



# MEMOIRE

Présenté par

**Dib Antar**

Pour l'obtention de diplôme de

**MASTER**

Filière : Informatique

Spécialité : Systèmes Informatiques Intelligents

Thème

**Analyse de l'utilisation de plateformes  
d'apprentissage en ligne sur la performance  
académique dans l'enseignement  
supérieur**

Soutenu le : 22 / 06 / 2024

Devant le Jury composé de :

Qualité	Nom et Prénom	Grade	Université
Président	Mr. Djedjai	MCA	Chadli Bendjedid El-Tarf
Rapporteur	Mr. Betouil A.A.	MCB	Chadli Bendjedid El-Tarf
Examineur	Mme Bouguerne	MCB	Chadli Bendjedid El-Tarf

Année Universitaire : 2023/2024

Je voudrais commencer par exprimer ma profonde gratitude à **ALLAH** Pour ses conseils et sa bénédiction constants tout au long de ma vie et tout au long de mon parcours académique en particulier. Tu l'as éclairé

Dieu a tracé mon chemin et m'a donné la force et la persévérance nécessaires pour rechercher la connaissance.

J'adresse également mes sincères remerciements au **Dr Betouil Ali Abdel Latif** pour ce qu'il m'a apporté Informations, conseils, orientation et soutien continu. Son expérience et ses observations perspicaces ont porté leurs fruits

Dans mes recherches, cela a joué un rôle central dans l'élaboration de son orientation et de sa qualité de ce travail.

Ses conseils ont joué un rôle déterminant dans mon développement en tant que chercheur.

Je dois beaucoup à ma famille et à mes amis pour leur soutien indéfectible

Et leur compréhension et leurs encouragements tout au long de ce parcours difficile.

Je tiens également à exprimer ma sincère gratitude à tous ceux qui ont contribué directement et indirectement à la réalisation de ce travail.

Leur soutien, leurs encouragements et leur aide ont été pour moi un cadeau inestimable.

Leur confiance en moi et leurs encouragements constants ont été une source de motivation, de persévérance et de travail acharné.

Enfin, je tiens à remercier tout le personnel du comité qui a revu cet humble travail et le personnel administratif en général.

Dib Antar

*Avec tout mon amour et ma gratitude, je dédie ce mémoire de recherche aux personnes qui ont été une source inestimable de soutien dans ma vie :*

*-À l'âme de mon cher père, qu'il repose en paix. Tu as été ma source d'inspiration et de force, et ton souvenir continuera à éclairer mon chemin.*

*-À ma chère mère, que Dieu la protège et lui accorde une longue vie. Tu es le cœur battant de tendresse et d'amour, et tes prières sincères sont mon pilier dans cette vie.*

*-À ma précieuse épouse, que Dieu te bénisse et te garde. Tu es ma partenaire de vie et ma compagne de route, et grâce à ton soutien constant, je peux atteindre tous mes objectifs.*

*-À mon frère Oussama, et à mes frères et sœurs bien-aimés. Vous êtes le roc sur lequel je m'appuie, et votre soutien permanent me permet de persévérer et d'avancer.*

*-À mes chers amis, merci pour votre amitié sincère et votre soutien continu. Vous faites partie intégrante de mon parcours académique et personnel.*

*-À vous tous, je dédie ce travail scientifique en signe de ma profonde reconnaissance et de mon immense affection. Merci pour tout, et que Dieu vous protège et vous garde tous.*

# المخلص

يستعرض هذا البحث بشكل شامل جوانب متعددة من التعلم الإلكتروني والدورات المفتوحة عبر الإنترنت (MOOC) ، مسلطاً الضوء على تطورها، تقنياتها، وتحدياتها، بالإضافة إلى تطبيقات التعلم الآلي في هذا المجال. يبدأ البحث بتعريفات ومفاهيم أساسية للتعلم الإلكتروني، متتبّعاً تاريخه وأهميته وتأثيره على التعليم المعاصر. كما يناقش الأسس النظرية للتعلم الإلكتروني، بما في ذلك النظريات التعليمية والنماذج البيداغوجية المستخدمة في تصميم الدورات عبر الإنترنت. ينتقل البحث إلى تحليل معماري ووظيفي لمنصات الدورات المفتوحة، مع تقديم دراسة مقارنة بين مختلف المنصات، مبرزاً فوائدها وتحدياتها. بالإضافة إلى ذلك، يتناول البحث كيفية دمج التعلم الآلي في منصات التعلم الإلكتروني لتحسين تخصيص التعلم، التقييم التلقائي، وتحليل البيانات التعليمية، ويشمل ذلك دراسة حالات لتوضيح استخدام الخوارزميات مثل KNN في هذا السياق. يختتم البحث بوصف لتصميم وتنفيذ تطبيق (نظام التقييم) ، موضحاً هيكل المشروع وأهدافه وتكامل خوارزمية KNN، لتحسين الأداء. يقدم هذا البحث رؤية متعمقة للتطورات والابتكارات في التعلم الإلكتروني والدورات المفتوحة عبر الإنترنت، مشيراً إلى تأثيرها الكبير على التعليم الحديث و آفاق تحسين تجربة التعلم عبر تكامل تقنيات التعلم الآلي.

**الكلمات المفتاحية:** التعلم الإلكتروني, الدورات المفتوحة عبر الانترنت, التعلم الآلي, خوارزمية أقرب الجيران KNN, التقييم التلقائي

# Résumé

Cette recherche examine de manière exhaustive plusieurs aspects de l'apprentissage en ligne et des cours en ligne ouverts massivement (MOOC), en mettant en évidence leur développement, leurs technologies et leurs défis, ainsi que les applications d'apprentissage automatique dans ce domaine. La recherche commence par les définitions et concepts de base de l'apprentissage en ligne, retraçant son histoire, son importance et son impact sur l'éducation contemporaine. Il aborde également les fondements théoriques de l'apprentissage en ligne, notamment les théories pédagogiques et les modèles pédagogiques utilisés dans la conception de cours en ligne. La recherche passe ensuite à une analyse architecturale et fonctionnelle des plateformes de cours ouverts, présentant une étude comparative entre différentes plateformes, mettant en évidence leurs avantages et leurs défis. En outre, la recherche aborde la manière d'intégrer l'apprentissage automatique dans les plateformes d'apprentissage en ligne pour améliorer la personnalisation de l'apprentissage, l'évaluation automatisée et l'analyse des données éducatives, et comprend des études de cas pour illustrer l'utilisation d'algorithmes tels que KNN dans ce contexte. L'article se termine par une description de la conception et de la mise en œuvre de l'application « système évaluation », expliquant la structure du projet, les objectifs et l'intégration de l'algorithme KNN pour améliorer les performances. Cette recherche fournit un aperçu approfondi des développements et des innovations dans le domaine de l'apprentissage en ligne et des cours en ligne ouverts, en soulignant leur impact significatif sur l'éducation moderne et les perspectives d'amélioration de l'expérience d'apprentissage grâce à l'intégration des technologies d'apprentissage automatique.

**Mots-clés :** e-learning, cours en ligne ouverts, apprentissage automatique, Algorithme des k-voisins les plus proches KNN, évaluation automatique.

## Tableau de contenus

Remerciements.....	2
Dédicace.....	3
Tableau de contenus.....	6
Liste des acronymes.....	12
i. Introduction générale.....	13
1 Chapitre 1 : E-Learning - Évolution, Concepts et Enjeux.....	14
1.1 Introduction à l'E-Learning.....	14
1.1.1 Définitions et Concepts Clés.....	15
1.1.2 Historique de l'E-Learning.....	16
1.1.3 Importance et Impact de l'E-Learning.....	18
1.2 Fondements théoriques de l'E-Learning.....	19
1.2.1 Théories de l'Apprentissage Sous-jacentes.....	19
1.2.2 Modèles Pédagogiques dans l'E-Learning.....	21
1.2.3 Approches d'Enseignement et de Conception de Cours en Ligne.....	24
1.3 Technologies et outils pour l'E-Learning.....	26
1.3.1 Plateformes d'Apprentissage en Ligne (LMS).....	26
1.3.2 Outils de Collaboration et de Communication.....	28
1.3.3 Contenus Numériques et Multimédias Éducatifs.....	29
1.4 Défis et perspectives de l'E-Learning.....	31
1.4.1 Accessibilité et Inclusion dans l'E-Learning.....	31
1.4.2 Qualité des Contenus et Évaluation de l'Apprentissage.....	32
1.4.3 Impact sur les Pratiques Éducatives Traditionnelles.....	33
1.5 conclusion.....	36
2 Chapitre 2 : Les Plateformes d'Apprentissage MOOC - Analyse et Étude Comparative.....	37
2.1 Introduction aux MOOC.....	37
2.1.1 Définition des MOOC.....	38
2.1.2 Principaux Acteurs et Tendances du Marché MOOC.....	45

2.2 Architecture et fonctionnalités des plateformes MOOC.....	47
2.2.1 Architecture des Plateformes MOOC .....	47
2.2.2 Fonctionnalités des Plateformes MOOC .....	48
2.2.3 Interactions entre Apprenants et Animateurs dans les MOOC.....	49
2.2.4 Suivi et Évaluation des Apprentissages dans les MOOC .....	52
2.3 Étude Comparative des Plateformes MOOC .....	55
2.4 Avantages pour les Apprenants des Plateformes MOOC .....	56
2.4.1 Avantages.....	56
2.4.2 Défis liés à la Rétention des Apprenants .....	59
2.5 Conclusion .....	61
3 Chapitre 3 : L'Apprentissage Automatique dans les Plateformes E-Learning - Applications et Perspectives. .....	62
3.1 Introduction à l'apprentissage automatique.....	62
3.1.1 Concepts Fondamentaux en Apprentissage Automatique .....	63
3.1.2 Applications de l'apprentissage automatique dans divers domaines .....	65
3.2 Intégration de l'apprentissage automatique dans l'E-Learning .....	67
3.2.1 Personnalisation de l'Apprentissage.....	67
3.2.2 Évaluation et Rétroaction Automatisées.....	68
3.2.3 Analyse des Données Éducatives.....	68
3.2.4 Chatbots et Tuteurs Virtuels .....	69
3.3 Cas d'étude : Application de l'apprentissage automatique dans l'E-Learning.....	70
3.3.1 Algorithmes Utilisés en E-Learning : Travaux, Avantages et Inconvénients.....	70
3.4 Perspectives et futur de l'apprentissage automatique dans l'E-Learning .....	72
3.4.1 Personnalisation et Adaptation .....	72
3.4.2 Prévention de l'Abandon et Amélioration de la Rétention .....	73
3.4.3 Évaluation et Feedback Automatiques.....	73
3.4.4 Intégration de la Réalité Virtuelle et Augmentée .....	73
3.4.5 Développement de Modèles Prédicatifs et Analytiques .....	74
3.5 Impacts potentiels sur les pratiques pédagogiques et l'expérience des apprenants.....	74

3.6 Conclusion .....	75
4 Chapitre 4 : implémentation.....	77
4.1 Contexte et objectifs .....	77
4.1.1 Présentation de l'application .....	77
4.1.2 Objectifs du système .....	80
4.2 Architecture de l'Application .....	80
4.2.1 Structure du Projet Django.....	80
4.3 Diagrammes UML .....	83
4.3.1 Diagramme de Cas d'Utilisation .....	83
4.3.2 Diagramme de Classe .....	84
4.3.4 Diagramme de Séquence.....	85
4.5 Outils Utilisés.....	86
4.5.1 Environnement de Développement.....	86
4.5.2 Gestion des Dépendances .....	87
4.5.3 Extensions et Plugins .....	88
4.6 Fonctionnalités de l'Application .....	88
4.6.1 Gestion des Utilisateurs .....	88
4.6.2 Système d'Évaluation.....	90
4.6.4 Tableau de Bord.....	90
4.7 Fonctionnement de l'Application .....	92
4.7.1 Inscription et Connexion des Utilisateurs .....	92
4.7.2 Interface Utilisateur .....	93
4.7.3 Gestion des Données.....	95
4.8 Intégration de l'Algorithme K-Nearest Neighbours (KNN) .....	95
4.8.1 Introduction à l'Algorithme KNN .....	95
4.8.2 Collecte et Préparation des Données.....	96
4.8.3 Application de l'Algorithme KNN.....	98
4.8.4 Identification des Performances Inférieures .....	98
4.8.5 Notification des Professeurs .....	99

4.8.6 Implémentation de l'Algorithme KNN .....	99
4.8.7 Intégration dans le Système .....	101
4.8.8 Sécurité et Efficacité .....	101
4.9 Conclusion .....	101
ii. Conclusion général .....	102
iii References .....	104

## List de figure

Figure 1-1: Histoire de e-learning .....	16
Figure 1-2: Le modèle ADDIE pour les concepteurs pédagogique .....	22
Figure 1-3: Le modèle SAM pour les concepteurs pédagogiques .....	23
Figure 2-1: Les caractéristiques d'un MOOC.....	38
Figure 3-1: Fonctionnement du Machine Learning .....	62
Figure 3-2: Types d'apprentissage automatique.....	63
Figure 3-3: Le fonctionnement de l'apprentissage supervisé .....	63
Figure 3-4: Le fonctionnement de l'apprentissage non supervisé. ....	64
Figure 4-1: Tableau de géré. ....	77
Figure 4-2: ajouté une question.....	78
Figure 4-3: évaluées dans le système.....	79
Figure 4-4: notifications aux enseignants. ....	79
Figure 4-5: structure typique du projet Django.....	80
Figure 4-6: Diagramme de Cas d'Utilisation. ....	83
Figure 4-7: diagramme de classe .....	84
Figure 4-8: diagramme de séquence de système général.....	85
Figure 4-9: diagramme de séquence illustrant la tâche de notifier un professeur. ....	86
Figure 4-10: fiche d'inscription. ....	89
Figure 4-11: Gestion des Questions.....	90
Figure 4-12: tableau de bord d'enseignants. ....	91
Figure 4-13: tableau de bord des étudiants. ....	92
Figure 4-14: signe in .....	93
Figure 4-15: Tableau de Bord de l'Administrateur. ....	93
Figure 4-16 : suggestion de système.....	94
Figure 4-17: journal de réponses.....	96
Figure 4-18: not de l'évaluation d'un étudiant. ....	96
Figure 4-19 : notifications aux professeurs.....	99

## Liste de Tableau

Tableau 2-1: Comparative Propriétés .....	55
Tableau 2- 2: Comparaison des Fonctionnalités.....	56

## List des acronymes

**MOOC** Massive Open Online Course.

**K-NN** K-Nearest Neighbours

**LMS** Learning Management Systems

**TIC** technologies de l'information et de la communication

**VR** réalité virtuelle

**AR** réalité augmentée

**ZPD** zone proximale de développement

**PBL** L'approche basée sur les problèmes

**IA** intelligence artificielle

## i. Introduction générale

L'éducation est un pilier fondamental du développement individuel et collectif. Traditionnellement dispensée en présentiel, elle a été transformée par les technologies numériques et l'Internet, donnant naissance à l'E-Learning. Cette forme d'apprentissage en ligne, qui va des cours simples aux environnements virtuels complexes, s'est imposée comme une méthode incontournable. Cependant, malgré sa popularité, l'E-Learning présente plusieurs défis, notamment des taux de rétention faibles et des variations dans la qualité des contenus et des évaluations. De plus, des barrières technologiques et socio-économiques limitent parfois l'accès à ces ressources, soulevant des questions sur l'optimisation de l'E-Learning pour qu'il devienne plus inclusif, efficace et adapté aux besoins individuels des apprenants.

La recherche de solutions pour améliorer l'E-Learning est motivée par trois principaux facteurs : la nécessité d'élargir l'accès à une éducation de qualité, surtout pour les populations marginalisées, les opportunités offertes par l'évolution rapide des technologies pour personnaliser l'apprentissage et accroître l'engagement des étudiants, et le potentiel des technologies intelligentes et de l'apprentissage automatique à transformer l'éducation.

Cette recherche vise à comprendre les dynamiques de l'E-Learning, à évaluer les technologies existantes et à proposer des solutions pour améliorer son efficacité et son accessibilité. Pour cela, elle identifie les fondements théoriques de l'E-Learning, examine les outils et technologies actuels, et explore l'intégration de l'apprentissage automatique pour personnaliser et optimiser l'expérience éducative.

Le mémoire est structuré de manière à couvrir exhaustivement ces différentes dimensions. Il introduit l'E-Learning, ses concepts clés, son historique et son importance, ainsi que les théories de l'apprentissage et les technologies utilisées. Ensuite, il examine les MOOC, leurs définitions, les principaux acteurs du marché, les architectures et fonctionnalités des plateformes, ainsi que les avantages et défis associés. Puis, il explore l'intégration de l'apprentissage automatique pour personnaliser l'apprentissage, améliorer l'évaluation et analyser les données éducatives, tout en discutant des perspectives futures et des impacts potentiels. Enfin, un projet pratique basé sur le framework Django est présenté, décrivant son architecture, ses fonctionnalités et l'intégration de l'algorithme K-Nearest Neighbours (KNN) pour améliorer les performances éducatives.

En somme, cette recherche propose une compréhension approfondie de l'E-Learning et des solutions innovantes pour améliorer cette méthode d'apprentissage, en tenant compte des défis actuels et des opportunités offertes par les nouvelles technologies.

# 1 Chapitre 1 : E-Learning - Évolution, Concepts et Enjeux

## 1.1 Introduction à l'E-Learning

L'E-Learning, ou apprentissage électronique, représente une méthode d'enseignement et d'apprentissage qui utilise les technologies de l'information et de la communication pour fournir une éducation accessible à distance. Cette approche permet aux apprenants de suivre des cours, d'accéder à des ressources pédagogiques, et d'interagir avec les enseignants et les autres étudiants via des plateformes en ligne (Smith et al., 2020).

Depuis ses débuts dans les années 1960 avec l'apparition des premiers systèmes de formation assistée par ordinateur, l'E-Learning a évolué de manière spectaculaire. Au fil des décennies, l'introduction de l'Internet et des dispositifs mobiles a transformé cette méthode d'apprentissage, la rendant plus interactive et accessible. Aujourd'hui, l'E-Learning intègre des vidéos, des quiz interactifs, des forums de discussion, et des systèmes de gestion de l'apprentissage (LMS) sophistiqués (Jones, 2019).

Les technologies numériques ont eu un impact profond sur l'éducation en facilitant l'accès aux ressources pédagogiques et en permettant une flexibilité accrue dans les modalités d'apprentissage. Par exemple, les cours en ligne ouverts et massifs (MOOC) permettent à des millions de personnes de suivre des formations de qualité offerte par des institutions prestigieuses, peu importe leur localisation géographique (Brown, 2021). La récente pandémie de COVID-19 a accéléré cette adoption, poussant de nombreuses institutions à mettre en place des solutions d'E-Learning pour assurer la continuité de l'enseignement (Davis et al., 2021).

L'E-Learning présente plusieurs avantages majeurs. Il offre une flexibilité qui permet aux apprenants de suivre des cours à leur propre rythme et selon leur emploi du temps. Il peut également réduire les coûts associés à l'éducation, tels que les frais de transport et de logement (Lee et Kim, 2020). Cependant, l'E-Learning comporte aussi des défis, notamment l'accès limité à la technologie pour certaines populations, la nécessité d'une auto-discipline accrue chez les apprenants, et les préoccupations liées à la qualité de l'éducation en ligne (Nguyen, 2020).

