetic algorithm for grouping of students. In *Proc. 7th Int. Conf. Virtual Learn*, volume 1, pages 152–161.
- [Keenoy *et al.*, 2004] KEENoy, K., LEVENE, M., DE FREITAS, S., MONTAGNE, L., EMANS, B., SCHOONEVELDT, J., PERIN, J., EYSSAUTIER, C., JONES, A., BRASHER, A. *et al.* (2004). Collaborative trails and group profiling within an e-learning environment.
- [Krouska *et al.*, 2019] KROUSKA, A., TROUSSAS, C. et VIRVOU, M. (2019). Applying genetic algorithms for student grouping in collaborative learning : A synthetic literature review. *Intelligent Decision Technologies*, 13(4):395–406.
- [Laal et Laal, 2012] LAAL, M. et LAAL, M. (2012). Collaborative learning : what is it ? *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 31:491–495.

-
- [Laal *et al.*, 2012] LAAL, M., LAAL, M. et KERMANSHAHI, Z. K. (2012). 21st century learning ; learning in collaboration. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 47:1696–1701.
- [Lachman, 1997] LACHMAN, S. J. (1997). Learning is a process : Toward an improved definition of learning. *The Journal of psychology*, 131(5):477–480.
- [Lafifi, 2007] LAFIFI, Y. (2007). *SACA : Un système d'apprentissage collaboratif*. Thèse de doctorat, PhD Thesis, Computer science department, University of Annaba, Algeria.
- [Leblanc et Chevrier, 2000] LEBLANC, R. et CHEVRIER, J. (2000). Le style d'apprentissage. *Éducation et francophonie*, 28(1):1–2.
- [Maqtary *et al.*, 2019] MAQTARY, N., MOHSEN, A. et BECHKOUM, K. (2019). Group formation techniques in computer-supported collaborative learning : A systematic literature review. *Technology, Knowledge and Learning*, 24:169–190.
- [Moreno *et al.*, 2012] MORENO, J., OVALLE, D. A. et VICARI, R. M. (2012). A genetic algorithm approach for group formation in collaborative learning considering multiple student characteristics. *Computers & Education*, 58(1):560–569.
- [Mujkanovic *et al.*, 2012] MUJKANOVIC, A., LOWE, D., WILLEY, K. et GUETL, C. (2012). Unsupervised learning algorithm for adaptive group formation : Collaborative learning support in remotely accessible laboratories. In *International Conference on Information Society (i-Society 2012)*, pages 50–57. IEEE.
- [Ouadoud *et al.*, 2016] OUADOUD, M., CHKOURI, M. Y., NEJJARI, A. et EL KADIRI, K. E. (2016). Studying and comparing the free e-learning platforms. In *2016 4th IEEE International Colloquium on Information Science and Technology (CiSt)*, pages 581–586. IEEE.
- [Ounnas *et al.*, 2008] OUNNAS, A., DAVIS, H. et MILLARD, D. (2008). A framework for semantic group formation. In *2008 Eighth IEEE international conference on advanced learning technologies*, pages 34–38. IEEE.
- [Roy *et al.*, 2019] ROY, M., CHRISTENSEN, K. P. et JOHNSON, C. (2019). Group formation in computer supported collaborative learning environments : A systematic review. In *E-Learn : World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*, pages 467–473. Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- [Rubens *et al.*, 2009] RUBENS, N., VILENIUS, M. et OKAMOTO, T. (2009). Automatic group formation for informal collaborative learning. In *2009 IEEE/WIC/ACM International Joint Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology*, volume 3, pages 231–234. IEEE.
- [Soh et Khandaker, 2007] SOH, L.-K. et KHANDAKER, N. (2007). Forming and scaffolding human coalitions with a multi-agent framework. In *Proceedings of the 6th international joint conference on autonomous agents and multiagent systems*, pages 1–3.
- [Srba et Bielikova, 2014] SRBA, I. et BIELIKOVA, M. (2014). Dynamic group formation as an approach to collaborative learning support. *IEEE transactions on learning technologies*, 8(2):173–186.
- [Sukstrienwong, 2017] SUKSTRIENWONG, A. (2017). A genetic-algorithm approach for balancing learning styles and academic attributes in heterogeneous grouping of students. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (Online)*, 12(3):4.

-
- [Tien *et al.*, 2015] TIEN, H.-W., LIN, Y.-S., CHANG, Y.-C. et CHU, C.-P. (2015). A genetic algorithm-based multiple characteristics grouping strategy for collaborative learning. *In Advances in Web-Based Learning–ICWL 2013 Workshops : USL 2013, IWSLL 2013, KMEL 2013, IWCWL 2013, WIL 2013, and IWEEC 2013, Kenting, Taiwan, October 6-9, 2013, Revised Selected Papers 12*, pages 11–22. Springer.
- [Wan, 2009] WAN, B. (2009). Fuzzy-based clustering genetic group model of project practice teaching. *In 2009 4th International Conference on Computer Science & Education*, pages 1484–1487. IEEE.
- [Wang *et al.*, 2007] WANG, D.-Y., LIN, S. S. et SUN, C.-T. (2007). Diana : A computer-supported heterogeneous grouping system for teachers to conduct successful small learning groups. *Computers in Human Behavior*, 23(4):1997–2010.
- [Wang *et al.*, 2010] WANG, M., RAN, W., LIAO, J. et YANG, S. J. (2010). A performance-oriented approach to e-learning in the workplace. *Journal of Educational Technology & Society*, 13(4):167–179.
- [Wang *et al.*, 2011] WANG, Y.-h., LI, Y.-C. et LIAO, H.-C. (2011). Using a genetic algorithm to determine optimal complementary learning clusters for esl in taiwan. *Expert Systems with Applications*, 38(12):14832–14837.
- [Yannibelli et Amandi, 2011] YANNIBELLI, V. et AMANDI, A. (2011). Forming well-balanced collaborative learning teams according to the roles of their members : An evolutionary approach. *In 2011 IEEE 12th international symposium on computational intelligence and informatics (CINTI)*, pages 265–270. IEEE.
- [Zheng *et al.*, 2018] ZHENG, Y., LI, C., LIU, S. et LU, W. (2018). An improved genetic approach for composing optimal collaborative learning groups. *Knowledge-Based Systems*, 139:214–225.
- [Zheng et Pinkwart, 2014] ZHENG, Z. et PINKWART, N. (2014). A discrete particle swarm optimization approach to compose heterogeneous learning groups. *In 2014 IEEE 14th international conference on advanced learning technologies*, pages 49–51. IEEE.

Webographie

[W1] , <https://www.geeksforgeeks.org/html-introduction/>, Dernier accès au site : 08/03/2025.

[W2] , https://www.tutorialspoint.com/css/what_is_css.htm, Dernier accès au site : 08/03/2025.

[W3] , https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn_web_development/Core/Scripting/What_is_JavaScript, Dernier accès au site : 08/03/2025.

[W4] , <https://www.tpointtech.com/php-tutorial>, Dernier accès au site : 08/03/2025.

[W5] , <https://code.visualstudio.com/docs/editor/whyvscode>, Dernier accès au site : 08/03/2025.

[W6] , <https://www.tpointtech.com/xampp>, Dernier accès au site : 08/03/2025.

[W7] , <https://www.talend.com/resources/what-is-mysql/>, Dernier accès au site : 08/03/2025.

Annexe : Manuel d'utilisation du système

Intoduction

Ce guide est un manuel explicatif conçu pour présenter en détail le fonctionnement du système. Il expose les différentes composantes de la plateforme, décrit pas à pas les procédures à suivre pour effectuer les actions principales . L'objectif est de fournir aux utilisateurs une compréhension claire et complète du système, afin de faciliter sa prise en main et son utilisation.

1 Fonctionnement général du système

L'objectif principal du système est de regrouper les apprenants en fonction de leurs manière d'étudier en groupe, afin d'identifier la meilleure configuration possible de regroupement pour un apprentissage collaboratif efficace.

2 les acteurs

le système offre une vue d'ensemble des différents acteurs.Chacun d'eux occupe un rôle bien défini et participe activement au bon déroulement du processus. Les principaux acteurs du système sont présentés ci-dessous :

2.1 Administrateur :

L'admininistrateur dispose de plusieurs actions au sein du système, qui seront expliquées en détail plus bas :

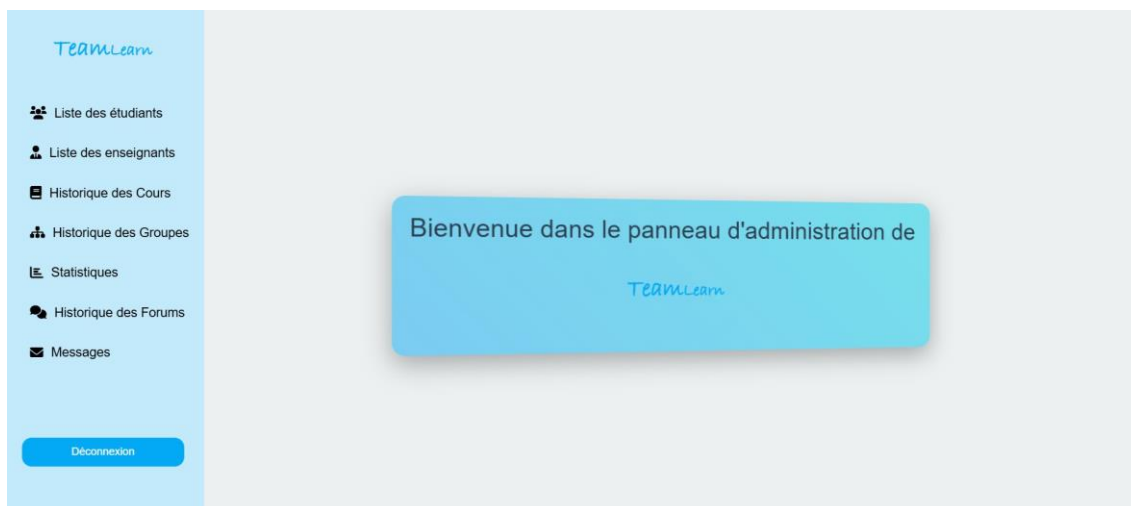


FIGURE A.1 – La page d'accueil d'administrateur.

Cette figures permet d'accepter ou de rejeter les demandes d'inscription des utilisateurs.

TEAMLearn

Gestion des Étudiants

Rechercher... Tous les statuts

ID	Nom complet	Photo	Carte professionnelle	Statut	Date d'inscription	Actions
13	emmyCR33			ACTIF	11/05/2025	Désactiver Supprimer Voir
12	emmyCR			ACTIF	10/05/2025	Désactiver Supprimer Voir
8	imene			ACTIF	04/05/2025	Désactiver Supprimer Voir
7	MedTaher			ACTIF	04/05/2025	Désactiver Supprimer Voir
6	BenaissaFaiza			INACTIF	04/05/2025	Activer Supprimer Voir
5	KolliMarwa			ACTIF	04/05/2025	Désactiver Supprimer Voir
2	emmy			ACTIF	03/05/2025	Désactiver Supprimer Voir

Déconnexion

FIGURE A.2 – La page de confirmation des apprenants.

Détails des informations personnelles des apprenants :

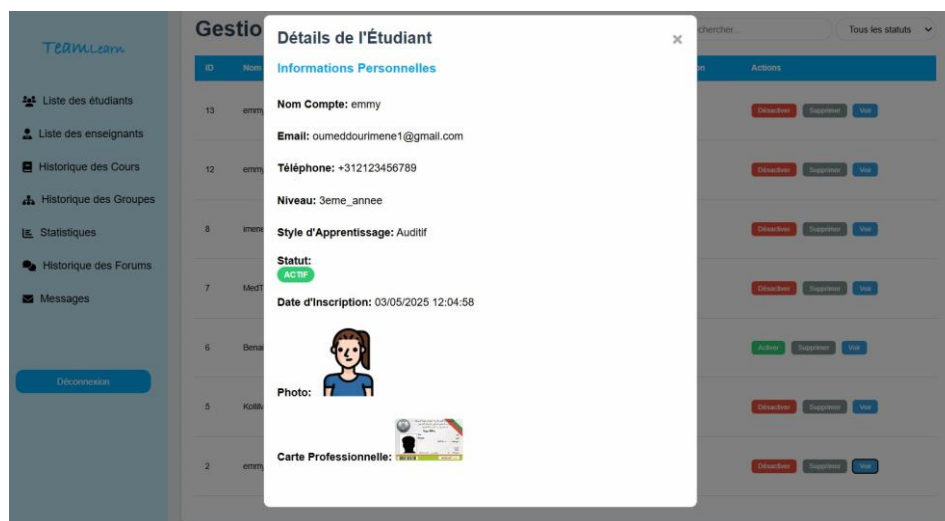


FIGURE A.3 – Détails de l'Étudiant.

