

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de 8 Mai 1945 – Guelma -

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

Département d'Informatique



Mémoire de Fin d'études en Master

Filière : **Informatique**

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

Thème :

Recommandations à base d'émotion dans un environnement
d'apprentissage

Encadré par :

Présenté par :

Dr. KOUAHLA Mohamed Nadjib

Mr BOUGLADA Amine

Octobre 2020

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciements

Avant tout je remercie dieu le tout puissant qui m'a donné la force et le courage pour pouvoir accomplir ce modeste travail.

Je tien a remercié mon encadrant : **Dr. KOUAHLA Mohamed Nadjib**. Pour toutes Ces efforts, ses conseils et ces orientations durant toute la période de la réalisation de ce modeste travail.

Des remerciements à **Mr BOUGHIDA Adel** et à tous les enseignants du département d'informatique de l'université 08 mai 1945 de Guelma qui ont donnés de leur mieux pour enrichir nos compétences durant ce cursus universitaire.

A **Mr BOUMAKH Yacine** le directeur opérationnel d'Algérie télécom Guelma et tous mes collègues qui m'ont soutenu et encouragé durant cette période.

A ma famille et mes amis pour leurs encouragements,

Enfin, Mes vifs remerciements vont également aux membres de jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon projet en acceptant d'examiner et juger mon travail.



Abstract

Recommendation systems are tools that present relevant items to the user. They help to predict a user's interest in an item. In the EIAH, the recommendation consists of offering the user documents to read, actions to be carried out or courses to follow in order to improve his quality of learning or to unlock certain situations in which he may fall during his learning session. All in order to increase his success rate in his course.

In this work, we have developed an approach that uses the emotional state of the learner through facial recognition tools. In order to offer the student psychological or educational solutions in the form of recommendations following a detection of the latter's difficult situation.

A first test on samples of students from the IT department reveals encouraging results for further research in this direction.

Résumé

Les systèmes de recommandation sont des outils qui proposent des items pertinents à l'utilisateur. Ils permettent de favoriser la prédiction de l'intérêt d'un utilisateur pour un item. Dans un EIAH, la recommandation consiste à proposer aux apprenants des documents à lire, des actions à réaliser ou des parcours à suivre afin d'améliorer la qualité d'apprentissage ou débloquer certaines situations de difficultés dans lesquelles ils peuvent les rencontrer durant la session d'apprentissage. Tout dans le but d'augmenter leurs taux de réussite dans leurs parcours.

Dans ce travail, nous avons élaboré une approche qui utilise l'état émotionnel de l'apprenant à travers un outil de reconnaissance d'expressions faciales. Afin de proposer à l'apprenant des solutions psychologiques ou pédagogiques sous forme de recommandations suite à une détection de situation de difficulté de ce dernier.

Un premier test sur un échantillon des étudiants du département informatique révèle des résultats encourageants pour poursuivre la recherche dans cette voie.

Mots clés : EIAH, Apprenant, Recommandation, état émotionnel, expressions faciales, solution psychologique.

Table des matières

TABLE DES MATIERES.....	1
LISTE DES FIGURES	4
LISTE DES TABLEAUX.....	6
INTRODUCTION GENERALE.....	8
CHAPITRE 1 : ÉTAT DE L'ART	11
1.1 Système de recommandation	11
1.1.1 Historique des systèmes de recommandation	11
1.1.2 Principe des systèmes de recommandation	12
1.1.3 Filtrage collaboratif.....	12
1.1.4 Filtrage basé sur le contenu.....	15
1.1.5 Filtrage hybride.....	15
1.1.6 Problèmes et limites des systèmes de recommandation	15
1.2 Systèmes de recommandation sociale	16
1.2.1 Réseaux sociaux en ligne	16
1.2.2 Liens sociaux et leurs poids	17
1.2.3 Types de systèmes de recommandation sociale	17
1.3 Systèmes de recommandation dans les EIAH.....	17
1.3.1 Contexte des EIAH	18
1.3.2 Objectifs de la recommandation dans les EIAH	18
1.3.3 Framework de classification des systèmes de recommandation pour les EIAH.....	18
1.4 Travaux connexes	21
1.4.1 Système de recommandation ISIS	21
1.4.2 Système de recommandation 3A.....	21
1.4.3 Système de recommandation Ensemble	21
1.4.4 Système de recommandation Topolor	22
1.4.5 Système de recommandation basé sur le style d'enseignement	22
1.4.6 Système de recommandation social basé sur les sentiments de l'apprenant	22
1.4.7 Système de recommandation social basé sur la confiance	22
1.4.8 Système de recommandation social basé sur le parcours de graphes	23
1.4.9 Système de recommandation sémantique pédagogique	23
1.5 Évaluation des systèmes de recommandation	23
1.5.1 Évaluation offline	24
1.5.2 Étude utilisateurs	24
1.5.3 Évaluation online	24
1.5.4 Questionnaires.....	24
1.6 Emotion Humaine.....	25
1.6.1 Type d'émotion.....	25
1.6.2 Détection de l'émotion	26
1.7 Reconnaissance des émotions	27
1.7.1 L'émotion à travers l'expression faciale	28

1.7.2	La reconnaissance des expressions faciales.....	28
1.8	Influence de l'état émotionnel de l'apprenant	28
1.9	Conclusion :.....	29
CHAPITRE 2 : CONCEPTION DU SYSTEME		31
1.2	Architecture du système :.....	31
1.2.1	La plateforme du système :	33
1.2.2	Module de recommandation :	33
1.2.3	Module psychologique	33
1.2.4	Recommandation de documents adaptés.....	36
1.3	Recommandation de documents les mieux évalués par les utilisateurs.....	39
1.4	Les acteurs du système :.....	41
1.4.1	Les actions de chaque acteur du système :	42
1.5	Module d'apprentissage :	46
1.5.1	Base profile utilisateur et document	46
1.6	Le module communication	52
1.6.1	Le chat.....	52
1.6.2	La messagerie	52
1.7	Module détection d'émotion faciale.....	52
1.8	Module de regroupement	53
1.8.1	Regroupement par profil des apprenants	53
1.8.2	Regroupement par choix	53
1.8.3	Conclusion.....	53
CHAPITRE 3 : IMPLEMENTATION ET RESULTAT		55
1.8.4	Introduction.....	55
1.1	Notre système :	55
1.2	Environnement & logiciel :	56
1.2.1	HTML.....	56
1.2.2	CSS	56
1.2.3	bootstrap 4.5	56
1.2.4	php.....	56
1.2.5	Java script	57
1.2.6	jQuery 3.5.1	57
1.2.7	XAMPP server web :.....	57
1.3	Structure du système.....	57
1.3.1	La plateforme d'apprentissage	57
1.4	Expérimentation :.....	68
1.4.1	Utilisation de la plateforme	68
1.4.2	Feedback des utilisateurs	68
1.4.3	Résultats du Feedback des utilisateurs.....	69
1.4.4	Questionnaire	72
1.4.5	Résultats du questionnaire	74

1.8.5 Conclusion.....	74
CONCLUSION GENERALE	76
BIBLIOGRAPHIES :	78
WEBOGRAPHIES :	85
ANNEXE	86

Liste des Figures

Figure 1.1: Les canaux possibles pour détecter l'émotion	27
Figure 1.2: le processus de reconnaissance d'émotion.....	27
Figure 2.1: Architecture du système.....	32
Figure 2.2: Schéma de l'approche proposée.....	38
Figure 2.3: schéma 02.....	40
Figure 2.4: les acteurs du système et leurs rôles.....	41
Figure 2.5:représente le modèle conceptuel de données	51
Figure 2.6: système de reconnaissance d'émotion.....	52
Figure 3.1 : système d'exploitation utilisé.....	55
Figure 3.2: page d'accueil	58
Figure 3.3: Espace Admin - confirmation utilisateur	59
Figure 3.4: Espace Admin - Gestion des enseignants	59
Figure 3.5: Admin -Gestion spécialité	60
Figure 3.6: Admin- Gestion de module	60
Figure 3.7: tuteur - gestion de groupe	61
Figure 3.8: tuteur- étudiant	62
Figure 3.9: Enseignant -connexion	62
Figure 3.10: Enseignant - inscription	62
Figure 3.11: Enseignants - Gestion des documents.....	63
Figure 3.12: Enseignant - gestion des tests	63
Figure 3.13: Enseignant - groupe.....	64
Figure 3.14:détection de l'émotion.....	65
Figure 3.15: Etudiant - questionnaire	65
Figure 3.16:Étudiant -exercice de relaxation.....	66

Figure 3.17: Etudiant - Gestion de document.....	66
Figure 3.18: Taux de satisfaction pour le module psychologique.....	70
Figure 3.19: comparaison des notes du teste 01 et 02	71
Figure 3.20: Taux d'évaluation des documents recommandés par le système	72
Figure 3.21: Moyenne des résultats du questionnaire	74

Liste des Tableaux

Tableau 1.1: matrice d'évaluations.....	13
Tableau 1.2: Différents types d'émotions.....	26
Tableau 2.1 : Les actions de chaque acteur du système	46
Tableau 2.2: Structure de la base de données	50

Introduction Générale

Introduction Générale

De nos jours, l'internet est devenu une ressource d'information indispensable pour les êtres humains notamment dans le domaine de l'apprentissage qui a trouvé sa place via cette technologie et qui a donné naissance à un nouveau domaine nommé EIAH (Environnement Informatique d'Apprentissage Humain).

Les EIAH viennent pour donner plus de flexibilité lors du choix du temps ou le lieu entre l'enseignant et l'apprenant. Contrairement aux modèles d'apprentissage traditionnels, l'étudiant ou l'enseignant peut avoir accès aux ressources de formation à n'importe quel moment et sans besoin à se déplacer sur les lieux tout en bénéficiant des différents services qu'offre ce système notamment la consultation de différent type de document, résolution des exercices et examens, communication etc.

Malgré le nombre important d'avantages que peuvent offrir ces systèmes, l'isolement de l'apprenant peut provoquer des perturbations psychologiques sur son état émotionnel qui réduit d'une manière flagrante ses performances et son intérêt pour ce type d'apprentissage.

Dans ce cadre, les recherches ont été orientées vers l'étude de l'influence de l'état émotionnel de l'apprenant durant sa session d'apprentissage afin de tenter de trouver des mécanismes capables de réduire son comportement négatif et le transformer en comportement positif. Ce qui a conduit à l'utilisation des systèmes de recommandation afin de faciliter la tâche à l'utilisateur et l'orienter vers des solutions favorables à l'amélioration de son état émotionnel.

Les systèmes de recommandation sont des systèmes qui utilisent les informations historiques de l'utilisateur (son profil) afin de lui proposer des solutions dont il a plus d'intérêt. La plupart des stratégies de recommandation se basent sur le filtrage collaboratif, le filtrage basé sur le contenu ou sur une combinaison des deux approches.

L'objectif de notre projet est de réaliser une plateforme d'apprentissage qui utilise un module existant pour reconnaître l'état émotionnel de l'apprenant, ensuite effectuer des recommandations à travers le module de recommandation qui se compose de trois types : recommandation psychologique, recommandation de documents adaptés et la recommandation de documents les mieux évalués par les apprenants.

Ce mémoire est composé de trois chapitres :

Chapitre 1 : L'état de l'art

Dans ce chapitre, nous présentons toutes les notions théoriques abordées dans ce projet comme les systèmes de recommandations, les réseaux sociaux en ligne, les systèmes de recommandations dans EIAH, ensuite nous présentons les différentes approches développées et les techniques d'évaluation dans ce domaine et nous terminons par l'émotion humaine, ça reconnaissance à travers les expressions faciales et l'influence de l'état émotionnel de l'apprenant dans le processus d'apprentissage.

Chapitre 2 : Conception du système

Dans ce deuxième chapitre, nous présentons la conception de notre système, en commençant par l'architecture générale de système. Ensuite, nous avons détaillé les différentes parties : plateforme d'apprentissage, le module de reconnaissance de l'état émotionnel et le module de recommandation.

Chapitre 3 : Implémentation et résultats expérimentaux

Nous présentons en premier lieu dans ce chapitre tout le matériel et logiciel utilisé lors de développement. Ensuite nous présentons les tests effectués sur chaque module et le résultat final de l'expérience faite au niveau du département.

Enfin, on termine par une conclusion générale et quelques perspectives

Chapitre 01 :
État de l'art

Chapitre 1 : État de l'art

Introduction

Dans ce premier chapitre, nous présentons d'une manière générale le contexte de notre travail. Nous commençons par une définition, un historique sur les systèmes de recommandation, leur principe de base, leurs techniques ainsi que leurs limites. Nous verrons aussi les différents systèmes de recommandation appliqués aux réseaux sociaux et dans EIAH. Enfin, nous exposons les différentes méthodes pour l'évaluation des systèmes de recommandation. Et nous terminons par la définition de l'émotion humaine et l'influence de l'état émotionnel de l'apprenant dans un EIAH.

1.1 Système de recommandation

Un système de recommandation est une application utilisée pour proposer à un utilisateur des produits ou des items qui peuvent l'intéresser selon son profil. Les systèmes de recommandation sont utilisés le plus souvent sur les sites internet de vente en ligne.

Les utilisateurs du net sont souvent perdus lorsqu'il s'agit de choisir des ressources utiles parmi des millions disponibles. Amazon par exemple propose un peu plus de 119 millions de produits pour ses clients en avril 2019 (ScrapeHero) [W1]. Pour aider ces clients à choisir ce qu'il va avec leurs besoins et leurs préférences parmi ceux disponibles, les systèmes de recommandation demeurent une solution adéquate. Selon Dalia, 35 % des achats sur Amazon dépendent des recommandations [1].

1.1.1 Historique des systèmes de recommandation

Les chercheurs travaillent depuis 25 ans dans le domaine de la recommandation automatique des items aux utilisateurs. Ce qui a donné naissance à une grande variété de méthodes, d'algorithmes et d'outils [2]-[3].

Les systèmes de recommandation s'appuient sur plusieurs domaines de recherche notamment la recherche d'information, la modélisation de l'utilisateur, l'apprentissage artificiel, les sciences cognitives et les interactions humain-machine. [4]-[5].

Chapitre 1 : État de l'art

Dans les années 1990, des systèmes de recommandation en vus le jour tel que la recommandation des messages des newsgroups Tapestry [6], Usenet et Ringo [7] pour la recommandation de la music.

1.1.2 Principe des systèmes de recommandation

Des méthodes de base sont utilisées le plus souvent dans les systèmes de recommandations afin de proposer des items adaptés à chaque utilisateur selon ses besoins et ses préférences. Le filtrage collaboratif est une technique qui utilise les opinions des utilisateurs similaires à un utilisateur actif. Le filtrage basé sur le contenu utilise uniquement les préférences de l'utilisateur actif.

Le filtrage collaboratif reste la méthode la plus utilisé dans les systèmes de recommandation [8].

1.1.3 Filtrage collaboratif

Le principe du filtrage collaboratif est la recommandation des items à un utilisateur qui ont été déjà été aimé par des utilisateurs similaire, ces utilisateurs partage les mêmes préférences que l'utilisateur actif. Donc l'idée est : si un groupe d'utilisateurs est d'accord sur la qualité de certain item il sera d'accord sur d'autres items aussi.

Le filtrage collaboratif dépend des évaluations données par les utilisateurs pour chaque item, l'ensemble des évaluations forme un tableau (item / utilisateur) donc la similarité des deux utilisateurs dépend de la similarité des anciennes évaluations.

Les systèmes de recommandation en générale notamment les systèmes basés sur le filtrage collaboratif effectuent en premier lieu la prédiction des valeurs des items non évalués par les utilisateurs, ensuite générer une liste d'items les mieux classées en fonctions des préférences de l'utilisateur [9].

Le tableau 1.1 montre un exemple d'une matrice d'évaluations pour quatre utilisateurs et quatre films dans un système de recommandation de film. On met une « * » pour les titres qui n'ont pas été évalué par les utilisateurs.

Chapitre 1 : État de l'art

	<i>Le Seigneur des anneaux</i>	<i>Les Avengers</i>	<i>La reine des neiges</i>	<i>Le parrain</i>
<i>User 01</i>	*	2	3	5
<i>User 02</i>	4	3	*	*
<i>User 03</i>	5	1	*	4
<i>User 04</i>	3	2	*	1

Tableau 1.1: matrice d'évaluations

1.1.3.1 Technique et méthode utilisé dans la recommandation

1.1.3.1.1 Filtrage collaboratif basé sur les utilisateurs

Selon Ekstrand et ses collègues cette méthode de recommandation se repose sur le principe de trouver des utilisateurs similaires appelé aussi voisin à l'utilisateur courant. Puis prédire les préférences d'utilisateur en cours à partir des évaluations de ces voisins [9].

Herlocker et ses co-auteurs ont défini les 3 étapes de cette technique de recommandation :

1. le calcul de la similarité entre l'utilisateur courant et tous les utilisateurs du système.
2. la sélection des utilisateurs voisins les plus proches.
3. le calcul des prédictions en utilisant une combinaison pondérée des évaluations appartenant aux voisins sélectionnés [10].

1.1.3.1.2 Filtrage collaboratif basé sur les items

Suite à un problème de montée de charge dans le filtrage collaboratif basé sur les utilisateurs. Le Filtrage collaboratif basé sur les items a été inventé. Il consiste à trouver les items similaires à l'item courant [11].

Il utilise les évaluations des utilisateurs pour déterminer si un item est aimé ou pas par des utilisateurs. Si deux items ont les mêmes utilisateurs qui les aiment et les mêmes utilisateurs qui ne les aiment pas, alors ces items sont similaires. Gabrielsson a décomposé cette technique en 3 étapes :

1. Calculer la similarité entre l'item courant et tous les items du système.
2. Sélectionner les voisins les plus proches de l'item courant.
3. Calculer les prédictions en utilisant un algorithme basé sur l'évaluation par l'utilisateur courant des items appartenant au voisinage de l'item courant [12].

1.1.3.1.3 Réduction de dimension

Dans un système de recommandation, les items et les utilisateurs sont représentés par des vecteurs multidimensionnels de grande taille ou on trouve beaucoup de redondances cette technique permet de réduire ces dimensions.

Exemple : Singular Value Decomposition (SVD) est l'une des techniques de réduction de dimensions [13].

1.1.3.1.4 Méthodes probabilistes

Cette méthode consiste à prédire le comportement futur des utilisateurs Cross-sell est l'un des systèmes qui utilise les méthodes probabilistes, basées sur la classification bayésienne naïve [14] .

1.1.3.1.5 Méthodes basées sur les graphes

Les méthodes de la théorie des graphes sont souvent utilisées pour calculer les voisins les plus proches d'un utilisateur donné dans un système de filtrage collaboratif [2]. Les systèmes de recommandations basés sur des graphes utilisent plusieurs méthodes comme le plus court chemin [15], la marche aléatoire [16] et le PageRank [17].

1.1.3.2 Mesure de similarité

Plusieurs mesures de similarité existent dans la littérature, les plus utilisées sont le coefficient de corrélation de Pearson et la similarité basée sur le cosinus [18].