## 1.1.1 Définitions et Concepts Clés

### 1.1.1.1 Définition de l'E-Learning

L'E-Learning, ou apprentissage électronique, est une méthode d'enseignement et d'apprentissage qui utilise les technologies de l'information et de la communication (TIC) pour faciliter l'accès à l'éducation et à la formation en dehors des salles de classe traditionnelles. Ce mode d'apprentissage peut se dérouler entièrement en ligne ou être combiné avec des sessions en présentiel, formant ainsi un modèle hybride souvent appelé "blended learning" (Clark & Mayer, 2016).

L'E-Learning englobe une variété de formats éducatifs, y compris les cours en ligne, les webinaires, les tutoriels vidéo, les forums de discussion, les quiz interactifs, et les simulations. Ces outils permettent une interaction plus dynamique entre les apprenants et les enseignants, et favorisent un environnement d'apprentissage flexible et personnalisé (Ally, 2008).

Les plateformes d'E-Learning peuvent être synchrones ou asynchrones. L'apprentissage synchrone se déroule en temps réel, avec des sessions en direct où les étudiants peuvent interagir directement avec l'enseignant et les autres participants via des outils comme les conférences vidéo et les chats en ligne. L'apprentissage asynchrone, en revanche, permet aux étudiants d'accéder aux matériels de cours et de compléter les activités à leur propre rythme, sans contraintes de temps spécifiques (Hrastinski, 2008).

Un aspect clé de l'E-Learning est l'utilisation des Learning Management Systems (LMS), qui sont des logiciels ou des plateformes en ligne conçus pour administrer, documenter, suivre, et délivrer des cours ou des programmes de formation. Les LMS facilitent la distribution de contenus éducatifs, la gestion des inscriptions, le suivi des progrès des étudiants, et la fourniture de feedback et d'évaluations (Ellis, 2009).

## 1.1.2 Historique de l'E-Learning

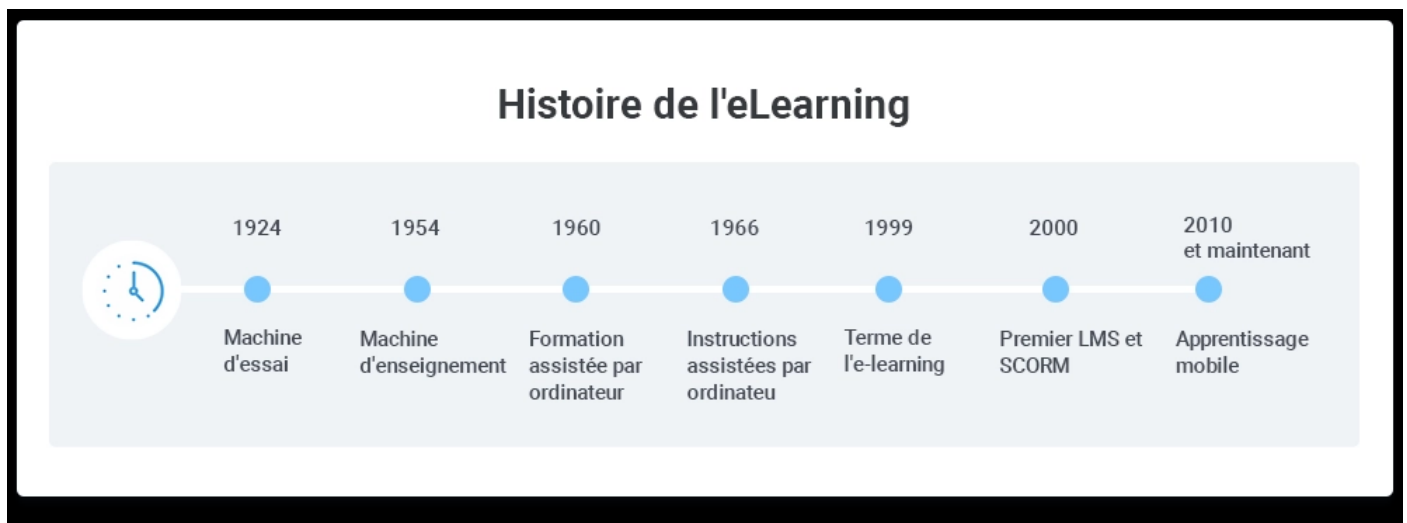


Figure 1-1: Histoire de e-learning

L'histoire de l'E-Learning est marquée par plusieurs phases de développement technologique et pédagogique, qui ont progressivement transformé la manière dont l'éducation est dispensée et reçue.

### 1.1.2.1 Les Premiers Développements (Années 1960-1970)

- Origines de l'E-Learning : Les premiers systèmes d'apprentissage assisté par ordinateur apparaissent dans les années 1960. Un exemple notable est le projet PLATO (Programmed Logic for Automated Teaching Operations) développé à l'Université de l'Illinois. PLATO permettait à des milliers d'étudiants d'accéder à des leçons et des exercices interactifs via des terminaux connectés à un ordinateur central (Woolley, 1994).

- TICCIT (Time-shared, Interactive, Computer-Controlled Information Television): Dans les années 1970, le projet TICCIT, financé par la National Science Foundation, visait à utiliser la télévision et les ordinateurs pour offrir des cours interactifs en mathématiques et en anglais (Merrill, 1991).

### 1.1.2.2. L'Avènement de l'Internet (Années 1980-1990)

- Expansion de l'accès à l'Internet : L'essor de l'Internet dans les années 1990 ouvre de nouvelles possibilités pour l'apprentissage en ligne. Les premiers cours en ligne sont principalement textuels et asynchrones,

permettant aux étudiants de lire des documents et de participer à des forums de discussion à leur propre rythme (Harasim, 2000).

- Émergence des Learning Management Systems (LMS) : Des plateformes comme Blackboard et WebCT sont développées pour gérer et délivrer des cours en ligne de manière plus structurée et interactive. Ces systèmes permettent de centraliser les contenus de cours, les inscriptions des étudiants, les évaluations, et les communications entre enseignants et apprenants (Watson & Watson, 2007).

### **1.1.2.3. L'Explosion des MOOC (Années 2000-2010)**

- MOOC (Massive Open Online Courses) : Le lancement de plateformes de MOOC comme Coursera, edX et Udacity au début des années 2010 marque une nouvelle étape dans l'E-Learning. Les MOOC permettent à des millions d'étudiants du monde entier de suivre des cours offerts par des universités prestigieuses, souvent gratuitement ou à faible coût (Pappano, 2012).

- Diversification des formats et des pédagogies : Les MOOC introduisent des vidéos de cours, des quiz interactifs, des forums de discussion, et des projets collaboratifs, rendant l'apprentissage en ligne plus engageant et accessible (Yuan & Powell, 2013).

### **1.1.2.4 L'Ère de la Mobilité et des Technologies Immersives (Années 2010-2020)**

- Apprentissage mobile (m-learning) : La prolifération des smartphones et des tablettes permet aux étudiants d'apprendre n'importe où et n'importe quand. Des applications éducatives et des plateformes optimisées pour les appareils mobiles facilitent l'accès aux cours et aux ressources pédagogiques (Crompton, 2013).

- Technologies immersives : L'intégration de la réalité virtuelle (VR) et de la réalité augmentée (AR) dans l'E-Learning offre des expériences d'apprentissage immersives et interactives, particulièrement utiles pour des domaines tels que la médecine, l'ingénierie et les sciences (Radianti et al., 2020).

### **1.1.2.5 Impact de la Pandémie de COVID-19 (2020 et au-delà)**

- Accélération de l'adoption de l'E-Learning : La pandémie de COVID-19 contraint les institutions éducatives du monde entier à adopter rapidement des solutions d'E-Learning pour assurer la continuité

pédagogique. Cela a conduit à une adoption massive et à des innovations rapides dans les technologies et les approches pédagogiques de l'E-Learning (Dhawan, 2020).

- Nouvelles tendances et perspectives : L'expérience acquise durant la pandémie encourage les institutions à intégrer de manière permanente des éléments d'E-Learning dans leurs programmes, explorant des modèles hybrides et améliorant les infrastructures technologiques (Hodges et al., 2020).

### 1.1.3 Importance et Impact de l'E-Learning

L'E-Learning joue un rôle crucial dans la modernisation et l'accessibilité de l'éducation à travers le monde. Son importance et son impact sont vastes, touchant divers aspects de l'apprentissage et de l'enseignement.

#### 1.1.3.1 Accessibilité et Démocratisation de l'Éducation

L'un des impacts les plus significatifs de l'E-Learning est son potentiel à rendre l'éducation accessible à un public mondial, transcendant les barrières géographiques, économiques et sociales. Les apprenants peuvent accéder à des cours de qualité offerts par des institutions prestigieuses, peu importe leur emplacement. Cela est particulièrement bénéfique pour les individus vivant dans des régions rurales ou des pays en développement où l'accès à l'éducation supérieure est limité (Anderson, 2008).

#### 1.1.3.2 Flexibilité et Personnalisation de l'Apprentissage

L'E-Learning offre une flexibilité sans précédent en permettant aux étudiants d'apprendre à leur propre rythme et selon leur propre emploi du temps. Cela est particulièrement avantageux pour les personnes ayant des contraintes de temps, telles que les professionnels en activité ou les parents. De plus, les systèmes d'E-Learning peuvent adapter les parcours d'apprentissage en fonction des besoins individuels des apprenants, offrant des contenus personnalisés et des recommandations basées sur les performances et les préférences des utilisateurs (Garrison & Kanuka, 2004).

### **1.1.3.3 Coût et Efficacité**

L'E-Learning peut réduire les coûts liés à l'éducation en éliminant les besoins en infrastructure physique, tels que les salles de classe et les logements étudiants. De plus, les cours en ligne peuvent atteindre un nombre beaucoup plus grand d'étudiants sans coûts supplémentaires proportionnels, ce qui en fait une option économique pour les institutions éducatives. Cette efficacité accrue permet également aux entreprises de former leurs employés de manière plus rentable (Means et al., 2010).

### **1.1.3.4 Interaction et Collaboration**

Contrairement aux idées reçues, l'E-Learning peut favoriser une interaction riche entre les apprenants et les enseignants. Les forums de discussion, les chats en direct, les vidéoconférences et les réseaux sociaux dédiés permettent des échanges dynamiques et une collaboration active. Ces interactions peuvent également être internationales, enrichissant les perspectives culturelles et les expériences des étudiants (Hrastinski, 2009).

### **1.1.3.5 Défis et Solutions Potentielles**

Malgré ses nombreux avantages, l'E-Learning présente également des défis, tels que l'accès limité à la technologie pour certaines populations, la nécessité d'une auto-discipline accrue et les préoccupations liées à la qualité de l'éducation en ligne. Pour surmonter ces défis, des solutions telles que l'amélioration de l'infrastructure Internet, le développement de compétences en auto-apprentissage, et l'accréditation rigoureuse des cours en ligne sont essentielles (Selwyn, 2011).

## **1.2 Fondements théoriques de l'E-Learning**

### **1.2.1 Théories de l'Apprentissage Sous-jacentes**

Les fondements théoriques de l'E-Learning reposent sur plusieurs théories de l'apprentissage qui fournissent un cadre conceptuel pour concevoir des expériences éducatives en ligne efficaces. Ces théories guident la manière dont les contenus éducatifs sont développés et comment les interactions pédagogiques sont structurées pour maximiser l'apprentissage.

### **1.2.1.1 Théorie du Constructivisme**

La théorie du constructivisme, promue par Jean Piaget et Lev Vygotsky, postule que l'apprentissage est un processus actif où les apprenants construisent leur propre compréhension du monde. Dans l'E-Learning, cette théorie se traduit par des activités interactives, des simulations et des projets collaboratifs qui encouragent les étudiants à découvrir et à construire des connaissances par eux-mêmes. Les environnements d'apprentissage basés sur le constructivisme favorisent l'exploration et l'expérimentation, permettant aux apprenants de construire une compréhension profonde et personnalisée des concepts (Jonassen, 1991).

### **1.2.1.2 Théorie du Connectivisme**

Le connectivisme, développé par George Siemens et Stephen Downes, est une théorie de l'apprentissage qui souligne l'importance des réseaux et des connexions dans l'acquisition des connaissances à l'ère numérique. Selon cette théorie, l'apprentissage consiste à établir des connexions entre diverses sources d'information, et les plateformes d'E-Learning facilitent ce processus en offrant des outils de réseautage social et des ressources variées. Le connectivisme reconnaît que les connaissances résident dans les réseaux, et que l'apprentissage est renforcé par la capacité de naviguer et de contribuer à ces réseaux (Siemens, 2005).

### **1.2.1.3 Théorie de l'Apprentissage Socio-Constructiviste**

Cette théorie, étroitement liée aux idées de Vygotsky, combine des éléments du constructivisme avec l'importance de l'interaction sociale dans le processus d'apprentissage. Vygotsky a introduit le concept de la zone proximale de développement (ZPD), qui met en évidence le rôle crucial de l'interaction avec des pairs ou des mentors plus expérimentés pour faciliter l'apprentissage. Dans l'E-Learning, cette théorie se manifeste à travers des discussions en ligne, des travaux de groupe et des sessions de tutorat, où les étudiants peuvent apprendre les uns des autres et bénéficier de l'expertise des enseignants (Vygotsky, 1978).

### **1.2.1.4 Théorie du Behaviorisme**

Le behaviorisme, avec des figures clés comme B.F. Skinner, se concentre sur l'observation des comportements et les réponses aux stimuli. Dans l'E-Learning, les principes behavioristes se manifestent souvent par l'utilisation de quiz et d'exercices interactifs, où les réponses correctes sont renforcées par des feedbacks

immédiats et positifs. Cette approche aide à renforcer l'apprentissage et à s'assurer que les connaissances sont acquises de manière mesurable et observable (Skinner, 1958).

#### **1.2.1.5 Théorie de l'Apprentissage Cognitif**

Les théories cognitives de l'apprentissage, basées sur les travaux de chercheurs tels que Jerome Bruner et David Ausubel, mettent l'accent sur les processus mentaux impliqués dans l'apprentissage, tels que la perception, la mémoire et la résolution de problèmes. Les systèmes d'E-Learning appliquent ces théories en utilisant des contenus structurés qui facilitent la compréhension et la rétention des informations, souvent à travers des schémas, des cartes conceptuelles et des modules interactifs qui stimulent l'activité cognitive des apprenants (Ausubel, 1968).

#### **1.2.1.6 Théorie de l'Apprentissage Expérientiel**

David Kolb a proposé la théorie de l'apprentissage expérientiel, qui soutient que l'apprentissage est un processus par lequel les connaissances sont créées par la transformation de l'expérience. Cette théorie est particulièrement applicable dans l'E-Learning par l'utilisation d'activités pratiques, de simulations et d'études de cas, permettant aux apprenants d'appliquer directement ce qu'ils ont appris dans des contextes réels ou simulés. Cette approche facilite un apprentissage profond et durable (Kolb, 1984).

### **1.2.2 Modèles Pédagogiques dans l'E-Learning**

Les modèles pédagogiques dans l'E-Learning fournissent des cadres conceptuels pour structurer et organiser l'apprentissage en ligne. Ils s'appuient sur diverses théories de l'apprentissage et sont adaptés pour tirer parti des technologies numériques afin de maximiser l'efficacité éducative.

#### **1.2.2 .1 Modèle ADDIE**

Le modèle ADDIE est un cadre systématique largement utilisé pour la conception et le développement de programmes éducatifs en E-Learning. Il se compose de cinq phases : Analyse, Design, Développement, Implémentation et Évaluation.

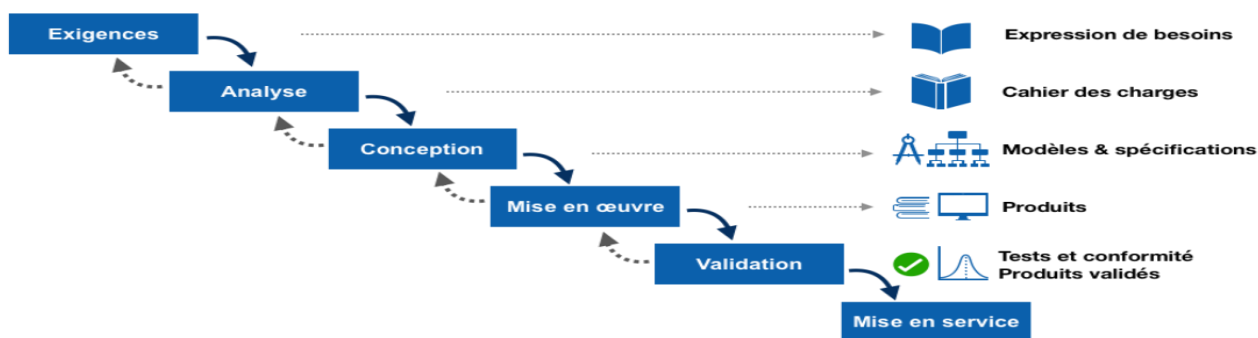


Figure 1-2: Le modèle ADDIE pour les concepteurs pédagogique

**Analyse** : Cette phase implique la détermination des besoins d'apprentissage, des objectifs pédagogiques, et l'analyse des caractéristiques du public cible. Elle est essentielle pour s'assurer que le contenu répond aux besoins des apprenants (Branch, 2009).

**Design** : Cette étape consiste à planifier le contenu éducatif, les activités d'apprentissage et les évaluations. Cela inclut la définition des objectifs d'apprentissage et la sélection des méthodes pédagogiques appropriées (Molenda, 2003).

**Développement** : Durant cette phase, les matériels pédagogiques sont créés, y compris les vidéos, les modules interactifs, et les évaluations. Le contenu est élaboré selon les plans établis dans la phase de design (Gagné et al., 2005).

**Implémentation** : Cette phase concerne la distribution du contenu aux apprenants. Elle inclut également la formation des instructeurs sur les nouvelles technologies et la préparation des infrastructures techniques (Allen, 2007).

**Évaluation** : Les résultats de l'apprentissage sont évalués pour déterminer l'efficacité du programme. Cela inclut des évaluations formatives et sommatives pour recueillir des feedbacks et améliorer le contenu et les méthodes pédagogiques (Kirkpatrick & Kirkpatrick, 2006).

### 1.2.2.2 Modèle SAM (Successive Approximation Model)

Le modèle SAM est une approche itérative et agile pour le développement de programmes d'E-Learning. Il favorise des cycles rapides de conception, de développement et de feedback.

## SAM 1 : pour des petits projets

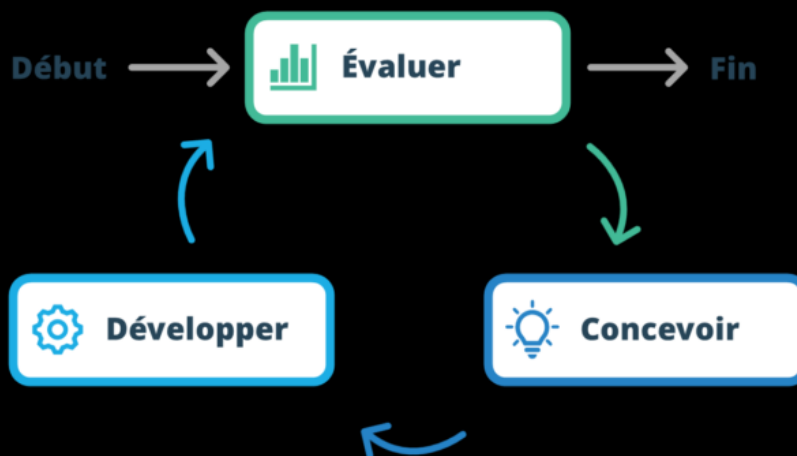


Figure 1-3: Le modèle SAM pour les concepteurs pédagogiques

**Préparation** : Cette phase initiale vise à comprendre le problème éducatif et à établir une vision claire pour le projet. Elle comprend l'identification des besoins, des ressources, et des contraintes (Allen & Sites, 2012).