Gestion de la liste des enseignants :

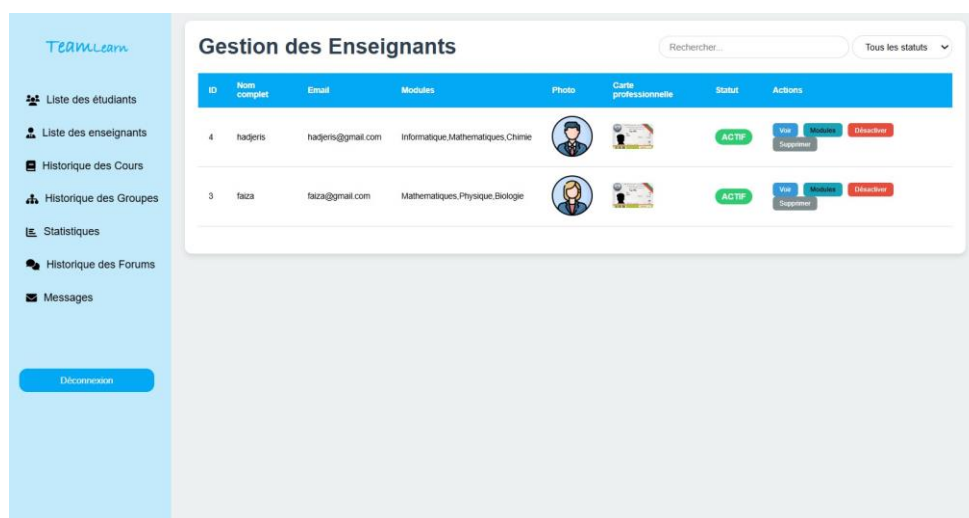


FIGURE A.4 – La page de confirmation des enseignants.

Le bouton **Module** permet d'affecter un ou plusieurs modules (max =3) à l'enseignant sélectionné.

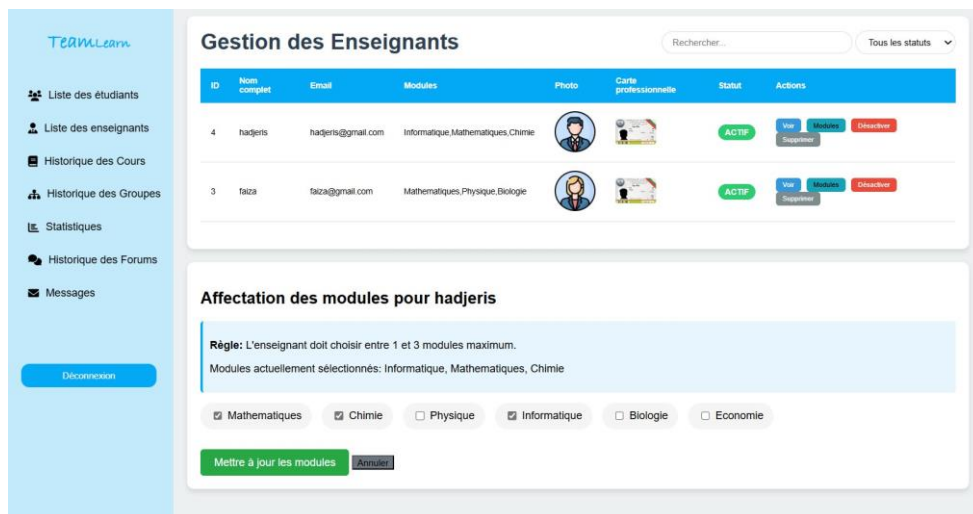


FIGURE A.5 – Affectation des modules.

Détails des informations personnelles des enseignants :



FIGURE A.6 – Détails de l'Enseignant.

Cette section principale affiche la liste des modules avec leurs enseignants respectifs. L'administrateur peut également consulter les cours associés à chaque module ou les supprimer.

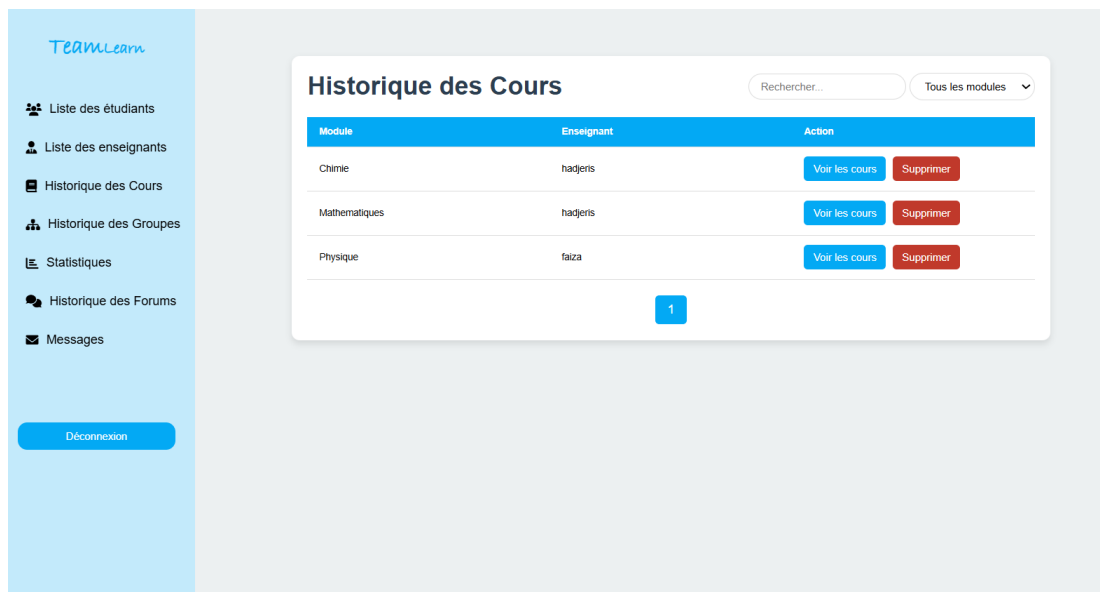


FIGURE A.7 – Interface de Gestion des Modules.

Cette interface détaillant les cours du module.

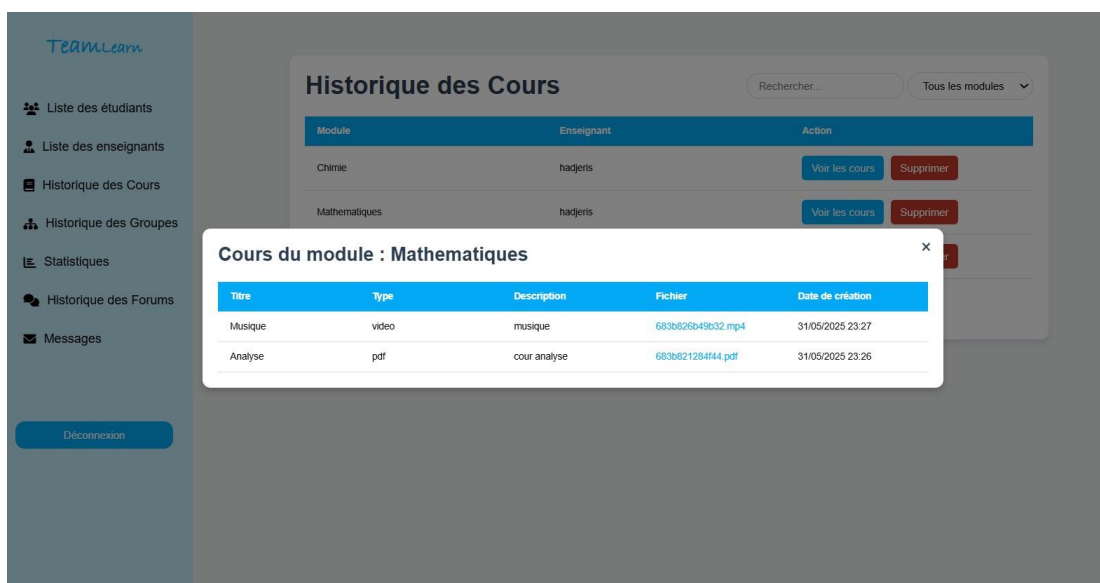


FIGURE A.8 – Détails de module.

Affichage de l'ensemble des groupes, qu'ils appartiennent au regroupement 1 , regroupement 2 ou au regroupement 3.

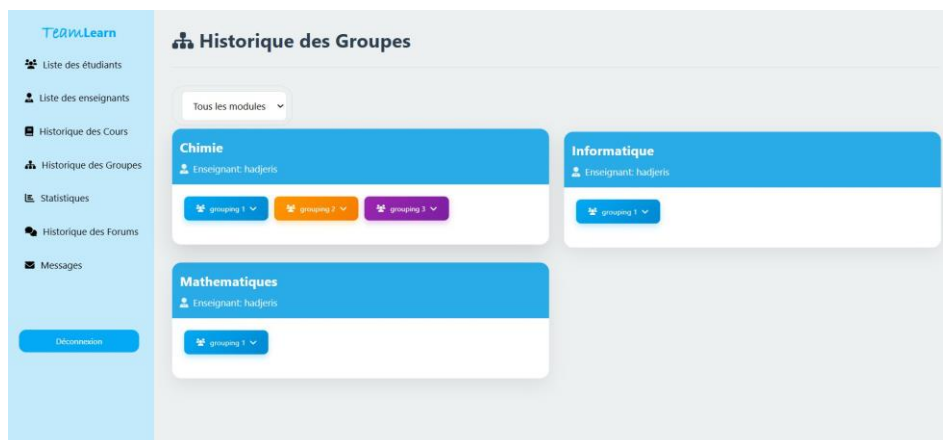


FIGURE A.9 – Historique des groupes.

Voici la liste des groupes appartenant à un regroupement.

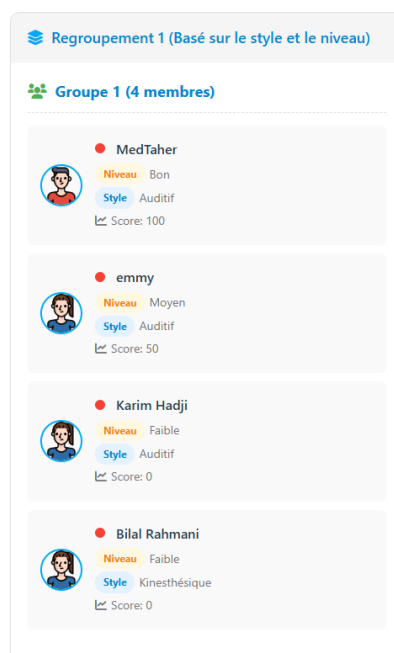


FIGURE A.10 – Affichage d'un groupe par rapport au regroupement 1.

Cette interface permet de consulter les statistiques des modules, avec des options pour visualiser les détails des regroupements.

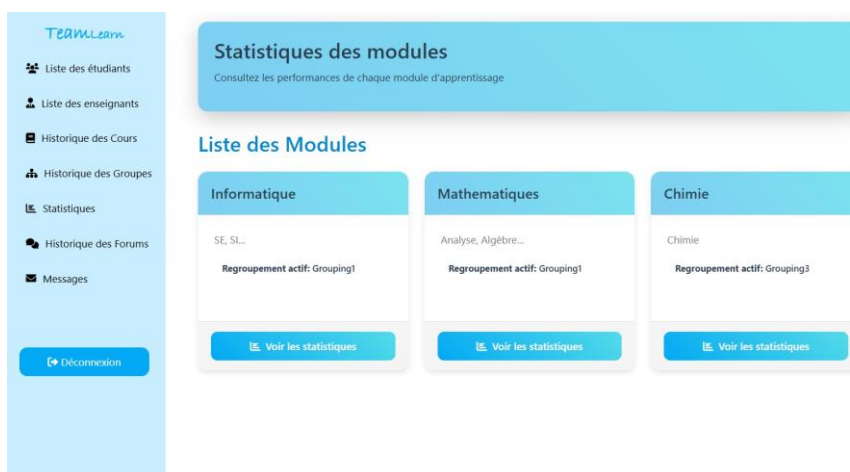


FIGURE A.11 – Statistiques des modules disponibles.

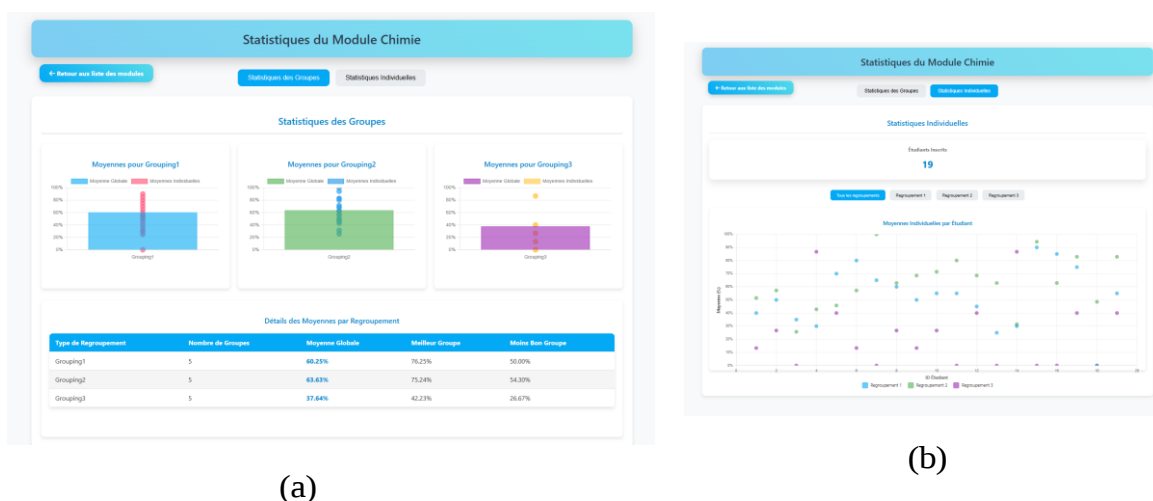


FIGURE A.12 – Comparaison entre les statistiques globales par regroupement et les statistiques individuelles.