1.1.3.3 Recommandation multicritères

Il existe des systèmes qui intègrent plusieurs critères afin d'arriver à des résultats meilleurs et augmenter la pertinence des recommandations. Domavicius et al ont classé les techniques de recommandation utilisées dans les systèmes de recommandation multicritères en deux catégories : les techniques basées sur les heuristiques et celles basées sur les modèles [19].

1.1.4 Filtrage basé sur le contenu

Dans cette méthode, le système recommande à l'utilisateur des items similaires à ceux qui ont été déjà aimés dans le passé. A partir des évaluations, un profile est créé pour chaque utilisateur.

Plusieurs méthodes comme la classification bayésienne naïve tel que LIBRA [20] et ITR [21]. La majorité des systèmes de recommandation basés sur le contenu utilise le matching de mots clés ou le modèle vectoriel (VSM : Vector Space Model) [22].

1.1.5 Filtrage hybride

Le filtrage hybride consiste à la combinaison de plusieurs méthodes de recommandation afin d'avoir plus d'avantage et plusieurs techniques ont été proposé [23].

1.1.6 Problèmes et limites des systèmes de recommandation

Malgré les nombreux avantages des systèmes de recommandations, ils présentent certaines limites, plusieurs approches ont été développées pour les contourner [3].

1.1.6.1 Démarrage à froid

La recommandation d'un item dans le filtrage collaboratif dépend des évaluations des utilisateurs donc le système ne peut pas recommander un nouvel item qui ne possède pas encore d'évaluation.

Chapitre 1 : État de l'art

1.1.6.2 Sparsity

On parle de sparsity lorsque le nombre d'item évalués est largement très faible par rapport au nombre total des items existants sur le système qui produit des doutes sur la qualité des items recommandés par le système.

1.1.6.3 Sérendipité

La recommandation basée sur le contenu se fait selon le profit utilisateur, ce dernier ne recevra que des recommandations similaires à celles qu'il a déjà rencontrées donc certains items se trouvent égarés.

1.1.6.4 Problème du mouton gris

Les préférences de certains utilisateurs par foie spéciale sont trouvées dans les limites de deux classes utilisateur ce qui produit un problème de recommandation.

1.1.6.5 Montée en charge

Lorsque le nombre d'utilisateur devient trop grand, le calcul nécessaire à la recommandation devient pénible et coûteux.

1.2 Systèmes de recommandation sociale

Les gens en générale ont tendance à demander conseil à une amie ou un proche pour l'achat d'un produit ou pour prendre une décision d'ordre sociale ou professionnel. Selon le principe d'homophilie [24], les humains ont tendance à faire des relations avec d'autres qui sont semblables à eux. Les liens sociaux poussent les gens à partager leurs opinions et leur idée avec des proches afin de pouvoir avoir des recommandations pour prendre des décisions. Il existe plusieurs systèmes de recommandation sociale qui exploitent les liens qui existent entre les utilisateurs.

1.2.1 Réseaux sociaux en ligne

Les réseaux sociaux en ligne offrent de nouvelles opportunités pour améliorer la qualité de recommandation suite à leur capacité énorme d'analyse comportementale des utilisateurs. Ainsi que la manipulation d'une très grande source d'informations de différentes natures telles que les opinions des utilisateurs ou les évaluations explicites sur des items de ce réseau.

1.2.2 Liens sociaux et leurs poids

Selon Yang et ses collègues, les réseaux sociaux peuvent être généraux, tel Facebook ou spécifiques à un domaine, tel Netflix. La relation entre utilisateurs et une relation représentée par des valeurs. Le poids social peut être suite à l'évaluation d'un utilisateur par un autre ou déduit à partir du degré d'interaction et de communication entre les deux utilisateurs [5].

1.2.3 Types de systèmes de recommandation sociale

Bellofina et ses co-auteurs scindent les systèmes de recommandations sociales en quatre types que nous décrivons ci-dessous [25].

1.1.6.6 Recommandeur basé sur les amis

Approche utilisée par Liu et Lee dans leur recherche [26]. Elle introduit l'information sociale dans le filtrage collaboratif basé sur les utilisateurs en remplaçant les voisins les plus proches de l'utilisateur actif par celui de ses amis.

1.1.6.7 Recommandeur basé sur la popularité sociale

Les systèmes de ce type effectueront des recommandations à l'utilisateur courant des items les plus populaires chez ces amis.

1.1.6.8 Recommandeur basé sur les distances

Ce sont des approches qui utilisent des algorithmes qui calculent la distance entre deux nœuds (utilisateur) dans un graphe social.

1.3 Systèmes de recommandation dans les EIAH

Les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH) deviennent de plus en plus populaires depuis plusieurs années. Ces environnements sont constitués d'un ensemble de méthodes et outils qui visent à améliorer la qualité de l'apprentissage chez les apprenants dans des domaines divers. Dans un EIAH, les ressources sont générées périodiquement [27]. Ces plateformes recommandent aux apprenants des contenus qui peuvent les intéresser pour satisfaire leur besoins d'information.

Chapitre 1 : État de l'art

1.3.1 Contexte des EIAH

La majorité des systèmes de recommandation sont orientés vers la vente de produits. La recommandation dans EIAH est particulière, et se base sur la richesse des théories et des modèles pédagogiques existants [27], l'apprentissage dans EIAH est un peu compliqué que l'achat d'un produit sur le net, elle nécessite plus d'effort et de temps.

Selon Romero et Ventura, contrairement au site de commerce, les systèmes de recommandation dans les EIAH utilisent plus d'informations sur les interactions des apprenants [28].

Drachsler et ses collègues ont cité plusieurs caractéristiques spécifiques dans les EIAH, ces caractéristiques sont les suivantes : but d'apprentissage, connaissances pré-requises, caractéristiques et préférences de l'apprenant, regroupement d'apprenants, ressources pédagogiques, parcours d'apprentissage et stratégies d'apprentissage [29].

1.3.2 Objectifs de la recommandation dans les EIAH

L'objectif principal de la recommandation dans les EIAH est de soutenir les apprenants à travers une stratégie d'apprentissage pour réussir leurs sessions d'apprentissage [30]-[31] .

Plusieurs travaux ont souligné les effets positifs que peuvent avoir les systèmes de recommandation sur l'apprentissage en se basant sur des résultats d'expérimentations confirment ces effets [32]-[33]-[34].

1.3.3 Framework de classification des systèmes de recommandation pour les EIAH

Manouselis et ses co-auteurs ont classé les systèmes de recommandation en 7 dimensions (Tâches supportées, Modèle de l'utilisateur, Modèle du domaine, Personnalisation, Architecture, Emplacement et Mode de recommandation) [27].

1.1.6.1 Tâches supportées

Les tâches principales supportées dans les EIAH cités sont :

- Trouver de nouvelles ressources : des nouvelles ressources ajoutées dans le système sont recommandées.

Chapitre 1 : État de l'art

- Trouver des utilisateurs pairs : par exemple, recommander à un utilisateur d'autre utilisateur qui ont les mêmes intérêts que lui.
- Trouver des scénarios : recommandation d'un parcours d'apprentissage concernant une liste de ressources.

1.1.6.2 Modèle de l'utilisateur

Model utilisateur ou profil d'utilisateur concerne la représentation, le stockage et la mise à jour des caractéristiques de l'utilisateur dans le système. Cette catégorie identifie les dimensions suivantes :

- Représentation : Le modèle de l'utilisateur peut être réalisé à l'aide de plusieurs méthodes : modèles basés sur l'historique utilisateur, modèles d'espace vectoriel, réseaux sémantiques, réseaux associatifs, modèles basés sur des classificateurs, matrices d'évaluations utilisateurs/items, caractéristiques démographiques, ainsi que les ontologies [35]-[36]-[37].
- Génération : Il existe plusieurs méthodes de création et mise à jour du modèle initial de l'utilisateur en utilisant des données prélevées par le système [36].

1.1.6.3 Modèle du domaine

Un modèle de domaine est représenté par les types de ressources que fourni un système de recommandation, elle est identifiée par les dimensions suivantes :

- Représentation : Les items du domaine sont représentés en utilisant :
 - un index simple ou un catalogue d'items,
 - une taxonomie d'items composée de classes d'items similaires,
 - une ontologie où des relations plus complexes sont définies entre des items ou des classes d'items.
- Génération : plusieurs techniques sont utilisées pour la génération du modèle tel que le clustering, la classification et la réduction de dimension.

Chapitre 1 : État de l'art

1.1.6.4 Personnalisation

La personnalisation se réfère à des dimensions décrivant la façon dont le système effectue les recommandations, en termes de :

- Degré : Il s'agit du degré de personnalisation fourni par le système de recommandation.
- Méthode : les méthodes de personnalisation de recommandation 1) la récupération brute 2) sélection manuelle 3) des méthodes de recommandation basées sur le contenu, 4) des méthodes de recommandation basées sur le filtrage collaboratif et 5) des approches hybrides [35].

1.1.6.5 Architecture

L'architecture du système de recommandation peut être :

- Centralisée : système de recommandation est installé sur un seul emplacement.
- Distribuée : système de recommandation est installé sur plusieurs emplacements [38] [39] .

1.1.6.6 Emplacement

C'est l'endroit où la recommandation est générée. Elle peut être comme suit :

- À la source d'information : Le cas où le fournisseur fournit un système de recommandation à ses utilisateurs sans passer par une entité tierce.
- Au serveur de recommandation : Les recommandations sont fournies par un serveur de recommandation appartenant à une entité tierce.
- Du côté de l'utilisateur : Les recommandations sont produites localement du côté de l'utilisateur [40].

1.1.6.7 Mode de recommandation

Le mode de recommandations des items peut être de trois types :

- Mode push (actif) : Transmettre les recommandations à l'utilisateur même lorsqu'il n'interagit pas avec le système.
- Mode pull (actif) : Produire des recommandations et les présenter à l'utilisateur lorsqu'il le permet ou le demande.
- Mode passif : Produire des recommandations dans le cadre de la procédure régulière du système [41]-[35].

1.4 Travaux connexes

1.4.1 Système de recommandation ISIS

Le système ISIS recommande à l'apprenant une sélection de ressources qui peuvent l'intéresser selon son profil et son domaine. Le système combine deux techniques pour effectuer la recommandation soit il effectue une comparaison des infos personnels de l'apprenant avec les connaissances du domaine ou effectuer une sélection des ressources les plus populaires dans un groupe d'apprenants spécifique en utilisant un filtrage collaboratif [32].

1.4.2 Système de recommandation 3A

Le système de recommandation 3A classe les 3 entités (acteurs, *assets* et activités) selon leur importance ou les acteurs peuvent être des utilisateurs ou des agents, les *assets* représentent des ressources et les espaces d'activité représentent des moyens des activités individuelles ou collaboratives. Ce système utilise l'algorithme de classement 3A pour classer les acteurs, les *assets* et les activités en fonction de leur popularité globale et locale [42].

1.4.3 Système de recommandation Ensemble

Ce système oriente l'utilisateur vers les informations les plus utiles en exploitant la traçabilité des autres utilisateurs. L'annotation des liens met en évidence les ressources qui sont populaires dans le groupe de l'utilisateur, tandis que la génération de liens peut recommander des ressources qui ont été visitées par le groupe de l'utilisateur dans un contexte similaire. Cette approche propose à tous les utilisateurs

d'un groupe les mêmes recommandations. Elle n'est pas personnalisée pour chaque utilisateur [43].

1.4.4 Système de recommandation Topolor

Topolor est un système social d'apprentissage adaptatif personnalisé, ce système offre des recommandations personnalisées et certaines fonctionnalités sociales telles que le partage d'un statut d'apprentissage, l'échange simple de questions/réponses et le partage de notes. Topolor peut recommander un contenu d'apprentissage, des parcours d'apprentissage, des experts, des pairs, des questions et des sujets d'apprentissage. Ce système utilise à la fois un filtrage collaboratif et une recommandation basée sur le contenu [44].

1.4.5 Système de recommandation basé sur le style d'enseignement

Limongelli et ses collègues ont proposé un système de recommandation pour les enseignants. Il propose de regrouper les enseignants en quatre groupes sur la base de leurs styles d'enseignement. Cette classification utilise l'algorithme de clustering K-means en tenant en compte du style d'enseignement de chaque enseignant. Chaque groupe d'utilisateurs aura les mêmes attitudes d'enseignement. Le système propose à tous les enseignants d'un groupe particulier les mêmes recommandations de ressources pédagogiques [45].

1.4.6 Système de recommandation social basé sur les sentiments de l'apprenant

Karampiperis et ses co-auteurs ont utilisé les techniques d'analyse des sentiments (opinion mining) sur les commentaires générés par l'utilisateur lorsque l'évaluation de l'utilisateur est manquante. Ce système est utilisé pour améliorer les recommandations des ressources pédagogiques dans les systèmes de recommandation basés sur le filtrage collaboratif [46].

1.4.7 Système de recommandation social basé sur la confiance

Dans [47], selon le besoin des enseignants, le système leur recommande des ressources qui peuvent les aider. Il se base sur l'idée que l'utilisateur préfère recevoir des recommandations par des personnes en qui ils ont confiance.

1.4.8 Système de recommandation social basé sur le parcours de graphes

Le système de recommandation sociale développé par Fazeli, combine un système de gestion de l'apprentissage traditionnel et des réseaux sociaux commerciaux. Ce système utilise une méthode de parcours de graphe pour recommander des ressources pédagogiques [47].

1.4.9 Système de recommandation sémantique pédagogique

Santos et Boticario ont proposé une méthode pour identifier 32 types de recommandation dans les environnements d'apprentissage social en ligne.

Ils ont tenu en compte plusieurs types d'actions, tel que propose à un utilisateur de de rejoindre un groupe, lire un contenu, donner des commentaires sur certaines contributions et discuter avec un tuteur. Cette approche propose un système de recommandation pédagogique sémantique qui fournit des recommandations appropriées aux apprenants selon ces règles. Cette approche s'appuie sur l'utilisation d'outils sociaux, tels que le chat et les forums, et recommande des actions qui peuvent être réalisées dans ces outils [48].

1.5 Évaluation des systèmes de recommandation

Shani et Gunawardana expliquent que la plupart des systèmes de recommandation ont été évalués en fonction de leur capacité à prédire des choix de l'utilisateur. La précision des prédictions est cruciale mais insuffisante pour déployer un bon système de recommandation [49].

Selon Herlocker et ses collègues, les évaluations des systèmes de recommandations peuvent être effectuées en utilisant une analyse hors ligne (offline analysis) ou une expérimentation avec des utilisateurs réels (live user experiment) [41]. Il existe une autre classification des méthodes d'évaluation des systèmes de recommandation. Comme expliqué dans [34], ces méthodes d'évaluation sont classées en trois types : expérimentations offline, études avec des utilisateurs (user studies) et tests réels (real life testing). Ce dernier type est nommé expérimentations en ligne (Online experiments) [49].

1.5.1 Évaluation offline

Une grande partie du travail d'évaluation des algorithmes des systèmes de recommandation s'est concentrée sur l'analyse hors ligne de la précision des prédictions que peuvent faire ces systèmes [41].

Les évaluations offline utilisent des ensembles de données (dataset) constitués d'actions des utilisateurs (principalement des évaluations de ressources). Les évaluations offline simulent le processus de recommandation où une partie des actions utilisateurs est caché et le système de recommandation trouve ces actions cachées par une prédiction. Le système de recommandation est évalué en fonction de sa capacité à prédire ces interactions cachées.

1.5.2 Étude utilisateurs

L'objectif d'un système de recommandation va au-delà des métriques de précision. Les évaluations se basant sur des métriques de précision ne répondent pas à la question de savoir si les utilisateurs sont réellement satisfaits des recommandations proposées par le système [50]-[51].

Fazeli a mentionné que près de 50% du succès commercial d'un système de recommandation est lié aux interactions entre les utilisateurs et ce système alors que l'algorithme de recommandation ne compte que pour 5% [52].

1.5.3 Évaluation online

L'évaluation online peut aussi recueillir le point de vue de l'utilisateur concernant le système de recommandation. Dans ce type d'évaluation, des utilisateurs réels utilisent le système dans des conditions réelles sur une longue période [27]. Ce type d'évaluation peut montrer les usages et les habitudes d'utilisation des utilisateurs, les problèmes et les besoins non satisfaits, et les problèmes que les chercheurs n'ont peut-être pas envisagés dans une étude utilisateurs[41].

1.5.4 Questionnaires

Les études utilisateur et les expérimentations online peuvent utiliser des questionnaires pour récolter les avis des utilisateurs sur leurs expériences sur le système. Ces questionnaires peuvent être posés avant, pendant et après que les

utilisateurs utilisent le système. Plusieurs questionnaires d'évaluation centrés sur l'utilisateur ont été proposés.

1.6 Emotion Humaine

Une émotion humaine est une réaction psychologique et physique à une situation. Elle commence par une manifestation interne et génère une réaction extérieure. Elle est provoquée par la confrontation à une situation et à l'interprétation de la réalité.

L'émotion peut se définir comme une séquence de changements intervenant dans cinq systèmes organiques (cognitif, psychophysique, moteur, dénotationnel, moniteur), de manière interdépendante et synchronisée en réponse à l'évaluation de la pertinence d'un stimulus externe ou interne par rapport à un intérêt central pour l'organisme. [W2]

Le terme d'émotion désigne des sentiments que chacun de nous peut reconnaître en lui-même par introspection ou prêter aux autres par extrapolation [53].

Ekman a défini que les émotions sont des entités psychophysiques et comportementales discrètes (individualisées) en nombre fini : les émotions de base ('basic emotions') qui ont en commun un déclenchement rapide, une courte durée, une survenue spontanée, une évolution automatique, et des réponses cohérentes. Ce qui les distingue des "autres émotions" [54]

1.6.1 Type d'émotion

Les chercheurs ont fait de très grands efforts pour définir et classer les émotions dans le but de décoder quelque chose qui a été imprimé dans le cerveau humain [55]. Le tableau suivant présente une classification des émotions :

Chapitre 1 : État de l'art

Théoriciens	Émotions de base
Plutchik	Acceptation, colère, anticipation, dégoût, joie, peur, tristesse, surprise
Arnold	Colère, aversion, courage, abattement, désir, désespoir, peur, haine, espoir, amour, tristesse
<u>Frijda</u>	Désir, bonheur, intérêt, surprise, émerveillement, chagrin
McDougall	Colère, dégoût, exaltation, peur, soumission, émotion tendre, émerveillement
<u>Ekman</u>	Colère, dégoût, peur, joie, tristesse, surprise

Tableau 1.2: Différents types d'émotions.

1.6.2 Détection de l'émotion

Pour collecter des informations émotionnelles, les études de recherche dans ce domaine se sont focalisées sur trois principaux types d'entrées [60] :

- Signaux physiologiques (électromyogramme-EMG, activité électrodermale-EDA, électrocardiogramme EKG ou ECG, pouls du volume sanguin-BVP, etc.).
- Activité motrice comportementale (expressions faciales, intonation de la voix, posture du corps, etc.).