**Itération** : Cette phase implique des cycles répétés de conception, de développement, et de test, permettant de créer des prototypes rapidement et de les améliorer continuellement grâce aux feedbacks des utilisateurs (Allen, 2012).

**Développement** : Après plusieurs itérations, le contenu final est développé. Cette phase se concentre sur la perfection des éléments éducatifs basés sur les retours des cycles précédents (Allen & Sites, 2012).

### 1.2.2.3 Modèle de l'Apprentissage Mixte (Blended Learning)

Le modèle de l'apprentissage mixte combine des éléments de l'apprentissage en ligne et en face-à-face pour optimiser les avantages de chaque méthode.

**Intégration des Formats** : Ce modèle combine des leçons théoriques en ligne avec des activités pratiques en présentiel, permettant une flexibilité accrue pour les apprenants tout en maintenant des interactions directes lorsque nécessaire (Garrison & Vaughan, 2008).

**Flexibilité et Accessibilité** : Les apprenants peuvent accéder aux ressources pédagogiques en ligne à leur propre rythme tout en participant à des sessions en présentiel pour des interactions directes avec les enseignants et les pairs (Bonk & Graham, 2006).

**Utilisation Optimale des Ressources** : Ce modèle maximise l'utilisation des ressources disponibles en ligne et en présentiel, offrant ainsi une expérience d'apprentissage plus riche et interactive (Thorne, 2003).

#### 1.2.2.4 Modèle de l'Apprentissage Auto-Régulé

Le modèle de l'apprentissage auto-régulé met l'accent sur la responsabilité des apprenants dans la gestion de leur propre apprentissage.

**Autonomie des Apprenants** : Les apprenants sont encouragés à prendre en charge leur propre apprentissage, à fixer des objectifs personnels et à gérer leur temps de manière efficace. L'auto-régulation est cruciale pour favoriser un apprentissage profond et durable (Zimmerman, 2002).

**Ressources et Outils** : Fournit aux apprenants des outils et des ressources variés, tels que des modules de cours, des exercices pratiques et des forums de discussion, pour permettre un apprentissage personnalisé et adapté à leurs besoins (Schunk & Zimmerman, 1998).

**Feedback et Évaluation** : Utilise des systèmes d'évaluation automatisés et de feedback immédiat pour aider les apprenants à suivre leur progression et à ajuster leurs stratégies d'apprentissage en conséquence. Un feedback efficace est essentiel pour l'amélioration continue des performances (Nicol & Macfarlane-Dick, 2006).

#### 1.2.3 Approches d'Enseignement et de Conception de Cours en Ligne

Les approches d'enseignement et de conception de cours en ligne sont variées, allant des modèles traditionnels aux méthodes innovantes qui intègrent les dernières technologies et pratiques pédagogiques. Cette section explore différentes approches utilisées dans l'E-Learning, mettant en évidence leurs caractéristiques, leurs avantages et leurs applications.

### **1.2.3.1 Approche Expositive**

L'approche expositive, également connue sous le nom d'enseignement magistral, repose sur la transmission linéaire de l'information par l'enseignant aux apprenants. Dans les cours en ligne, cette approche peut prendre la forme de vidéos de cours, de présentations en ligne et de documents textuels qui présentent le contenu de manière organisée et structurée. Bien que l'approche expositive soit souvent critiquée pour son manque d'interactivité, elle peut être efficace pour transmettre des concepts clairs et des informations essentielles aux apprenants (Hmelo-Silver et al., 2007).

### **1.2.3.2 Approche Collaborative**

L'approche collaborative met l'accent sur l'interaction sociale et la collaboration entre les apprenants pour construire des connaissances de manière collective. Dans les cours en ligne, cette approche peut être mise en œuvre à travers des activités de groupe, des discussions en ligne, des projets collaboratifs et des travaux pratiques. L'apprentissage collaboratif favorise le partage des perspectives, la résolution de problèmes en groupe et le développement de compétences sociales et collaboratives chez les apprenants (Johnson & Johnson, 1999).

### **1.2.3.3 Approche Basée sur les Problèmes**

L'approche basée sur les problèmes (PBL) engage les apprenants dans des situations authentiques où ils doivent résoudre des problèmes complexes en utilisant leurs connaissances et leurs compétences. Dans les cours en ligne, la PBL peut être mise en œuvre à travers des scénarios de cas, des études de cas interactives et des simulations de situations réelles. Cette approche encourage l'apprentissage actif, la réflexion critique et l'application pratique des concepts étudiés (Savery & Duffy, 1995).

### **1.2.3.4 Approche Basée sur les Jeux Sérieux (Serious Games)**

L'approche basée sur les jeux sérieux intègre des éléments ludiques et interactifs dans l'apprentissage en ligne pour engager les apprenants et renforcer leur motivation intrinsèque. Les jeux sérieux peuvent prendre

diverses formes, telles que des simulations, des jeux de rôle, des quêtes et des défis, qui permettent aux apprenants d'apprendre tout en s'amusant. Cette approche favorise l'engagement, la rétention des connaissances et le développement de compétences pratiques(Gee, 2003).

### 1.2.3.5 Approche Adaptative

L'approche adaptative, soutenue par l'intelligence artificielle et les systèmes d'apprentissage adaptatif, personnalise l'expérience d'apprentissage en ligne en fonction des besoins, des préférences et des performances individuelles des apprenants , Les cours en ligne adaptatifs ajustent le contenu, les activités et les évaluations en temps réel pour répondre aux besoins spécifiques de chaque apprenant, favorisant ainsi un apprentissage plus efficace et personnalisé(Brusilovsky, 2001).

## 1.3 Technologies et outils pour l'E-Learning

### 1.3.1 Plateformes d'Apprentissage en Ligne (LMS)

Les plateformes d'apprentissage en ligne, également connues sous le nom de Learning Management Système (LMS), sont des systèmes logiciels conçus pour gérer, délivrer et suivre les activités d'apprentissage en ligne Ces plateformes fournissent des outils et des fonctionnalités pour créer, distribuer, gérer et évaluer des cours en ligne, ainsi que pour faciliter l'interaction entre les apprenants et les instructeurs. Voici une exploration détaillée des LMS et de leurs caractéristiques principales (Allen & Seaman, 2017).

#### 1.3.1.1 Fonctionnalités Principales des LMS

Les LMS offrent une gamme étendue de fonctionnalités pour soutenir les environnements d'apprentissage en ligne, notamment :

**Gestion des cours** : Création et organisation de cours en ligne, gestion des inscriptions des apprenants, et attribution de rôles aux utilisateurs (enseignants, apprenants, administrateurs).

**Contenus pédagogiques** : Téléchargement et publication de matériel pédagogique comme des vidéos, des documents, des quiz, des exercices interactifs, etc.

**Suivi des progrès** : Suivi des activités et des progrès des apprenants, génération de rapports et d'analyses sur les performances.

**Interaction et communication** : Forums de discussion, messagerie interne, webinaires, salles de classe virtuelles pour favoriser l'interaction et la communication entre les apprenants et les instructeurs.

**Évaluation et évaluation** : Création d'évaluations en ligne, notation automatique ou manuelle des devoirs, suivi des résultats et des notes (Bates, 2015).

### 1.3.1.2 Exemples de Plateformes d'Apprentissage en Ligne

Il existe une multitude de LMS disponibles sur le marché, chacun avec ses propres fonctionnalités et caractéristiques. Quelques exemples de LMS populaires incluent :

**Moodle** : Une plateforme open-source largement utilisée dans le monde entier, offrant une gamme complète de fonctionnalités pour la gestion de cours, la création de contenus, et l'interaction entre les apprenants.

**Blackboard** : Un LMS bien établi utilisé dans de nombreuses institutions académiques et entreprises, offrant des outils avancés pour la gestion des cours, la collaboration en ligne et l'évaluation.

**Canvas** : Une plateforme moderne et intuitive développée par Instructure, avec des fonctionnalités conviviales pour la création de cours, la collaboration, et la personnalisation des expériences d'apprentissage (Garrison & Vaughan, 2008).

### 1.3.1.3 Avantages des LMS

Les LMS présentent plusieurs avantages pour les établissements éducatifs, les entreprises et les organismes de formation, tels que :

**Centralisation** : Tous les contenus pédagogiques et les activités d'apprentissage sont centralisés sur une plateforme unique, facilitant la gestion et l'accès.

**Flexibilité** : Les LMS offrent une flexibilité temporelle et spatiale pour les apprenants, leur permettant d'accéder aux cours et aux ressources à tout moment et de n'importe où.

**Suivi et évaluation** : Les LMS fournissent des outils robustes pour suivre les progrès des apprenants, générer des rapports détaillés sur les performances, et évaluer l'efficacité des cours (Allen & Seaman, 2017).

## 1.3.2 Outils de Collaboration et de Communication

Les outils de collaboration et de communication jouent un rôle crucial dans l'E-Learning en facilitant l'interaction entre les apprenants, les instructeurs et les intervenants. Ces outils permettent aux participants de partager des idées, de collaborer sur des projets, et de communiquer efficacement, créant ainsi des environnements d'apprentissage dynamiques et engageants. Voici une exploration détaillée des différents types d'outils de collaboration et de communication utilisés dans l'E-Learning.

### 1.3.2 .1 Forums de Discussion

Les forums de discussion sont des espaces en ligne où les apprenants et les instructeurs peuvent échanger des idées, poser des questions, et engager des discussions sur des sujets spécifiques liés au cours. Ces forums favorisent la participation active, le partage des connaissances et la création de communautés d'apprentissage. Les plateformes d'apprentissage en ligne telles que Moodle, Blackboard et Canvas intègrent souvent des fonctionnalités de forums de discussion pour soutenir la collaboration et la communication entre les participants (Dron & Anderson, 2014).

### 1.3.2.2 Outils de Messagerie Instantanée

Les outils de messagerie instantanée, tels que les chats en direct et les messages privés, permettent une communication rapide et directe entre les apprenants et les instructeurs. Ces outils sont utiles pour poser des questions urgentes, obtenir des clarifications sur les cours, et faciliter les échanges informels. Des plateformes comme Microsoft Teams, Slack, et Discord offrent des fonctionnalités de messagerie instantanée qui peuvent être intégrées aux environnements d'apprentissage en ligne (Picciano, 2017).

### 1.3.2.3 Outils de Collaboration en Temps Réel

Les outils de collaboration en temps réel permettent aux participants de travailler ensemble sur des projets, des documents, des présentations, et des activités de manière synchrone, même à distance. Ces outils incluent

des fonctionnalités telles que la co-édition de documents, les tableaux blancs virtuels, les sessions de brainstorming, et les vidéoconférences en direct. Des applications comme Google Workspace (anciennement G Suite), Microsoft Office 365, et Zoom offrent des outils de collaboration en temps réel adaptés aux besoins des environnements d'apprentissage en ligne (Hrastinski, 2008).

#### **1.3.2.4 Outils de Partage de Fichiers et de Documents**

Les outils de partage de fichiers et de documents permettent aux participants de partager des ressources pédagogiques, des présentations, des vidéos, des fichiers audio, et d'autres contenus de manière efficace. Ces outils facilitent la collaboration, l'accès aux ressources, et la gestion des documents partagés. Des services comme Google Drive, Dropbox, et OneDrive offrent des fonctionnalités de partage de fichiers qui peuvent être intégrées aux environnements d'apprentissage en ligne (Gikas & Grant, 2013).

### **1.3.3 Contenus Numériques et Multimédias Éducatifs**

Les contenus numériques et multimédias éducatifs jouent un rôle essentiel dans l'E-Learning en offrant des supports interactifs, visuels et engageants pour l'apprentissage en ligne. Ces contenus comprennent une variété de formats tels que des vidéos, des animations, des simulations, des podcasts, des infographies, et des jeux éducatifs, visant à enrichir l'expérience d'apprentissage des apprenants. Voici une exploration détaillée des différents types de contenus numériques et multimédias éducatifs utilisés dans l'E-Learning.

#### **1.3.3.1 Vidéos Éducatives**

Les vidéos éducatives sont des ressources populaires dans l'E-Learning pour présenter des concepts, des démonstrations, des études de cas, et des tutoriels de manière visuelle et dynamique. Ces vidéos peuvent être des enregistrements de cours, des conférences, des interviews d'experts, des documentaires, ou des animations explicatives. Les plateformes telles que YouTube, Vimeo, et Panopto offrent des fonctionnalités pour créer, partager, et intégrer des vidéos éducatives dans les environnements d'apprentissage en ligne (Mayer, 2014).

#### **1.3.3.2 Animations et Simulations**

Les animations et les simulations sont des outils puissants pour représenter des processus, des phénomènes complexes, et des scénarios interactifs dans l'E-Learning. Ces contenus permettent aux apprenants de visualiser des concepts abstraits, de manipuler des variables, et d'expérimenter des situations simulées. Des logiciels comme Adobe Animate, Articulate Storyline, et Unity3D sont utilisés pour créer des animations et des simulations éducatives interactives (Ainsworth, 2006).

#### **1.3.3.3 Podcasts et Enregistrements Audio**

Les podcasts et les enregistrements audio offrent une alternative immersive pour l'apprentissage en écoutant des discussions, des interviews, des leçons, et des présentations audios. Ces contenus peuvent être téléchargés et écoutés sur des appareils mobiles, offrant ainsi une flexibilité temporelle et spatiale aux apprenants pour accéder aux contenus éducatifs audio (Bartlett-Bragg & Anderson, 2006).

#### **1.3.3.4 Infographies et Graphiques Interactifs**

Les infographies et les graphiques interactifs sont des outils visuels efficaces pour présenter des données, des concepts complexes, et des informations synthétisées de manière concise et attrayante. Ces contenus visuels peuvent être intégrés dans des modules de cours, des présentations, et des rapports pour faciliter la compréhension et la mémorisation des informations (Dörnyei, 2005).

#### **1.3.3.5 Jeux Éducatifs et Serious Games**

Les jeux éducatifs et les Serious Games combinent le divertissement ludique avec l'apprentissage pour engager les apprenants dans des activités interactives et motivantes. Ces jeux peuvent être utilisés pour renforcer des concepts, développer des compétences, et encourager l'exploration et la résolution de problèmes dans des environnements virtuels (Gee, 2003).

## **1.4 Défis et perspectives de l'E-Learning**

### **1.4.1 Accessibilité et Inclusion dans l'E-Learning**

L'accessibilité et l'inclusion sont des principes fondamentaux dans la conception et la mise en œuvre des environnements d'apprentissage en ligne (E-Learning). Ces principes visent à garantir que tous les apprenants, quelles que soient leurs capacités, leurs besoins spécifiques, ou leurs contextes, puissent accéder aux contenus éducatifs et participer pleinement aux activités d'apprentissage. Voici une exploration détaillée de l'accessibilité et de l'inclusion dans l'E-Learning, ainsi que des pratiques et des stratégies pour les promouvoir.

#### **1.4.1.1 Accessibilité des Contenus Numériques**

L'accessibilité des contenus numériques concerne la conception de contenus et de ressources éducatives en ligne de manière à ce qu'ils soient facilement accessibles et utilisables par tous les apprenants, y compris ceux ayant des incapacités visuelles, auditives, motrices, ou cognitives. Cela implique l'utilisation de techniques telles que la structuration sémantique, la description textuelle des images et des vidéos, l'utilisation de contraste élevé pour les éléments visuels, et la compatibilité avec les technologies d'assistance. Les directives WCAG (Web Content Accessibility Guidelines) fournissent des recommandations détaillées pour assurer l'accessibilité des contenus numériques (Burgstahler, 2015).

#### **1.4.1.2 Conception Universelle**

La conception universelle, également connue sous le nom de design inclusif, vise à créer des environnements d'apprentissage qui sont accessibles et bénéfiques pour tous les apprenants, quelles que soient leurs capacités ou leurs différences individuelles. Cela implique d'adopter des pratiques de conception flexibles, de proposer des alternatives pour différents modes d'interaction et de présentation, et d'intégrer des fonctionnalités permettant une personnalisation des expériences d'apprentissage (Bates, 2015).

#### **1.4.1.3 Technologies d'Assistance et Adaptations**

Les technologies d'assistance, telles que les lecteurs d'écran, les claviers alternatifs, les dispositifs de commande vocale, et les logiciels de synthèse vocale, sont essentielles pour soutenir l'accessibilité des apprenants ayant des incapacités ou des besoins spécifiques. Les adaptations des contenus et des activités,

telles que des versions alternatives de documents, des sous-titres pour les vidéos, des transcriptions pour les enregistrements audio, et des options de navigation simplifiées, contribuent également à rendre les environnements d'apprentissage en ligne plus inclusifs et accessibles (Stephanidis, 2004).

#### **1.4.1.4 Formation et Sensibilisation**

La formation et la sensibilisation des concepteurs de cours, des instructeurs, et du personnel éducatif sont cruciales pour promouvoir l'accessibilité et l'inclusion dans l'E-Learning. Des programmes de formation sur les bonnes pratiques en matière d'accessibilité, l'utilisation des technologies d'assistance, et la conception universelle peuvent aider à sensibiliser aux besoins des apprenants diversifiés et à intégrer des approches inclusives dans la conception des cours en ligne (Roberts & Seale, 2010).

#### **1.4.2 Qualité des Contenus et Évaluation de l'Apprentissage**

La qualité des contenus et l'évaluation de l'apprentissage sont des éléments essentiels pour assurer des expériences d'apprentissage efficaces et significatives dans l'E-Learning. La qualité des contenus se réfère à la pertinence, à la clarté, à l'exactitude et à l'engagement des matériaux pédagogiques, tandis que l'évaluation de l'apprentissage vise à mesurer les progrès, les compétences acquises et les résultats des apprenants (Garrison & Vaughan, 2008).

##### **1.4.2.1 Qualité des Contenus Éducatifs**

La qualité des contenus éducatifs dans l'E-Learning englobe plusieurs aspects, notamment :

**Pertinence et Clarté :** Les contenus doivent être pertinents pour les objectifs d'apprentissage définis et présentés de manière claire et compréhensible pour les apprenants (Clark & Mayer, 2016).

**Exactitude et Fiabilité :** Les informations présentées doivent être exactes, à jour et provenir de sources fiables pour garantir la qualité des contenus.

**Engagement et Interactivité :** Les contenus peuvent être enrichis par des éléments interactifs tels que des quiz, des simulations, des discussions, des activités pratiques, et des ressources multimédias pour stimuler l'engagement des apprenants (Means et al., 2014).

### **1.4.2.2 Évaluation de l'Apprentissage**

L'évaluation de l'apprentissage dans l'E-Learning comprend diverses méthodes pour mesurer les compétences, les connaissances et les performances des apprenants, telles que :

Évaluations Formatives : Des évaluations régulières tout au long du cours pour surveiller les progrès des apprenants, identifier les besoins d'ajustement et fournir des retours d'information pour améliorer l'apprentissage.

Évaluations Sommatives : Des évaluations à la fin d'une unité, d'un module ou d'un cours pour évaluer la compréhension globale, les compétences acquises et les résultats de l'apprentissage.

Évaluations Authentiques : Des tâches ou des projets qui simulent des situations réelles et permettent aux apprenants de démontrer leurs compétences dans des contextes applicables (Herrington et al., 2014).

### **1.4.2.3 Utilisation de Normes de Qualité**

L'utilisation de normes de qualité telles que le Quality Matters (QM) ou le European Quality Assurance in Vocational Education and Training (EQAVET) peut aider à garantir la qualité des contenus et des évaluations dans l'E-Learning en suivant des critères spécifiques et des bonnes pratiques reconnues (Quality Matters, 2021; EQAVET, n.d.).