L'administrateur a la possibilité de consulter, filtrer et supprimer les discussions présentes dans l'historique des forums.

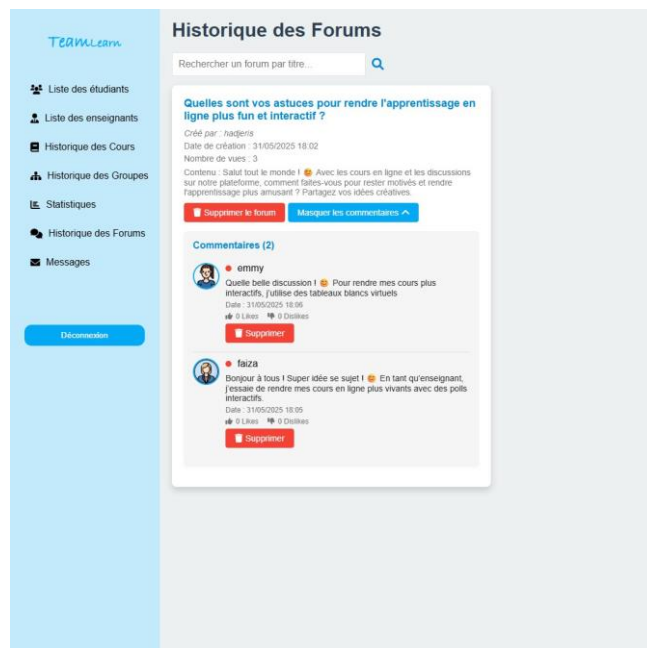


FIGURE A.13 – Consultation et gestion des forums.

L'administrateur a accès à tous les messages des groupes, même ceux qui sont privés.

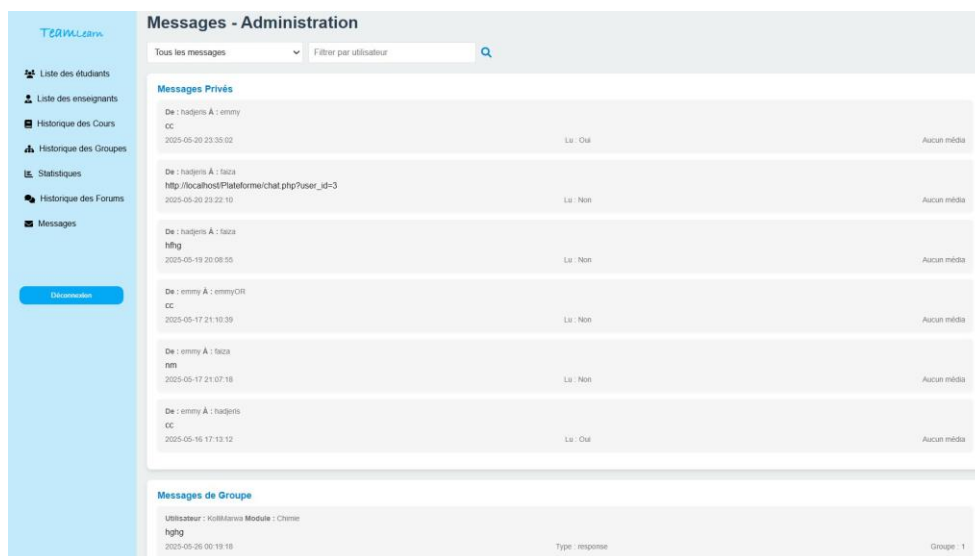
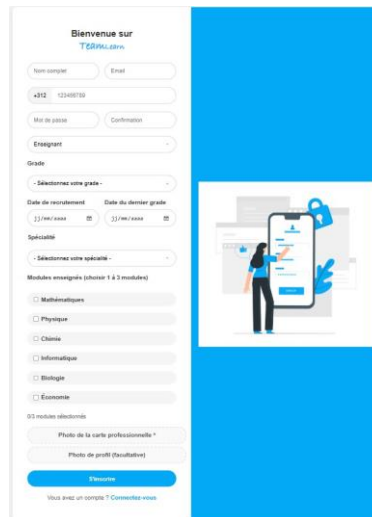


FIGURE A.14 – Historique des messages.

2.2 Enseignant :

Le rôle de l'enseignant comprend plusieurs fonctionnalités, dont le fonctionnement sera décrit plus en détail ci-dessous :

Page d'inscription des enseignants :



The screenshot shows the 'Bienvenue sur TEAMLearn' registration page. It features a form with the following fields: 'Nom complet' and 'Email' (text inputs), 'x912 - 123456789' (text input), 'Mot de passe' and 'Confirmation' (password inputs), a dropdown for 'Enseignant', a 'Grade' dropdown, a 'Sélectionnez votre grade' dropdown, 'Date de recrutement' and 'Date du dernier grade' (date pickers), a 'Spécialité' dropdown, a 'Sélectionnez votre spécialité' dropdown, a 'Modules enseignés (choisissez 1 à 5 modules)' section with checkboxes for 'Mathématiques', 'Physique', 'Chimie', 'Informatique', 'Biologie', and 'Économie', a '33 modules sélectionnés' section, and two photo upload buttons: 'Photo de la carte professionnelle *' and 'Photo de profil (facultative)'. A blue 'Inscription' button is at the bottom, with a link 'Vous avez un compte ? Connectez-vous' below it. The right side of the page has a blue background with an illustration of a person at a computer.

FIGURE A.15 – La page d'inscription des enseignants.

La page d'accueil des enseignants :



FIGURE A.16 – La page d'accueil d'enseignant.

L'enseignant peut facilement consulter ses renseignements personnels.

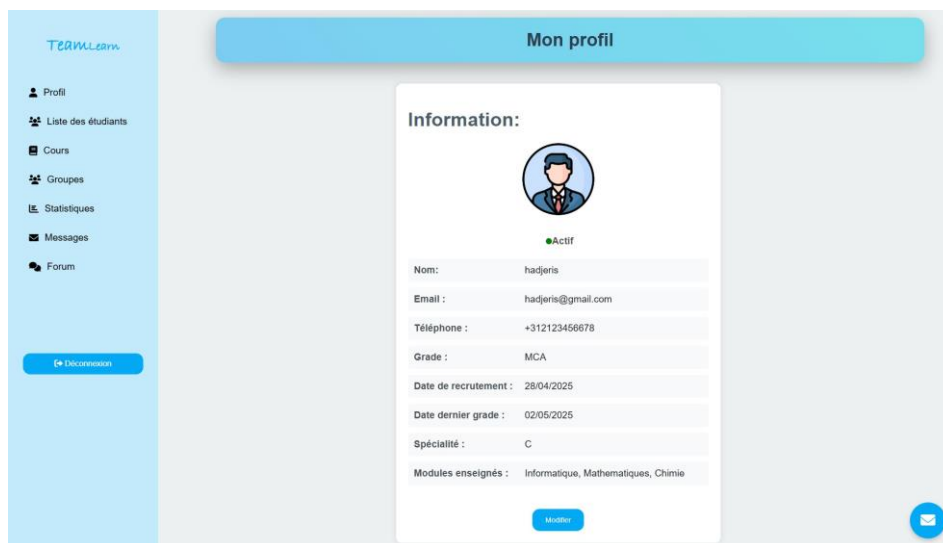


FIGURE A.17 – Profil Personnel de l'enseignant.

L'enseignant a la possibilité de mettre à jour son profil afin de personnaliser ses préférences ou d'actualiser ses données personnelles.

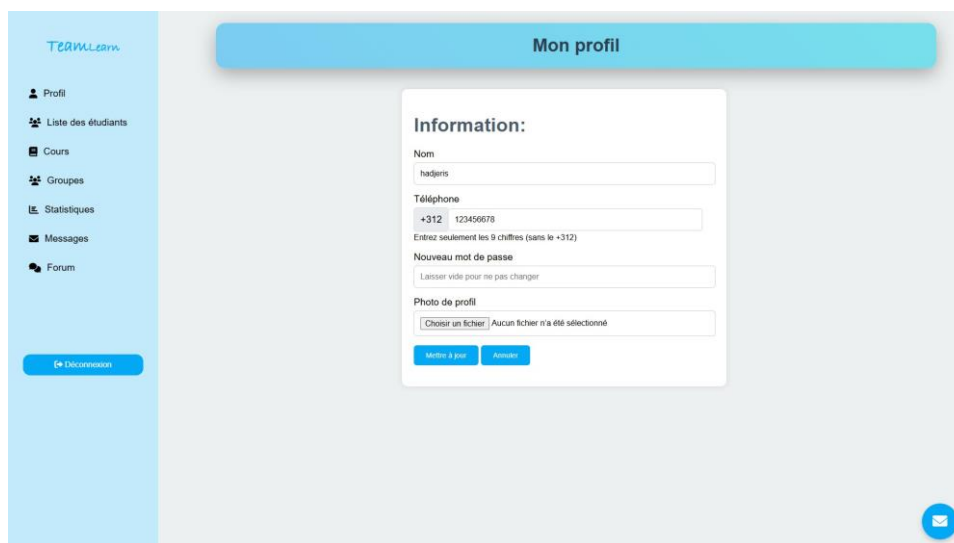


FIGURE A.18 – Modification du profil enseignant.

Cette interface est destinée aux enseignants pour la gestion de leurs modules d'enseignement. Le bouton bleu "Ajouter un Syllabus" en haut de la page permet de créer un nouveau syllabus. Pour chaque module, l'enseignant a la possibilité de choisir le type de test, de créer et gérer des évaluations, d'ajouter des cours, de consulter la liste des étudiants ayant passé le pré-test, et enfin, de supprimer entièrement le syllabus si nécessaire.

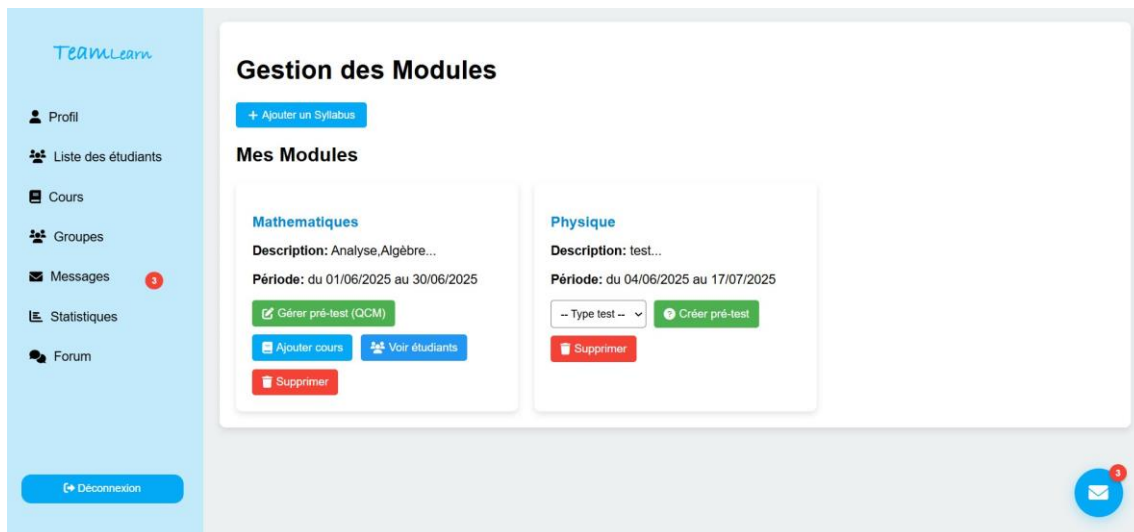


FIGURE A.19 – Gestion du module.

Cette interface permet la gestion d'un pré-test. Elle inclut des fonctionnalités pour définir la date limite et la durée du test, ajouter ou modifier des questions avec des options de réponse et enregistrer ou supprimer des questions.

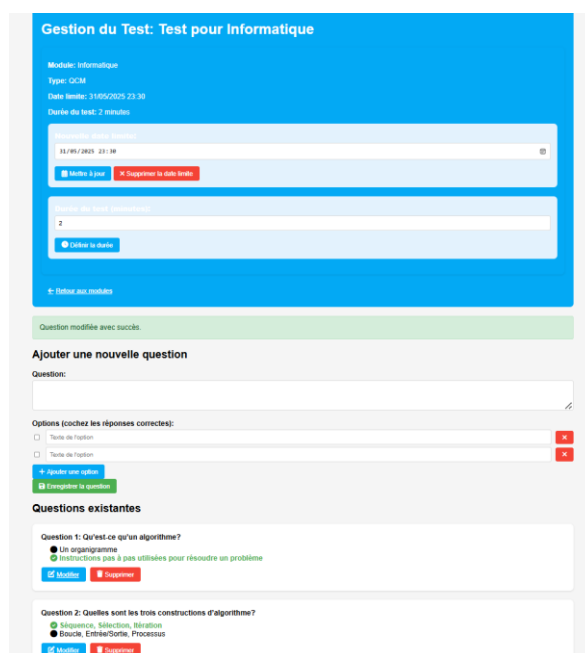
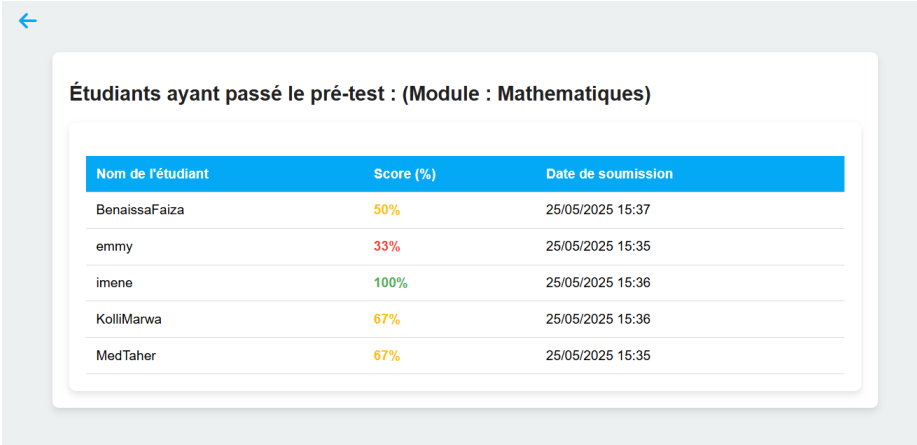


FIGURE A.20 – Création et gestion des pré-test.