Chapitre 1 : État de l'art

- Auto déclaration (échelle verbale ou imagée, questionnaires, etc.).

La **Figure 1.1** résume les différents canaux et mécanismes que nous pouvons utiliser pour la détection des émotions :

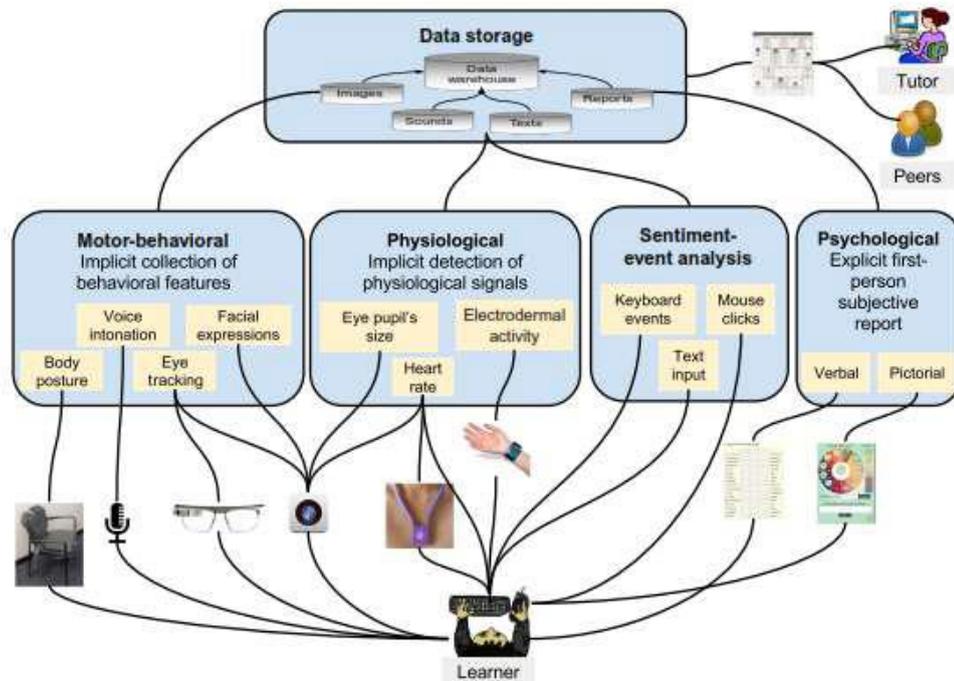


Figure 1.1: Les canaux possibles pour détecter l'émotion

1.7 Reconnaissance des émotions

La reconnaissance d'émotion est réalisée en trois étapes fondamentales, l'extraction des caractéristiques, la sélection de caractéristiques et la classification. Les caractéristiques sont extraites à l'aide d'un ou plusieurs capteurs [61].

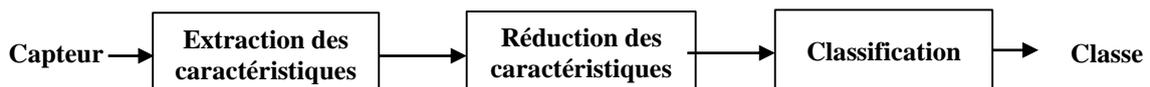


Figure 1.2: le processus de reconnaissance d'émotion

1.7.1 L'émotion à travers l'expression faciale

L'expression faciale est un produit de la contraction de plusieurs muscles du visage. Les trois caractéristiques principales de visage les plus influant sur la nature de l'expression faciale sont la bouche, les yeux et les sourcils. Les autres comme les plis, les rides, les cheveux ne jouent pas un rôle important [62].

L'expression faciale est l'un des importants éléments visuels pour analyser les émotions humaines. la reconnaissance précise de l'expression du visage dans un environnement non contrôlé reste un défi important relevé par les chercheurs [63].

1.7.2 La reconnaissance des expressions faciales

Plusieurs recherches ont contribué à l'évolution de ce domaine. Plusieurs caractéristiques ont été utilisées comme les caractéristiques statistiques/géométriques ou les algorithmes de classification : Hog , LBP , distance et angle entre les points d'intérêts et filtre de Gabor pour l'extraction des caractéristiques et SVM , KNN et adaboost pour la classification des caractéristiques extraites, il existe même des approches qui ont basé sur le Deep Learning [64]. Boughida et ses co-auteurs ont proposé une approche de reconnaissance des expressions faciales basée sur l'utilisation des fonctionnalités de filtre de Gabor et SVM pour la classification [65].

1.8 Influence de l'état émotionnel de l'apprenant

Les chercheurs qui ont travaillé dans le domaine de l'état émotionnel de l'apprenant ont classé les émotions en deux groupes : un état positif ou il a une motivation avec un état psychologique positif et état négatif qui présentant un état de stress ou de dégoût.

Hascher affirme l'absence d'une stratégie claire et adaptée pour résoudre le problème de la présence d'émotions dans l'apprentissage, les chercheurs du domaine ont conclu que les émotions positives favorisent l'apprentissage et les émotions négatives sont préjudiciables [57].

Goleman a souligné qu'avoir une disposition positive serait de ce motif pour travailler plus après un échec alors avoir une disposition négative c'est la fête de ce voir stupide [66].

Chapitre 1 : État de l'art

Pekrun et ses collègues ont estimé que les émotions tel que : la jouissance, la fierté, l'espoir et le soulagement sont des émotions positives et l'anxiété, la colère, la honte, l'ennui et le désespoir sont négative. Aussi l'émotion positive favorise la créativité [67].

1.9 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté quelques méthodes existantes de systèmes de recommandation en général. Nous avons aussi parlé des systèmes de recommandation sociaux en fin nous avons présenté les systèmes de recommandations dans le EIAH et nous avons conclu par des travaux réalisés dans ce domaine et de l'émotion humaine et son influence sur l'apprenant.

Dans le chapitre suivant, nous allons présenter les différentes étapes de notre réalisation selon la conception qu'on a développée.

**Chapitre 02 :
Conception du système**

Chapitre 2 : Conception du système

Chapitre 2 : Conception du système

Introduction :

L'objectif principal de notre projet est de proposer une approche de recommandation dans un environnement d'apprentissage à distance (EIAH) qui prend en considération l'état émotionnel de l'apprenant dès la première connexion au système, pendant la consultation des cours et au moment de l'évaluation des documents.

Dans ce chapitre, nous présentons l'architecture générale de notre plateforme qui se compose de quatre modules. Un module d'apprentissage qui comporte les principales fonctionnalités du système, une base de données qui contient les informations sur les acteurs ainsi que les outils de communication, un module de détection d'émotions faciales, un module pour le regroupement des apprenants et le module de recommandation qui est le cœur de notre approche.

1.2 Architecture du système :

Dans notre système, on surveille l'état émotionnel de l'apprenant durant toute la période d'apprentissage. Afin de nous permettre de lui proposer des recommandations nécessaires en temps opportun. Notre système se compose de quatre parties essentielles. Nous présentons l'architecture globale du système dans le schéma qui suit :

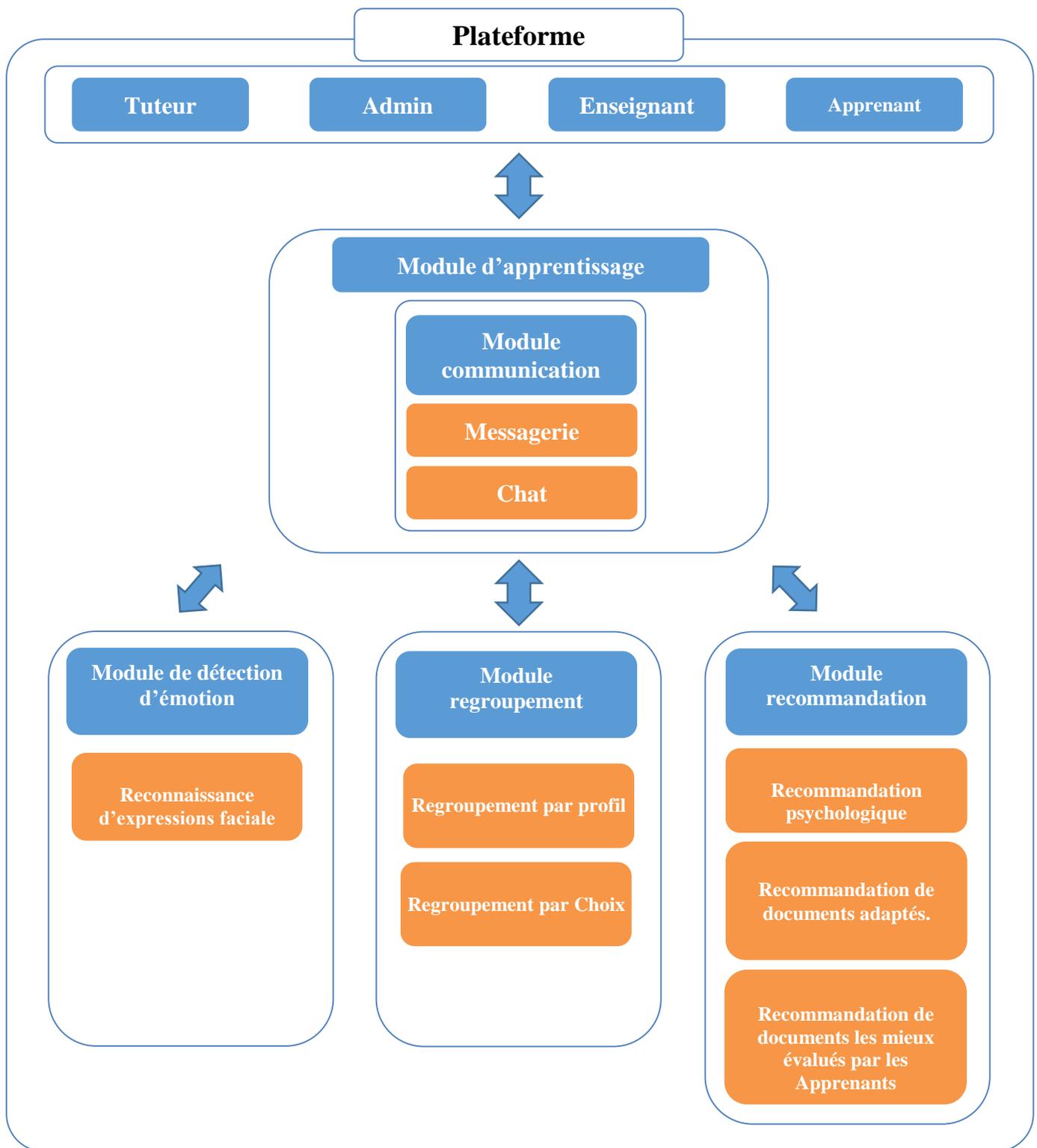


Figure 2.1: Architecture du système

Chapitre 2 : Conception du système

Dans ce qui suit, nous donnons plus de détails sur les fonctionnalités du système aussi nous expliquons les différentes composantes de notre architecture.

1.2.1 La plateforme du système :

Dans le cadre de notre projet, nous avons tenté d'intégrer notre approche dans la plateforme MOODLE, mais nous avons trouvé des difficultés pour maîtriser son utilisation pour cela nous avons opté pour la réalisation de notre plateforme d'apprentissage, cette dernière intègre les modules cités précédemment dans le module de recommandation qui est le noyau de notre travail.

1.2.2 Module de recommandation :

Le module de recommandation est le cœur de notre travail, il consiste à effectuer des recommandations à l'apprenant en prenant en considération son état émotionnel. Il se compose de 3 sous modules qui sont indépendants et que nous détaillons dans la suite.

1.2.3 Module psychologique

Dès la connexion de l'apprenant dans la plateforme, le module de détection d'émotion est lancé automatiquement pour enregistrer les expressions faciales du visage de l'apprenant afin de détecter son état émotionnel. Les expressions sont classées dans deux états positif et négatif. Pour le premier état (positif) le système permet à l'étudiant accéder directement au cours pour le second état (négatif) le système propose à l'étudiant une série de questions obligatoires pour continuer le cours qui sont les suivantes :

Q1 : est-ce que vous avez un problème de manque de sommeil (oui/ non) fatigué

Q2 : est-ce que vous avez un problème familial ou un problème d'ordre social (oui/ non)

Q3 : est-ce que vous avez un problème santé (oui/ non)

Q4 : est-ce que vous avez un problème avec un ou plusieurs membres de votre groupe (oui/ non).

Q5 : est-ce que vous avez un problème avec un prof (oui/ non)

Chapitre 2 : Conception du système

Selon les réponses de l'étudiant, le système recommande deux solutions :

Cas 01 : Si la réponse sur l'une des deux questions Q1 et Q2 ou les deux à la fois est (oui) ainsi que les réponses à toutes les autres questions sont (non) alors le système recommande à l'étudiant la première solution. Le passage par cette solution est obligatoire afin de garantir le passage forcé par l'exercice de relaxation afin de diminuer sa fatigue ou son stress.

Cas 02 : Si la réponse à l'une des questions Q3, Q4 et Q5 ou les trois à la fois est (oui) ainsi que les réponses à toutes les autres questions sont (non) alors le système recommande à l'étudiant la deuxième solution. L'étudiant peut accéder au cours sans autant passer par la deuxième solution dans l'immédiat.

Cas 03 : Si la réponse à l'une des questions Q1 et Q2 et (oui) et l'une des trois questions Q3, Q4 et Q5 est (oui) alors le système recommande à l'étudiant la première solution puis la deuxième solution.

Le passage par la première solution est obligatoire pour l'ouverture de l'accès au cours.

❖ **Première solution :** il s'agit d'une solution psychologique (exercice de relaxation) qui permettra de :

- 1- Rééquilibrage de système nerveux.
- 2- Réorganisation de la pensée.
- 3- Réduction du stress.
- 4- Augmentation de la concentration.
- 5- Diminue la fatigue.
- 6- Améliore l'humeur.
- 7- Diminue les douleurs physiques et les tensions musculaires.

Les étapes de la solution (exercice de relaxation) :

- 1- Respiration :
 - Bouche fermée, inspirer par le nez 2-3 secondes.
 - Bouche fermée, gardez l'air pendant 2-3 secondes.
 - Expirez par la bouche 4-5 secondes.
- 2- Choisissez un environnement calme, pas trop froid, ni trop chaud.
- 3- Habillez-vous confortablement, avec des vêtements amples et enlève tes chaussures
- 4- Assois-Toi sur une surface confortable.
- 5- Relâchement des muscles.
- 6- Penser positivement
- 7- Dormes pendant 30 min si vous aviez besoin

Chapitre 2 : Conception du système

- ❖ **Deuxième solution** : proposer à l'étudiant de prendre un RDV avec le tuteur pour trouver une solution adéquate au problème.

Dans ce qui suite en présente le pseudocode correspondant à cette approche

Pseudo-code

EP : état émotionnel de l'apprenant est détecté positif

EN : état émotionnel de l'apprenant est détecté négatif

S1= solution 01

S2= solution 02

Si (EP) Alors

Afficher ('vous pouvez continuer votre session ');

Sinon

Afficher ('vous devez répondre aux questions suivantes avant de continuer ');

Afficher ('Q1, Q2, Q3 , Q4, Q5 ');

Si (Q1= oui ou Q2= oui) et (Q3=Q4=Q5= non) Alors

Exécuter S1

Afficher ('vous pouvez continuer votre session ');

Si (Q3= oui ou Q4= oui ou Q5=oui) et (Q1=Q2= non) Alors

Afficher ('vous pouvez continuer votre session ');

Exécuter S2

Si (Q3= oui ou Q4= oui ou Q5=oui) et (Q1=oui ou Q2= oui) Alors

Afficher ('vous pouvez continuer votre session ');

Exécuter S1

Exécuter S2

Afficher ('vous pouvez continuer votre session ');

Chapitre 2 : Conception du système

1.2.4 Recommandation des documents supplémentaires

L'étudiant consulte un objet pédagogique (par exemple, il choisit un chapitre à lire parmi les chapitres) déposé par l'enseignant. Le système capte son état émotionnel avant la lecture et l'enregistre, à la fin de la lecture du chapitre s'il y a un changement d'état de positif vers le négatif avec la condition que le temps resté sur la page par l'étudiant est de 3 minutes au minimum. Le document est considéré comme lu si l'étudiant a consulté 50 % des pages de ce dernier, sinon aucune recommandation ne sera effectuée. Le système propose ce qui suit :

Deux causes possibles qui ont provoqué le changement de l'état émotionnel de l'étudiant :

- 1- L'un des cas cités dans la partie Module psychologique,
- 2- Problème dans l'assimilation du chapitre.

Donc le système propose les mêmes questions citées dans la partie Module psychologique. Si le résultat est négatif, le système pose la question Q6 : s'il a un problème dans la compréhension du chapitre ? (Oui/ non)

Si la réponse est (oui) alors le système, propose à l'étudiant une série de documents plus explicites qui contiennent des notions plus détaillées qui ont une relation avec le chapitre courant, avec des contenus animés et des schémas faciles à assimiler.