### **1.4.2.4 Intégration de la Rétroaction et de l'Amélioration Continue**

L'intégration de mécanismes de rétroaction des apprenants, des instructeurs et des pairs, ainsi que la mise en œuvre de processus d'amélioration continue basés sur les résultats des évaluations, contribuent à l'optimisation de la qualité des contenus et de l'apprentissage dans l'E-Learning (Garrison & Vaughan, 2008).

## **1.4.3 Impact sur les Pratiques Éducatives Traditionnelles**

L'intégration de l'E-Learning a profondément transformé les pratiques éducatives traditionnelles. Ces transformations touchent divers aspects de l'enseignement et de l'apprentissage, du rôle de l'enseignant aux méthodes pédagogiques, en passant par l'organisation institutionnelle.

### **1.4.3.1 Changement de Paradigme Pédagogique**

L'E-Learning a provoqué un changement de paradigme, passant d'une pédagogie centrée sur l'enseignant à une pédagogie centrée sur l'apprenant.

**Rôle de l'Enseignant :** Les enseignants deviennent davantage des facilitateurs que des dispensateurs de savoir. Leur rôle inclut la facilitation de l'apprentissage actif et la guidance des étudiants dans l'exploration des ressources en ligne. Cette transition demande une adaptation des compétences pédagogiques pour mieux soutenir les apprenants dans un environnement numérique (Rapanta et al., 2020).

**Apprentissage Actif :** Les environnements d'E-Learning favorisent l'apprentissage actif en engageant les étudiants à travers des activités interactives telles que des discussions en ligne, des simulations et des travaux collaboratifs. Cela contribue à améliorer l'implication des étudiants et la rétention des connaissances (Raes et al., 2020).

### **1.4.3.2 Accessibilité et Inclusion**

L'E-Learning a grandement amélioré l'accessibilité à l'éducation, permettant un apprentissage plus inclusif.

**Accès Global :** L'apprentissage en ligne permet aux étudiants de divers horizons géographiques d'accéder à des ressources éducatives de qualité, indépendamment de leur localisation physique. Cette accessibilité accrue a été particulièrement mise en évidence pendant la pandémie de COVID-19, qui a accéléré l'adoption de l'E-Learning à l'échelle mondiale (Bozkurt et al., 2020).

**Inclusion des Étudiants avec des Besoins Spécifiques :** Les plateformes d'E-Learning peuvent être adaptées pour répondre aux besoins des étudiants ayant des handicaps. Elles offrent des fonctionnalités comme le sous-titrage des vidéos, des transcriptions et la compatibilité avec les technologies d'assistance, favorisant ainsi une éducation inclusive (Almaiah, Al-Khasawneh, & Althunibat, 2020).

### **1.4.3.3 Flexibilité et Personnalisation**

L'un des principaux avantages de l'E-Learning est la flexibilité qu'il offre aux apprenants et aux enseignants.

**Apprentissage Asynchrone :** Les cours en ligne permettent aux apprenants de suivre leur propre rythme, en accédant aux matériels de cours à tout moment. Cela est particulièrement avantageux pour les étudiants ayant

des emplois ou des responsabilités familiales, permettant un apprentissage continu et adaptable (Adedoyin & Soykan, 2020).

**Personnalisation** : Les technologies d'E-Learning permettent une personnalisation de l'apprentissage en fonction des besoins individuels, des intérêts et des compétences des apprenants. Les systèmes d'apprentissage adaptatifs et les parcours d'apprentissage personnalisés contribuent à une expérience d'apprentissage plus efficace (Brown et al., 2020).

#### **1.4.3.4 Implications pour les Institutions Éducatives**

Les institutions éducatives doivent adapter leurs structures et processus pour intégrer efficacement l'E-Learning.

**Formation et Développement Professionnel** : Les enseignants doivent recevoir une formation adéquate pour utiliser les outils technologiques et adopter de nouvelles méthodes pédagogiques. Les programmes de développement professionnel continu sont essentiels pour maintenir à jour les compétences des enseignants dans un environnement éducatif en constante évolution (Moorhouse, 2020).

**Infrastructure Technologique** : Les institutions doivent investir dans des infrastructures technologiques robustes, y compris des systèmes de gestion de l'apprentissage (LMS), des outils de collaboration en ligne et un support technique fiable. Cette infrastructure est essentielle pour soutenir les activités d'enseignement et d'apprentissage à distance (Zhao, 2020).

**Politiques et Procédures** : Les politiques institutionnelles doivent évoluer pour intégrer les nouvelles formes d'évaluation, de certification et de gestion de la propriété intellectuelle associées à l'E-Learning. Les institutions doivent développer des stratégies et des procédures qui soutiennent l'enseignement en ligne et garantissent la qualité de l'éducation (Bao, 2020).

## 1.5 conclusion

Ce chapitre a fourni une vue d'ensemble complète de l'E-Learning, couvrant son évolution, ses concepts fondamentaux, et ses implications dans le paysage éducatif moderne. L'introduction a défini les termes clés et expliqué l'importance croissante de l'E-Learning, notamment en soulignant son rôle dans l'amélioration de l'accessibilité à l'éducation et l'adaptabilité aux besoins des apprenants. Nous avons également exploré l'évolution historique de l'E-Learning, mettant en lumière les étapes clés et les innovations qui ont façonné son développement.

Les fondements théoriques de l'E-Learning ont été examinés, incluant les théories de l'apprentissage sous-jacentes, les modèles pédagogiques spécifiques à l'enseignement en ligne, et les approches de conception de cours. Ces éléments théoriques sont essentiels pour comprendre comment structurer et améliorer les expériences d'apprentissage en ligne.

Le chapitre a également détaillé les technologies et outils qui supportent l'E-Learning, tels que les plateformes de gestion de l'apprentissage (LMS), les outils de collaboration et de communication, ainsi que les contenus numériques et multimédias éducatifs. Ces technologies jouent un rôle crucial dans la facilitation et l'enrichissement des expériences d'apprentissage en ligne.

Enfin, les défis et perspectives de l'E-Learning ont été discutés, notamment en ce qui concerne l'accessibilité et l'inclusion, la qualité des contenus et l'évaluation des apprentissages, et l'impact sur les pratiques éducatives traditionnelles. Ces défis doivent être abordés pour maximiser le potentiel de l'E-Learning et garantir une éducation équitable et de qualité pour tous.

En conclusion, ce chapitre met en lumière les multiples facettes de l'E-Learning et souligne l'importance de l'intégration de technologies avancées et de théories pédagogiques pour créer des environnements d'apprentissage efficaces et inclusifs. L'avenir de l'E-Learning repose sur notre capacité à surmonter les défis actuels et à exploiter pleinement les opportunités offertes par les innovations technologiques et pédagogiques.

## 2 Chapitre 2 : Les Plateformes d'Apprentissage MOOC - Analyse et Étude Comparative

### 2.1 Introduction aux MOOC

L'acronyme MOOC désigne Massive Open Online Course. Un grand nombre d'entreprises et d'universités offrent des cours MOOC. Les rares conservateurs de MOOC populaires sont Coursera, L'Université Ouverte, Iversity, Edx et Edukart. La majorité des sociétés sont fondées par le Professeur et aussi à but non lucratif.

Le nom même est parfaitement représentatif des caractéristiques des MOOC. Les cours sont offerts à une large audience, de manière ouverte et en respectant la philosophie collaborative. Pendant le cours d'intelligence artificielle de Thrun et Norvig (CS221), 160 000 étudiants de 190 pays se sont inscrits. Par la suite, le même enseignant a mis en place Udacity en 2012.

Sur le plan pragmatique, les MOOC offrent une opportunité à un grand nombre de personnes qui pourraient autrement être exclues en raison de diverses raisons, telles que le temps, la situation géographique, les conditions formelles et les difficultés financières. La plupart des cours MOOC sont dispensés à l'aide d'un logiciel.

Le programme, les épreuves, les discussions et l'inscription sont accessibles à tous sans frais. Seuls les étudiants qui sont intéressés et motivés peuvent réussir à achever leurs cours dans les MOOC. Ainsi, les participants au MOOC doivent prendre en charge leur organisation et suivre un cours qui correspond à leurs connaissances, compétences et objectifs d'apprentissage antérieurs.

Le professeur ne peut pas interagir avec tous les étudiants en raison de l'ampleur des MOOC.

L'étudiant est donc chargé de prendre part aux activités du cours et de communiquer avec ses camarades.

Les MOOC sont principalement mis en avant par les enseignants des établissements d'enseignement supérieur.

La principale limite, selon tous ces intervenants, est le taux élevé d'abandon dans les cours MOOC.

Selon la faculté de l'enseignement supérieur, les MOOC risquent de déqualifier et de désintermédier les enseignants, ce qui met en péril la qualité des enseignements.

Les étudiants n'apprécient pas vraiment le succès des cours MOOC, car ils ne sont pas reconnus par de nombreuses universités et entreprises. Toutefois, si le MOOC réussit, cela pourrait avoir un effet sur l'économie d'un pays, car cela pourrait engendrer des conséquences.

Lorsque les fonds publics sont largement retirés pour l'enseignement supérieur. Malgré ces désavantages, le MOOC connaît une croissance exponentielle, car il semble être une "solution miracle" pour faire face aux contraintes financières.

Toutes les formes d'enseignement et d'apprentissage traditionnelles peuvent être remplacés par les MOOC, s'ils sont financés par les gouvernements, les universités et les entreprises. Il faut élaborer des politiques où il existe une ambiguïté concernant la mise en œuvre et l'acceptation du MOOC (Balaji & Tarek, 2015).

### 2.1.1 Définition des MOOC

Les Massive Open Online Courses (MOOC), ou cours en ligne ouverts et massifs, sont des cours dispensés en ligne et accessibles à un grand nombre de participants sans restriction géographique. Ils permettent à quiconque disposant d'un accès à Internet de suivre des cours proposés par des universités, des institutions éducatives ou des experts dans divers domaines. Les MOOC sont conçus pour offrir une éducation de qualité à une échelle massive, en exploitant les avantages de la technologie numérique pour l'apprentissage (Cormier & Alexander, 2008).

#### 2.1.1.1 Caractéristiques des MOOC



Figure 2-1: Les caractéristiques d'un MOOC.

#### 2.1.1.1 .1. Massivité

Les MOOC sont conçus pour accueillir un nombre illimité de participants. Contrairement aux cours traditionnels, qui sont limités par des contraintes physiques et de ressources, les MOOC exploitent l'infrastructure de l'internet pour diffuser le contenu éducatif à une échelle massive. Cette massivité permet une participation de grande envergure et favorise une diversité d'apprenants provenant de différents contextes géographiques, culturels et socio-économiques (Daniel, 2012).

#### 2.1.1.1 .2. Ouverture

L'ouverture est une caractéristique fondamentale des MOOC. Ils sont généralement accessibles à tous sans prérequis académiques ou financiers, et de nombreux cours sont offerts gratuitement. Cette ouverture élimine les barrières traditionnelles à l'éducation, permettant à des individus de tous horizons de participer et d'accéder à des ressources éducatives de haute qualité (Yuan & Powell, 2013).

#### 2.1.1.1 .3. Accessibilité en Ligne

Les MOOC sont disponibles en ligne, ce qui signifie que les apprenants peuvent accéder aux cours depuis n'importe quel endroit avec une connexion internet. Cette accessibilité permet aux apprenants de suivre les cours à leur propre rythme et selon leur propre emploi du temps, offrant une flexibilité précieuse pour les personnes ayant des engagements professionnels ou personnels (Pappano, 2012).

#### 2.1.1.1.4. Interactivité et Communauté

Les MOOC intègrent des éléments interactifs pour engager les apprenants et favoriser la collaboration. Cela inclut des forums de discussion, des sessions de questions-réponses en direct, et des activités de groupe. Ces outils interactifs permettent aux apprenants de poser des questions, de partager leurs idées et de résoudre des problèmes en collaboration, créant ainsi une communauté d'apprentissage active et dynamique (Knox, 2014).

#### 2.1.1.1.5. Diversité des Contenus

Les MOOC couvrent une large gamme de sujets et de disciplines, allant des sciences et de la technologie aux arts et aux humanités. Les cours sont souvent conçus par des experts dans leurs domaines et incluent des vidéos, des lectures, des quiz, des projets et des évaluations. Cette diversité de contenu permet aux apprenants de choisir des cours qui correspondent à leurs intérêts et à leurs besoins professionnels (Emanuel, 2013).

#### 2.1.1.1.6. Évaluation et Certification

Les MOOC proposent souvent des évaluations sous forme de quiz, de travaux pratiques, et de projets. De nombreuses plateformes offrent des certificats de complétion pour les cours, qui peuvent être gratuits ou payants. Ces certificats peuvent être utilisés pour démontrer des compétences et des connaissances acquises, bien que leur reconnaissance varie selon les employeurs et les institutions académiques (Yuan & Powell, 2013).

### 2.1.1.2 Utilisation des MOOC

L'utilisation des Massive Open Online Courses (MOOC) a connu une croissance exponentielle au cours des dernières années, avec des impacts significatifs sur l'éducation, la formation professionnelle et le développement personnel. Voici un aperçu de l'utilisation des MOOC dans différents domaines :

#### 2.1.1.2.1. Éducation Formelle

Les MOOC sont devenus une ressource précieuse pour les établissements d'enseignement supérieur, les écoles et les programmes de formation professionnelle. Les universités intègrent souvent des MOOC dans leurs programmes pour enrichir l'expérience d'apprentissage des étudiants, leur permettant d'accéder à des cours supplémentaires, de compléter des crédits, et d'explorer des domaines interdisciplinaires (Daniel, 2012).

#### 2.1.1.2.2. Formation Professionnelle

De nombreuses entreprises utilisent des MOOC pour former leurs employés sur des sujets spécifiques tels que la gestion de projet, la programmation informatique, le marketing numérique, etc. Les MOOC offrent une alternative rentable à la formation traditionnelle en salle de classe, permettant aux employés d'améliorer leurs compétences tout en travaillant à leur propre rythme (Kovanović et al., 2015).

#### 2.1.1.2. 3. Apprentissage Tout au Long de la Vie

Les MOOC sont populaires parmi les apprenants adultes qui cherchent à acquérir de nouvelles compétences, à explorer des passions personnelles, ou à se tenir informés des dernières avancées dans leur domaine d'intérêt. Les retraités, les professionnels en transition de carrière, et les autodidactes bénéficient tous de la flexibilité et de l'accessibilité des MOOC pour poursuivre leur apprentissage tout au long de la vie (Emanuel, 2013).

#### 2.1.1.2. 4. Émergence de Nouveaux Modèles Éducatifs

L'utilisation généralisée des MOOC a catalysé l'émergence de nouveaux modèles éducatifs. Des initiatives telles que les MicroMasters, les Spécialisations, et les Diplômes en ligne offrent aux apprenants des parcours éducatifs structurés avec des options de certification et de reconnaissance formelle. Ces modèles hybrides combinent souvent des cours MOOC avec des composantes en classe ou des projets pratiques pour une expérience d'apprentissage plus complète (Hollands & Tirthali, 2014).

#### 2.1.1.2.5. Accès aux Connaissances Mondiales

L'un des avantages majeurs des MOOC est leur capacité à offrir un accès à une expertise mondiale. Les apprenants peuvent suivre des cours dispensés par des professeurs et des experts renommés du monde entier, élargissant ainsi leurs perspectives et leurs connaissances au-delà des frontières géographiques. Cela favorise également le partage de bonnes pratiques et la collaboration internationale dans divers domaines (Jordan, 2014).

#### 2.1.1.2.6. Contributions à la Recherche et à l'Innovation

Les données générées par les MOOC, telles que les interactions des apprenants, les résultats des évaluations et les analyses d'apprentissage, contribuent à la recherche et à l'innovation dans le domaine de l'éducation en ligne. Les chercheurs utilisent ces données pour étudier les modèles d'apprentissage, améliorer la conception des cours, et développer de nouvelles méthodes d'évaluation (Kizilcec et al., 2013).

#### 2.1.1.3 Impact des MOOC

Les Massive Open Online Courses (MOOC) ont eu un impact profond sur l'éducation, la formation professionnelle, la recherche et la société dans son ensemble. Leur popularité croissante et leur accessibilité ont généré plusieurs impacts significatifs :

##### 2.1.1.3.1. Démocratisation de l'Éducation

Les MOOC ont contribué à démocratiser l'éducation en rendant l'apprentissage accessible à un public mondial. Les personnes ayant des ressources limitées ou vivant dans des régions éloignées peuvent désormais accéder à des cours de haute qualité dispensés par des institutions renommées, ce qui réduit les barrières traditionnelles à l'éducation (Hollands & Tirthali, 2014).

##### 2.1.1.3.2. Flexibilité d'Apprentissage

Les MOOC offrent une flexibilité d'apprentissage sans précédent. Les apprenants peuvent suivre des cours à leur propre rythme, selon leur emploi du temps, et de n'importe où avec une connexion internet. Cette flexibilité est particulièrement bénéfique pour les professionnels en activité, les parents et les personnes ayant des engagements personnels ou professionnels variés (Pappano, 2012).

#### 2.1.1.3.3. Innovation Pédagogique

Les MOOC ont stimulé l'innovation pédagogique en encourageant de nouvelles approches d'enseignement et de conception de cours. Les enseignants et les concepteurs de cours ont exploré des méthodes interactives, des évaluations adaptatives, et des environnements d'apprentissage collaboratifs pour améliorer l'engagement des apprenants et les résultats d'apprentissage (Kovanović et al., 2015).

#### 2.1.1.3.4. Formation Continue

Les MOOC ont transformé la formation continue en offrant des opportunités d'apprentissage tout au long de la vie. Les professionnels peuvent acquérir de nouvelles compétences, se tenir informés des dernières tendances et améliorer leur employabilité grâce à des cours en ligne accessibles et pertinents (Emanuel, 2013).

#### 2.1.1.3.5. Collaboration Internationale

Les MOOC ont facilité la collaboration internationale en permettant aux apprenants et aux experts de différents pays de partager leurs connaissances et leurs expériences. Les projets collaboratifs et les discussions en ligne ont créé des réseaux d'apprentissage mondiaux, favorisant ainsi l'échange interculturel et la diversité des perspectives (Jordan, 2014).

#### 2.1.1.3.6. Évaluation de l'Apprentissage

Les données générées par les MOOC ont ouvert de nouvelles possibilités pour évaluer l'apprentissage à grande échelle. Les analyses des données d'apprentissage permettent aux enseignants et aux chercheurs de mieux comprendre les modèles d'engagement des apprenants, les stratégies d'apprentissage efficaces, et les défis rencontrés par les apprenants (Kizilcec et al., 2013).

#### 2.1.1.4 Défis et Opportunités des MOOC

Les Massive Open Online Courses (MOOC) présentent à la fois des défis et des opportunités qui façonnent leur évolution et leur impact dans le domaine de l'éducation et de la formation en ligne. Voici un aperçu des principaux défis et opportunités associés aux MOOC :

##### 2.1.1.4.1. Défis

###### a. Taux d'Abandon Élevé

L'un des principaux défis des MOOC est le taux élevé d'abandon des apprenants. De nombreux participants s'inscrivent mais ne terminent pas les cours, souvent en raison de la difficulté à maintenir la motivation et l'engagement sur une plateforme en ligne (Kizilcec et al., 2013).

###### b. Qualité et Pertinence du Contenu

Certains MOOC peuvent souffrir de problèmes de qualité et de pertinence du contenu. La conception de cours en ligne efficaces nécessite une expertise pédagogique et une adaptation aux besoins des apprenants, ce qui peut parfois être un défi pour les concepteurs de cours (Hollands & Tirthali, 2014).