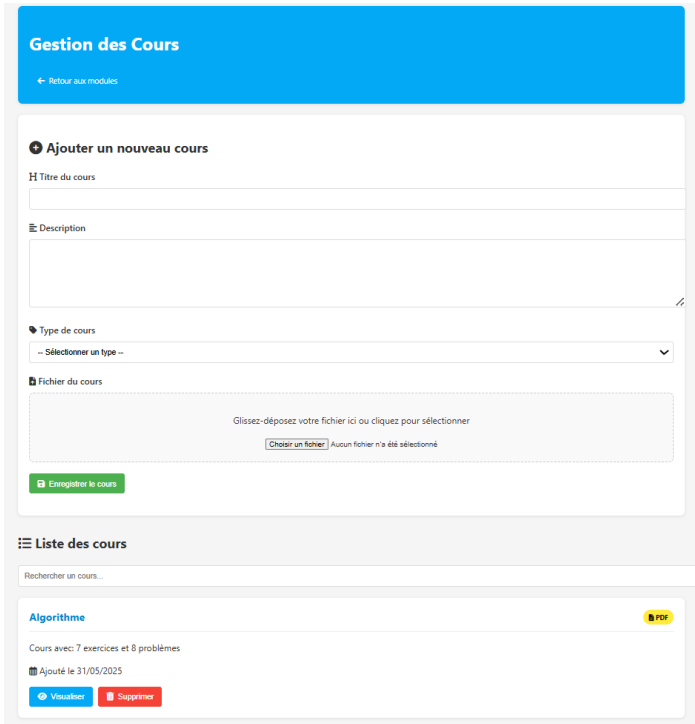
La figure suivante montre le score des étudiants qui ont répondu au pré-test.



Nom de l'étudiant	Score (%)	Date de soumission
BenaissaFaiza	50%	25/05/2025 15:37
emmy	33%	25/05/2025 15:35
imene	100%	25/05/2025 15:36
KolliMarwa	67%	25/05/2025 15:36
MedTaher	67%	25/05/2025 15:35

FIGURE A.21 – Liste des étudiants ayant passé le pré-test.

L'enseignant peut ajouter ou supprimer des cours de différents types (PDF,Vidéo,Podcast).



Gestion des Cours

← Retour aux modules

➕ Ajouter un nouveau cours

H Titre du cours

Description

Type de cours

-- Sélectionner un type --

Fichier du cours

Glissez-déposez votre fichier ici ou cliquez pour sélectionner

Choisir un fichier

Aucun fichier n'a été sélectionné

Enregistrer le cours

☰ Liste des cours

Rechercher un cours...

Algorithme PDF

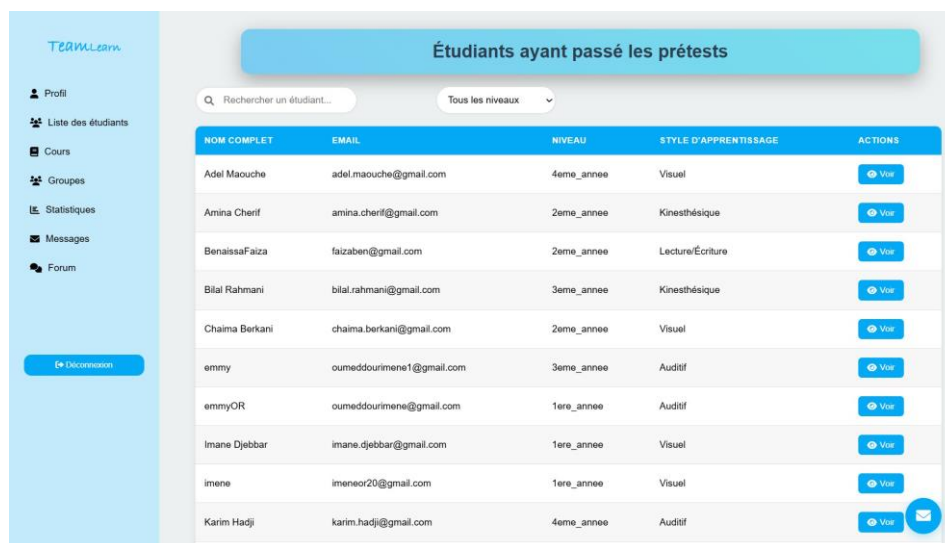
Cours avec: 7 exercices et 8 problèmes

Ajouté le 31/05/2025

Visualiser Supprimer

FIGURE A.22 – Liste des cours.

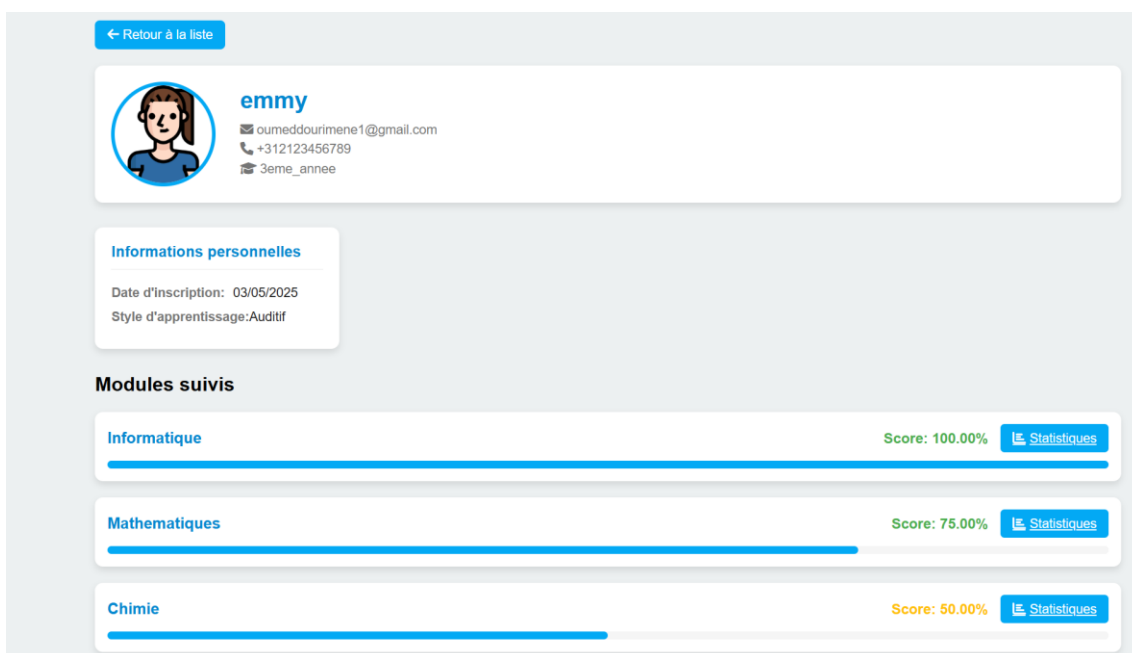
La liste des étudiants ayant complété les pré-tests des modules enseignés.



NOM COMPLET	EMAIL	NIVEAU	STYLE D'APPRENTISSAGE	ACTIONS
Adel Maouche	adel.maouche@gmail.com	4eme_annee	Visuel	Voir
Amina Cherif	amina.cherif@gmail.com	2eme_annee	Kinesthésique	Voir
BenaissaFaiza	faizaben@gmail.com	2eme_annee	Lecture/Écriture	Voir
Bilal Rahmani	bilal.rahmani@gmail.com	3eme_annee	Kinesthésique	Voir
Chaima Berkani	chaima.berkani@gmail.com	2eme_annee	Visuel	Voir
emmy	oumeddourimene1@gmail.com	3eme_annee	Auditif	Voir
emmyOR	oumeddourimene@gmail.com	1ere_annee	Auditif	Voir
Imane Djebbar	imane.djebbar@gmail.com	1ere_annee	Visuel	Voir
imene	imeneor20@gmail.com	1ere_annee	Visuel	Voir
Karim Hadji	karim.hadji@gmail.com	4eme_annee	Auditif	Voir

FIGURE A.23 – liste des étudiants.

Cette interface affiche le profil complet de l'étudiant, incluant toutes les informations pertinentes.



[← Retour à la liste](#)

emmy
oumeddourimene1@gmail.com
+312123456789
3eme_annee

Informations personnelles
Date d'inscription: 03/05/2025
Style d'apprentissage: Auditif

Modules suivis

Informatique	Score: 100.00%	Statistiques
Mathématiques	Score: 75.00%	Statistiques
Chimie	Score: 50.00%	Statistiques

FIGURE A.24 – Profil Étudiant.

Le bouton **Statistiques** affiche la figure montre une comparaison des moyennes de performance par type de regroupement, avec un graphique illustrant les scores pour trois catégories différentes.

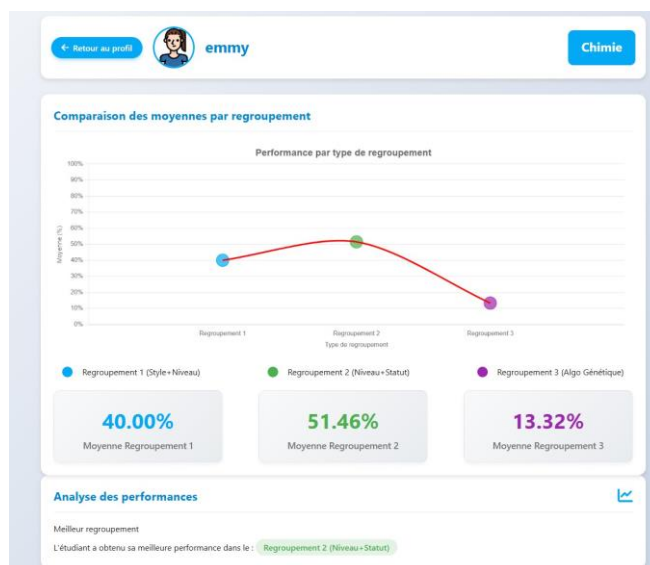


FIGURE A.25 – Comparaison des performances par regroupement.

Organiser et surveiller la formation des groupes, vérifier les performances des étudiants (scores, niveaux), ajuster les groupes, et planifier les tests collaboratifs en fonction des dates limites. Voici les étapes de ces regroupements : Cette figure représente un état d'attente, bien jusqu'à la date du prétest soit dépassée.



FIGURE A.26 – Le regroupement reste en attente jusqu'à la date du pré-test.

Le regroupement 1 s'active automatiquement lorsque la date du prétest est dépassée.



FIGURE A.27 – Activation de regroupement 1.

Les regroupements s'enchaînent automatiquement : le regroupement 2 est activé à la fin du test collaboratif du regroupement 1, puis le regroupement 3 prend le relais dès que le test du regroupement 2 arrive à son terme.

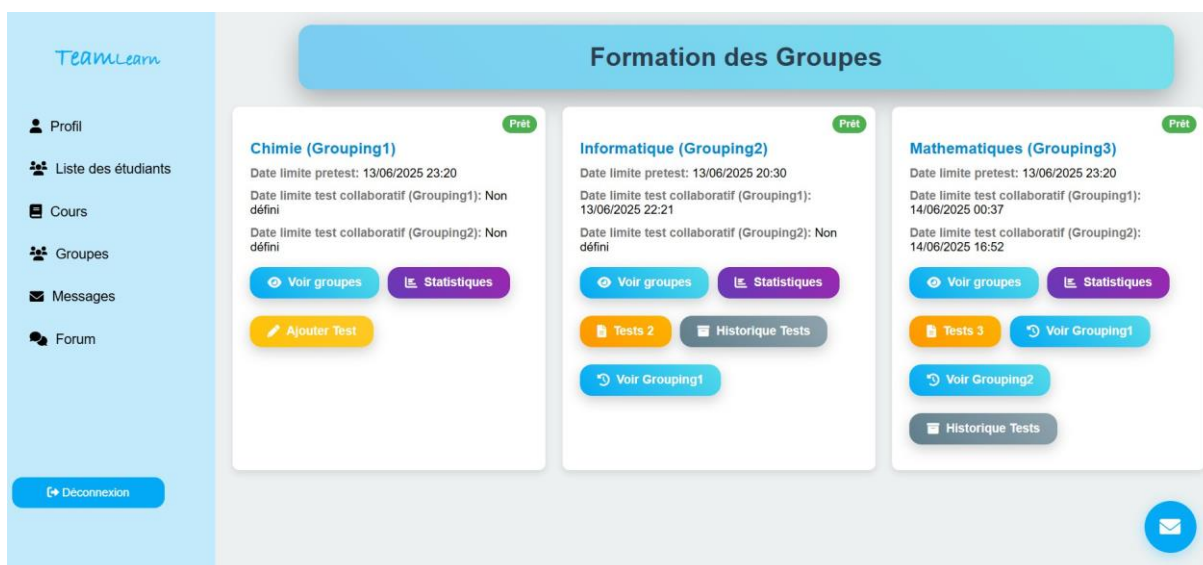


FIGURE A.28 – Regroupement 2.