Chapitre 2 : Conception du système

Dans ce qui suite en présente le pseudocode et l'algorithme correspondant à cette approche

Pseudo-code

EPav: état émotionnel de l'apprenant détecté positif avant lecture

ENav : état émotionnel de l'apprenant détecté négatif avant lecture

EPap: état émotionnel de l'apprenant détecté positif après lecture

ENap : état émotionnel de l'apprenant détecté négatif après lecture

Mp : Module psychologique

DocAD : recommandation de document adapté

Si (EPav et ENap) Alor

 Exécuter Mp (si Q1=Q2=Q3=Q4=Q5 =non alors Q6)

 Si (Q6=non) Alors

 Afficher ('vous pouvez continuer à lire d'autre chapitre') ;

 Sinon Exécuter : DocAD

Sinon Afficher ('vous pouvez continuer à lire d'autre chapitre') ;

 Exécuter S1

 Exécuter S2

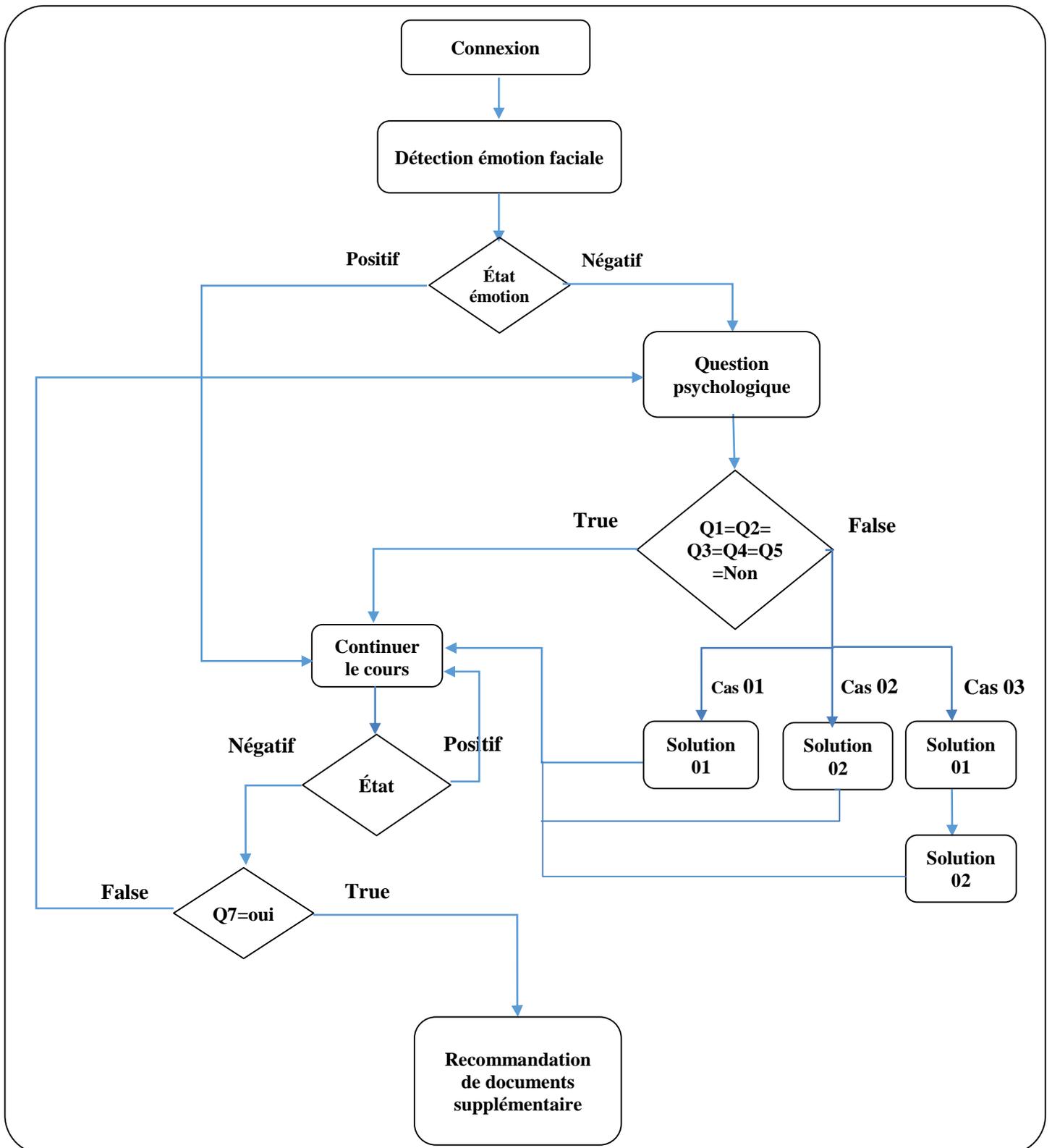


Figure 2.2: Schéma de l'approche proposée.

Chapitre 2 : Conception du système

1.3 Recommandation de documents les mieux évalués par les utilisateurs

Dans cette approche, le système recommande à un utilisateur courant des documents qui ont été évalués positivement par les membres de son groupe et dont l'état émotionnel au moment de l'évaluation est similaire à celui de cet utilisateur. Le système opère de la manière suivante :

L'utilisateur qui ajoute un document, il introduit une valeur de 1 à 5 **PDoc(D,NumP)** pour chaque page qui correspond à des poids qui définissent les parties les plus pertinentes du document pour un module déterminé ou **D** : document et **NumP** : le numéro de page .

À la lecture d'un document par un étudiant, le système capte l'état émotionnel de l'étudiant par le module de détection d'émotion à chaque passage d'une page à une autre. On attribue une valeur de (1) pour une émotion positive et une valeur (-1) pour une valeur négative, à la fin de la lecture la somme de ces valeurs correspond à l'émotion finale de l'étudiant durant la lecture. **EmDoc(E, D)** est positif si la somme est supérieur ou égal 0 et négatif si la somme est inférieur à 0 ou **E** : est l'étudiant qui effectue la lecture d'un document **D**, une page est considérée comme lu si le temps de lecture **TimeLP(E,D,NumP)** est supérieur à 3 minutes.

La somme des pondérations des pages lues par la somme des pondérations totale du document nous donne le taux de pertinence de la lecture.

À chaque fin de lecture d'un document, le système propose à l'étudiant d'évaluer ce document à travers une note variante de 1 à 5 (1 : fortement recommandé, 2 : recommandé, 3 : indécis, 4 : faiblement recommandé, 5 : non recommandé).

Les documents recommandés sont celles qui ont un degré de pertinence final élevé qui sera calculé en faisant la moyenne de toutes les évaluations effectuées par les utilisateurs en prenant en compte que le même état émotionnel et dont le taux de pertinence de lecture est supérieur à 60 % .

Dans cette partie, pour résoudre le problème du démarrage à froid nous avons décidé d'introduire et d'évaluer manuellement 5 documents pour les états négatifs et 5 autres pour l'état positif, le choix entre l'état positif ou négatif ce fera selon la difficulté du document.

Chapitre 2 : Conception du système

Dans ce qui suite en présente le pseudocode et l'algorithme correspondant à cette approche

Pseudo-code

FL : fin lecture de document
Eva : évaluation de document
Recom : recommandation des documents les mieux évalués

Si (FL) Alors
 Exécuter Eva
Exucute recom

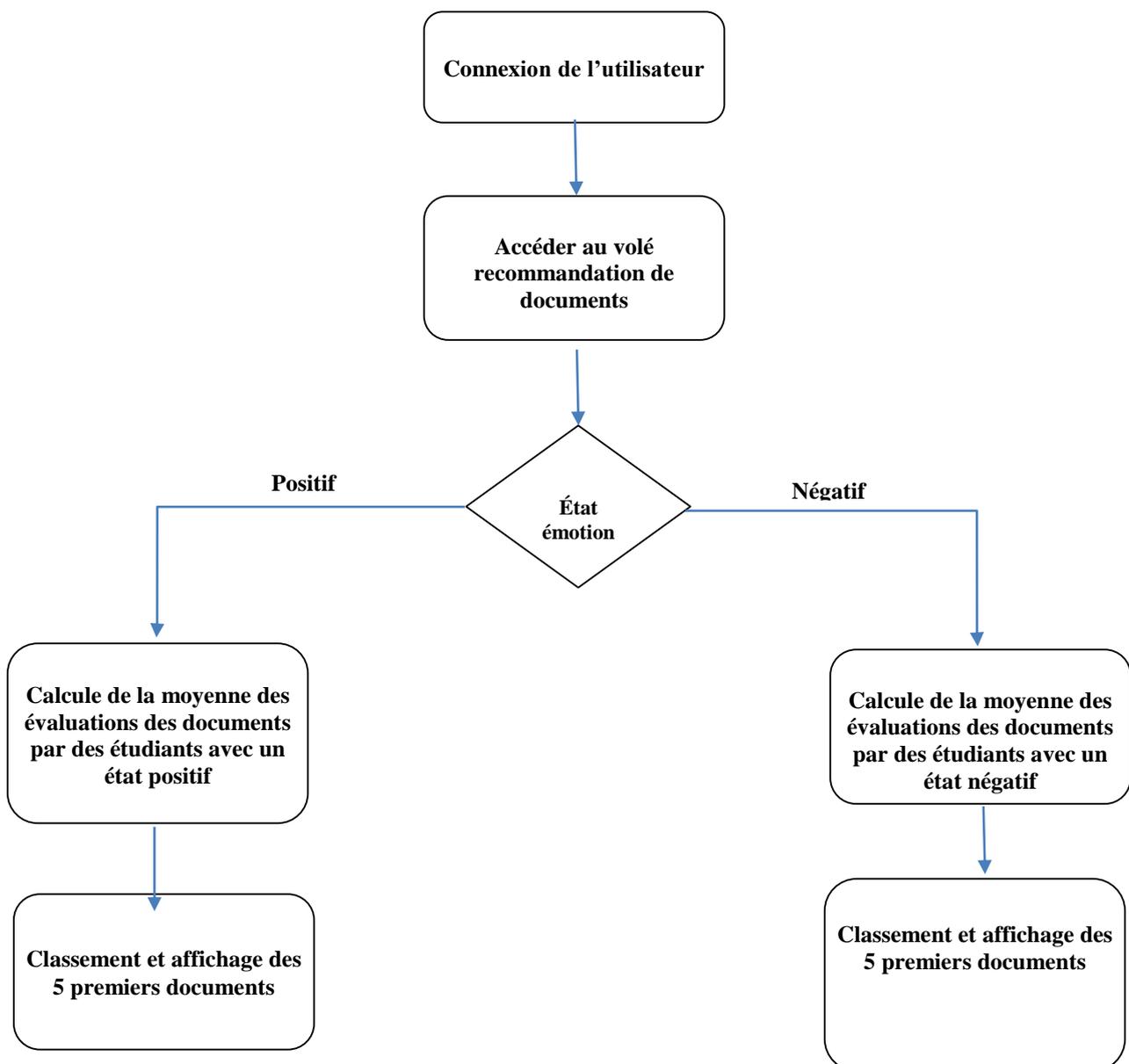


Figure 2.3: schéma 02

Chapitre 2 : Conception du système

1.4 Les acteurs du système :

Notre plateforme d'apprentissage se compose de quatre espaces séparés qui correspondent aux utilisateurs du système décrit dans le schéma suivant :

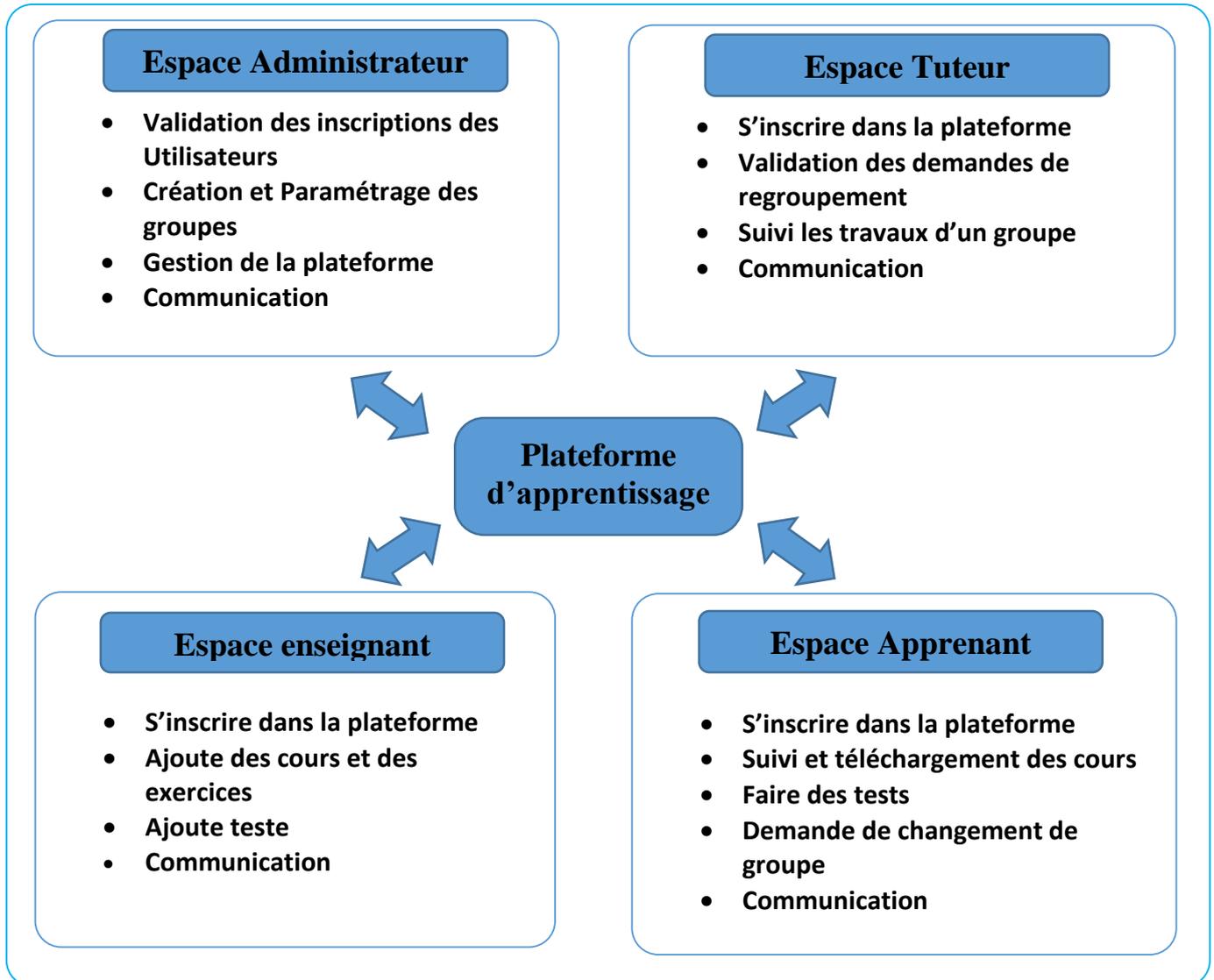


Figure 2.4: les acteurs du système et leurs rôles

Chapitre 2 : Conception du système

1.4.1 Les actions de chaque acteur du système :

Afin de mettre en évidence les différents scénarios d'intervention des acteurs dans notre système. Le tableau suivant récapitule les actions ainsi que le scénario de chaque intervenant :

Acteur	Rôle	Les modules	Scénario
Utilisateurs (Enseignant, Apprenant, tuteur)	Inscription	Module d'apprentissage	<ol style="list-style-type: none">1. L'acteur choisi l'angle inscription2. Le système affiche le formulaire d'inscription à l'acteur.3. L'acteur saisit ses informations personnelles.4. Le système vérifie la validité des informations saisies.5. Le système enregistre ces informations dans la base6. L'acteur attend la validation de l'inscription par 'administrateur.7. Le système notifie l'acteur du bon déroulement de 'inscription.
	Communication	Module de Communication	<ol style="list-style-type: none">1. L'utilisateur choisit l'une des rubriques de collaboration (Chat, messagerie,)2. Le système affiche la page correspondante : Forum, Chat apprenant avec son groupe, Chat apprenant avec son Enseignant ou son tuteur.3. L'utilisateur choisit l'outil de communication.4. L'utilisateur clique sur le ruban de « nouveau message ».5. Le système fait la mise à jour de base
Administrateur	Paramétrage des groupes	Module de regroupement	<ol style="list-style-type: none">1. L'administrateur choisit la rubrique gestion des groupes.2. Le système affiche la page correspondante : Paramétrage des tailles des groupes, la nomination, la liste des groupes existent (peut être modifié ou supprimé).

Chapitre 2 : Conception du système

			<p>4. Le système exécute l'opération choisie et affiche la page d'ajout.</p> <p>5. L'administrateur saisit les informations de groupe (nom du groupe, la taille du groupe, le tuteur Responsable).</p> <p>6. Le système affiche un message d'erreur indique que le groupe existe déjà ou un indique que le groupe et ajouté avec succès.</p>
	Valider l'inscription des utilisateurs	Module d'apprentissage	<p>1. L'administrateur choisit la rubrique gestion des utilisateurs.</p> <p>2. Le système affiche la page correspondante : la liste des utilisateurs avec un bouton de confirmation.</p> <p>3. L'administrateur choisit l'action confirmée.</p> <p>4. Le système affiche un message de confirmation avec succès.</p> <p>5. Le système fait une mise à jour de la base</p>
Enseignant	Ajouter des Tests	Module d'apprentissage	<p>1. L'enseignant choisit la rubrique gestion des tests.</p> <p>2. Le système affiche la page correspondante : afficher les tests qui existent, afficher vos tests, ajouter un test.</p> <p>3. L'enseignant choisit l'action d'ajout un test.</p> <p>4. L'enseignant saisit les informations de test (Le nombre de questions, le nombre de points de chaque question et les questions et leur réponses).</p> <p>5. Le système affiche un message de confirmation avec succès.</p> <p>6. Le système fait une mise à jour la base.</p>

Chapitre 2 : Conception du système

	Ajouter des Cours	Module d'apprentissage	<ol style="list-style-type: none">1. L'enseignant choisit la rubrique gestion des cours.2. Le système affiche la page correspondante contient : liste des cours existants sur le système avec leur type cours principale ou secondaire. Ou cours facultatif3. L'enseignant choisit l'action d'ajout un cours.4. L'enseignant remplit le formulaire et valide l'ajout de cours.5. Le système affiche un message d'erreur indique que le fichier existe déjà ou un indique le fichier et ajouter avec succès.6. Le système fait une mise à jour de la base
Apprenants	Suivi des cours	Module d'apprentissage	<ol style="list-style-type: none">1. L'apprenant choisi la rubrique gestion des cours.2. Le système affiche la page correspondante contient : la liste des cours existants.3. L'apprenant choisit l'action consulté4. Le système visualise le cours selon le format (PDF, Word...etc.).5. Apprenants évalue le cours selon une notation de 1 à 5

Chapitre 2 : Conception du système

	Faire des tests	module d'apprentissage	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'apprenant choisit la rubrique gestion des tests. 2. Le système affiche la page correspondante qui contient les tests en cours 3. Le système affiche la page du test (QCM). 4. L'apprenant choisit les réponses pendant une durée déterminée fixée par l'enseignant 5. Le système affiche à la fin du test un bouton qui affiche le corrigé type avec la note de l'apprenant. 6. Le système enregistre les notes des apprenants dans la base
	Demande-le Changement de Groupe	Le module Regroupement	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'apprenant choisit la rubrique gestion des groupes. 2. Le système affiche la page correspondante qui contient : la liste des groupes, mon groupe. 3. L'apprenant choisit la liste des groupes. 4. Le système affiche la liste des groupes par le nom. 5. L'apprenant formule la demande de changement de groupe. 6. L'apprenant attend la validation du tuteur.
	Consultation des recommandations de document	Module recommandation	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'apprenant choisit la rubrique recommandation. Après avoir reçu des notifications. 2. Consulte la liste des recommandations proposées par le système liste des cours supplémentaires ou liste des cours facultatifs évalués par les membres de son groupe. Ou encore évaluent par les étudiants de la classe avec le même état émotionnel.

Chapitre 2 : Conception du système

Tuteur	Valider la Demande de Changement de Groupe	Le module de regroupement	<ol style="list-style-type: none">1. Le tuteur choisit la rubrique gestion des groupes.2. Le système affiche la page correspondante : la liste des apprenants avec un bouton de confirmation.3. Le tuteur choisit l'action confirmée.4. Le système affiche un message de confirmation avec succès.5. Le système fait une mise à jour de la base de profil.
	Effectue une recommandation	Module recommandation	<ol style="list-style-type: none">1. Le tuteur choisit la rubrique gestion de recommandation2. Consulte la liste des étudiants qui ont besoin d'aide psychologique3. Propose une des solutions disponibles sur le système ou fixe un rdv pour contact direct

Tableau 2.1 : Les actions de chaque acteur du système

1.5 Module d'apprentissage :

Le module d'apprentissage concerne l'ensemble des données générées par les actions des différents utilisateurs du système, il se compose de ce qui suit :

1.5.1 Base profile utilisateur et document

La base de profile utilisateur et document c'est la base de données qui comprend toutes les données de profil d'apprenant et toutes les informations concernant les documents de toute nature. Ces données peuvent être introduites par l'utilisateur ou calculées par le système en parle donc de données statique ou dynamiques.