###### c. Reconnaissance et Crédibilité

Bien que de nombreux MOOC offrent des certificats de complétion, la reconnaissance et la crédibilité de ces certificats varient selon les employeurs et les institutions académiques. Certains participants peuvent être préoccupés par la valeur de ces certifications dans le marché du travail (Emanuel, 2013).

##### 2.1.1.4. 2. Opportunités

###### a. Accessibilité Mondiale

Les MOOC offrent une opportunité unique d'accès à l'éducation à l'échelle mondiale. Ils permettent aux personnes dans des régions éloignées ou défavorisées d'accéder à des cours de haute qualité dispensés par des experts internationaux, réduisant ainsi les disparités en matière d'accès à l'éducation (Jordan, 2014).

## b. Innovation Pédagogique

Les MOOC encouragent l'innovation pédagogique en explorant de nouvelles méthodes d'enseignement et d'apprentissage. Les enseignants et les concepteurs de cours peuvent expérimenter avec des outils interactifs, des évaluations adaptatives et des approches d'apprentissage personnalisées (Kovanović et al., 2015).

## c. Analyse des Données d'Apprentissage

Les MOOC génèrent une grande quantité de données sur les interactions des apprenants, les performances et les modèles d'engagement. L'analyse de ces données permet d'améliorer la conception des cours, de personnaliser l'expérience d'apprentissage et d'identifier les facteurs influençant la rétention des apprenants (Kizilcec et al., 2013).

## 2.1.2 Principaux Acteurs et Tendances du Marché MOOC

Les Massive Open Online Courses (MOOC) continuent de transformer le paysage de l'éducation en ligne, attirant l'attention de diverses institutions éducatives, entreprises et plateformes technologiques. Cette section explore les principaux acteurs du marché des MOOC et les tendances qui façonnent leur développement.

### 2.1.2.1. Principaux Acteurs

#### 2.1.2.2.1 Coursera

Coursera, fondée par des professeurs de l'Université de Stanford en 2012, est l'une des plateformes MOOC les plus connues et utilisées au monde. Elle offre des cours, des spécialisations, des certificats professionnels et des diplômes en ligne, collaborant avec plus de 200 universités et entreprises. Coursera se distingue par son large éventail de contenus éducatifs et ses partenariats avec des institutions prestigieuses telles que Yale, Google et IBM (Shah, 2020).

#### 2.1.2.2.2 edX

edX, lancée par le MIT et Harvard en 2012, est une autre plateforme majeure qui offre des cours gratuits et payants ainsi que des programmes de certification comme les MicroMasters et les certificats professionnels. edX se distingue par son engagement envers l'accessibilité éducative et son statut à but non lucratif, cherchant à améliorer l'apprentissage en ligne par la recherche et l'innovation (Agarwal, 2013).

#### 2.1.2.2.3 FutureLearn

FutureLearn, fondée par The Open University en 2012, offre une variété de cours en ligne, de certificats et de programmes de diplôme. La plateforme est connue pour son approche sociale de l'apprentissage, encourageant les discussions et les interactions entre les étudiants à travers des forums et des projets collaboratifs. FutureLearn s'associe avec des institutions telles que l'Université de Londres et le British Council (Shah, 2020).

#### 2.1.2.2.4 Udacity

Udacity, initialement créé comme un projet de l'Université de Stanford, se concentre sur des cours axés sur les compétences technologiques et professionnelles, en offrant des "Nanodegrees" en partenariat avec des entreprises telles que Google, AT&T et Facebook. Les programmes de Udacity sont conçus pour être directement applicables au marché du travail, couvrant des domaines comme la programmation, l'intelligence artificielle et la science des données (Breslow et al., 2013).

### 2.1.2. 2. Tendances du Marché

#### 2.1.2. 2.1 Partenariats Stratégiques

Les plateformes MOOC forment de plus en plus de partenariats stratégiques avec des universités, des entreprises et des organisations à but non lucratif pour diversifier et enrichir leur offre de cours. Ces collaborations permettent de combiner les forces académiques et industrielles, offrant ainsi aux apprenants des contenus pertinents et de haute qualité, adaptés aux besoins du marché du travail (Yuan & Powell, 2013).

#### 2.1.2. 2.2 Micro-crédits et Certifications Professionnelles

Les MOOC évoluent vers des programmes de micro-crédits comme les MicroMasters, les certificats professionnels et les "Nanodegrees". Ces programmes courts sont conçus pour fournir des compétences spécifiques et pratiques, souvent reconnues par les employeurs, et permettent ainsi d'augmenter l'employabilité des apprenants (Chuang & Ho, 2016).

### 2.1.2. 2.3 Intégration de Technologies Avancées

Les MOOC incorporent de plus en plus de technologies avancées comme l'intelligence artificielle, l'apprentissage adaptatif et la réalité virtuelle pour améliorer l'expérience d'apprentissage. Ces technologies permettent de personnaliser les parcours éducatifs, de fournir des feedbacks immédiats et de créer des environnements immersifs pour l'apprentissage (Liyanagunawardena et al., 2013).

### 2.1.2. 2.4 Focus sur l'Engagement des Apprenants

Pour contrer les taux d'abandon élevés, les plateformes MOOC adoptent des stratégies visant à améliorer l'engagement des apprenants. Cela inclut la gamification, les forums de discussion actifs, les travaux de groupe et les projets pratiques. Ces techniques cherchent à maintenir l'intérêt et la motivation des apprenants tout au long de leurs cours (Kizilcec et al., 2013).

## 2.2 Architecture et fonctionnalités des plateformes MOOC

Les plateformes de Massive Open Online Courses (MOOC) se caractérisent par une architecture sophistiquée et des fonctionnalités diversifiées qui facilitent l'apprentissage en ligne. Cette section explore les principales composantes architecturales et les fonctionnalités essentielles des plateformes MOOC.

### 2.2.1 Architecture des Plateformes MOOC

#### 2.2.1.1 Infrastructure Technique

L'infrastructure technique des plateformes MOOC repose sur des serveurs puissants et des réseaux de distribution de contenu (CDN) pour assurer une disponibilité et une performance optimales. Ces infrastructures sont conçues pour gérer un grand nombre d'utilisateurs simultanés, garantissant ainsi une expérience utilisateur fluide et continue. Par exemple, les plateformes comme Coursera et edX utilisent des technologies cloud pour une échelle flexible et une gestion efficace des ressources (Pappano, 2012).

### **2.2.1.2 Architecture Modulaire**

Les plateformes MOOC adoptent une architecture modulaire qui permet l'ajout et la mise à jour de nouvelles fonctionnalités sans perturber les services existants. Cette architecture comprend plusieurs modules, tels que la gestion des cours, l'évaluation, l'interaction sociale, et les services d'authentification. Une architecture modulaire permet également une intégration facile avec des outils externes et des services tiers (Sánchez-Gordón & Luján-Mora, 2015).

### **2.2.1.3 Systèmes de Gestion de l'Apprentissage (LMS)**

Les plateformes MOOC reposent souvent sur des systèmes de gestion de l'apprentissage (LMS) robustes pour organiser et administrer les cours en ligne. Les LMS comme Open edX et Moodle offrent des fonctionnalités pour la création de contenu, la gestion des inscriptions, le suivi des progrès des étudiants, et la fourniture de rapports d'analyse détaillés (Hill, 2012).

## **2.2.2 Fonctionnalités des Plateformes MOOC**

### **2.2.2.1 Contenu Multimédia et Interactif**

Les plateformes MOOC offrent du contenu multimédia riche, comprenant des vidéos, des animations, des simulations et des lectures interactives. Ces formats variés aident à maintenir l'engagement des apprenants et à soutenir différents styles d'apprentissage. Par exemple, les cours sur Coursera et edX utilisent fréquemment des vidéos sous-titrées, des quiz interactifs et des forums de discussion pour enrichir l'expérience d'apprentissage (Hollands & Tirthali, 2014).

### **2.2.2.2 Évaluations et Feedback**

Les évaluations sont une composante clé des MOOC, permettant aux apprenants de mesurer leurs progrès et de recevoir un feedback constructif. Les plateformes proposent divers types d'évaluations, telles que les quiz automatisés, les devoirs à soumettre, les examens à choix multiples et les projets pratiques. Les systèmes de feedback immédiat aident les étudiants à comprendre leurs erreurs et à s'améliorer continuellement (Admiraal et al., 2015).

### **2.2.2.3 Forums de Discussion et Collaboration**

Les forums de discussion et les outils de collaboration sont essentiels pour favoriser l'interaction entre les apprenants et les instructeurs. Ces fonctionnalités permettent aux étudiants de poser des questions, de partager des idées et de travailler ensemble sur des projets. Des plateformes comme FutureLearn mettent particulièrement l'accent sur l'apprentissage social, encourageant les discussions et les interactions entre pairs (De Freitas et al., 2015).

### **2.2.2.4 Analyses et Suivi de l'Apprentissage**

Les plateformes MOOC utilisent des outils d'analyse avancés pour suivre les performances des apprenants et optimiser l'expérience d'apprentissage. Ces outils fournissent des données détaillées sur les taux de participation, les résultats des évaluations et les comportements des utilisateurs. Les analyses permettent aux instructeurs de personnaliser les parcours d'apprentissage et d'identifier les domaines nécessitant une amélioration (Veletsianos & Shepherdson, 2016).

## **2.2.3 Interactions entre Apprenants et Animateurs dans les MOOC**

Les interactions entre les apprenants et les animateurs (ou instructeurs) dans les Massive Open Online Courses (MOOC) jouent un rôle crucial dans l'amélioration de l'expérience d'apprentissage et de la rétention des étudiants. Cette section examine les différentes formes d'interaction et leurs impacts sur l'efficacité des MOOC.

### **2.2.3.1 Types d'Interactions**

#### **2.2.3.1.1 Interactions Synchrones et Asynchrones**

Les interactions dans les MOOC peuvent être synchrones, se déroulant en temps réel, ou asynchrones, se produisant à des moments différents. Les sessions de discussion en direct, les webinaires et les tutorats en ligne sont des exemples d'interactions synchrones qui permettent un échange immédiat entre les apprenants et les animateurs. En revanche, les forums de discussion, les commentaires sur les devoirs et les courriels

représentent des interactions asynchrones, permettant aux participants de contribuer selon leurs propres horaires (Hrastinski, 2008).

#### 2.2.3.1.2 Feedback et Évaluations

Les animateurs fournissent des feedbacks sur les devoirs, les quiz et les projets des apprenants, ce qui est crucial pour leur développement et leur compréhension des matières. Le feedback peut être automatisé, comme dans les quiz en ligne, ou personnalisé, comme dans les commentaires détaillés sur les projets soumis. Ces interactions aident les apprenants à identifier leurs points forts et leurs domaines à améliorer (Admiraal et al., 2015).

#### 2.2.3.1.3 Interactions Sociales et Collaboratives

Les MOOC favorisent également les interactions sociales et collaboratives entre les apprenants eux-mêmes et entre les apprenants et les animateurs. Les forums de discussion, les groupes de travail virtuels et les réseaux sociaux dédiés permettent aux participants de partager leurs connaissances, de poser des questions et de collaborer sur des projets. Ces interactions renforcent le sentiment d'appartenance à une communauté d'apprentissage et encouragent la collaboration (Kizilcec et al., 2013).

### 2.2.3.2 Rôle des Animateurs

#### 2.2.3.2.1 Facilitateurs d'Apprentissage

Les animateurs jouent un rôle de facilitateurs en guidant les apprenants à travers le contenu du cours, en répondant à leurs questions et en fournissant des ressources supplémentaires. Ils encouragent également les discussions, modèrent les forums et stimulent l'engagement des apprenants. Un bon animateur peut rendre l'expérience d'apprentissage plus interactive et dynamique (Garrison et al., 2000).

#### 2.2.3.2.2 Créateurs de Contenu

En plus de faciliter l'apprentissage, les animateurs sont souvent les créateurs du contenu du cours. Ils conçoivent les vidéos, les lectures, les quiz et les projets qui composent le MOOC. Leur expertise dans la

matière enseignée est essentielle pour garantir que le contenu est précis, pertinent et engageant. Les animateurs peuvent également adapter et mettre à jour le contenu en fonction des retours des apprenants et des évolutions dans le domaine (Hollands & Tirthali, 2014).

#### 2.2.3.2.3 Mentors et Coachs

Dans certains MOOC, les animateurs agissent comme mentors ou coachs, offrant un soutien plus personnalisé aux apprenants. Ils peuvent organiser des sessions de mentorat, fournir des conseils de carrière et aider les apprenants à appliquer leurs connaissances dans des contextes pratiques. Cette relation de mentorat peut être particulièrement bénéfique pour les apprenants cherchant à acquérir des compétences spécifiques pour leur développement professionnel (Clow, 2013).

### 2.2.3.3 Impact des Interactions sur l'Apprentissage

#### 2.2.3.3.1 Engagement et Motivation

Les interactions régulières avec les animateurs et les autres apprenants augmentent l'engagement et la motivation des étudiants. Les apprenants qui se sentent soutenus et connectés sont plus susceptibles de rester actifs dans le cours et de compléter les tâches assignées. Les forums de discussion actifs et les réponses rapides aux questions contribuent à maintenir un niveau élevé d'engagement (Ryan & Deci, 2000).

#### 2.2.3.3.2 Réduction des Taux d'Abandon

Les MOOC ont souvent des taux d'abandon élevés, mais les interactions efficaces peuvent aider à réduire ce phénomène. Les apprenants qui reçoivent un feedback constructif, qui participent à des discussions actives et qui se sentent partie intégrante d'une communauté sont plus enclins à terminer le cours. Les animateurs jouent un rôle clé en maintenant cette dynamique (Jordan, 2014).

#### 2.2.3.3.4 Amélioration de la Compréhension et des Compétences

Les interactions permettent également d'approfondir la compréhension des concepts enseignés et d'améliorer les compétences pratiques. Les discussions et les projets collaboratifs exposent les apprenants à différentes perspectives et approches, enrichissant leur apprentissage. Les animateurs peuvent clarifier les points

complexes et fournir des exemples concrets, facilitant ainsi l'acquisition de nouvelles compétences (Anderson, 2003).

## 2.2.4 Suivi et Évaluation des Apprentissages dans les MOOC

Le suivi et l'évaluation des apprentissages sont des composantes cruciales des Massive Open Online Courses (MOOC). Ils permettent de mesurer la progression des apprenants, d'assurer la qualité de l'apprentissage et de fournir un feedback constructif. Cette section explore les méthodes et les outils utilisés pour le suivi et l'évaluation dans les MOOC, ainsi que leurs impacts sur l'expérience d'apprentissage.

### 2.2.4.1 Méthodes de Suivi des Apprentissages

#### 2.2.4.1.1 Analyse de Données et Learning Analytics

Les plateformes MOOC utilisent des outils de learning analytics pour collecter et analyser des données sur les interactions des apprenants avec le contenu du cours. Ces données incluent les taux de participation, le temps passé sur les activités, les résultats des évaluations et les interactions sur les forums. Les learning analytics permettent aux instructeurs de détecter les tendances, d'identifier les apprenants à risque et d'ajuster le contenu et les méthodes pédagogiques en conséquence (Siemens, 2013).

#### 2.2.4.1.2 Systèmes de Suivi de la Progression

Les systèmes de gestion de l'apprentissage (LMS) intégrés dans les plateformes MOOC suivent automatiquement la progression des apprenants à travers les modules de cours. Ces systèmes enregistrent les tâches complétées, les scores obtenus et le statut d'avancement général. Les apprenants peuvent visualiser leur progression via des tableaux de bord personnalisés, ce qui les aide à rester motivés et à gérer leur temps efficacement (Gašević et al., 2015).

#### 2.2.4.1.3 Suivi des Interactions Sociales

Les interactions sur les forums de discussion et les réseaux sociaux intégrés aux MOOC sont également suivis pour évaluer la participation et l'engagement des apprenants. Les contributions aux discussions, les questions

posées, et les réponses fournies sont des indicateurs de l'engagement et de la compréhension des apprenants. Les instructeurs peuvent utiliser ces données pour identifier les apprenants les plus actifs et ceux nécessitant un soutien supplémentaire (Yang et al., 2013).

## **2.2.4.2 Méthodes d'Évaluation des Apprentissages**

### 2.2.4.2.1 Quiz et Tests Automatisés

Les quiz et tests automatisés sont couramment utilisés dans les MOOC pour évaluer rapidement et efficacement les connaissances des apprenants. Ces évaluations peuvent inclure des questions à choix multiples, des correspondances, et des exercices de remplissage de blanc. Les résultats sont souvent disponibles immédiatement, offrant un feedback rapide aux apprenants et permettant aux instructeurs de suivre les performances en temps réel (Jordan, 2015).

### 2.2.4.2.2 Projets et Travaux Pratiques

Les projets et travaux pratiques sont essentiels pour évaluer la capacité des apprenants à appliquer les concepts théoriques dans des contextes pratiques. Ces évaluations nécessitent souvent des soumissions individuelles ou de groupe et sont évaluées par les instructeurs ou par les pairs. Les projets permettent une évaluation plus profonde des compétences analytiques, créatives et de résolution de problèmes des apprenants (Admiraal et al., 2015).

### 2.2.4.2.3 Évaluations par les Pairs

Les évaluations par les pairs sont utilisées pour gérer le volume élevé de soumissions dans les MOOC et pour offrir des perspectives diversifiées sur le travail des apprenants. Les participants évaluent les travaux de leurs pairs selon des critères fournis, ce qui favorise une réflexion critique et une compréhension approfondie du contenu. Cette méthode d'évaluation encourage également l'interaction entre les apprenants et leur engagement actif (Kulkarni et al., 2013).

#### 2.2.4.2.4 Auto-évaluations

Les auto-évaluations permettent aux apprenants de réfléchir sur leur propre apprentissage et de s'autoévaluer en fonction des objectifs du cours. Ces évaluations peuvent inclure des journaux de réflexion, des auto-tests et des activités de feedback réflexif. Les auto-évaluations aident les apprenants à développer des compétences métacognitives et à prendre la responsabilité de leur propre apprentissage (Boud, 2013).

### 2.2.4.3 Impact du Suivi et de l'Évaluation sur l'Apprentissage

#### 2.2.4.3.1 Amélioration de la Qualité de l'Apprentissage

Le suivi et l'évaluation continus permettent d'améliorer la qualité de l'apprentissage en identifiant rapidement les lacunes et en ajustant les stratégies pédagogiques. Les instructeurs peuvent adapter le contenu et les activités en fonction des données collectées, assurant ainsi que tous les apprenants reçoivent le soutien nécessaire pour réussir (Gikandi et al., 2011).

#### 2.2.4.3.2 Engagement et Motivation

Les évaluations régulières et le feedback constructif renforcent l'engagement et la motivation des apprenants. Lorsque les apprenants voient leurs progrès et reçoivent des feedbacks positifs, ils sont plus enclins à poursuivre leurs efforts et à s'engager activement dans le cours. Les tableaux de bord et les visualisations de données de progression aident également à maintenir leur motivation (Domínguez et al., 2013).

#### 2.2.4.3.3 Réduction des Taux d'Abandon

Un suivi et une évaluation efficaces peuvent réduire les taux d'abandon dans les MOOC. Les apprenants qui reçoivent un feedback régulier et des interventions de soutien sont moins susceptibles d'abandonner le cours. Les systèmes d'alerte précoce basés sur les Learning Analytics peuvent identifier les apprenants à risque et permettre aux instructeurs de fournir des interventions ciblées (Clow, 2013).