Le bouton "Statistique" affiche un diagramme en barres représentant les résultats de chaque regroupement.

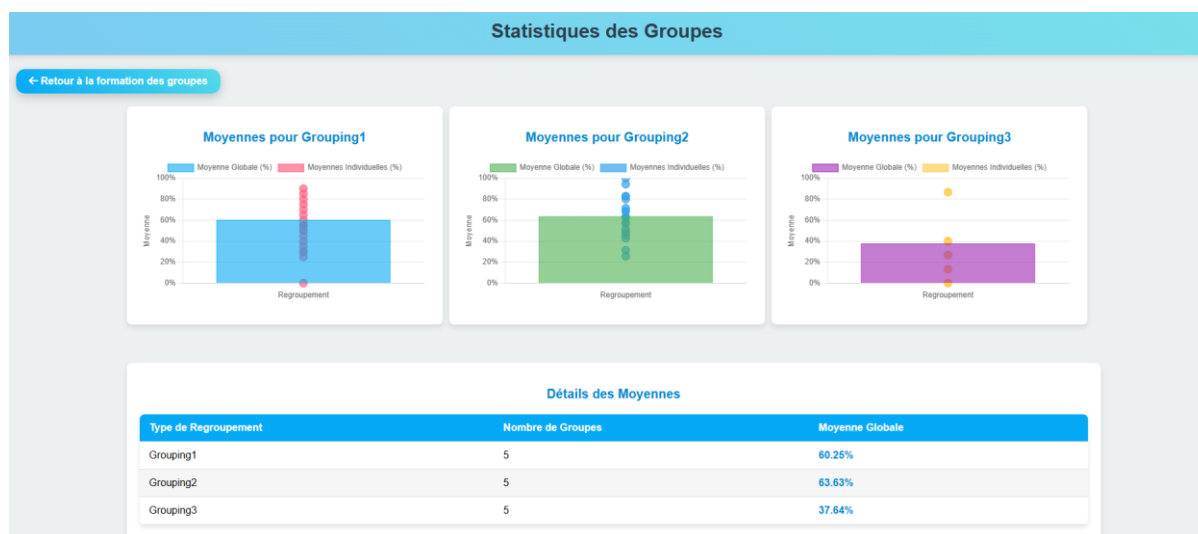


FIGURE A.29 – Statistiques comparatives des regroupements.

Cette interface permet à un enseignant de créer un nouveau test collaboratif et de consulter une liste des tests existants, avec des options pour visualiser les résultats ou supprimer un test. Les trois regroupements sont affichés sur la même page, ne différant que par le type de regroupement.

The figure shows the 'Tests Collaboratifs - Mathématiques' (Collaborative Tests - Mathematics) interface. It is divided into two main sections: 'Créer un nouveau test collaboratif' (Create a new collaborative test) and 'Tests existants pour ce module' (Existing tests for this module).

Créer un nouveau test collaboratif:

- Titre du Test:** Text input field.
- Description:** Text area with a rich text editor icon.
- Sélectionnez le type de test:** Two radio buttons: 'Test Ouvert' (Open Test) and 'Test avec Date Limite' (Test with Deadline).
- Durée du Test (en minutes):** Text input field.
- Sélectionnez le format des questions:** Two radio buttons: 'QCM' (Multiple Choice Question) and 'QCM' (Multiple Choice Question).
- Question 1:** Text input field for the question, followed by a list of options with radio buttons.
- Buttons:** 'Ajouter une question' (Add a question), 'Ajouter une question' (Add a question), and 'Créer le Test' (Create the Test).

Tests existants pour ce module:

Titre	Date Limite	Durée	Actions
Math	Ouvert	1 min	Voir Résultats Supprimer

FIGURE A.30 – Formulaire du test collaboratif.

Elle présente les détails du test ainsi qu'un tableau des résultats par groupe, en fonction du type de regroupement 1 (Style + Niveau) ou 2 (Niveau + Statut).

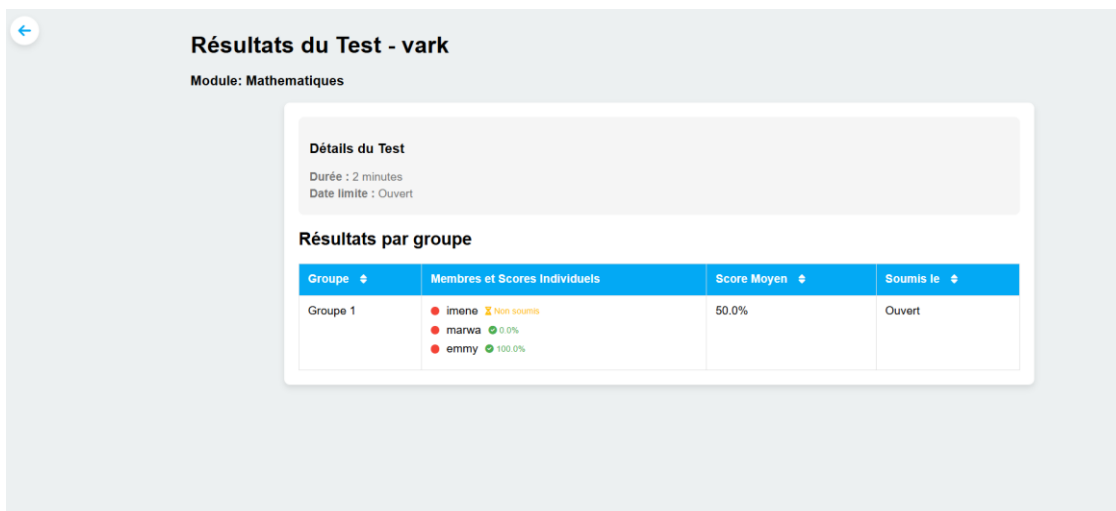


FIGURE A.31 – Résultats des tests.

Cette image présente une vue d'ensemble des statistiques des modules , permettant de consulter les détails pour chacun.



FIGURE A.32 – Statistiques des Modules.

Cette image montre les statistiques du module, affichant les moyennes individuelles par étudiant inscrits, avec une répartition par trois types de regroupements. En cliquant

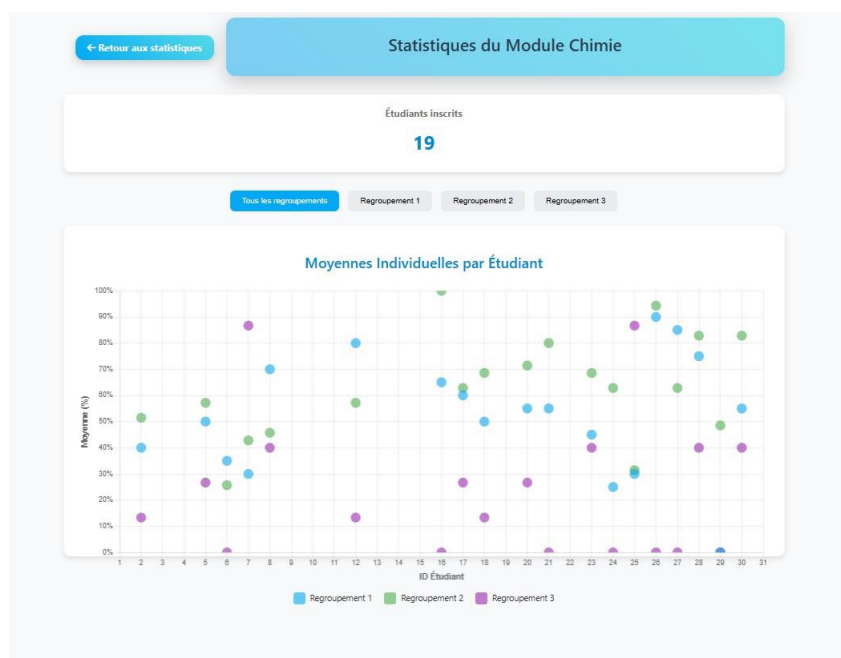


FIGURE A.33 – Statistiques des apprenants.

sur l'un ou l'autre des deux boutons, l'utilisateur est redirigé vers la page de messagerie.

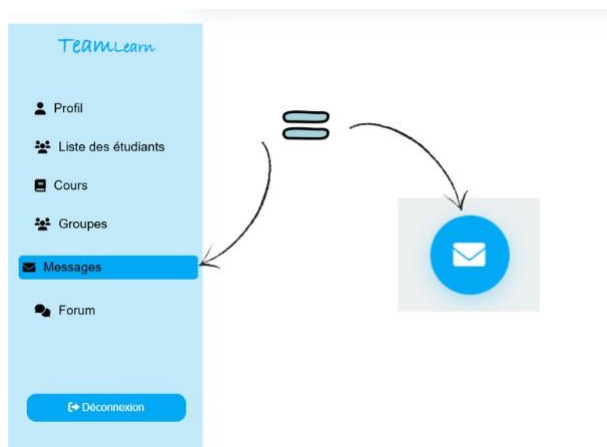


FIGURE A.34 – Boutons d'accès à la messagerie.

Cette interface présente une liste d'utilisateurs inscrits sur la plateforme, comprenant à la fois des étudiants et des enseignants, avec lesquels il est possible de discuter.

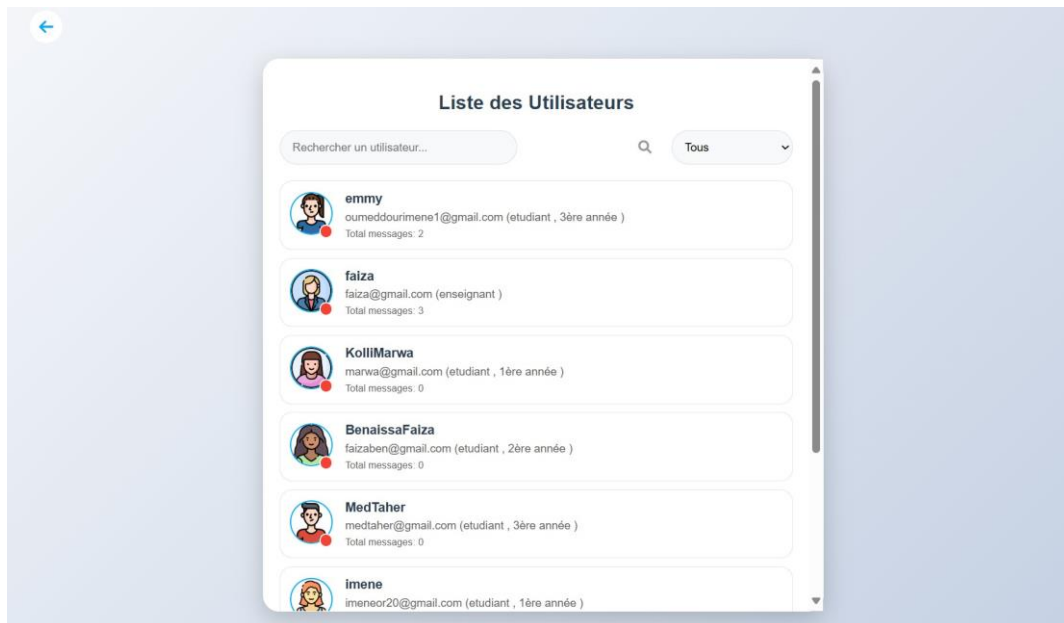


FIGURE A.35 – messagerie.

La figure suivante montre une conversation entre deux utilisateurs .

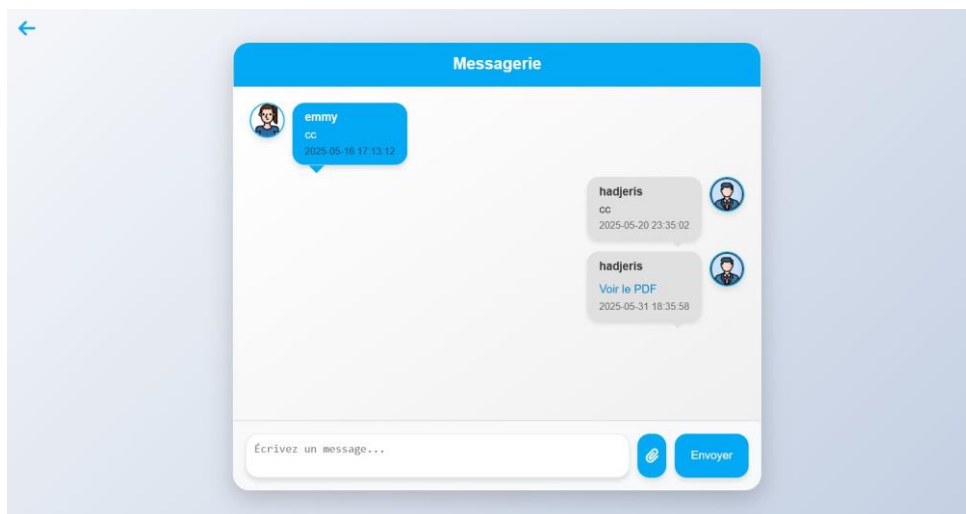
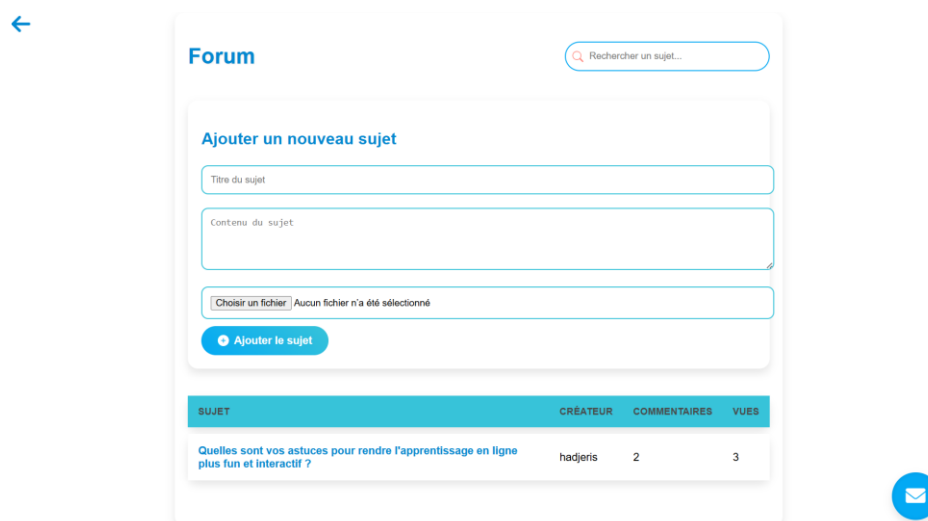


FIGURE A.36 – Échange des messages.