Chapitre 2 : Conception du système

1.5.1.1 Structure de la base de données :

Table	Attribut	Désignation	Type	Identifiant
Utilisateur	Id_utilisateur	L'identifiant de l'Utilisateur	int(11)	Id_utilisateur
	Type	Type D'utilisateur	varchar(30)	
	Nom	Nom de l'utilisateur	varchar(30)	
	Prénom	Prénom de l'utilisateur	varchar(30)	
	Sex	Sexe de l'utilisateur	varchar(30)	
	Email	Email de l'utilisateur	varchar(255)	
	Faculté	Faculté de l'utilisateur	varchar(255)	
	Département	Département de l'utilisateur	varchar(255)	
	Date_naiss	Date de naissance de l'utilisateur	date	
	Pseudo	Pseudo de l'utilisateur	varchar(255)	
	Motpass	Mot de passe de l'utilisateur	varchar(255)	
	confirmed	Confirmation log de l'utilisateurs	tinyint(1) ,	
	last_login	Dernier connexion de l'utilisateur	datetime	
Enseignant	Id_ens	L'identifiant de l'enseignant	int(11)	Id_ens
	Grade_ens	Grade de l'enseignant	varchar(255)	
	Id_utilisateur	L'identifiant de l'Utilisateur	int(11)	
Admin	Id_admin	L'identifiant de l'administrateur	Int(11)	Id_admin

Chapitre 2 : Conception du système

Apprenant	id_aprenant	L'identifiant de Apprenant	int(11)	id_aprenant
	Niveau	Niveaux de Apprenant	varchar(30)	
	Matricule	Matricule d'Apprenant	varchar(30)	
	besoin_aide	Si besoin d'aide	tinyint(1)	
	last_emotion	Le dernier état émotionnel	tinyint(1)	
	cour_reco	Identifiant Cour recommandé	int(11)	
	groupe_id	Identifiant du groupe	int(11)	
	id_utilisateur	Identifiant de l'utilisateur	int(11)	
Tuteur	Id_Tuteur	L'identifiant du Tuteur	int(11)	Id_Tuteur
	id_utilisateur	Identifiant de l'utilisateur	int(11)	
Groupe	Id_groupe	L'identifiant du groupe	int(11)	Id_groupe
	Nom_groupe	Nom du groupe	varchar(255)	
	tuteur	Identifiant tuteur charge du groupe	int(11)	
demande_groupe	id_demande	Demande changement de groupe.	int(11)	id_demande
	id_utilisateur	Demande utilisateur	int(11)	
	id_groupe	Identifiant groupe	int(11)	
Spécialité	Id_spécialité	L'identifiant de la spécialité	int(11)	Id_spécialité
	Nom_spécialité	Nom de la spécialité	varchar(255)	
Module	Id_Module	L'identifiant de module	int(11)	Id_Module
	Nom_Module	Nom module	varchar(255)	
	id_specialite	L'identifiant de la spécialité	int(11)	
Test	Id_teste	L'identifiant de test	int(11)	Id_teste
	Type_teste	Type de test	varchar(1000)	
	module	Identifiant Module	int(11)	

Chapitre 2 : Conception du système

Question	Id question id_teste Question_text	L'identifiant d'une question d'un teste Identifiant du teste Contenus de la question	int(11) int(11) varchar(2000)	Id question
Réponse	Id_reponse id_question reponse_text	L'identifiant d'une réponse à une question du teste L'identifiant d'une question du teste Contenus de la réponse	int(11) int(11) varchar(2000)	Id réponse
résultat	Id_résultat Aprenant Test note	Identifiant du résultat d'un teste Identifiant de l'apprenant Identifiant du teste Note obtenus	int(11) int(11) int(11) int(11)	Id_résultat
Document	id_document type_document Emplacement id_module	Identifiant document Type document Emplacement du document Identifiant du module	int(11) varchar(255) varchar(1000) int(11)	id_document
document_hors_cours	id_document type_document emplacement evaluation Nbr_avaluation id_module	Identifiant document Type document Emplacement du document Evaluation du document Nombre d'évaluation Identifiant du module	int(11) varchar(255) varchar(255) int(11) int(11) int(11)	id_document

Chapitre 2 : Conception du système

document_sup	id_document	Identifiant document	int(11)	id_document
	emplacement	Emplacement du document	varchar(1000)	
	doc_principale	Identifiant document principale	int(11)	
Message	Id_message	L'identifiant du message	int(11)	Id message
	Message	Contenus du message	varchar(1000)	
	Etat_message	État du message	varchar(1000)	

Tableau 2.2: Structure de la base de données

1.6.1.2 Représentation du MCD :

Ce modèle analyse les relations entre les entités. C'est une représentation des données, facilement compréhensibles, permettant de décrire le système d'information à l'aide de ses entités (La Figure 2.5):

Chapitre 2 : Conception du système

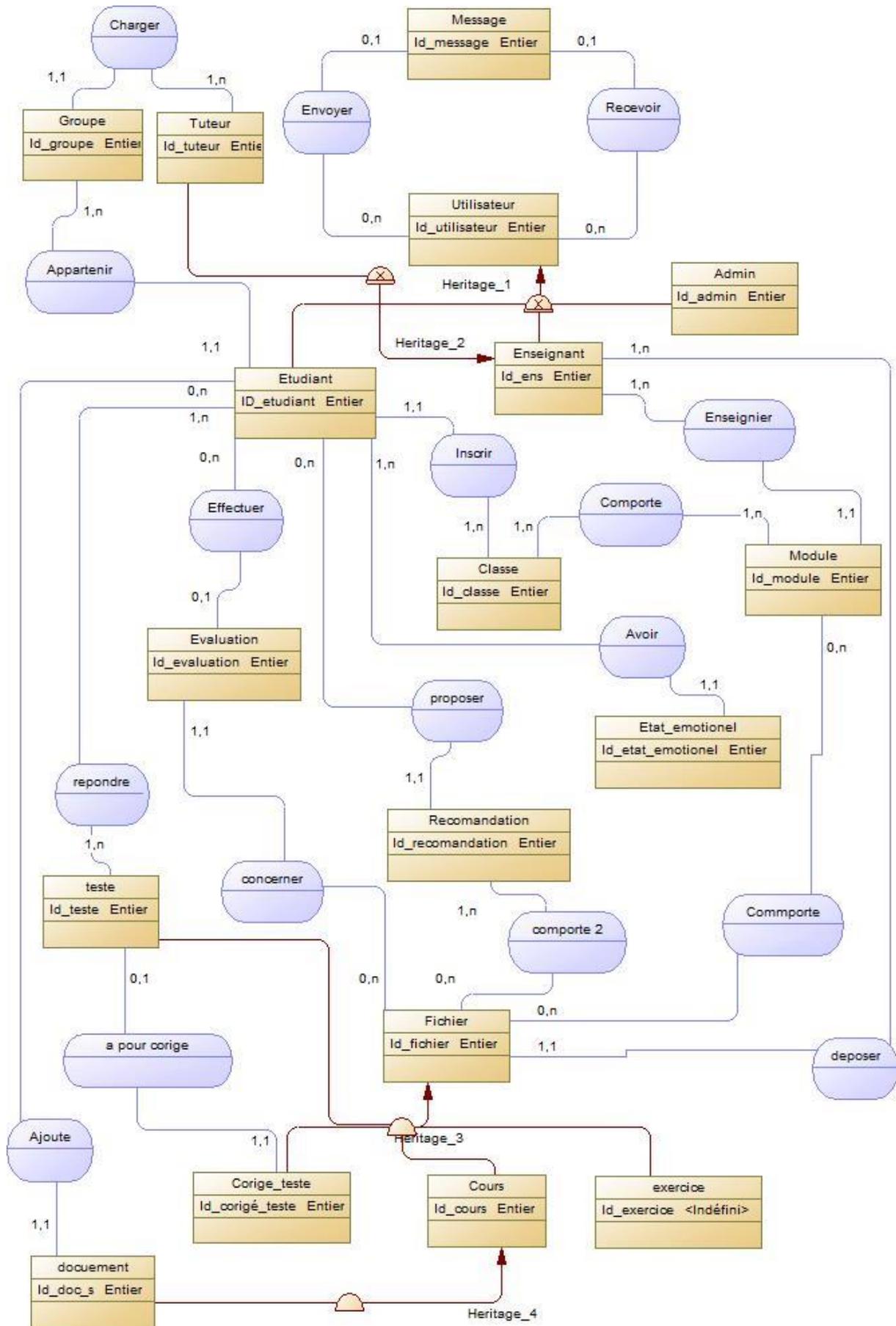


Figure 2.5:représente le modèle conceptuel de données

1.6 Le module communication

Ce module permet à l'apprenant de discuter avec des membres de son groupe, son enseignant ou son tuteur d'un sujet concernant les cours ou des exercices. Ce module comprend deux outils de collaboration chat et messagerie.

1.6.1 Le chat

Le terme chat est souvent utilisé pour désigner la messagerie instantanée. Cet outil permet l'échange de messages textuels entre les différents utilisateurs du système[W3]

Dans notre système nous avons trois type de chat : le chat (apprenant /groupe), le chat (apprenant / enseignant) le chat (apprenant /tuteur).

1.6.2 La messagerie

La messagerie permet pour émettre ou recevoir des messages avec les utilisateurs d'une manière asynchrone. [W3]

1.7 Module détection d'émotion faciale

Ce module consiste à extraire l'état émotionnel d'un apprenant pour cela nous avons intégré dans notre plateforme un module de reconnaissance des expressions faciales capturé par une webcam. Il a été réalisé et testé par boughida au sein du laboratoire LabSTIC [68]. Ce module suit les étapes d'un système de reconnaissance de forme classique détaillé dans la figure qui suite :

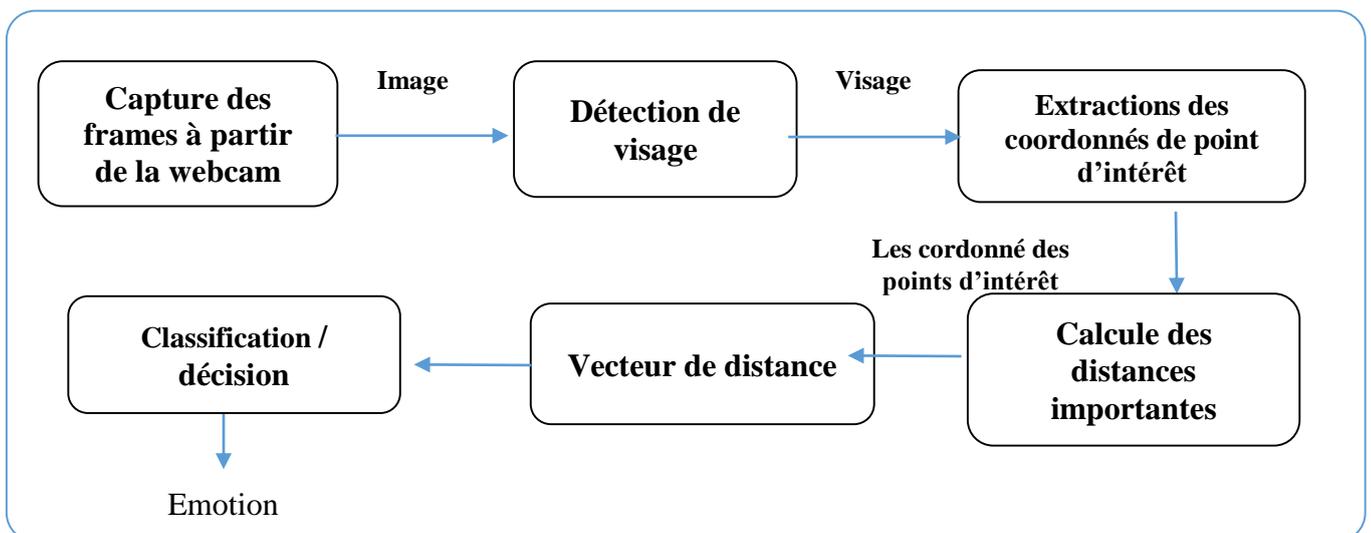


Figure 2.6: système de reconnaissance d'émotion

1.8 Module de regroupement

Le module de regroupement est un moyen qui va nous permettre la formation de groupe. Ce module comporte deux méthodes de regroupement des apprenants : le regroupement par profil et le regroupement par choix.

1.8.1 Regroupement par profil des apprenants

Le tuteur a pour tâche de fixer le nombre de groupe pour chaque promo. Le système prend en charge l'affectation des étudiants inscrits à la plateforme selon leurs profils.

1.8.2 Regroupement par choix

Lorsqu'un apprenant appartient déjà à un groupe et il désire de changer ce groupe il effectue une demande. Cette dernière est soit validée ou rejetée par le tuteur.

1.8.3 Conclusion

Dans ce deuxième chapitre, nous avons présenté l'architecture générale de notre système avec les trois modules, nous avons détaillé le module recommandation qui est le cœur de notre travail, aussi nous avons expliqué le rôle et les différentes tâches qui peuvent être réalisées par chaque acteur.

Dans le chapitre suivant nous allons détailler les différentes étapes de l'implémentation du système conçu.

**Chapitre 03 :
Implémentation et
résultat**

Chapitre 3 : Implémentation et résultat

1.8.4 Introduction

Dans ce chapitre, nous allons détailler les différentes étapes de l'implémentation de notre plateforme d'apprentissage à base d'émotion qui détecte les émotions de l'apprenant par les expressions faciales puis proposer à l'apprenant une série de recommandations qui correspond à son état émotionnel.

Nous présentons les étapes de l'implémentation, les environnements matériels et logiciels utilisés pour la réalisation de ce système.

Ensuite, nous allons présenter le rôle de chaque acteur en présentant quelques interfaces de notre plateforme et l'on termine par une présentation des résultats expérimentaux.

1.1 Notre système :

Notre système a été développé dans un système d'exploitation WINDOWS 8.1 professionnel avec une RAM de 8Gb, un processeur Intel(R) Core™ i5-520U CPU @ 2.20 GHz et un disque dur de 500 Gb.

Informations système générales

Édition Windows

Windows 8.1 Professionnel

© 2013 Microsoft Corporation. Tous droits réservés.



Système

Processeur : Intel(R) Core(TM) i5-5200U CPU @ 2.20GHz 2.20 GHz

Mémoire installée (RAM) : 8,00 Go

Type du système : Système d'exploitation 64 bits, processeur x64

Stylet et fonction tactile : La fonctionnalité de saisie tactile ou avec un stylet n'est pas disponible sur cet écran.

Paramètres de nom d'ordinateur, de domaine et de groupe de travail

Nom de l'ordinateur : Win81

Nom complet : Win81

Description de l'ordinateur :

Groupe de travail : WORKGROUP



Figure 3.1 : système d'exploitation utilisé

Chapitre 3 : Implémentation et résultat

Notre application détecte l'émotion à partir de la reconnaissance faciale donc une caméra et indispensable pour l'acquisition des expressions faciales .

1.2 Environnement & logiciel :

Notre plateforme d'apprentissage est composée de quatre modules. Dans ce qui suit, nous présentons les différents langages, bibliothèques et environnements utilisés pour le développement.

1.2.1 HTML

Le Hypertexte Markup Language (HTML) est un langage de programmation dit de balisage, il est utilisé dans le web pour la structure des pages et la mise en forme du contenu, il donne la possibilité de créer des formulaires, intégrer des contenus multimédia. Il est généralement utilisé avec le langage de programmation JavaScript et les feuilles de style CSS.(W4)

1.2.2 CSS

CSS en anglais est l'abréviation de « Cascading Style Sheets » et en français « feuilles de style en cascade ». C'est un langage informatique utilisé généralement pour la mise en forme de fichiers HTML. L'avantage du CSS réside dans la possibilité de changer la mise en forme d'un site web sans avoir à parcourir toutes les pages de ce dernier. Il suffit d'effectuer le changement dans la feuille de style et tout changera automatiquement (W5).

1.2.3 bootstrap 4.5

Bootstrap est un framework développé par Twitter. Avec une licence open source, il est fréquemment utilisé par les développeurs de site web, ce framework est conçu en HTML, CSS et JavaScript. Il possède une multitude d'outils qui facilitent la tâche au développeur notamment le design responsive qui fait que le contenu soit adapté à tous les types d'écrans comme les smartphones et les tablettes. (W6)

1.2.4 php

Le PHP est un langage de programmation informatique, PHP c'est une abréviation «Hypertexte Préprocesseur». Il est utilisé dans le web pour la programmation des sites dynamiques. Ce langage n'a besoin d'aucune installation

Chapitre 3 : Implémentation et résultat

coté client, car il s'exécute cote serveur. Vus son utilisation fréquente par les développeurs la majorité des hébergeurs web prennent en charge ce langage. (W7)

1.2.5 Java script

JavaScript est un langage de programmation de scripts utilisé par la majorité des sites web avec HTML et CSS. la majorité des navigateurs web disposent d'un moteur JavaScript4 dédié pour l'interpréter, (W8) .

1.2.6 jQuery 3.5.1

JQuery et l'un des Framework JavaScript les plus utilisés dans le web d'aujourd'hui c'est une bibliothèque complète qui propose des outils et des fonctionnalités complètes au développeur en java script (w9)

1.2.7 XAMPP server web :

XAMPP Server est une plate-forme de développement Web Multi plateforme qui permet d'héberger et tester les réalisations web en locale sans avoir besoin de passer par un hébergeur. Elle comporte un serveur Apache2, le langage de scripts PHP et une base de données MySQL. Elle possède également l'outil PHPMyAdmin qui facilite la gestion des bases de données (W10)

1.3 Structure du système

Notre système est une application web pour l'apprentissage en ligne, elle est composée de 4 modules principaux qui sont :

- Module d'apprentissage
- Module de détection de l'émotion
- Module de regroupement
- Module de recommandation

1.3.1 La plateforme d'apprentissage

Notre plateforme d'apprentissage comprend 4 acteurs, nous allons commencer par la présentation de notre application, expliquer le rôle de chaque acteur au niveau de son espace et sa relation avec les modules qui composent notre système.

Chapitre 3 : Implémentation et résultat

1.3.1.1 Résultats expérimentaux :

Nous avons hébergé notre plateforme sur le net et pour avoir y avoir accès il faut taper le lien suivant : <https://elearningemotion.com/reco/connexion.html>

L'accès à notre plateforme affichera la première page qui est la page d'accueil (voir la **Figure 3.2**) qui comporte les onglets suivants :

- 1- **Inscription** : pour les enseignants et les étudiants qui doivent s'inscrire pour pouvoir accéder au système.
- 2- **Connexion** : l'administrateur, le tuteur, l'étudiant et l'enseignant se connectent au système via cet onglet. L'administrateur, le tuteur n'ont pas besoin d'une inscription préalable.
- 3- **À propos** : contient des informations sur la plateforme ainsi que des informations sur les fondateurs.
- 4- **Objectif** : pour résumer les objectifs de cette plateforme.