## 2.3 Étude Comparative des Plateformes MOOC

Ce tableau compare les principales plateformes de MOOC en examinant leurs forces, faiblesses et spécificités.

	Forces	Faiblesses	Spécificités
Coursera Shah, D. (2020).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Offre une vaste gamme de cours, certifications, spécialisations et diplômes.</li> <li>- Partenariats avec des universités et des entreprises de renom.</li> <li>- Interface utilisateur intuitive et forums de discussion.</li> <li>- Évaluations automatisées.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coût des certifications et des programmes peut être élevé.</li> <li>- Qualité des cours peut varier en fonction des institutions partenaires.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modèle de partenariat avec des institutions académiques et des entreprises.</li> <li>- Diplômes et spécialisations reconnus mondialement.</li> </ul>
edX Fischer, C., & Fichten, W. (2021).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Engagement envers l'éducation ouverte et de haute qualité.</li> <li>- Large gamme de cours gratuits et programmes certifiants.</li> <li>- Interface utilisateur bien conçue.</li> <li>- Qualité élevée des contenus.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Programmes payants peuvent être coûteux.</li> <li>- Certains cours manquent d'interactivité.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Propose des "MicroMasters" et des "Professional Certificates".</li> <li>- Collaboration avec des institutions académiques prestigieuses.</li> </ul>
FutureLearn Laurillard, D. (2014).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Met l'accent sur l'apprentissage social et collaboratif.</li> <li>- Encouragement de l'interaction entre les apprenants.</li> <li>- Offre des cours gratuits, des micro-certifications et des diplômes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Profondeur académique de certains cours peut être limitée.</li> <li>- Options de certification payantes peuvent être coûteuses</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Approche pédagogique basée sur l'apprentissage social et collaboratif.</li> <li>- Flexibilité dans la structuration des cours.</li> </ul>
Udacity Smith, A. (2018).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Focus sur les compétences techniques et professionnelles.</li> <li>- Offre des "Nanodegrees" en partenariat avec des entreprises technologiques.</li> <li>- Cours axés sur des projets pratiques et le mentorat personnalisé.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coût des "Nanodegrees" peut être élevé.</li> <li>- Gamme de cours plus limitée, principalement axée sur la technologie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Orientation vers le marché du travail.</li> <li>- Programmes conçus en collaboration avec des leaders de l'industrie technologique</li> </ul>

Tableau 2-1: Comparative Propriétés

Ce tableau compare les principales plateformes de MOOC en examinant leurs fonctionnalités d'après Veletsianos, G., & Shepherdson, P. (2016) :

	Diversité des Cours	Qualité du Contenu	Options de Certification	Interactivité et Soutien
Coursera	Large gamme de cours couvrant de nombreux domaines.	Contenu de haute qualité grâce à des partenariats prestigieux.	Diplômes et spécialisations reconnues.	Forums de discussion et évaluations automatisées.
edX	Large gamme de cours couvrant de nombreux domaines.	Contenu de haute qualité grâce à des partenariats prestigieux.	"MicroMasters" et "Professional Certificates".	Forums de discussion et évaluations automatisées.
FutureLearn	Variété de cours avec un accent sur l'apprentissage social.	Contenu structuré pour l'apprentissage collaboratif.	Micro-certifications et diplômes flexibles.	Apprentissage social et collaboratif.
Udacity	Cours techniques et professionnels.	Contenu aligné avec les besoins de l'industrie.	"Nanodegrees" axés sur le marché du travail.	Mentorat personnalisé et projets pratiques.

Tableau 2- 2: Comparaison des Fonctionnalités.

## 2.4 Avantages pour les Apprenants des Plateformes MOOC

### 2.4.1 Avantages

#### 2.4.1.1 Accessibilité

##### 2.4.1.1.1 Accès Global à l'Éducation

Les MOOC permettent à des millions de personnes à travers le monde d'accéder à des cours de qualité, souvent proposés par des universités et des institutions prestigieuses. Cette accessibilité est particulièrement bénéfique pour les individus vivant dans des régions éloignées ou dans des pays en développement où l'accès à l'éducation de qualité peut être limité (Liyanaawardena et al., 2013).

#### 2.4.1.1.2 Coût Réduit

La plupart des MOOC sont gratuits ou offrent des versions gratuites, avec des options payantes pour des certificats vérifiés ou des contenus supplémentaires. Cela réduit considérablement le coût de l'éducation par rapport aux systèmes traditionnels, rendant l'apprentissage accessible à ceux qui ne pourraient pas se permettre des frais de scolarité élevés (Yuan & Powell, 2013).

### 2.4.1.2 Flexibilité

#### 2.4.1.2.1 Apprentissage à son Propre Rythme

Les MOOC permettent aux apprenants de suivre les cours à leur propre rythme, ce qui est particulièrement avantageux pour ceux qui ont des emplois à temps plein, des familles à charge, ou d'autres engagements. Les cours sont généralement disponibles 24/7, permettant une flexibilité maximale dans la gestion du temps (Admiraal et al., 2015).

#### 2.4.1.2.2 Choix de l'Environnement d'Apprentissage

Les apprenants peuvent choisir leur propre environnement d'apprentissage, que ce soit à la maison, dans un café, ou dans une bibliothèque. Cette flexibilité permet un apprentissage qui s'adapte mieux aux préférences personnelles et aux conditions de chacun (Means et al., 2014).

### 2.4.1.3 Opportunités de Réseautage

#### 2.4.1.3.1 Interaction avec des Pairs du Monde Entier

Les forums de discussion et les réseaux sociaux intégrés aux MOOC permettent aux apprenants de se connecter avec des pairs du monde entier. Cette interaction enrichit l'expérience d'apprentissage, favorise la diversité des perspectives, et permet le partage de connaissances et d'expériences variées (Alraimi et al., 2015).

#### 2.4.1.3.2 Accès aux Experts et aux Instructeurs

Les MOOC offrent également des opportunités de poser des questions et d'interagir avec des experts et des instructeurs, souvent leaders dans leurs domaines. Ces interactions peuvent se faire via des sessions de questions-réponses en direct, des forums, ou des messages directs, offrant une opportunité précieuse d'apprentissage direct et de mentorat (Hew & Cheung, 2014).

#### 2.4.1.4 Diversité des Cours et des Contenus

##### 2.4.1.4.1 Large Éventail de Sujets

Les plateformes MOOC offrent une vaste gamme de cours couvrant presque tous les domaines imaginables, des sciences et technologies aux arts et humanités. Cette diversité permet aux apprenants de trouver des cours qui correspondent à leurs intérêts et à leurs besoins professionnels, et d'explorer de nouveaux sujets (Epelboin, 2017).

##### 2.4.1.4.2 Actualisation et Pertinence du Contenu

Les cours MOOC sont souvent mis à jour régulièrement pour refléter les dernières recherches et tendances dans le domaine. Cela garantit que les apprenants reçoivent une éducation pertinente et à jour, ce qui est crucial dans des domaines en rapide évolution comme la technologie et les sciences de la santé (Breslow et al., 2013).

#### 2.4.1.5 Développement de Compétences

##### 2.4.1.5.1 Acquisition de Compétences Pratiques

Les MOOC intègrent souvent des projets pratiques, des études de cas, et des exercices interactifs qui permettent aux apprenants d'appliquer ce qu'ils ont appris. Ces activités sont conçues pour développer des compétences pratiques et professionnelles directement transférables au lieu de travail (Margaryan et al., 2015).

#### 2.4.1.5.2 Développement de Compétences Transversales

En plus des compétences spécifiques au sujet, les MOOC favorisent également le développement de compétences transversales telles que la gestion du temps, l'auto-apprentissage, la pensée critique, et la résolution de problèmes. Ces compétences sont précieuses dans n'importe quel contexte professionnel et personnel (Jansen & Schuwer, 2015).

### 2.4.2 Défis liés à la Rétention des Apprenants

Les Massive Open Online Courses (MOOC) ont transformé l'éducation en ligne, mais ils font face à un défi majeur : la rétention des apprenants. Cette section explore les divers défis liés à la rétention des apprenants dans les MOOC, y compris les taux d'abandon élevés, la motivation des apprenants, le manque de soutien personnalisé, et les défis technologiques.

#### 2.4.2.1 Taux d'Abandon Élevés

##### 2.4.2.1.1 Statistiques des Taux d'Abandon

Les MOOC sont souvent critiqués pour leurs taux d'abandon élevés. Des études montrent que seulement environ 10% des inscrits terminent les cours. Cela s'explique par divers facteurs, notamment le manque de motivation, les engagements personnels et professionnels, et la difficulté du contenu (Jordan, 2015).

##### 2.4.2.1.2 Engagement Initial et Abandon Précoce

Beaucoup d'apprenants s'inscrivent aux MOOC par curiosité ou pour explorer un sujet sans l'intention de le compléter. Le manque d'engagement initial se traduit souvent par un abandon précoce, surtout après les premières semaines du cours (Clow, 2013).

## **2.4.2.2 Motivation des Apprenants**

### 2.4.2.2.1 Facteurs de Motivation Intrinsèque et Extrinsèque

La motivation joue un rôle crucial dans la rétention des apprenants. Les apprenants motivés intrinsèquement, c'est-à-dire ceux qui sont intéressés par le sujet pour le plaisir d'apprendre, sont plus susceptibles de terminer les cours que ceux motivés par des facteurs extrinsèques, tels que l'obtention de certificats ou l'amélioration des perspectives de carrière (Kizilcec & Schneider, 2015).

### 2.4.2.2.2 Défis de la Motivation Auto-dirigée

Les MOOC exigent souvent des apprenants qu'ils soient auto-dirigés et capables de gérer leur propre apprentissage sans la structure d'un environnement de classe traditionnel. Cela peut être un obstacle pour ceux qui manquent de compétences en gestion du temps ou de discipline personnelle (Wang et al., 2013).

## **2.4.2.3 Manque de Soutien Personnalisé**

### 2.4.2.3.1 Absence de Feedback Personnalisé

Dans les environnements MOOC, il est souvent difficile de fournir un feedback personnalisé en raison du grand nombre d'apprenants. Le manque de feedback individualisé peut réduire la motivation et l'engagement, conduisant à l'abandon (Admiraal et al., 2015).

### 2.4.2.3.2 Interactions Limitées avec les Instructeurs

Les interactions directes avec les instructeurs sont limitées dans les MOOC en raison du nombre élevé d'apprenants. Cette absence de connexion personnelle peut affecter l'engagement et la persistance des apprenants (Hew, 2016).

## 2.4.2.4 Défis Technologiques

### 2.4.2.4.1 Accès et Compétences Technologiques

Les défis liés à l'accès à la technologie et à l'infrastructure nécessaire peuvent également affecter la rétention. Les apprenants qui n'ont pas accès à une connexion Internet fiable ou qui manquent de compétences technologiques peuvent avoir du mal à suivre les cours (Reich & Ruipérez-Valiente, 2019).

### 2.4.2.4.2 Problèmes Techniques et d'Interface

Les problèmes techniques, tels que les bugs de la plateforme, les difficultés de navigation, et les interfaces utilisateur peu intuitives, peuvent frustrer les apprenants et les inciter à abandonner les cours (Hone & El Said, 2016).

## 2.5 Conclusion

Ce chapitre concentré sur les plateformes d'apprentissage MOOC et nous avons fourni une vue approfondie de ce domaine en pleine croissance.

L'introduction met en lumière la définition des cours en ligne (MOOC) et leurs caractéristiques uniques, ainsi que les principales tendances du marché et les principaux acteurs.

La structure et les fonctions des plateformes MOOC sont ensuite examinées en détail, notamment les modèles économiques, l'accès aux contenus, les interactions entre apprenants et animateurs, ainsi que le suivi et l'évaluation des apprentissages. Une étude comparative de différentes plateformes (Coursera, edX, Udemy, etc.) permet de mettre en évidence leurs forces, faiblesses et caractéristiques.

Les cours en ligne ouverts et massifs (MOOC) offrent de nombreux avantages aux apprenants, tels qu'une accessibilité accrue, une flexibilité de planification et une diversité de contenus disponibles. Cependant, ces plateformes sont confrontées à des défis importants, notamment en ce qui concerne la rétention des apprenants, leur engagement tout au long du cursus et l'obtention de certifications fiables.

En conclusion, les cours en ligne ouverts et massifs (MOOC) représentent une innovation majeure dans l'apprentissage en ligne, offrant des opportunités éducatives à grande échelle. Leur succès dépend de la résolution des défis identifiés, de l'amélioration de l'engagement des apprenants, du développement de mécanismes d'accréditation fiables et de la poursuite de l'innovation pour répondre aux besoins changeants des apprenants du monde entier.

### 3 Chapitre 3 : L'Apprentissage Automatique dans les Plateformes E-Learning - Applications et Perspectives.

#### 3.1 Introduction à l'apprentissage automatique

L'apprentissage automatique est un sous-domaine de l'intelligence artificielle (IA). C'est un ensemble de techniques et d'algorithmes permettant à la machine de comprendre ou d'effectuer des tâches jusqu'à maintenant considérées propres à l'humain, comme la reconnaissance d'images, les systèmes de décision, les prédictions ...etc.

Les algorithmes d'apprentissage automatique permettent aux ordinateurs de s'entraîner sur des données existantes (données d'apprentissage ou ensemble d'entraînement, ou training data), pour produire de nouvelles informations (ou modèles de données). Ces informations détermineront plus tard le comportement du système (décisionnel) vis-à-vis des données saisies pour un problème complexe donné, et permettront ainsi de le résoudre Abbas .J , & Hamadad .A (2020). Le fonctionnement d'un algorithme d'apprentissage est représenté en figure suivante :

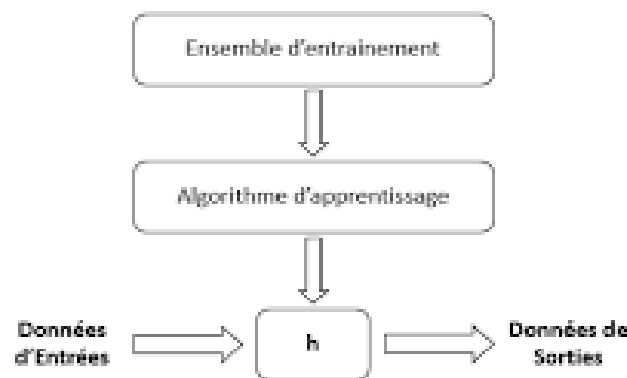


Figure 3-1: Fonctionnement du Machine Learning

### 3.1.1 Concepts Fondamentaux en Apprentissage Automatique

L'apprentissage automatique (Machine Learning) est une branche de l'intelligence artificielle qui permet aux systèmes de s'améliorer automatiquement à partir de l'expérience sans être explicitement programmés. Les concepts fondamentaux de l'apprentissage automatique sont essentiels pour comprendre son application dans divers domaines, y compris l'E-Learning. Voici un aperçu des principaux concepts :

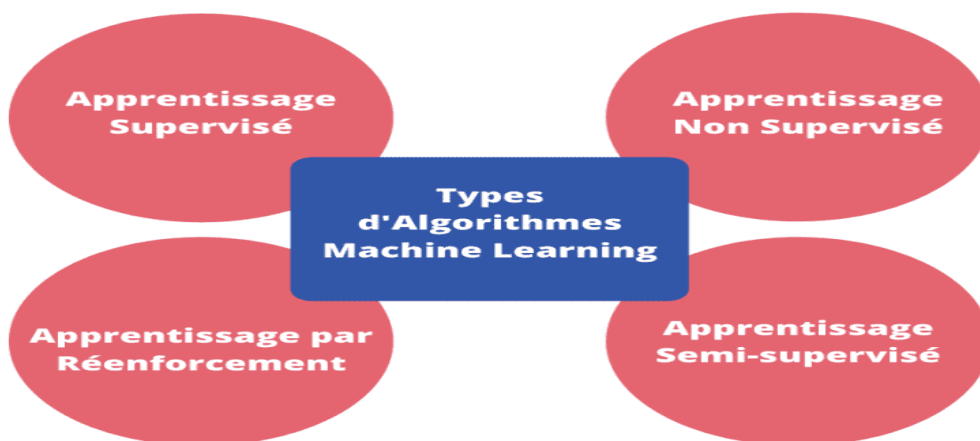


Figure 3-2: Types d'apprentissage automatique.

#### 3.1.1.1 Modèles Supervisés

Les modèles supervisés sont des algorithmes qui apprennent à partir d'un ensemble de données étiquetées. Chaque exemple de l'ensemble de données comprend des entrées et une sortie correspondante (étiquette). Le modèle apprend à mapper les entrées aux sorties, ce qui permet de prédire les étiquettes pour des nouvelles données non étiquetées.

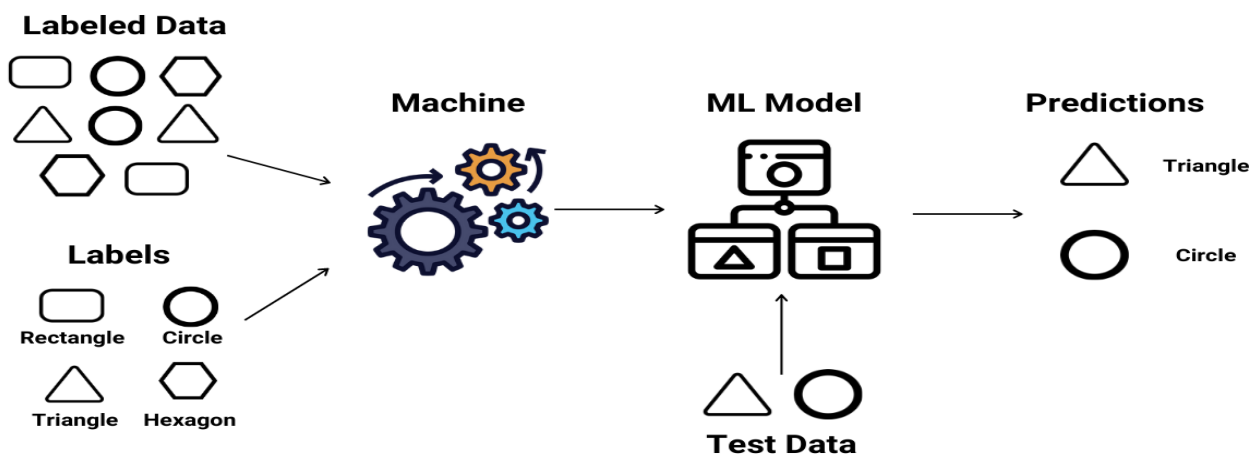


Figure 3-3: Le fonctionnement de l'apprentissage supervisé

Régression Linéaire : Utilisée pour prédire une valeur continue basée sur des variables indépendantes. Par exemple, prédire le prix d'une maison en fonction de sa superficie, du nombre de chambres, etc. (Goodfellow et al., 2016).

Classification : Implique de prédire une catégorie pour chaque donnée d'entrée. Par exemple, classer des e-mails en spam ou non-spam (Hastie et al., 2009).

### 3.1.1.2 Modèles Non Supervisés

Les modèles non supervisés travaillent avec des données non étiquetées et cherchent à découvrir des structures cachées dans les données. Ils sont principalement utilisés pour le clustering, la réduction de dimensionnalité et l'association.