Cette interface de forum permet aux utilisateurs d'ajouter de nouveaux sujets via un formulaire incluant un titre, un contenu et une option pour joindre un fichier.

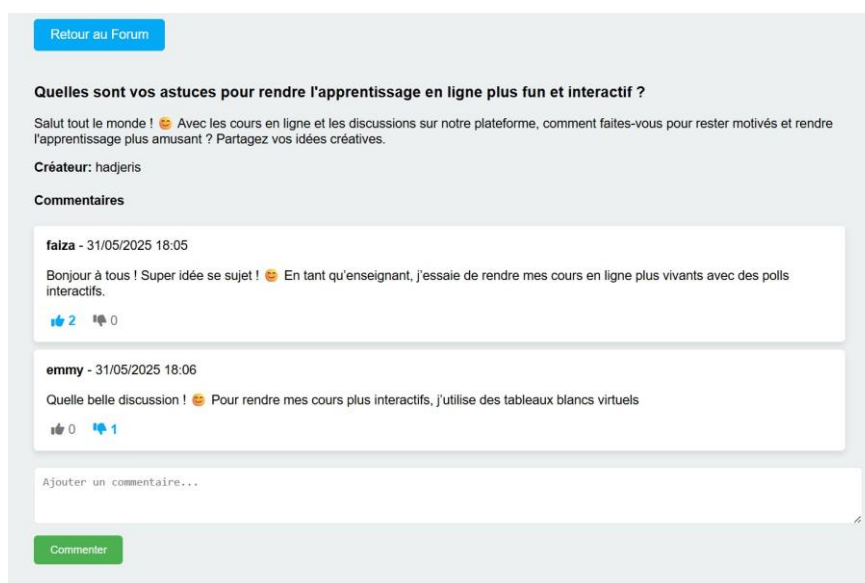


The screenshot shows a web interface for a forum. At the top, there's a search bar labeled 'Rechercher un sujet...'. Below it, a section titled 'Ajouter un nouveau sujet' contains a form with three fields: 'Titre du sujet', 'Contenu du sujet', and a file upload section with a button 'Choisir un fichier' and the text 'Aucun fichier n'a été sélectionné'. A blue button 'Ajouter le sujet' is at the bottom of the form. Below the form is a table of forum subjects.

SUJET	CRÉATEUR	COMMENTAIRES	VUES
Quelles sont vos astuces pour rendre l'apprentissage en ligne plus fun et interactif ?	hadjeris	2	3

FIGURE A.37 – Les forums.

Cette interface permet aux utilisateurs de laisser des commentaires et de réagir.



The screenshot shows a forum discussion thread. At the top, there's a button 'Retour au Forum'. The thread title is 'Quelles sont vos astuces pour rendre l'apprentissage en ligne plus fun et interactif ?'. The post content starts with 'Salut tout le monde !' and mentions 'Avec les cours en ligne et les discussions sur notre plateforme, comment faites-vous pour rester motivés et rendre l'apprentissage plus amusant ?'. The creator is 'hadjeris'. Below the post, there's a section for 'Commentaires' (Comments) with two comments from 'faiza' and 'emmy'. Each comment has a date and time, and reaction icons (thumbs up and thumbs down). At the bottom, there's a text input field 'Ajouter un commentaire...' and a green button 'Commenter'.

FIGURE A.38 – Discussion sur le Forum.

2.3 Apprenant :

Les différentes actions disponibles pour l'apprenant seront présentées en détail dans les captures suivantes :

La page d'inscription des apprenants : Dès son inscription et sa première connexion,

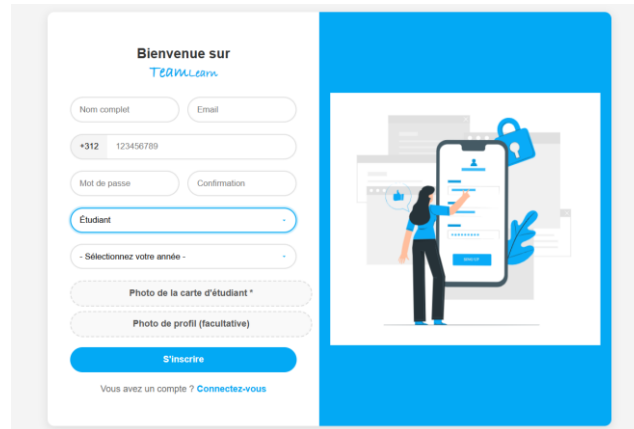
The image shows a registration form titled "Bienvenue sur TEARnLearn". The form includes input fields for "Nom complet", "Email", "Numéro de téléphone" (with a pre-filled number +312 123456789), "Mot de passe", and "Confirmation". There is a dropdown menu for "Étudiant" and another for "Sélectionnez votre année". Below these are fields for "Photo de la carte d'étudiant *" and "Photo de profil (facultative)". A blue "S'inscrire" button is at the bottom, with a link "Vous avez un compte ? Connectez-vous" underneath. To the right of the form is a blue graphic featuring an illustration of a person interacting with a large smartphone screen that displays a user profile.

FIGURE A.39 – La page d'inscription des apprenants.

l'apprenant est invité à passer le test VARK, qui permet d'identifier son style d'apprentissage.

The image shows a welcome message "Bienvenue, emmyor!" in a blue box. Below it is a larger blue box with the heading "Découvrez Votre Style d'Apprentissage D'abord". The text inside explains that the VARK test helps identify the preferred learning method: "Visuel, Auditif, Lecture/Écriture ou Kinesthésique". It asks the user to answer honestly and states that the test can only be taken once. A blue "Style" button is at the bottom of the box.

FIGURE A.40 – Découvrir son style d'apprentissage.

Le test VARK est présenté ci-dessous afin d'évaluer votre style d'apprentissage.

Test de Style d'Apprentissage VARK

1. Quand vous apprenez une nouvelle compétence, vous préférez :

- ☐ Regarder une démonstration
- ☐ Ecouter une explication
- ☐ Lire des instructions
- ☐ Pratiquer directement

2. Lorsque vous travaillez en groupe, vous êtes plus à l'aise :

- ☐ Avec des schémas et diagrammes
- ☐ Avec des discussions
- ☐ Avec des notes écrites
- ☐ Avec des expériences pratiques

3. Vous retenir mieux une information lorsque...

- ☐ Vous voyez des images ou des vidéos
- ☐ Vous entendez une explication
- ☐ Vous lisez un texte explicatif
- ☐ Vous l'appliquez directement

4. Dans un environnement d'apprentissage, vous préférez :

- ☐ Des supports visuels
- ☐ Des cours magistraux
- ☐ Des livres et articles
- ☐ Des exercices pratiques

5. Lorsque vous devez suivre des instructions, vous aimez...

- ☐ Regarder une démonstration
- ☐ Les entendre de quelqu'un
- ☐ Les lire sur un manuel
- ☐ Les tester par vous-même

12. Lorsque vous révisiez pour un examen, vous préférez...

- ☐ Faire des fiches avec des images et graphiques
- ☐ Ecouter des enregistrements audio
- ☐ Relire et recopier vos notes
- ☐ Pratiquer avec des exercices et études de cas

13. Vous aimez les enseignants qui utilisent...

- ☐ Des présentations visuelles et des vidéos
- ☐ Un ton engageant et des explications orales
- ☐ Des supports écrits et des textes clairs
- ☐ Des expériences pratiques et des mises en situation

14. Quand vous apprenez un sport, vous préférez...

- ☐ Observer un entraîneur ou des vidéos de techniques
- ☐ Ecouter les conseils et stratégies
- ☐ Lire les règles et les instructions
- ☐ Essayer directement en pratiquant

15. Lorsque vous cuisinez une nouvelle recette, vous...

- ☐ Regardez une vidéo tutorial
- ☐ Demandez des explications à quelqu'un
- ☐ Suivez la recette écrite
- ☐ Expérimentez en testant les ingrédients

16. Pour choisir un produit, vous êtes plus influencé par...

- ☐ L'apparence et le design
- ☐ Les avis et recommandations des autres
- ☐ Les descriptions détaillées et caractéristiques
- ☐ Le tester et le manipuler

[Voir résultat](#)

(a)

(b)

FIGURE A.41 – Questionnaire de VARK.

Une fois le test terminé, le résultat du style d'apprentissage est affiché à l'apprenant.

Résultat du Test

Votre style d'apprentissage dominant est :

Apprentissage Auditif : Vous préférez écouter des explications et participer à des discussions.

[Remarque](#)

FIGURE A.42 – Résultats de style d'apprentissage.

Ceci est la page d'accueil accessible à l'apprenant après connexion.

TEAMLearn

Bienvenue, emmy! 🙌

Accueil
Profil
Mes Cours
Mes Groupes
Messages
Forum

[Discussions](#)

juin 2025

Dim	Lun	Mar	Mer	Jeu	Ven	Sam
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

[Messages](#)

FIGURE A.43 – Profil Personnel de l'apprenant.

Voici la même page, cette fois avec des notifications concernant les tests.

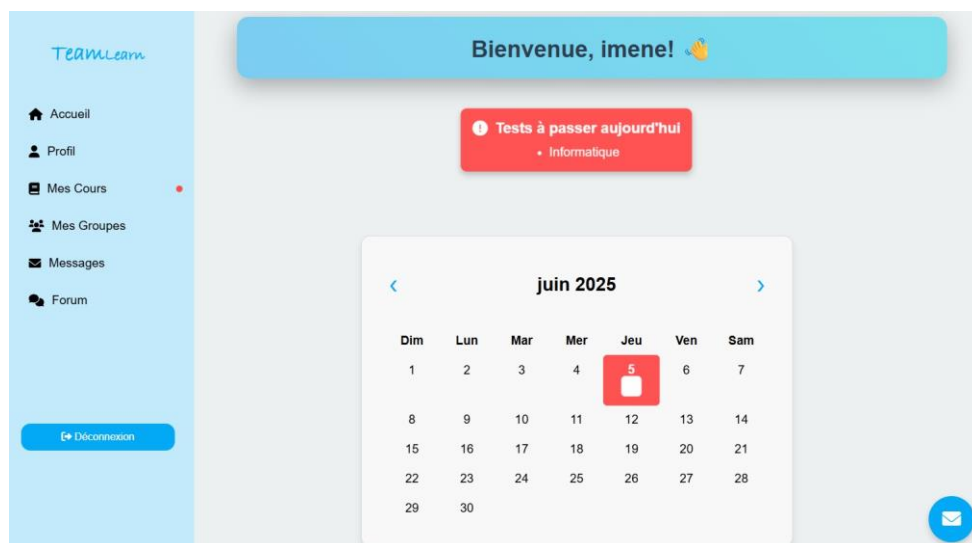


FIGURE A.44 – Profil Personnel de l'apprenant.

L'apprenant peut accéder à ses informations personnelles.

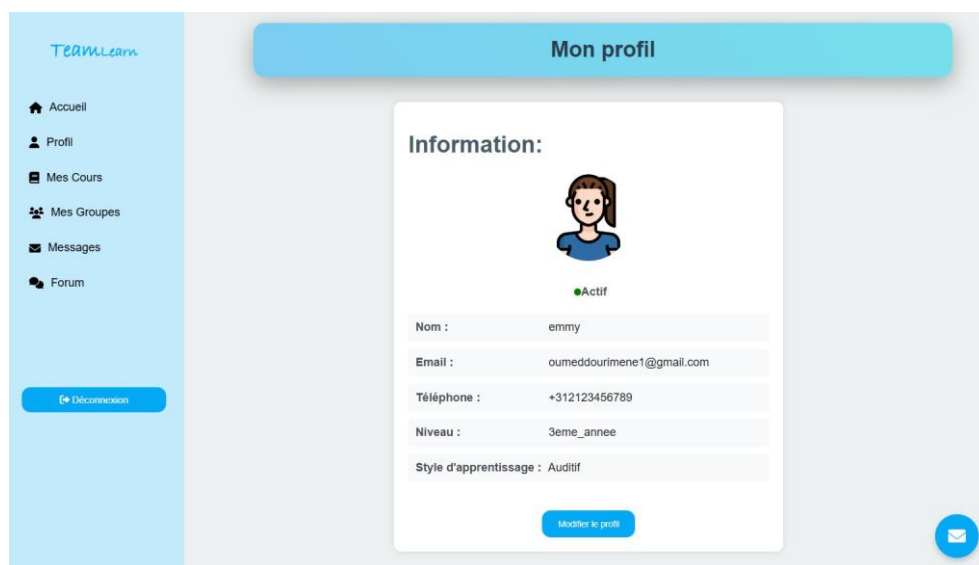


FIGURE A.45 – Profil Personnel de l'apprenant.