Figure 3.2: page d'accueil

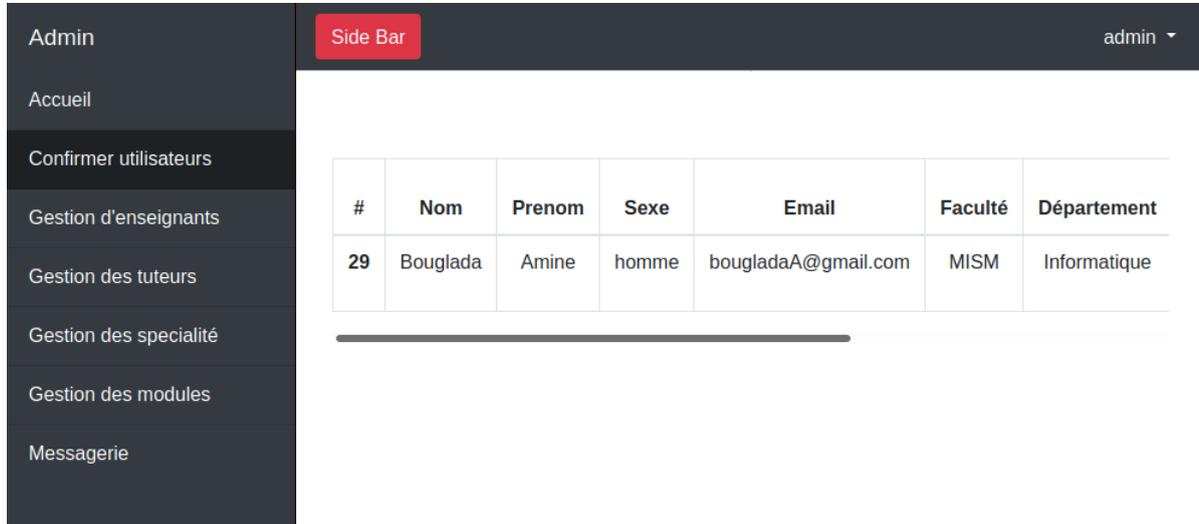
1.3.1.2 Espace administrateur

L'administrateur peut se connecter avec son pseudo pour accéder à son espace où il y a possibilité d'accéder aux options suivantes.

Chapitre 3 : Implémentation et résultat

1- Confirmation de l'inscription d'un utilisateur

Après consultation de la liste des utilisateurs (étudiant, enseignant) inscrits sur le système, l'administrateur peut confirmer ou non leurs demandes. (voir la **Figure 3.3**)



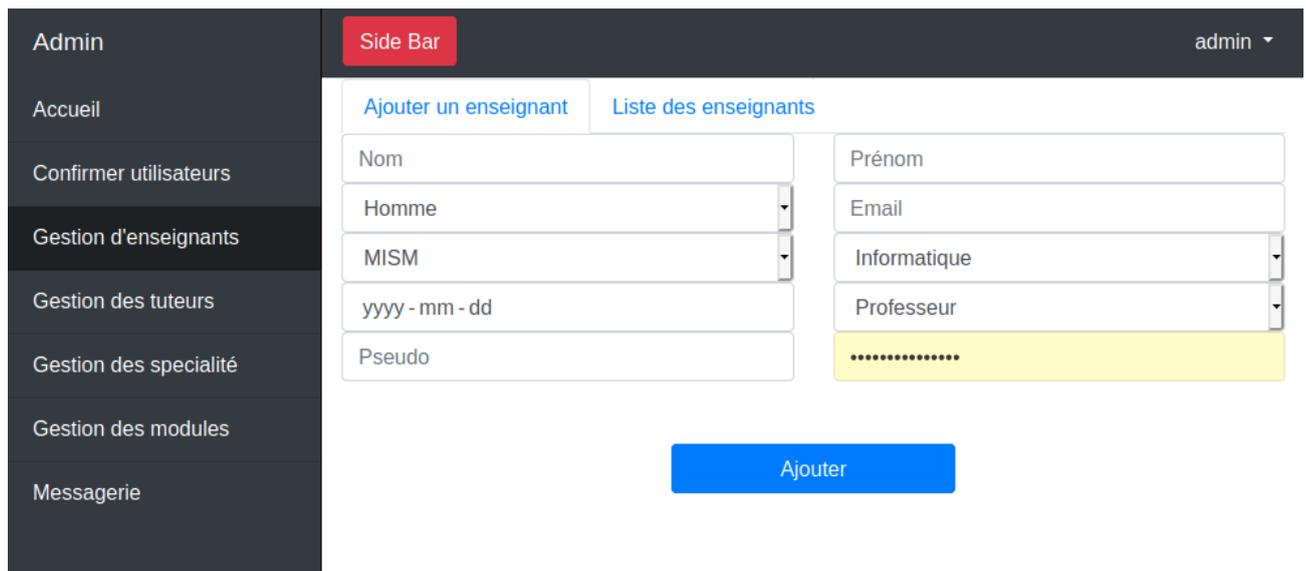
The screenshot shows the Admin interface with a sidebar on the left containing menu items: Admin, Accueil, Confirmer utilisateurs, Gestion d'enseignants, Gestion des tuteurs, Gestion des spécialité, Gestion des modules, and Messagerie. The main content area has a 'Side Bar' header and a user profile dropdown set to 'admin'. Below this is a table with the following data:

#	Nom	Prenom	Sexe	Email	Faculté	Département
29	Bouglada	Amine	homme	bougladaA@gmail.com	MISM	Informatique

Figure 3.3: Espace Admin - confirmation utilisateur

2- Gestion des enseignants :

L'administrateur via cet onglet peut ajouter un enseignant, modifier ses informations ou encore le supprimer. (voir la **Figure 3.4**)



The screenshot shows the Admin interface with the sidebar on the left. The main content area has a 'Side Bar' header and a user profile dropdown set to 'admin'. Below this are two tabs: 'Ajouter un enseignant' (active) and 'Liste des enseignants'. The 'Ajouter un enseignant' form contains the following fields:

- Nom
- Prénom
- Sexe (dropdown menu with 'Homme' selected)
- Email
- Faculté (dropdown menu with 'MISM' selected)
- Département (dropdown menu with 'Informatique' selected)
- Profession (dropdown menu with 'Professeur' selected)
- Adresse (text field with 'Pseudo' entered)
- Un champ de mot de passe masqué par des points.

A blue 'Ajouter' button is located below the form.

Figure 3.4: Espace Admin - Gestion des enseignants

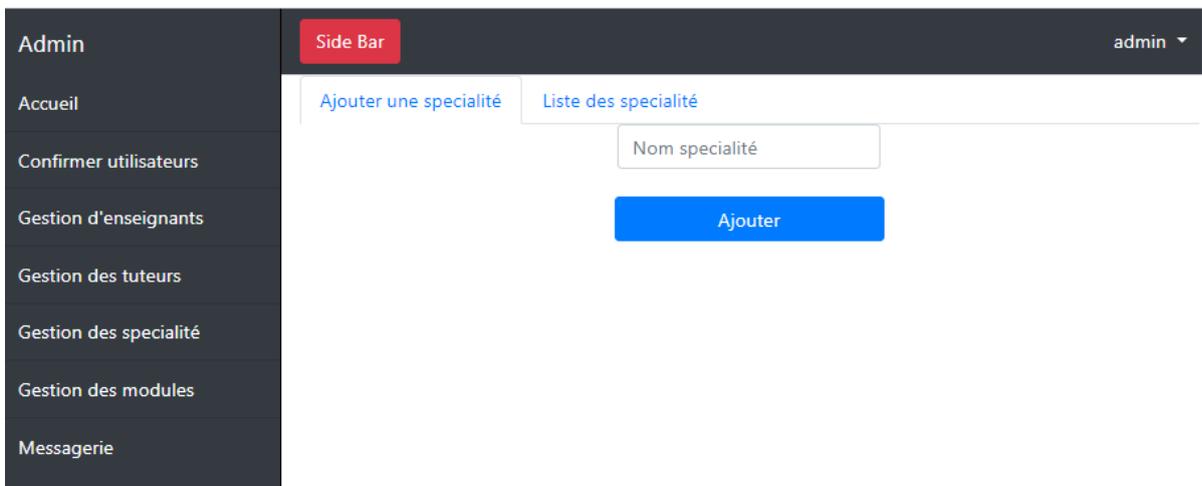
Chapitre 3 : Implémentation et résultat

3- Gestion des Tuteurs :

L'administrateur via cet onglet peut ajouter un Tuteur, modifier ses informations ou encore le supprimer.

4- Gestion de spécialité (parcours) :

L'administrateur via cet onglet peut ajouter une spécialité, modifier les informations la concernant ou encore consulter la liste des spécialistes créées (**Voir la Figure 3.5**).

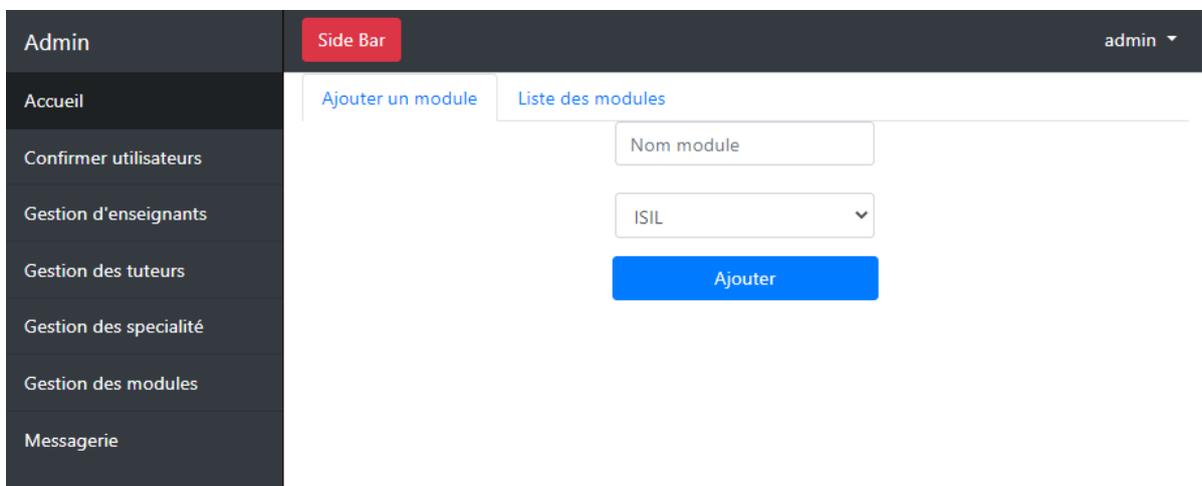


The screenshot shows the Admin interface for 'Gestion des spécialité'. On the left is a dark sidebar with menu items: Admin, Accueil, Confirmer utilisateurs, Gestion d'enseignants, Gestion des tuteurs, Gestion des spécialité (highlighted), Gestion des modules, and Messagerie. The top header is dark with 'Side Bar' in a red box and 'admin' with a dropdown arrow. The main content area has two tabs: 'Ajouter une spécialité' (active) and 'Liste des spécialité'. Below the tabs is a form with a text input labeled 'Nom spécialité' and a blue 'Ajouter' button.

Figure 3.5: Admin -Gestion spécialité

5- Gestion des modules :

L'administrateur via cet onglet peut ajouter un module, modifier les informations le concernant ou encore consulter la liste des modules déjà créés. (**Voir la Figure 3-6**)



The screenshot shows the Admin interface for 'Gestion des modules'. The sidebar is the same as in Figure 3.5, with 'Gestion des modules' highlighted. The top header is the same. The main content area has two tabs: 'Ajouter un module' (active) and 'Liste des modules'. Below the tabs is a form with a text input labeled 'Nom module', a dropdown menu labeled 'ISIL', and a blue 'Ajouter' button.

Figure 3.6: Admin- Gestion de module

Chapitre 3 : Implémentation et résultat

1.3.1.3 Espace tuteur :

Dès que les tuteurs ont reçu leurs comptes créés par l'administrateur alors ils peuvent se connecter à leurs espaces. Ils ont la possibilité d'accéder aux options suivantes :

1 – Gestion des groupes :

Le tuteur via cet onglet peut ajouter un groupe, modifier les informations concernant ce groupe, consulter la liste des groupes et valider les demandes de changement de groupe. (voir figure 3.7)

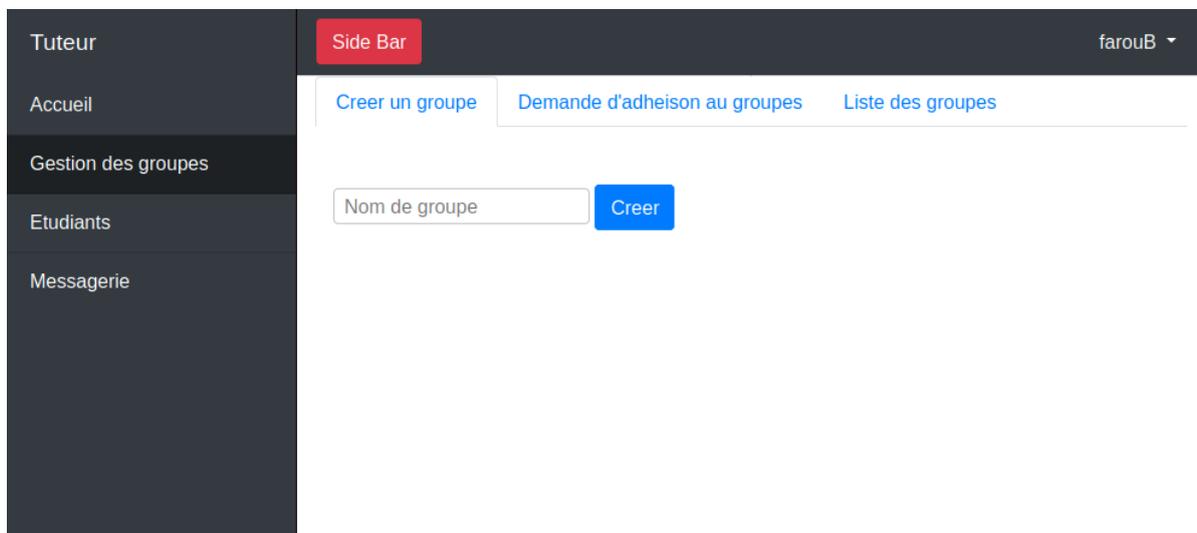


Figure 3.7: tuteur - gestion de groupe

2- Aide à l'Étudiant :

Le tuteur via cet onglet peut accéder à la liste des étudiants qui ont besoin d'aide pour les orienter ou programmer un rendez –vous via la messagerie (voir figure 3-8).

Chapitre 3 : Implémentation et résultat

#	Aprenant	Niveau	Groupe	
1	Bouglada Amine	M2	groupe 5	Contacter

Figure 3.8: tuteur- étudiant

1.3.1.4 Espace enseignant :

L'enseignant peut s'inscrire (voir **figure 3-9**) ou bien se connecter à la plateforme et accéder à son espace (voir **figure 3-10**).

E-Learning

Pseudo

Mot de passe

[Connexion](#)

© 2019-2020

Figure 3.9: Enseignant -connexion

E-Learning

Nom

Prénom

Homme

Email

Faculté

Département

jj/mm/aaaa

Matricule

L1

Spécialité

Pseudo

Mot de passe

Choisir un fichier

Aucun fichier choisi

[Inscription](#)

© 2020-2021

Figure 3.10: Enseignant - inscription

Chapitre 3 : Implémentation et résultat

Après la connexion l'enseignant a la possibilité d'accéder aux options suivantes :

1 – Gestion des documents

L'enseignant via cet onglet peut ajouter documents de différents types (voir **figure 3-11**)

The screenshot shows a web interface for document management. On the left is a dark sidebar with menu items: Enseignant, Accueil, Gestion Document, Gestion des testes, Groupes, and Messagerie. The main content area has a top bar with 'Side Bar' and a user profile 'nadjibK'. Below this, there are two tabs: 'Ajouter un document' (active) and 'Liste des documents'. Under 'Ajouter un document', there are two options: 'Document de cours' and 'Document hors cours'. The 'Document de cours' option is selected, showing a form with a dropdown menu for 'Document principale' (set to 'Document principale'), a dropdown for 'Module' (set to 'ADD'), and a 'Browse...' button next to the text 'No file selected.'. At the bottom of the form is a blue 'Ajouter' button.

Figure 3.11: Enseignants - Gestion des documents

2- Gestion des tests :

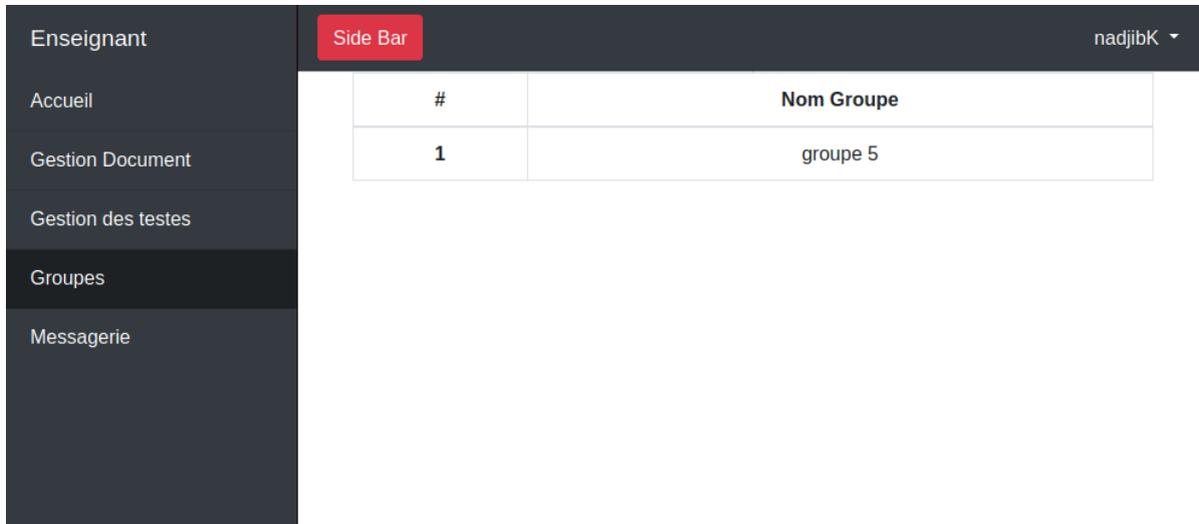
L'enseignant via cet onglet peut ajouter des tests avec les réponses, voir la liste des tests et consulte les résultats des étudiants (voir **figure 3-12**)

The screenshot shows a web interface for test management. On the left is a dark sidebar with menu items: Enseignant, Accueil, Gestion Document, Gestion des testes, Groupes, and Messagerie. The main content area has a top bar with 'Side Bar' and a user profile 'nadjibK'. Below this, there are three tabs: 'Ajouter un teste' (active), 'Liste des testes', and 'Résultats des testes'. Under 'Ajouter un teste', there is a dropdown menu for 'Type de test' (set to 'Micro interrogation'). At the bottom of the form is a blue 'Ajouter' button.