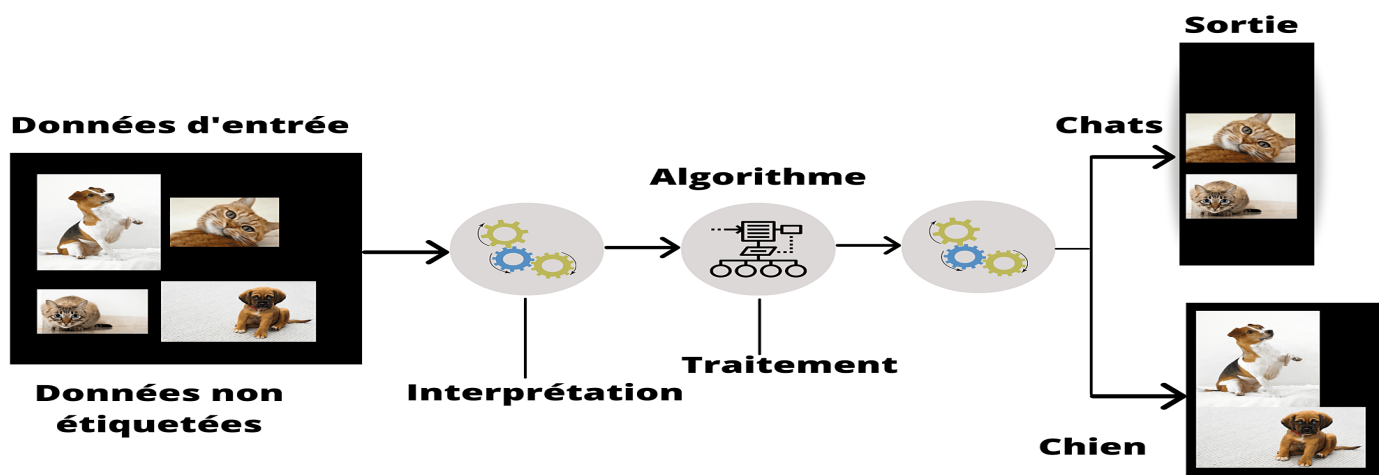


Figure 3-4: Le fonctionnement de l'apprentissage non supervisé.

**Clustering** : Regroupe des données similaires. Par exemple, segmenter des clients en fonction de leurs comportements d'achat.

**Réduction de Dimensionnalité** : Réduit le nombre de variables dans un ensemble de données tout en préservant autant que possible la variabilité de l'information. Par exemple, la réduction de dimensionnalité des images pour la reconnaissance de formes (Hastie et al., 2009).

### 3.1.1.3 Apprentissage Semi-Supervisé

L'apprentissage semi-supervisé utilise à la fois des données étiquetées et non étiquetées pour former des modèles. Cette approche est utile lorsque l'étiquetage des données est coûteux ou difficile à obtenir en grande quantité. Les algorithmes semi-supervisés exploitent les données non étiquetées pour améliorer la précision des modèles (Chapelle et al., 2009).

### 3.1.1.4 Apprentissage Renforcé

L'apprentissage renforcé est une technique où un agent apprend à prendre des décisions en interagissant avec un environnement. L'agent reçoit des récompenses ou des pénalités en fonction de ses actions et ajuste ses stratégies pour maximiser les récompenses cumulées.

**Q-Learning** : Une méthode d'apprentissage renforcé où l'agent apprend une politique de prise de décision en maximisant la valeur totale attendue des récompenses futures.

**Politiques d'Apprentissage** : L'agent apprend des politiques qui définissent l'action à prendre en fonction de l'état actuel de l'environnement (Sutton et Barto, 2018).

## 3.1.2 Applications de l'apprentissage automatique dans divers domaines

### 3.1.2.1 Santé

- **Diagnostic Médical** : Les algorithmes de machine Learning sont utilisés pour analyser les images médicales (comme les radiographies, IRM, et scanners) afin de détecter des anomalies et aider au diagnostic des maladies telles que le cancer. (Litjens et al., 2017).

- **Analyse Génétique** : L'apprentissage automatique aide à identifier les mutations génétiques associées à certaines maladies, facilitant ainsi la médecine personnalisée. ( Angermueller et al., 2016).

- **Prévision d'Épidémies** : Les modèles prédictifs peuvent analyser les données de santé publique pour anticiper les épidémies et aider à prendre des mesures préventives. (Wang et al., 2019).

### 31.2.2 Finance

- Détection de Fraude : Les systèmes de machine learning analysent les transactions pour identifier les comportements suspects et prévenir la fraude (Zhuang et al., 2020).
- Trading Algorithmiques : Les algorithmes de trading utilisent l'apprentissage automatique pour analyser des volumes massifs de données boursières et prendre des décisions d'achat et de vente en temps réel. (Dixon et al., 2020).
- Analyse de Risque : Les banques et les institutions financières utilisent des modèles de machine learning pour évaluer la solvabilité des emprunteurs et prédire les risques de crédit. (Lessmann et al., 2015).

### 3.1.2.3 Marketing et Publicité

- Personnalisation des Offres : Les entreprises utilisent des algorithmes pour analyser les comportements des consommateurs et leur proposer des produits ou des services personnalisés. (Shmueli et al., 2021).
- Analyse des Sentiments : L'analyse des sentiments sur les réseaux sociaux et les avis en ligne aide les entreprises à comprendre les perceptions des clients et à ajuster leurs stratégies marketing. (Nguyen et al., 2019).
- Segmentation de la Clientèle : L'apprentissage automatique permet de segmenter les clients en groupes distincts pour des campagnes publicitaires plus ciblées. (Kim et al., 2018).

### 3.1.2.4 Transport

- Conduite Autonome : Les voitures autonomes utilisent des algorithmes de machine learning pour percevoir leur environnement, prendre des décisions de conduite et améliorer leur sécurité. (Grigorescu et al., 2020).
- Gestion du Trafic : Les systèmes intelligents de gestion du trafic utilisent l'apprentissage automatique pour optimiser les feux de signalisation et réduire les embouteillages. (Zheng et al., 2018).
- Maintenance Prédicative : Dans le secteur ferroviaire et aérien, le machine learning aide à prévoir les pannes des équipements et à planifier la maintenance avant qu'un problème ne survienne. (Zhao et al., 2019).

### 3.1.2.5 Commerce de Détail

- Gestion des Stocks : Les détaillants utilisent des algorithmes pour prédire la demande des produits et optimiser les niveaux de stock. (Carbonneau et al., 2016).
- Recommandations de Produits : Les systèmes de recommandation analysent les comportements d'achat pour suggérer des produits pertinents aux clients. (Ricci et al., 2021).
- Analyse des Tendances de Vente : L'apprentissage automatique permet de repérer des tendances de vente et d'ajuster les stratégies commerciales en conséquence. (Zhang et al., 2020).

### 3.1.2.6 Education

Dans le domaine de l'éducation, l'apprentissage automatique offre des outils puissants pour améliorer l'apprentissage et l'enseignement.

E-Learning Personnalisé : Les systèmes adaptatifs ajustent le contenu et les méthodes d'enseignement en fonction des besoins individuels des apprenants (Brusilovsky et Millán, 2007).

Analyse de l'Engagement des Étudiants : Les algorithmes analysent les interactions des étudiants avec les plateformes d'apprentissage pour identifier les signes de désengagement et proposer des interventions (Baker & Inventado, 2014).

Évaluation Automatisée : Les techniques de machine Learning permettent de corriger automatiquement les devoirs et les examens, fournissant des feedbacks instantanés aux étudiants (Shermis & Burstein, 2013).

## 3.2 Intégration de l'apprentissage automatique dans l'E-Learning

### 3.2.1 Personnalisation de l'Apprentissage

#### 3.2.1.1 Adaptation des Contenus

L'apprentissage automatique permet la personnalisation des contenus éducatifs en fonction des besoins et des préférences des apprenants. Les algorithmes analysent les données des utilisateurs pour adapter les cours, les exercices et les ressources pédagogiques. Par exemple, les systèmes adaptatifs utilisent des techniques de

clustering pour regrouper les apprenants ayant des profils similaires et proposer des parcours d'apprentissage personnalisés (Brusilovsky et al., 2007).

### **3.2.1.2 Systèmes de Recommandation**

Les systèmes de recommandation dans l'e-learning utilisent des algorithmes de filtrage collaboratif et de contenu pour suggérer des cours, des articles, et des activités qui correspondent aux intérêts et aux besoins des apprenants. Ces systèmes aident à maintenir l'engagement des étudiants en leur fournissant des ressources pertinentes et opportunes (Drachsler et al., 2015).

## **3.2.2 Évaluation et Rétroaction Automatisées**

### **3.2.2.1 Évaluation Formative et Sommative**

L'apprentissage automatique permet d'automatiser l'évaluation formative et sommative des apprenants. Les systèmes d'évaluation en ligne utilisent des algorithmes de traitement du langage naturel (NLP) pour analyser les réponses des étudiants aux questions ouvertes et fournir des scores instantanés. Cela permet aux enseignants de gagner du temps et aux étudiants de recevoir un feedback immédiat (Nicol, 2007).

### **3.2.2.2 Rétroaction Personnalisée**

Les algorithmes d'AA peuvent fournir une rétroaction personnalisée aux apprenants en analysant leurs performances et en identifiant les domaines où ils ont besoin d'amélioration. Par exemple, des systèmes intelligents peuvent détecter des erreurs récurrentes dans les soumissions des étudiants et proposer des explications ou des ressources supplémentaires pour remédier à ces lacunes (Kulkarni et al., 2015).

## **3.2.3 Analyse des Données Éducatives**

### **3.2.3.1 Learning Analytics**

L'analyse des données éducatives (Learning Analytics) utilise des techniques d'apprentissage automatique pour analyser les données des apprenants et extraire des insights qui peuvent améliorer les processus d'enseignement et d'apprentissage. Ces analyses peuvent identifier les tendances et les comportements des

étudiants, permettant ainsi aux éducateurs de prendre des décisions basées sur des données pour améliorer les résultats pédagogiques (Siemens & Long, 2011).

### **3.2.3.2 Prédiction des Performances**

Les modèles prédictifs peuvent être utilisés pour anticiper les performances des étudiants et identifier ceux qui sont à risque d'échec. En utilisant des algorithmes tels que les forêts aléatoires et les réseaux de neurones, les institutions éducatives peuvent mettre en place des interventions ciblées pour aider les étudiants en difficulté (Lu et al., 2017).

## **3.2.4 Chatbots et Tuteurs Virtuels**

### **3.2.4 .1 Assistance aux Apprenants**

Les chatbots éducatifs et les tuteurs virtuels utilisent l'IA et l'AA pour fournir une assistance immédiate aux apprenants. Ils peuvent répondre aux questions fréquentes, guider les étudiants à travers les contenus du cours, et offrir un support personnalisé basé sur les interactions antérieures. Ces outils améliorent l'accessibilité et la disponibilité du support pédagogique (Winkler & Söllner, 2018).

### **3.2.4.2 Interactions et Engagement**

Les tuteurs virtuels utilisent des techniques d'apprentissage profond pour comprendre et interagir de manière plus naturelle avec les étudiants. Ces systèmes peuvent simuler des conversations humaines, comprendre les émotions et les intentions des apprenants, et ajuster leur comportement pour maintenir un engagement élevé (Chen et al., 2020).

## 3.3 Cas d'étude : Application de l'apprentissage automatique dans l'E-Learning

### 3.3.1 Algorithmes Utilisés en E-Learning : Travaux, Avantages et Inconvénients

#### 3.3.1.1 Algorithmes de Classification

##### **Travail :**

Romero, C., & Ventura, S. (2007) ont examiné les applications de data mining dans l'éducation, mettant l'accent sur les algorithmes de classification pour prédire les performances académiques des étudiants. Ils ont utilisé des techniques comme les arbres de décision et les réseaux bayésiens.

##### **Avantages :**

**Prédiction des Performances :** Permet de prévoir les résultats futurs des étudiants, aidant ainsi à la personnalisation des parcours d'apprentissage.

**Identification Précoce :** Aide à identifier rapidement les étudiants à risque pour des interventions précoces.

##### **Inconvénients :**

**Biais des Données :** Les modèles peuvent être biaisés si les données de formation ne sont pas représentatives.

**Exigence en Données :** Nécessite une grande quantité de données étiquetées pour une précision optimale.

##### **Exemples d'Algorithmes :**

Arbres de décision

Réseaux bayésiens

#### 3.3.1.2 Algorithmes de Clustering

##### **Travail :**

Kassahun, A., & Verbert, K. (2018) ont utilisé des techniques de clustering pour analyser les comportements d'apprentissage des étudiants dans les plateformes de e-learning. Ils ont segmenté les étudiants en groupes basés sur leurs interactions avec la plateforme.

##### **Avantages :**

**Identification des Patterns :** Découvre des comportements d'apprentissage non évidents et segmente les étudiants pour des interventions ciblées.

Adaptation des Contenus : Facilite la création de contenus adaptés à chaque groupe d'étudiants.

**Inconvénients :**

Détermination du Nombre de Clusters : Choisir le nombre approprié de clusters peut être subjectif.

Interprétabilité : Les résultats peuvent être difficiles à interpréter et à utiliser pour les enseignants.

**Exemples d'Algorithmes :**

K-means

DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise)

### 3.1.1.3 Algorithmes de Recommandation

**Travail :**

Manouselis, N., & Costopoulou, C. (2007) ont exploré les systèmes de recommandation pour suggérer des cours et des ressources aux étudiants, en utilisant des approches de filtrage collaboratif et basé sur le contenu.

**Avantages :**

Personnalisation : Améliore l'engagement des étudiants en recommandant des contenus pertinents.

Évolution Continue : Les algorithmes s'adaptent continuellement en fonction des interactions des utilisateurs.

**Inconvénients :**

Données Sparses : Les recommandations peuvent être limitées par la disponibilité et la qualité des données.

Filtre Bulle : Risque de limiter l'exposition des étudiants à des perspectives diverses.

**Exemples d'Algorithmes :**

Filtrage collaboratif

Filtrage basé sur le contenu

### 3.1.1.4. Algorithmes de Deep Learning

#### **Travail :**

Piech, C., et al. (2015) ont développé "Deep Knowledge Tracing" pour modéliser les trajectoires d'apprentissage des étudiants, utilisant des réseaux neuronaux récurrents pour suivre et prédire les compétences des étudiants au fil du temps.

#### **Avantages :**

Précision Élevée : Offre une précision supérieure dans les prédictions par rapport aux algorithmes traditionnels.

Apprentissage Non Supervisé : Peut découvrir des caractéristiques pertinentes sans nécessiter de données étiquetées.

#### **Inconvénients :**

Exigence en Données : Nécessite de vastes ensembles de données pour l'entraînement.

Complexité et Coût : Les modèles sont coûteux en termes de calcul et de temps, et leur interprétation peut être complexe.

#### **Exemples d'Algorithmes :**

Réseaux neuronaux profonds (DNN)

Réseaux neuronaux récurrents (RNN)

## 3.4 Perspectives et futur de l'apprentissage automatique dans l'E-Learning

L'apprentissage automatique (Machine Learning) a un impact significatif sur le domaine de l'E-Learning en offrant des possibilités d'adaptation, de personnalisation et d'amélioration de l'expérience d'apprentissage. Cette section explore les perspectives et le futur de l'apprentissage automatique dans l'E-Learning.

### 3.4.1 Personnalisation et Adaptation

L'apprentissage automatique permet une personnalisation accrue des parcours d'apprentissage. Les systèmes peuvent analyser les performances des apprenants, leurs préférences d'apprentissage et leur comportement

pour recommander des contenus pertinents, des activités adaptées à leur niveau et des stratégies pédagogiques efficaces. L'utilisation de techniques telles que la recommandation de contenu, le clustering des apprenants et l'adaptation dynamique des parcours d'apprentissage contribue à une expérience d'apprentissage plus engageante et efficace.

### 3.4.2 Prévention de l'Abandon et Amélioration de la Rétention

L'un des défis majeurs de l'E-Learning est l'abandon des cours par les apprenants. L'apprentissage automatique peut jouer un rôle crucial dans la détection précoce des signes d'abandon en analysant le comportement des apprenants, les patterns d'interaction et les données d'engagement. En identifiant les facteurs qui conduisent à l'abandon, les systèmes peuvent intervenir de manière proactive en proposant des interventions personnalisées, des encouragements et des supports supplémentaires pour maintenir la motivation et l'engagement des apprenants.

### 3.4.3 Évaluation et Feedback Automatiques

L'apprentissage automatique permet le développement de systèmes d'évaluation automatisée plus avancés. Des algorithmes peuvent évaluer automatiquement les travaux des apprenants, fournir des feedbacks détaillés et des recommandations pour améliorer la performance. Les techniques telles que l'analyse automatique du langage naturel (NLP), l'évaluation de la qualité des réponses ou la détection de la fraude académique contribuent à des processus d'évaluation plus efficaces et objectifs.

### 3.4.4 Intégration de la Réalité Virtuelle et Augmentée

L'intégration de l'apprentissage automatique avec la réalité virtuelle (VR) et augmentée (AR) ouvre de nouvelles possibilités dans l'E-Learning. Les systèmes peuvent utiliser des données en temps réel sur le comportement des apprenants dans des environnements VR/AR pour ajuster les scénarios d'apprentissage, fournir des feedbacks contextuels et créer des expériences d'apprentissage immersives et interactives.

### 3.4.5 Développement de Modèles Prédicatifs et Analytiques

L'apprentissage automatique dans l'E-Learning alimente le développement de modèles prédictifs et analytiques avancés. Ces modèles peuvent prédire les performances futures des apprenants, identifier les besoins d'apprentissage spécifiques, anticiper les lacunes de connaissances et recommander des interventions pour maximiser les résultats d'apprentissage.

En conclusion, l'apprentissage automatique continuera à jouer un rôle essentiel dans l'évolution de l'E-Learning en permettant une personnalisation, une adaptation, une évaluation automatisée, et en intégrant des technologies émergentes pour offrir des expériences d'apprentissage plus efficaces, engageantes et centrées sur les apprenants (Siemens, G., & Baker, R. S. J. d. (2012)).

## 3.5 Impacts potentiels sur les pratiques pédagogiques et l'expérience des apprenants

### 3.5.1 Personnalisation de l'apprentissage

- L'apprentissage automatique permet une personnalisation plus poussée de l'expérience d'apprentissage en adaptant les contenus, les activités et les méthodes d'enseignement aux besoins spécifiques de chaque apprenant (Siemens, & Long ,2011).

### 3.5.2 Analyse prédictive des performances

- Les techniques d'apprentissage automatique peuvent prédire les performances des apprenants et identifier les domaines où ils pourraient avoir besoin d'un soutien supplémentaire, permettant ainsi un suivi individualisé et des interventions ciblées (Romero, & Ventura, 2010).

### 3.5.3 Amélioration de la rétroaction

- L'utilisation de l'apprentissage automatique peut améliorer la qualité et la rapidité de la rétroaction fournie aux apprenants, en identifiant automatiquement les erreurs fréquentes et en proposant des suggestions d'amélioration (Baker, & Inventado, 2014).

### 3.5.4 Adaptation des environnements d'apprentissage

- Les environnements d'apprentissage peuvent être adaptés en temps réel en fonction du comportement des apprenants, offrant ainsi des expériences d'apprentissage plus dynamiques et engageantes (Lane & VanLehn,2005).

### 3.5.5 Identification des styles d'apprentissage

- L'apprentissage automatique peut contribuer à identifier les différents styles d'apprentissage des apprenants, permettant aux enseignants de mieux adapter leurs méthodes pédagogiques pour répondre aux besoins individuels (Siemens, G. ,2012).

## 3.6 Conclusion

Ce chapitre a exploré en profondeur l'intégration de l'apprentissage automatique dans les plateformes d'apprentissage en ligne, soulignant son rôle essentiel dans la transformation des pratiques éducatives et l'amélioration de l'expérience de l'apprenant. Nous avons commencé par une introduction à l'apprentissage automatique, décrivant ses concepts de base et ses applications dans divers domaines, jetant ainsi les bases pour comprendre son potentiel dans l'éducation.