L'apprenant peut modifier son profil pour mettre à jour ses informations personnelles.

FIGURE A.46 – Modification du profil d'apprenant.

Vue d'ensemble des modules disponibles avec leurs périodes, enseignants, et statuts (actifs/expirés). Certains modules nécessitent de passer un test pour débloquent les cours.

FIGURE A.47 – Liste des Modules.

Interface d'un pré-test (QCM ou QCS) , incluant des questions. Le test est limité dans le temps.

Test : Test pour Informatique

Module : Informatique
Enseignant : hadjeris
Type : QCS
Date limite : 02/06/2025 03:00
Durée : 2 minutes

Temps restant : 01:44

Question 1 : Lequel est une déclaration de classe valide?

☐ object A {int x;};
☒ classe A {int x;};

Question 2 : Les membres d'une classe en C++ sont par défaut _____

☒ private
☐ public

[Soumettre le test](#)

FIGURE A.48 – Interface d'un Pré-test.

Affichage des réponses correctes pour le pré-test.

Correction du Test - Informatique

Question 1 : Lequel est une déclaration de classe valide?

object A {int x;};
classe A {int x;};

Question 2 : Les membres d'une classe en C++ sont par défaut _____

private
public

[Retour aux cours](#)

FIGURE A.49 – Correction du Pré-test.

Page d'accès aux ressources pédagogiques du module , avec des options de filtrage par type de fichier (PDF, Vidéo, Podcast).

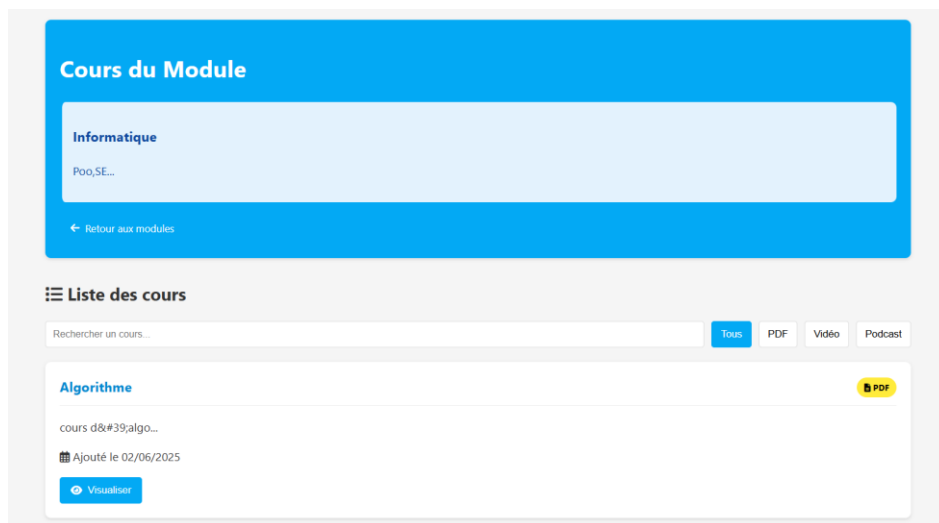


FIGURE A.50 – Cours du Module.

L'interface de "Mes Groupes" affiche les regroupements avec les moyennes calculées, de la manière suivante :

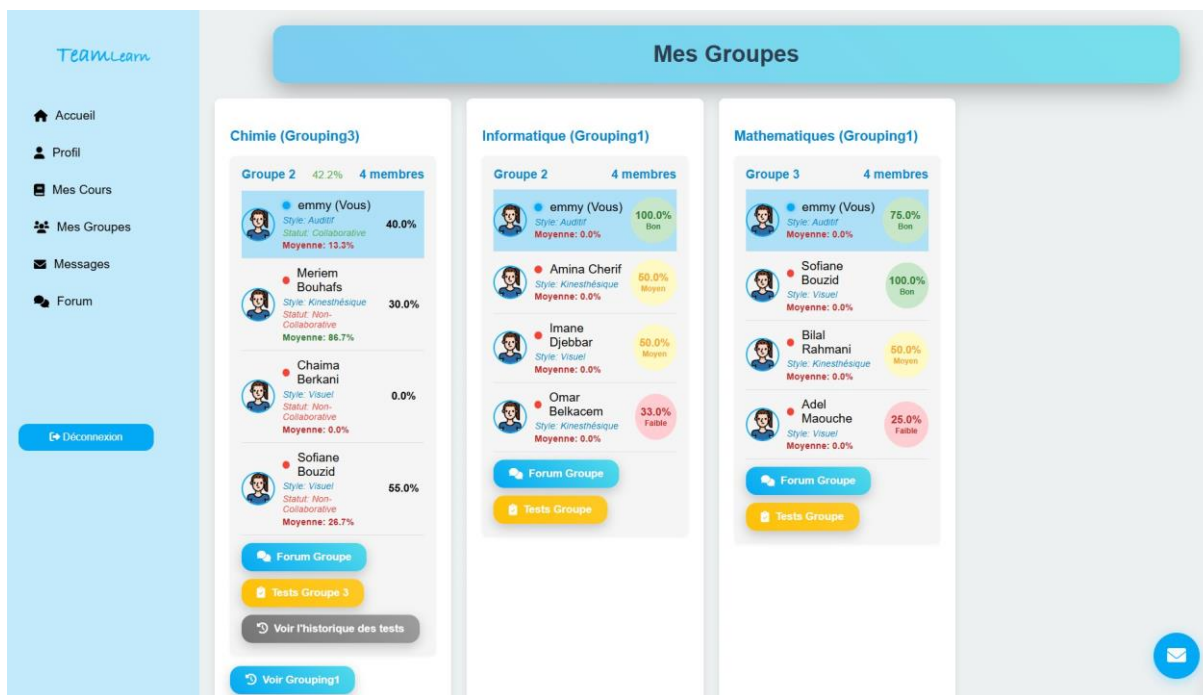


FIGURE A.51 – Les regroupements.

Le bouton **Forum Groupe** permet d'afficher une messagerie dédiée au groupe, où les membres peuvent échanger des messages collectivement.

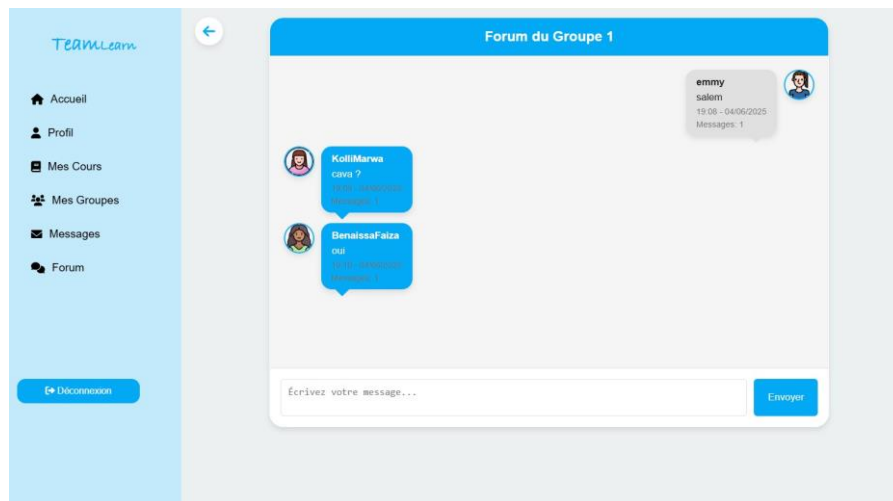


FIGURE A.52 – messagerie pour groupe.

Les boutons **Test Groupe**, **tests 2** et **tests 3** permettent d'afficher les tests collaboratifs, qu'ils soient ouvert ou final (avec une date limite) .

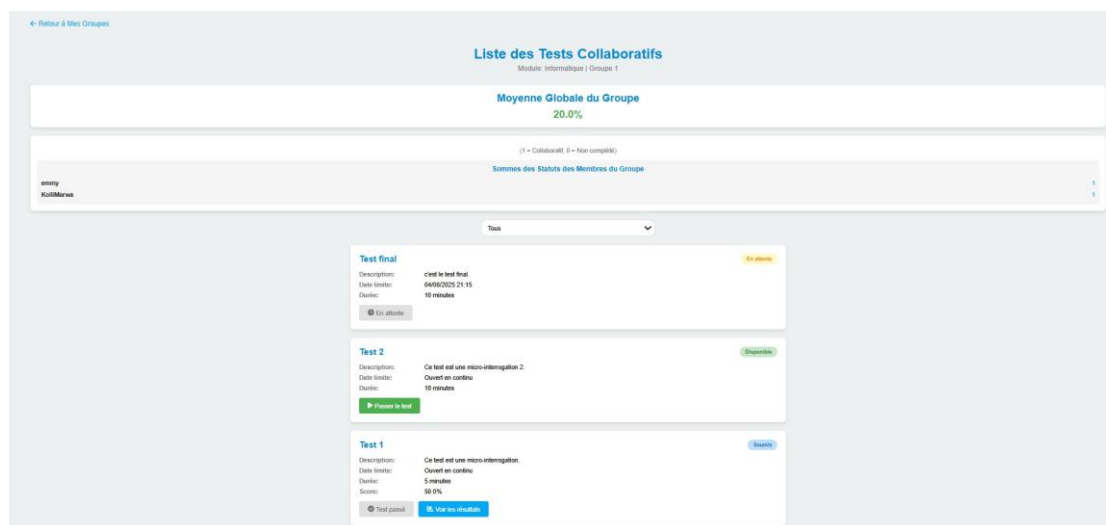


FIGURE A.53 – Liste des tests collaboratifs.

Page d'accès aux ressources pédagogiques du module, avec des options de filtrage par type de fichier (PDF, Vidéo, Podcast).

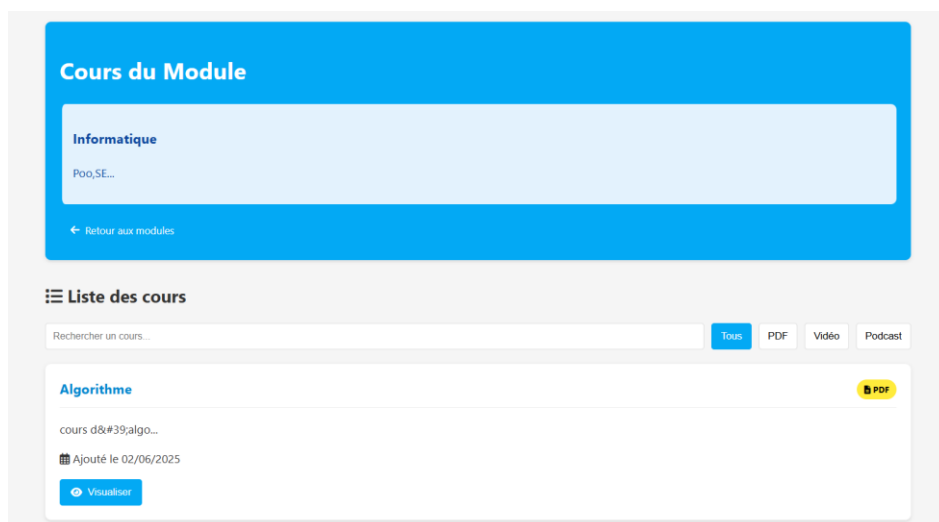


FIGURE A.54 – Cours du Module.

L'interface de "Mes Groupes" affiche les regroupements avec les moyennes calculées, de la manière suivante :

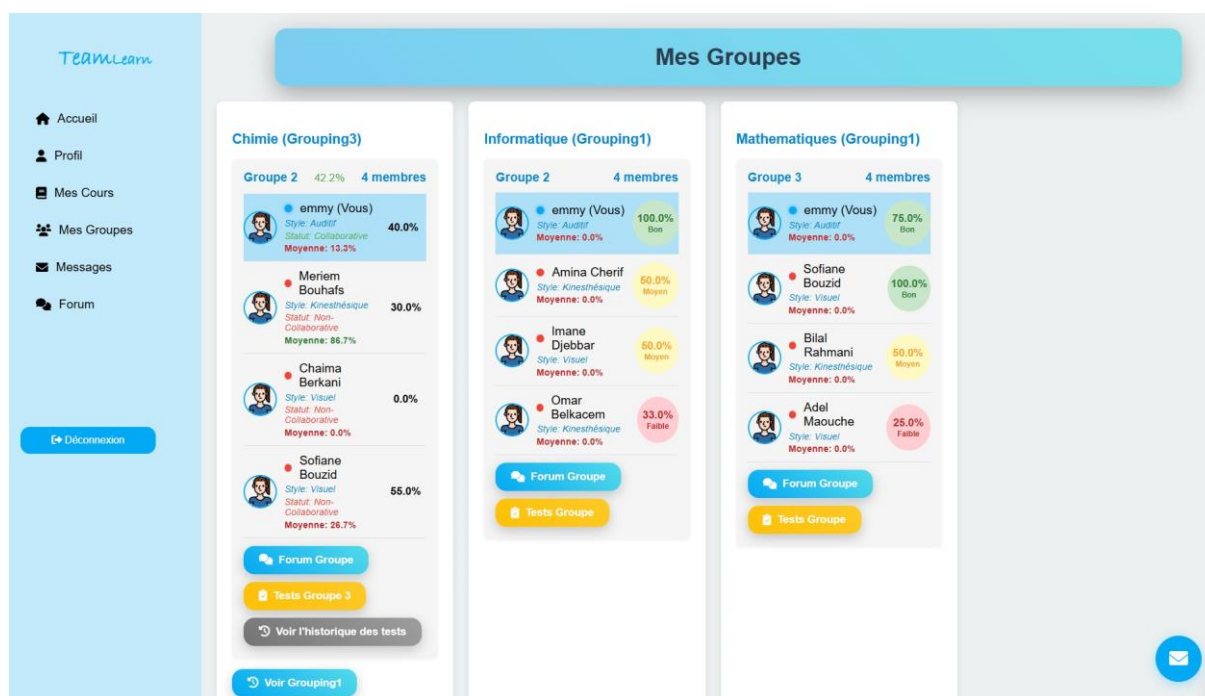


FIGURE A.55 – Les regroupements.