Figure 3.12: Enseignant - gestion des tests

3- Gestion de groupe :

via cet onglet l'enseignant peut consulter la liste des étudiants de chaque groupe (**voir figure 3-13**)



#	Nom Groupe
1	groupe 5

Figure 3.13: Enseignant - groupe

1.3.1.5 Espace étudiant :

L'étudiant peut s'inscrire ou bien se connecter à la plateforme et accéder à son espace. Après la connexion de l'étudiant au système le module de détection d'émotion faciale se déclenche automatiquement.

❖ **Module de détection d'émotion faciale :**

Ce module a été réalisé séparément en java script et nous l'avons intégré dans notre plateforme. Le module va se déclencher et une Cam s'ouvrira pour la reconnaissance des expressions faciales et la détection d'émotion de l'étudiant (**voir figure 3.14**).



Emotion du visage = neutral

Poursuivre

Figure 3.14: détection de l'émotion

❖ Le module recommandation psychologique

Ce module affiche un questionnaire de cinq questions (voir figure 3-15) après la réponse de l'étudiant. Le système lui propose un exercice de relaxation (voir figure 3-16) ou prendre contact avec son tuteur selon les cas.

vous devez repondre aux questions suivantes avant de continuer

Q1 : est-ce que vous avez un problème de manque de sommeil ?

Oui Non

Q2 : est-ce que vous avez un problème familial ou un problème d'ordre social ?

Oui Non

Q3 : est-ce que vous avez un problème santé ?

Oui Non

Q4 : est-ce que vous avez un problème avec un ou plusieurs membres de votre groupe ?

Oui Non

Q5 : st-ce que vous avez un problème avec un prof ?

Oui Non

Envoyer

Figure 3.15: Etudiant - questionnaire

Chapitre 3 : Implémentation et résultat

Exercice de relaxation

1-Respiration :

- Bouche fermée . inspirez par le nez 2-3 secondes .
- Bouche fermée . gardez l'air pendant 2-3 secondes .
- Expirez par la bouche 4-5 secondes .

2-Choisissez un environnement calme , pas trop froid,ni trop chaud .

3-Habillez-vous confortablement, avec des vêtements amples et enleve tes chaussures .

4-Assois-Toi sur une surface confortable .

5-Relachement des muscles .

6-Penser positivement .

7-Dormes pendant 30 min si vous aviez besoin .

Figure 3.16:Étudiant -exercice de relaxation

Après le passage de l'exercice de relaxation l'étudiant peut accéder à son espace où il la possibilité d'accéder à l'option suivante.

1. Accès aux documents :

L'onglet document permet à l'étudiant d'accéder à deux types de documents. Les documents du cours ajoutés par l'enseignant et les documents déposés par tous les autres utilisateurs (**voir figure 3-17**).

The screenshot shows a user interface for document management. On the left is a dark sidebar with menu items: 'Aprenant', 'Accueil', 'Gestion document', 'Testes', and 'Messagerie'. The main area has a 'Side Bar' header with a user name 'bougladaA'. Below the header, there are two tabs: 'Documents du cours' and 'Documents hors cours'. Three document cards are visible, each with a title, a subtitle, and a 'Consulter Document' button. The cards are: 'ADD' (docPrincipale), 'Logique' (docPrincipale), and 'Machine Learning' (exercice).

Figure 3.17: Etudiant - Gestion de document

Chapitre 3 : Implémentation et résultat

✓ Documents du cours

Dès l'ouverture d'un document de cours par l'étudiant, le module de détection d'émotion faciale capte l'état de l'étudiant avant et après la lecture. S'il a un changement d'état du positif vers le négatif alors le module recommandation psychologique est lancé. Après la confirmation que l'étudiant a bien des difficultés dans la compréhension du document le module recommandation de documents adaptés est déclenché.

❖ Le module Recommandation de documents adaptés :

Consiste à proposer aux étudiants une série de documents complémentaires pour améliorer les performances de l'étudiant, un message est affiché pour l'informer que les documents ont été ajoutés et ils sont disponibles dans l'onglet recommandation.

❖ Document hors cours

à l'ouverture de document hors cours la détection d'émotion faciale se déclenche pour la capture de l'état émotionnel durant la lecture. L'onglet Recommandation des documents le mieux évalué lancera le module détection d'émotion et propose des documents les mieux évalués avec le même état émotionnel.

2. Demande de changement de groupe

L'apprenant peut demander le changement du groupe : l'apprenant peut voir les listes des autres groupes et demander le changement de son groupe les Tests étudiants.

3. Les Tests étudiants

L'apprenant peut consulter la liste des tests disponible, il choisit un teste et réponds aux questions, consulte sa note, ou consulte la réponse du test.

4. Messagerie

L'onglet messagerie permet à l'étudiant de communiquer avec les autres étudiants de son groupe, l'administrateur, son tuteur ou les enseignants de la promo.

1.4 Expérimentation :

Notre expérimentation s'est déroulée en 03 phases qui sont les suivantes :

- 1) l'utilisation de la plateforme dans un contexte réel d'apprentissage,
- 2) la récolte des feedbacks des utilisateurs sur les ressources recommandées par le système,
- 3) l'analyse des résultats.

1.4.1 Utilisation de la plateforme

Nous avons testé notre approche dans une situation d'apprentissage réel en utilisant notre plateforme. L'expérience s'est déroulée avec 40 utilisateurs (30 étudiants et 10 enseignants) du département d'informatique de l'Université 8 mai 1945 Guelma. Une fois notre plateforme a été hébergée, 5 enseignants se sont inscrits ainsi que 20 étudiants.

Les enseignants ont été invités à publier leurs supports de cours principaux ainsi que des supports de cours supplémentaires, aussi des documents hors cours et établis un test pour chacun des cours publiés. Les 5 enseignants actifs ont publié 13 documents de cours et 13 documents supplémentaires 10 livres et 5 testes.

Les étudiants ont été invités à se connecter sur le système, suivre les recommandations, consulter les ressources, évaluer la qualité de ces ressources, consulter les ressources recommandées par le système s'ils le souhaitent et passer les tests. Les étudiants actifs ont publié 5 documents entre livre et tuto.

1.4.2 Feedback des utilisateurs

L'utilisation du système sur une période de dix jours nous a permis de recueillir des traces d'utilisation et de les utiliser pour valider la précision des algorithmes proposés. Nous avons utilisé les traces des utilisateurs enregistrées à partir de notre système pour analyser les hypothèses suivantes :

Chapitre 3 : Implémentation et résultat

- Le système contribue à l'amélioration de l'état émotionnelle de l'apprenant
- Les recommandations des docs supplémentaires améliorent les compétences de l'apprenant. Et augmentent son taux de réussite.
- Le système recommande des documents de qualité

Les trois scénarios liés à ces trois hypothèses pour lesquelles des traces utilisateurs ont été recueillies sont énumérés ci-dessous :

- Recueillir l'état émotionnel de l'apprenant après le passage de l'exercice de relaxation.
- Proposer aux étudiants des tests avant et après la lecture des docs supplémentaires.
- Évaluation des docs recommandés par le système :

1. Le système recommande un document à un utilisateur ;

2. L'utilisateur clique sur la ressource et l'affiche ;

3. L'utilisateur évalue la qualité de cette ressource si l'utilisateur évalue la qualité de cette ressource 1) avec quatre ou cinq étoiles, nous pouvons conclure que la recommandation est pertinente, 2) avec trois étoiles, alors la recommandation est modérément pertinente et 3) avec une ou deux étoiles, alors la recommandation n'est pas pertinente.

1.4.3 Résultats du Feedback des utilisateurs

Pendant la période d'utilisation de l'environnement d'apprentissage, un mécanisme de suivi a conservé les traces des actions des utilisateurs. En prenant en compte que les 20 étudiants les plus actifs. 09 d'entre eux se sont connectés au système avec un état négatif. L'état émotionnel de 04 étudiants s'est amélioré après le passage de l'exercice de relaxation et 3 autres leur état a changé après avoir eu un rendez-vous avec leur tuteur, 2 étudiants ont consulté des documents avec un état négatif. **(voir la figure 3.18)**. L'état de 45 % des étudiants s'est amélioré après avoir passer l'exercice de relation et 33 % après avoir eu un rendez-vous avec le tuteur donc une amélioration globale de 78 %.

Chapitre 3 : Implémentation et résultat

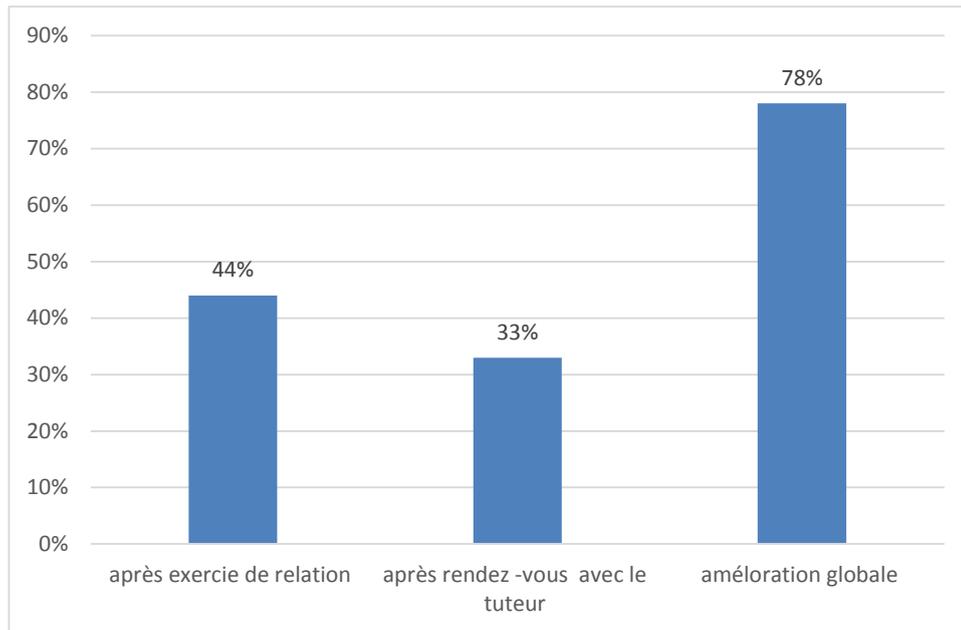


Figure 3.18: Taux de satisfaction pour le module psychologique

Pour évaluer notre approche de recommandation de document supplémentaire, nous avons demandé aux enseignants de préparer deux tests chacun concernant un cours donné avec une difficulté similaire. 6 étudiants sur 20 ont confirmé avoir des difficultés de compréhension du cours suite à la détection de leur état négatif. Et tous avaient des notes en dessous de la moyenne au premier test. Après l'activation du module de recommandation et le passage de du 2ème test tous les étudiants sauf un avaient de bonnes notes et la note moyenne globale des étudiants a passé de 12.3 à 14.05 avec un taux d'augmentation de 15 % (**voire Figure 3 -19**)

Chapitre 3 : Implémentation et résultat

Etudiant	Document	état avans lecture	état apres lecture	note teste 01	note teste 02
etudiant 01	document 01	postitif	postitif	12	14
etudiant 02	document 01	postitif	postitif	14	15
etudiant 03	document 01	postitif	negatif	9	14
etudiant 04	document 01	postitif	postitif	12	14
etudiant 05	document 01	postitif	postitif	11	13
etudiant 06	document 01	postitif	negatif	9	9
etudiant 07	document 01	postitif	postitif	16	17
etudiant 08	document 01	postitif	postitif	14	15
etudiant 09	document 01	postitif	postitif	17	17
etudiant 10	document 01	postitif	negatif	9	15
etudiant 11	document 01	postitif	postitif	13	13
etudiant 12	document 01	postitif	negatif	8	13
etudiant 13	document 01	postitif	postitif	13	13
etudiant 14	document 01	postitif	postitif	13	13
etudiant 15	document 01	postitif	negatif	9	14
etudiant 16	document 01	negatif	postitif	14	14
etudiant 17	document 01	negatif	postitif	15	15
etudiant 18	document 01	postitif	negatif	9	14
etudiant 19	document 01	postitif	postitif	13	13
etudiant 20	document 01	postitif	postitif	16	16
			note moyenne globale	12,3	14,05

Figure 3.19: comparaison des notes du teste 01 et 02

En voie ici que les documents supplémentaires ont eu un flagrant effet sur les résultats des étudiants en difficulté sans influencer les résultats des autres étudiants.

Pour évaluer notre approche de recommandation nous avons demandé aux étudiants d'évaluer la pertinence des documents recommandés par le système ensuite nous avons calculé la moyenne de ces évaluations et sur les 15 documents recommandés par les systèmes 6 dont l'évaluation des recommandations ont été pertinentes, 8 pour lesquelles les recommandations ont été modérément pertinentes et 1 non pertinente. (Voir figure 3-20)

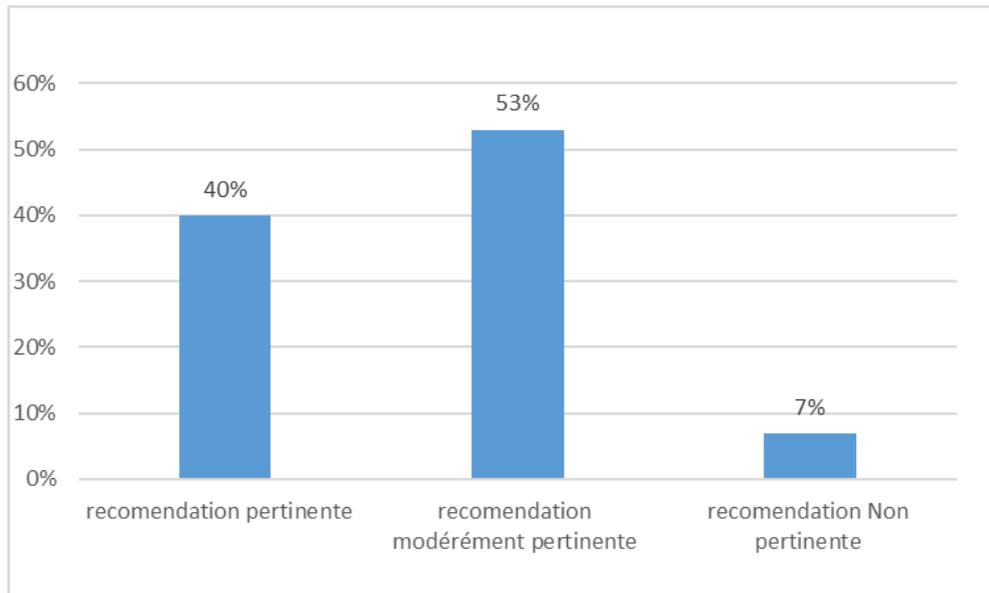


Figure 3.20: Taux d'évaluation des documents recommandés par le système

1.4.4 Questionnaire

Pour vérifier l'efficacité et la satisfaction au point de vue de l'utilisateur. Nous avons inspiré quelques questions du questionnaire ResQue (Recommender systems' Quality of user expérience) [68].

Ce questionnaire permet d'avoir les avis des utilisateurs par rapport à la qualité du retour de notre système. Le questionnaire ResQue comporte 60 questions dans sa version originale. Mais nous avons choisi quelques questions seulement pour valider nos hypothèses (Tableau). Nous avons utilisé une échelle de 5 points de 1 (pas du tout d'accord) à 5 (tout à fait d'accord) pour déterminer les réponses des utilisateurs.

Ce questionnaire a été envoyé aux 20 étudiants actifs sélectionnés précédemment. 15 étudiants ont répondu à ce questionnaire (75% de taux de réponse).

Chapitre 3 : Implémentation et résultat

Nous avons utilisé les réponses, de ces apprenants actifs, aux questions sélectionnées pour analyser les 3 hypothèses suivantes (**colonne Hypothèses du tableau : 3-1**) :

1. Le recommandeur fournit des ressources de qualité ;
2. Le recommandeur fournit des ressources utiles.
3. Les recommandations fournies satisferont les apprenants.

Hypothèses	Échelle ResQue	N°	Question
1	Qualité des Ressources recommandées	1	Les ressources recommandées correspondaient à mes intérêts.
		2	Les recommandations que j'ai reçues correspondent mieux à mes intérêts par rapport à celles que je peux recevoir d'un ami.
2	Utilité perçue	3	Les éléments recommandés m'ont aidé efficacement à trouver la ressource idéale.
		4	Je me sens soutenu pour retrouver ce que je veux avec l'aide du recommandeur.
3	Attitudes	5	Globalement, je suis satisfait du recommandeur.
		6	Je suis convaincu des ressources qui me sont recommandées.
		7	Je suis confiant que je vais aimer les ressources qui me seront recommandées.
		8	Le recommandeur est digne de confiance.
	Intentions comportementales	9	J'utiliserai encore ce recommandeur.
		10	Je parlerai de ce recommandeur à mes amis.

Tableau 3-1: Quelques questions du questionnaire ResQue

Chapitre 3 : Implémentation et résultat

1.4.5 Résultats du questionnaire

Les résultats extraits du questionnaire sont présentés ci-dessous. **La figure 3.21** montre la moyenne pour les 10 questions du questionnaire. Les moyennes des réponses sont comprises entre 1,3 et 4,7. 08 valeurs moyennes sont supérieures à 3 (la réponse neutre) et deux valeurs moyennes sont inférieures à 3, ce qui suggère que les attitudes des utilisateurs sont généralement positives .

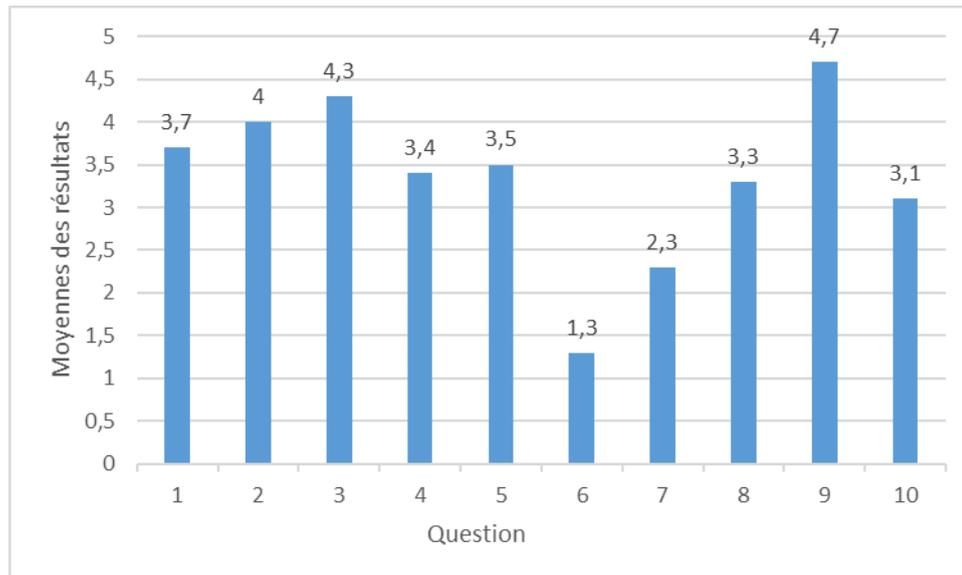


Figure 3.21: Moyenne des résultats du questionnaire

1.8.5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons fait une présentation du développement de notre système ainsi que les tests effectués, notre système est composé d'une plateforme avec un ensemble des interfaces associées à chacun des acteurs où il joue un rôle bien précis, nous avons présenté le cœur de notre travail qui est le module de recommandation en collaboration avec le module de la reconnaissance des expressions faciales.