Le bouton **Forum Groupe** permet d'afficher une messagerie dédiée au groupe, où les membres peuvent échanger des messages collectivement.

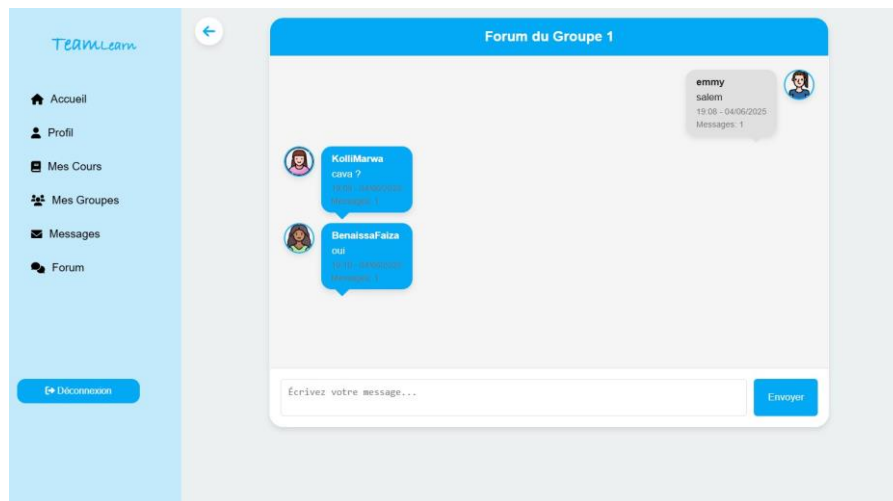


FIGURE A.56 – messagerie pour groupe.

Les boutons **Test Groupe**, **tests 2** et **tests 3** permettent d'afficher les tests collaboratifs, qu'ils soient ouvert ou final (avec une date limite) .

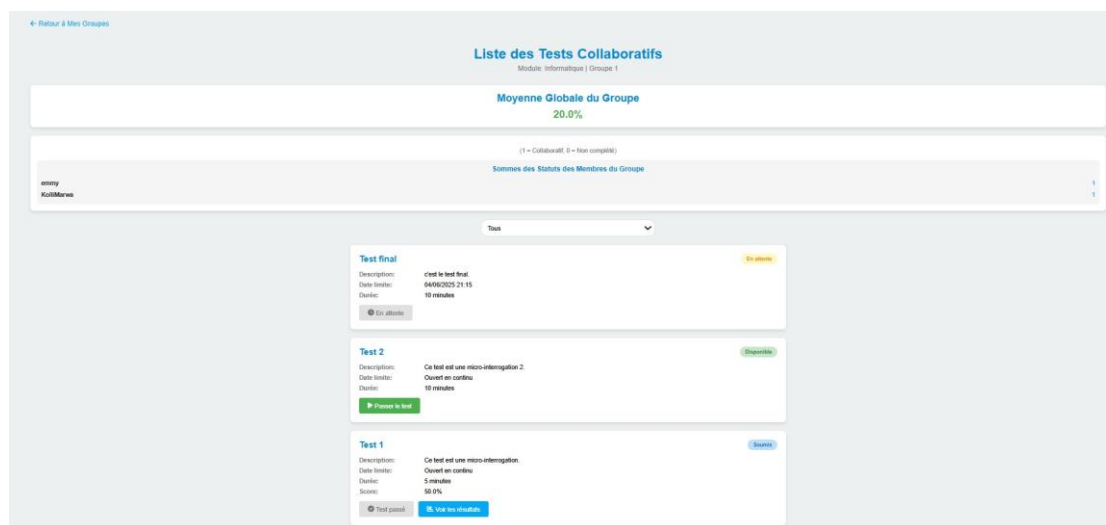


FIGURE A.57 – Liste des tests collaboratifs.

Cette interface est conçue pour faire attendre les membres avant le début du test. Il démarrera une fois que tous les membres seront prêts. Alternativement, un membre peut rejoindre un test déjà en cours.

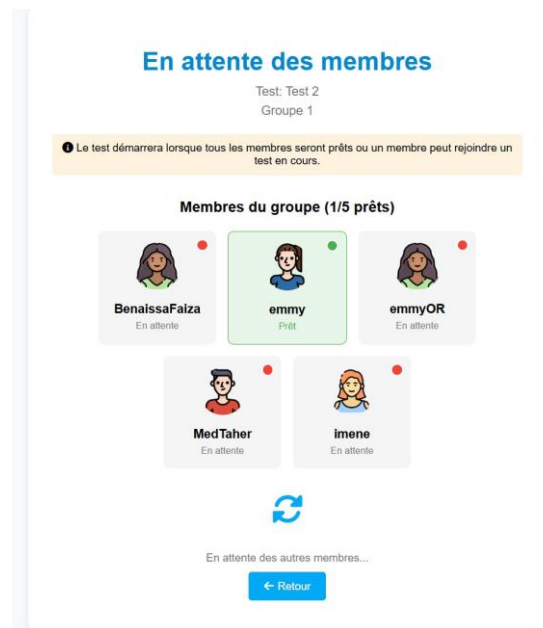


FIGURE A.58 – page d'attente .

Cette page indique que avec seulement 2 membres prêts, ils peuvent passer le test ensemble. sur le bouton «Démarrer le test» en bas de la page.

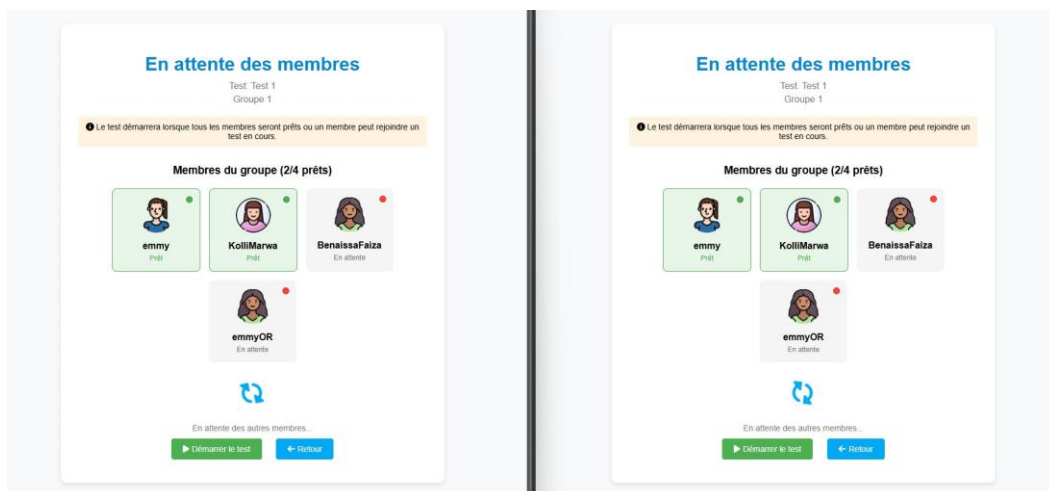


FIGURE A.59 – page d'attente 2.

Voila le test collaboratif, comme illustré dans l'image.

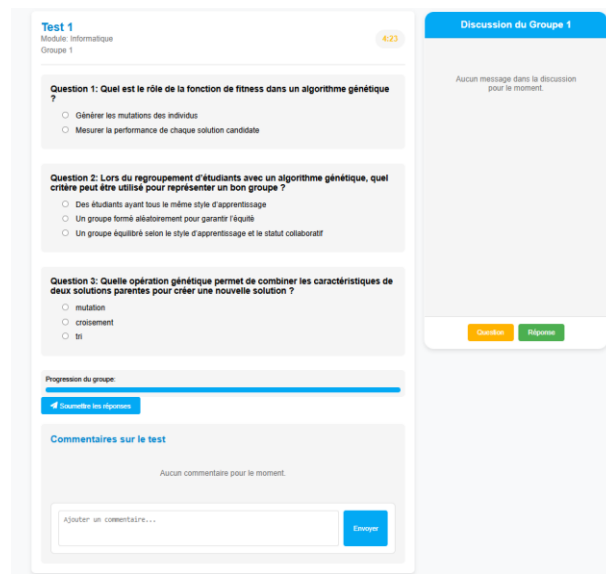


FIGURE A.60 – Test collaboratif.

Cette figure montre deux membres participant simultanément à un test collaboratif, avec une interface affichant les questions du test et une discussion de groupe active pour échanger sur les réponses et partie pour commenter .

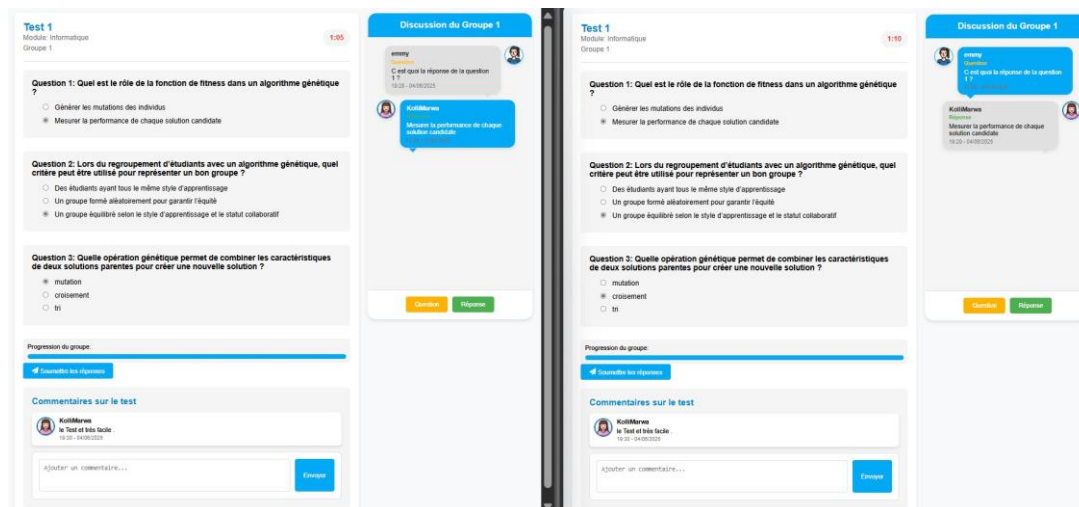


FIGURE A.61 – Test Collaboratif en Cours.

L'image présente les résultats du test collaboratif, incluant le score moyen du groupe ainsi que les scores individuels de chaque membre.

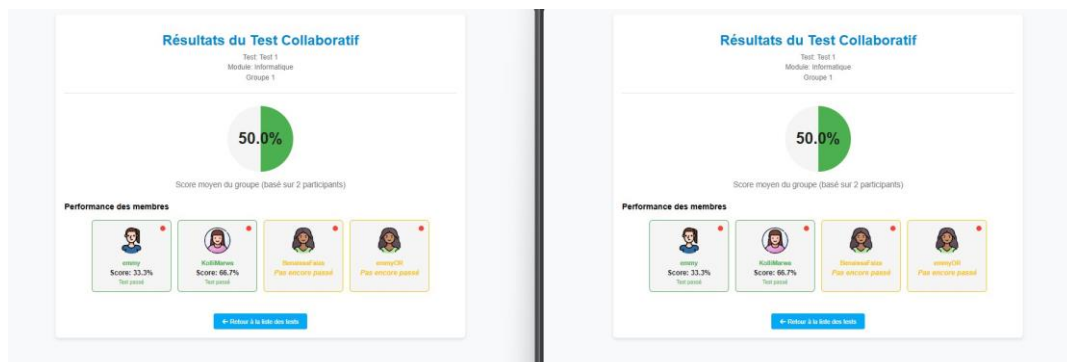


FIGURE A.62 – Résultats de tests collaboratif.

Remarque : En ce qui concerne les forums et les messages, ils sont uniformes et accessibles aux apprenants comme aux enseignants.

Conclusion

En résumé, ce guide a pour but d'aider les utilisateurs à bien comprendre et utiliser le système. En l'utilisant correctement, ils pourront tirer pleinement parti de ses fonctionnalités et améliorer la collaboration ainsi que l'efficacité de l'apprentissage en groupe.