Un module de recommandation qui est composé de la partie recommandation psychologique, recommandation des documents de cours supplémentaires et la recommandation des documents les mieux évalués par les utilisateurs.

Le résultat des tests présentés est très satisfaisant bien que le nombre d'utilisateurs est petit par rapport aux expériences demandées dans le domaine des statistiques.

**Conclusion
Générale et
perspectives**

Conclusion générale et perspectives

Dans ce projet de fin d'études, nous nous sommes intéressés au domaine E-Learning et l'influence de l'état émotionnel de l'apprenant durant la session d'apprentissage, et lui proposés des recommandations adéquates afin de le motiver et débloquent toutes les difficultés.

Notre objectif consiste à élaborer une stratégie de recommandation en étudiant l'impact de l'état émotionnel de l'apprenant dans un environnement informatique d'apprentissage humain dans le but d'améliorer le taux de réussite des apprenants.

Dans notre mémoire, on a abordé les systèmes de recommandations en générales, les systèmes de recommandations sociales et enfin les systèmes de recommandations dans EIAH. Nous avons ensuite abordé la reconnaissance des émotions des apprenants à partir de leurs expressions faciales et les solutions de recommandations proposées par notre système.

Les tests de l'approche proposée ont montré l'importance et l'influence de la motivation de l'apprenant dans l'environnement d'apprentissage et les résultats de du test sont très encourageants.

Comme perspectives de recherches futures, nous envisageons de :

1. Améliorer les exercices et tests psychologiques qui seront validés par des experts du domaine.
2. Dans la partie recommandation, des documents supplémentaires donnent la possibilité à l'étudiant à accéder à des documents de niveaux différents en temps réel selon son besoin.
3. Dans la partie recommandations des documents les mieux évalués, proposer des algorithmes afin de raffiner plus les recommandations à travers un modèle hybride entre le filage collaboratif, état émotionnel et traces d'utilisateur.

Références

Bibliographies :

- [1] Sulieman, D. (2014). Systèmes de recommandation sociaux et sémantiques (Thèse de doctorat, Université de Cergy Pontoise).
- [2] Adomavicius, G., & Tuzhilin, A. (2005). Toward the next generation of recommender systems: A survey of the state-of-the-art and possible extensions. *IEEE transactions on knowledge and data engineering*, 17(6), pp. 734 – 749.
- [3] Su, X., & Khoshgoftaar, T. M. (2009). A survey of collaborative filtering techniques. *Advances in artificial intelligence*, vol. 2009, p. 19.
- [4] Yang, X., Guo, Y., Liu, Y., & Steck, H. (2014). A survey of collaborative filtering based social recommender systems. *Computer Communications*, 41, (pp. 1-10)
- [5] Wu, L., Shah, S., Choi, S., Tiwari, M., & Posse, C. (2014, October). The Browse maps: Collaborative Filtering at LinkedIn. In 6th Workshop on Recommender Systems and the Social Web, *collocated with ACM RecSys 2014*.
- [6] D. Goldberg, D. Nichols, B. M. Oki, & D. Terry. (1992). “Using Collaborative Filtering to Weave an Information Tapestry,” *Communications of the ACM*, vol. 35, no 12, (pp. 61-70).
- [7] Shardanand, U., & Maes, P. (1995, May). Social information filtering: algorithms for automating “word of mouth”. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 210-217). ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co.
- [8] Ricci, F., Rokach, L., & Shapira, B. (2011). Introduction to recommender systems handbook. In *Recommender systems handbook* (pp. 1-35). Springer US.
- [9] Ekstrand, M. D., Riedl, J. T., & Konstan, J. A. (2011). Collaborative filtering recommender systems. *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction*, 4(2), (pp. 81-173).
- [10] Herlocker, J. L., Konstan, J. A., Borchers, A., & Riedl, J. (1999, August). An algorithmic framework for performing collaborative filtering. In *Proceedings of the 22nd annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval* (pp. 230-237).
-

Références

- [11] Sarwar, B., Karypis, G., Konstan, J., & Riedl, J. (2001, April). Item-based collaborative filtering recommendation algorithms. *In Proceedings of the 10th international conference on World Wide Web* (pp. 285-295).
- [12] Gabrielsson, S. & Gabrielsson, S. 2006. The use of Self-Organizing Maps in *Recommender Systems, A survey of the Recommender Systems field and a presentation of a State of the Art Highly Interactive Visual Movie Recommender System. Mémoire de master*, Uppsala University.
- [13] Billsus, D., & Pazzani, M. J. (1998, July). Learning Collaborative Information Filters. *In Proceedings of the 15th International Conference on Machine Learning (ICML '98)* (Vol. 98, pp. 46-54).
- [14] Kitts, B., Freed, D., & Vrieze, M. (2000, August). Cross-sell: a fast promotion-tunable customer-item recommendation method based on conditionally independent probabilities. *In Proceedings of the sixth ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining* (pp. 437-446).
- [15] Han, P., Xie, B., Yang, F., & Shen, R. (2004). A scalable P2P recommender system based on distributed collaborative filtering. *Expert systems with applications*, 27(2), (pp. 203-210).
- [16] Jamali, M., & Ester, M. (2009, June). Trust walker: a random walk model for combining trust-based and item-based recommendation. *In Proceedings of the 15th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining* (pp. 397-406).
- [17] Lee, S. (2012, April). A generic graph-based multidimensional recommendation framework and its implementations. *In Proceedings of the 21st International Conference on World Wide Web* (pp. 161-166).
- [18] Beliakov, G., Calvo, T., & James, S. (2011). Aggregation of preferences in recommender systems. *In Recommender systems handbook* (pp. 705-734). Springer, Boston, MA.
- [19] Adomavicius, G., Manouselis, N., & Kwon, Y. (2011). Multi-criteria recommender systems. *In Recommender systems handbook* (pp. 769-803). Springer US.

Références

- [20] Mooney, R. J., & Roy, L. (2000, June). Content-based book recommending using learning for text categorization. *In Proceedings of the fifth ACM conference on Digital libraries* (pp. 195-204).
- [21] Degemmis, M., Lops, P., & Semeraro, G. (2007). A content-collaborative recommender that exploits WordNet-based user profiles for neighborhood formation. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 17(3), (pp. 217-255).
- [22] Salehi, M. (2013). Application of implicit and explicit attribute based collaborative filtering and BIDE for learning resource recommendation. *Data & Knowledge Engineering*, 87, (pp. 130-145).
- [23] Zhao, X., Niu, Z., Chen, W., Shi, C., Niu, K., & Liu, D. (2015). A hybrid approach of topic model and matrix factorization based on two-step recommendation framework. *Journal of Intelligent Information Systems*, 44(3), (pp. 335-353).
- [24] McPherson, M., Smith-Lovin, L., & Cook, J. M. (2001). Birds of a feather: Homophily in social networks. *Annual review of sociology*, 27(1), (pp. 415-444).
- [25] Bellogín, A., Cantador, I., Díez, F., Castells, P., & Chavarriaga, E. (2013). An empirical comparison of social, collaborative filtering, and hybrid recommenders. *ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology (TIST)*, 4(1), 14.
- [26] Liu, F., & Lee, H. J. (2010). Use of social network information to enhance collaborative filtering performance. *Expert systems with applications*, 37(7), (pp. 4772-4778).
- [27] Manouselis, N., Drachsler, H., Verbert, K., and Duval, E. (2012). *Recommender Systems for Learning*. Berlin, Springer.
- [28] Romero, C., & Ventura, S. (2007). *Educational data mining: A survey from 1995 to 2005*. *Expert Systems with Applications*, 33(1), (pp. 135-146). Elsevier.
- [29] Drachsler, H., Hummel, H. G. K., & Koper, R. (2007). Recommendations for learners are different: Applying memory-based recommender system techniques to lifelong learning. *Paper presented at the SIRTEL workshop at the EC-TEL 2007 Conference. September, 17-20, Crete, Greece.*

Références

- [30] Drachsler, H., Verbert, K., Santos, O. C., & Manouselis, N. (2015). Panorama of recommender systems to support learning. *In Recommender systems handbook* (pp. 421-451). Springer, Boston, MA.
- [31] McCalla, G. (2004). The ecological approach to the design of e-learning environments: Purpose-based capture and use of information about learners. *Journal of Interactive Media in Education*, 2004.
- [32] Drachsler, H., Hummel, H. G. K., & Koper, R. (2009). Identifying the goal, user model and conditions of recommender systems for formal and informal learning. *Journal of Digital Information*. 10(2), (pp. 4–24).
- [33] Santos, O. C., & Boticario, J. G. (2014, June). Exploring Arduino for building educational context-aware recommender systems that deliver affective recommendations in social ubiquitous networking environments. *In International Conference on Web-Age Information Management* (pp. 272-286). Springer, Cham.
- [34] Erdt, M., Fernandez, A., & Rensing, C. (2015). Evaluating recommender systems for technology enhanced learning: a quantitative survey. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 8(4), (pp. 326-344).
- [35] Schafer, J. B., Konstan, J. A., & Riedl, J. (2001). E-commerce recommendation applications. *Data mining and knowledge discovery*, 5(1-2), (pp. 115-153).
- [36] Montaner, M., López, B., & De La Rosa, J. L. (2003). A taxonomy of recommender agents on the internet. *Artificial intelligence review*, 19(4), (pp. 285-330).
- [37] Wei, C. P., Shaw, M.J., & Easley, R.F. (2002). A Survey of Recommendation Systems in Electronic Commerce. *In Rust, R. T. & Kannan, P. K. (Eds.), E-Serv.: New Dir. in Theor. and Pract., M. E. Sharpe Publisher*.
- [38] Miller, B. N., Konstan, J. A., & Riedl, J. (2004). PocketLens: Toward a personal recommender system. *ACM Transactions on Information Systems (TOIS)*, 22(3), (pp. 437-476).
- [39] Han, P., Xie, B., Yang, F., & Shen, R. (2004). A scalable P2P recommender system based on distributed collaborative filtering. *Expert systems with applications*, 27(2), (pp. 203-210).
-

Références

- [40] Hanani, U., Shapira, B., & Shoval, P. (2001). Information filtering: Over-view of issues, research and systems. *User modeling and user-adapted interaction*, 11(3), (pp. 203-259).
- [41] Herlocker, J. L., Konstan, J. A., Terveen, L. G., & Riedl, J. T. (2004). Evaluating collaborative filtering recommender systems. *ACM Transactions on Information Systems (TOIS)*, 22(1), (pp. 5-53).
- [42] El Helou, S., Salzmann, C., & Gillet, D. (2010). The 3A Personalized, *Contextual and Relation based Recommender System*. *J. UCS*, 16(16), (pp. 2179-2195).
- [43] Brusilovsky, P., Cassel, L. N., Delcambre, L. M., Fox, E. A., Furuta, R., Garcia, D. D., ... & Yudelson, M. (2010). *Social navigation for educational digital libraries*. *Procedia Computer Science*, 1(2), (pp. 2889-2897).
- [44] Shi, L., Gkotsis, G., Stepanyan, K., Al Qudah, D., & Cristea, A. I. (2013, Ju-ly). Social personalized adaptive e-learning environment: Topolor-implementation and evaluation. *In International Conference on Artificial Intelligence in Education* (pp. 708-711). Springer, Berlin, Heidelberg.
- [45] Limongelli, C., Lombardi, M., Marani, A., &Sciarrone, F. (2013, July). A teaching-style based social network for didactic building and sharing. *In International Conference on Artificial Intelligence in Education* (pp. 774-777). Springer Berlin Heidelberg.
- [46] Karampiperis, P., Koukourikos, A., & Stoitsis, G. (2014). Collaborative filtering recommendation of educational content in social environments utilizing sentiment analysis techniques. *In Recommender Systems for Technology Enhanced Learning* (pp. 3-23). Springer, New York, NY.
- [47] Fazeli, S., Drachsler, H., Brouns, F., & Sloep, P. (2014). Towards a social trustaware recommender for teachers. *In Recommender systems for technology enhanced learning* (pp. 177-194). Springer, New York, NY.
- [48] Santos, O. C., & Boticario, J. G. (2015). User-centred design and educational data mining support during the recommendations elicitation process *in social online learning environments*. *Expert Systems*, 32(2), (pp. 293-311).

Références

- [49] Shani, G., & Gunawardana, A. (2011). Evaluating recommendation systems. *In Recommender systems handbook* (pp. 257-297). Springer, Boston, MA.
- [50] McNee, S. M., Riedl, J., & Konstan, J. A. (2006, April). Being accurate is not enough: how accuracy metrics have hurt recommender systems. *In CHI'06 extended abstracts on Human factors in computing systems* (pp. 1097-1101). ACM.
- [51] Knijnenburg, B. P., Willemsen, M. C., Gantner, Z., Soncu, H., & Newell, C. (2012). Explaining the user experience of recommender systems. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 22(4-5), (pp. 441-504).
- [52] Fazeli, S., Drachsler, H., Bitter-Rijkema, M., Brouns, F., Van der Vegt, W., & Sloep, P. B. (2017). User-centric Evaluation of Recommender Systems in Social Learning Platforms: Accuracy is Just the Tip of the Ice-berg. *IEEE Transactions on Learning Technologies*.
- [53] Dantzer, R. (2002). *Les émotions*. Presses universitaires de France.
- [54] Ekman, P. (1999). Basic emotions. *Handbook of cognition and emotion*, 98(45-60), 16.
- [55] Feidakis, M., Daradoumis, T., CaballÃ, S., & Conesa, J. (2014). Embedding emotion awareness into e-learning environments. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 9(7), 39-46.
- [56] Scherer, K. R. (2005). What are emotions? And how can they be measured?. *Social science information*, 44(4), 695-729.
- [57] Hascher, T. (2010). Learning and Emotion: perspectives for theory and research. *European Educational Research Journal*, 9(1), 13-28.
- [58] Lewis, M., Sullivan, M. W., Stanger, C., & Weiss, M. (1989). Self-development and self-conscious emotions. *Child development*, 146-156.
- [59] Ortony, A., & Turner, T. J. (1990). What's basic about basic emotions?. *Psychological review*, 97(3), 315.
- [60] Feidakis, M., Daradoumis, T., CaballÃ, S., & Conesa, J. (2014). Embedding emotion awareness into e-learning environments. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 9(7), 39-46.
-

Références

- [61] [Konar, A., & Chakraborty, A. (2014). *Emotion recognition: A pattern analysis approach*. John Wiley & Sons.
- [62] Monjaux, P. (2007). *Modélisation et animation interactive de visages virtuels de dessins animés* (Thèse de doctorat).
- [63] Yu, Z., & Zhang, C. (2015, November). Image based static facial expression recognition with multiple deep network learning. In *Proceedings of the 2015 ACM on International Conference on Multimodal Interaction* (pp. 435-442). ACM.
- [64] Ko, B. (2018). A brief review of facial emotion recognition based on visual information. *sensors*, 18(2),401.
- [65] B. Adil, K. M. Nadjib and L. Yacine (2019), A novel approach for facial expression recognition,"*International Conference on Networking and Advanced Systems (ICNAS), Annaba, Algeria, 2019*, pp. 1-5, doi: 10.1109 / ICNAS.2019.8807883.
- [66] Goleman, D. (2006). *Emotional intelligence*. Bantam.
- [67] Pekrun, R., Goetz, T., Frenzel, A. C., Barchfeld, P., & Perry, R. P. (2011). Measuring emotions instudents' learning and performance : The Achievement Emotions Questionnaire (AEQ). *Contemporary educational psychology*, 36(1), 36-48.
- [68] Pu, P., Chen, L., & Hu, R. (2011, October). A user-centric evaluation framework for recommender systems. In *Proceedings of the fifth ACM conference on Recommender systems* (pp. 157-164). ACM.

Références

Webographies :

- [W1] <https://www.scrapehero.com/number-of-products-on-amazon-april-2019/> consulté le : 25 mars 2020.
- [W2] <https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89motion#:~:text=L'%C3%A9motion%20peut%20se%20d%C3%A9finir,rappor%20%C3%A0%20un%20int%C3%A9r%C3%AAt%20central> consulté le : 26 mars 2020.
- [W2] https://fr.wikipedia.org/wiki/Messagerie_instantan%C3%A9e consulté le : 26 mars 2020.
- [W3] https://fr.wikipedia.org/wiki/Messagerie_instantan%C3%A9e consulté le : 26 mars 2020.
- [W4] https://fr.wikipedia.org/wiki/Hypertext_Markup_Language consulté le : 20 mai 2020.
- [W5] <http://glossaire.infowebmaster.fr/css/> consulté le : 20 mai 2020.
- [W6] <https://www.journaldunet.com/web-tech/developpeur/1159810-bootstrap-definition-tutoriels-astuces-pratiques/> consulté le : 20 mai 2020.
- [W7] <http://glossaire.infowebmaster.fr/php/> consulté le : 20 mai 2020.
- [W8] <https://fr.wikipedia.org/wiki/JavaScript> consulté le : 20 mai 2020.
- [W9] https://openclassrooms.com/fr/courses/1567926-un-site-web-dynamique_avec_jquery consulté le : 20 mai 2020.
- [W10] <https://fr.wikipedia.org/wiki/XAMPP> consulté le : 20 mai 2020.

Annexe

Annexe 03 : formulaire questionnaire **Resque**

Nom :

Prénom :

Promotion :

- Cocher la une seule case par question
- Donne une note de 1 à 5 pour chaque question 1 (pas du tout d'accord) à 5 (tout à fait d'accord)

N°	Question	Note
1	Les ressources recommandées correspondaient à mes intérêts.	
2	Les recommandations que j'ai reçues correspondent mieux à mes intérêts par rapport à celles que je peux recevoir d'un ami.	
3	Les éléments recommandés m'ont aidé efficacement à trouver la ressource idéale.	
4	Je me sens soutenu pour retrouver ce que je veux avec l'aide du recommandeur.	
5	Globalement, je suis satisfait du recommandeur.	
6	Je suis convaincu des ressources qui me sont recommandées.	
7	Je suis confiant que je vais aimer les ressources qui me seront recommandées.	
8	Le recommandeur est digne de confiance.	
9	J'utiliserai encore ce recommandeur.	
10	Je parlerai de ce recommandeur à mes amis.	