Nous avons abordé l'intégration du machine Learning dans l'e-learning sous plusieurs angles. La personnalisation des apprentissages, rendue possible par des algorithmes sophistiqués, permet d'adapter les contenus et les parcours pédagogiques aux besoins individuels des apprenants. L'évaluation et le feedback automatisés fournissent un feedback immédiat et personnalisé, améliorant l'efficacité de l'apprentissage et la motivation des étudiants. L'analyse des données éducatives permet de mieux comprendre les comportements d'apprentissage et d'identifier les domaines à améliorer, tandis que les chatbots et les tuteurs virtuels fournissent un soutien continu et personnalisé.

Les études de cas présentées illustrent diverses applications des algorithmes d'apprentissage automatique dans l'apprentissage en ligne et mettent en évidence leurs avantages et leurs inconvénients. Ces exemples concrets démontrent comment l'apprentissage automatique peut être utilisé pour résoudre des problèmes spécifiques, tels que l'engagement des apprenants et l'évaluation de leurs performances.

En regardant vers l'avenir, nous avons exploré les perspectives de l'apprentissage automatique dans le e-learning. La personnalisation et l'adaptation des parcours d'apprentissage continueront de s'améliorer, offrant

des expériences d'apprentissage de plus en plus individualisées. Prévenir l'abandon scolaire et améliorer la rétention des apprenants seront des domaines clés, avec des algorithmes prédictifs capables d'identifier les premiers signes de désengagement. L'évaluation et le feedback automatisés deviendront plus sophistiqués, tandis que l'intégration de la réalité virtuelle et de la réalité augmentée ouvrira de nouvelles possibilités pour les environnements d'apprentissage immersifs. Enfin, le développement de modèles prédictifs et analytiques permettra de mieux anticiper les besoins des apprenants et de concevoir des stratégies pédagogiques plus efficaces.

Les impacts potentiels sur les pratiques pédagogiques et l'expérience des apprenants sont importants. L'apprentissage automatique fournit des outils puissants pour personnaliser l'apprentissage, améliorer l'engagement et la rétention, et fournir des commentaires immédiats et pertinents. Cependant, il est essentiel de continuer à explorer et à évaluer ces technologies afin d'optimiser leurs avantages tout en minimisant les risques potentiels, tels qu'une dépendance excessive à l'égard de la technologie ou des problèmes de confidentialité des données.

En conclusion, l'apprentissage automatique a le potentiel de révolutionner l'apprentissage en ligne, en rendant l'éducation plus accessible, personnalisée et efficace. Les développements futurs dans ce domaine promettent de transformer les pratiques pédagogiques traditionnelles et d'offrir aux apprenants de riches expériences d'apprentissage adaptées à leurs besoins individuels.

# 4 Chapitre 4 : implémentation

## 4.1 Contexte et objectifs

Le système d'évaluation scolaire est conçu pour répondre au besoin croissant de numériser les processus éducatifs. Avec l'avènement des technologies de l'information, il est devenu nécessaire pour les établissements d'enseignement d'adopter des solutions modernes pour gérer les évaluations et les performances des étudiants. Ce système vise à simplifier la gestion des enseignants, des élèves, des classes et des évaluations au sein de l'école.

### 4.1.1 Présentation de l'application

L'application est une plateforme web développée à l'aide du framework Django, basé sur le langage de programmation Python. Il permet aux administrateurs de gérer les enseignants et les étudiants, aux enseignants de créer et de gérer des classes et des tests, et aux étudiants de répondre aux questions et de voir leurs performances. Voici un aperçu des principales fonctionnalités de l'application :

- **Gérer les enseignants et les étudiants** : Les administrateurs peuvent ajouter, modifier et supprimer des enseignants et des étudiants. Chaque utilisateur dispose d'un compte avec un nom d'utilisateur, un mot de passe et d'autres informations pertinentes.

The screenshot shows the Django admin interface for adding a user. The left sidebar contains a navigation menu with the following items:

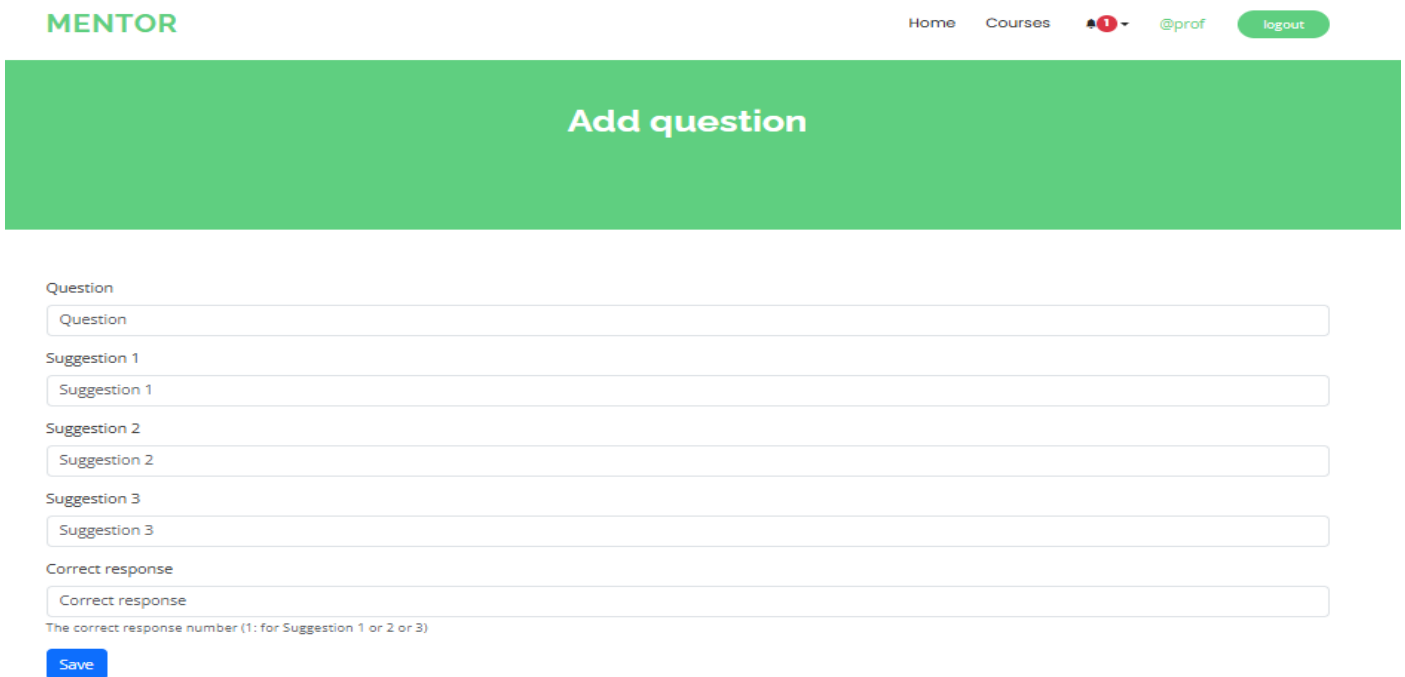
- Écrivez ici pour filtrer...
- AUTHENTIFICATION ET AUTORISATION
  - Groupes + Ajouter
  - Utilisateurs + Ajouter
- VISITOR
  - Algos + Ajouter
  - Cours + Ajouter
  - Questions + Ajouter
  - Reponses + Ajouter
  - Utilisateur algos + Ajouter
  - Utilisateurs + Ajouter

The main form contains the following fields:

- Nom d'utilisateur :** [Text input] Requis. 150 caractères maximum. Uniquement des lettres, nombres et les caractères « @ », « . », « + », « - » et « \_ ».
- Prénom :** [Text input]
- Nom :** [Text input]
- Adresse électronique :** [Text input]
- Statut équipe  
Précise si l'utilisateur peut se connecter à ce site d'administration.
- Actif  
Précise si l'utilisateur doit être considéré comme actif. Décochez ceci plutôt que de supprimer le compte.
- Date d'inscription :**
  - Date :** [Date picker] 14/06/2024 Aujourd'hui | 📅
  - Heure :** [Time picker] 15:35:16 Maintenant | 🕒
  - Note : l'heure du serveur précède votre heure de 1 heure.
- Photo :** [File upload] Choisir un fichier Aucun fichier n'a été sélectionné
- Description :** [Text area]
- User type :** [Dropdown] Etudiant

Figure 4-1: Tableau de géré.

- **Créer et gérer des questions** : Les enseignants peuvent créer des enquêtes avec différents types de questions. Les questions peuvent être stockées dans une banque de questions pour une réutilisation ultérieure.



The screenshot shows the 'Add question' interface in the MENTOR system. At the top left is the 'MENTOR' logo. At the top right are navigation links for 'Home', 'Courses', a notification bell with '1', a user profile '@prof', and a 'logout' button. The main heading 'Add question' is centered in a green banner. Below this, the form consists of several input fields: 'Question', 'Suggestion 1', 'Suggestion 2', 'Suggestion 3', and 'Correct response'. A small note below the 'Correct response' field states: 'The correct response number (1: for Suggestion 1 or 2 or 3)'. A blue 'Save' button is located at the bottom left of the form area.

Figure 4-2: ajouté une question.

- **Évaluation des étudiants** : Les étudiants remplissent des questionnaires, leurs réponses sont enregistrées et elles sont ensuite évaluées dans le système.

## Evaluation result

Evaluation result  
6/15

Quel est le pire cas de complexité temporelle pour l'algorithme de recherche linéaire ?

ANSWER : 0  
CORRECT RESPONSE :  $O(1)$

[Read the course](#)

Dans quelle situation l'algorithme de recherche linéaire peut-il surpasser la recherche binaire ?

LORSQUE LES DONNÉES SONT NON TRIÉES.

L'algorithme de recherche linéaire est particulièrement efficace lorsque :

ANSWER : c) L'ÉLÉMENT À RECHERCHER EST SUSCEPTIBLE D'ÊTRE PROCHE DU DÉBUT DU TABLEAU.  
CORRECT RESPONSE : LES DONNÉES SONT TRIÉES.

[Read the course](#)

Comment pouvez-vous implémenter une recherche binaire sur une liste chaînée efficacement ?

ANSWER : EN CONVERTISSANT LA LISTE CHAÎNÉE EN TABLEAU D'ABORD  
CORRECT RESPONSE : EN ITÉRANT SUR CHAQUE NŒUD.

[Read the course](#)

Quelle est la condition préalable pour utiliser l'algorithme de recherche binaire ?

Figure 4-3: évaluées dans le système.

- **Notifications et alertes** : Le système envoie des notifications aux enseignants en cas de mauvaises performances des élèves, ce qui facilite une intervention rapide pour aider les élèves en difficulté.

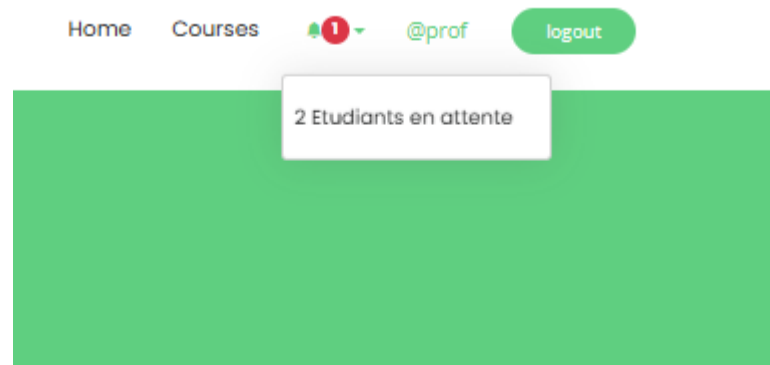


Figure 4-4: notifications aux enseignants.

**Tableau de bord** : Les utilisateurs disposent de tableaux de bord personnalisés qui leur fournissent un aperçu des informations pertinentes.

## 4.1.2 Objectifs du système

- **Amélioration de l'efficacité** : Automatisation des tâches administratives et des processus d'évaluation pour réduire le temps et les efforts requis.
- **Suivi des performances** : Fournir des outils pour suivre et analyser les performances des étudiants, permettant une intervention proactive.
- **Accessibilité et flexibilité** : Permettre aux utilisateurs d'accéder au système depuis différents appareils (ordinateurs, tablettes, smartphones), garantissant ainsi une utilisation flexible.
- **Sécurité et confidentialité** : Assurer la sécurité des données des utilisateurs et la confidentialité des informations personnelles et des résultats des étudiants.

## 4.2 Architecture de l'Application

### 4.2.1 Structure du Projet Django

L'architecture de l'application Système d'Évaluation Scolaire repose sur le framework Django, qui suit le modèle de conception MVT (Modèle-Vue-Gabarit). Voici la structure typique du projet Django :

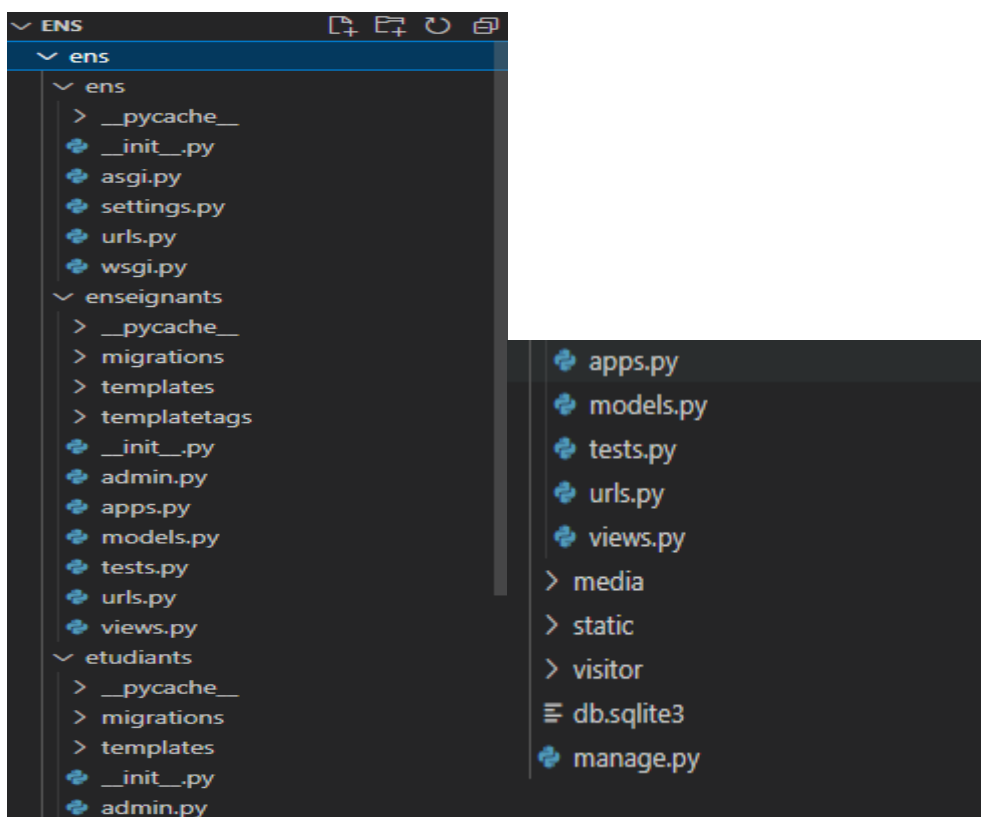


Figure 4-5: structure typique du projet Django.

### 4.2.1.1 Modèles de Données et Relations

Les modèles de données définissent la structure des données et les relations entre elles. Voici les principaux modèles utilisés dans l'application :

Utilisateur (User) : Représente un utilisateur du système, qu'il soit administrateur, professeur ou étudiant.

Professeur (Teacher) : Étend le modèle Utilisateur avec des champs supplémentaires spécifiques aux enseignants.

Étudiant (Student) : Étend le modèle Utilisateur avec des champs supplémentaires spécifiques aux étudiants.

Question : Représente une question dans le système, avec le texte de la question, le type de question et les points attribués.

Réponse (Answer) : Représente une réponse donnée par un étudiant à une question spécifique.

Notification : Représente une notification envoyée aux professeurs en cas de mauvaise performance des étudiants.

Voici un aperçu des modèles et des relations entre eux :

```
class Utilisateur(User):
    photo=models.ImageField(null=True,upload_to='photo',default='profile.jpg')
    description=models.CharField(max_length=100,null=True)
    user_type=models.CharField(choices=(('etu','Etudiant'),('ens','Enseignant')),max_length=20,default='etu',null=True)
    niveau=models.IntegerField(choices=((1,'Debutant'),(2,'Moyen'),(3,'Expert')))

class Algo(models.Model):
    id_algo=models.AutoField(primary_key=True)
    algo=models.CharField(max_length=30)
    def __str__(self) -> str:
        return self.algo

class Cours(models.Model):
    id_cours=models.AutoField(primary_key=True)
    titre=models.CharField(max_length=30)
    desc=models.CharField(max_length=100)
    contenu=models.FileField(upload_to='cours')
    algo=models.ForeignKey(Algo,on_delete=models.CASCADE,related_name='courses')
    utilisateur=models.ForeignKey(Utilisateur,on_delete=models.CASCADE,related_name='courses',null=True,blank=True)
    def __str__(self) -> str:
        return self.titre

class Question(models.Model):
    id_question=models.AutoField(primary_key=True)
```

```

question=models.CharField(max_length=100)
sug0=models.CharField('Suggestion 1',max_length=100)
sug1=models.CharField('Suggestion 2',max_length=100)
sug2=models.CharField('Suggestion 3',max_length=100)
rep=models.IntegerField('Correct response',help_text='The correct response number (1:
for Suggestion 1 or 2 or 3)')
cours=models.ForeignKey(Cours,on_delete=models.CASCADE,related_name='questions',null=True,blank=True)
def __str__(self) -> str:
    return self.question + '('+str(self.cours)+' )'
@property
def correct_answer(self):
    if self.rep ==0:
        return self.sug0
    elif self.rep==1:
        return self.sug1
    elif self.rep==2:
        return self.sug2
    else:
        return '
class UtilisateurAlgo(models.Model):
    id_utilisateur_algo=models.AutoField(primary_key=True)
    utilisateur=models.ForeignKey(Utilisateur,on_delete=models.CASCADE)
    algo=models.ForeignKey(Algo,on_delete=models.CASCADE)
    note=models.IntegerField()
class Reponses(models.Model):
    id_reponse=models.AutoField(primary_key=True)
    utilisateur=models.ForeignKey(Utilisateur,on_delete=models.CASCADE,null=True,blank=True,related_name='reponse')
    question=models.ForeignKey(Question,on_delete=models.CASCADE,related_name='reponse')
    rep=models.IntegerField()
@property
def is_correct(self):
    return self.rep==self.question.rep
@property
def answer(self):
    if self.rep ==0:
        return self.question.sug0
    elif self.rep==1:
        return self.question.sug1
    elif self.rep==2:
        return self.question.sug2
    else:
        return '
class notification(models.Model):
    utilisateur=models.ForeignKey(Utilisateur,on_delete=models.CASCADE,null=True,blank=True)
    cours=models.ForeignKey(Cours,on_delete=models.CASCADE,null=True,blank=True)
    note=models.FloatField()
    read=models.BooleanField(default=False)

```

## 4.3 Diagrammes UML

### 4.3.1 Diagramme de Cas d'Utilisation

Le diagramme de cas d'utilisation montre les différentes interactions entre les acteurs (administrateurs, professeurs, étudiants) et le système. Il illustre les principales fonctionnalités de l'application.

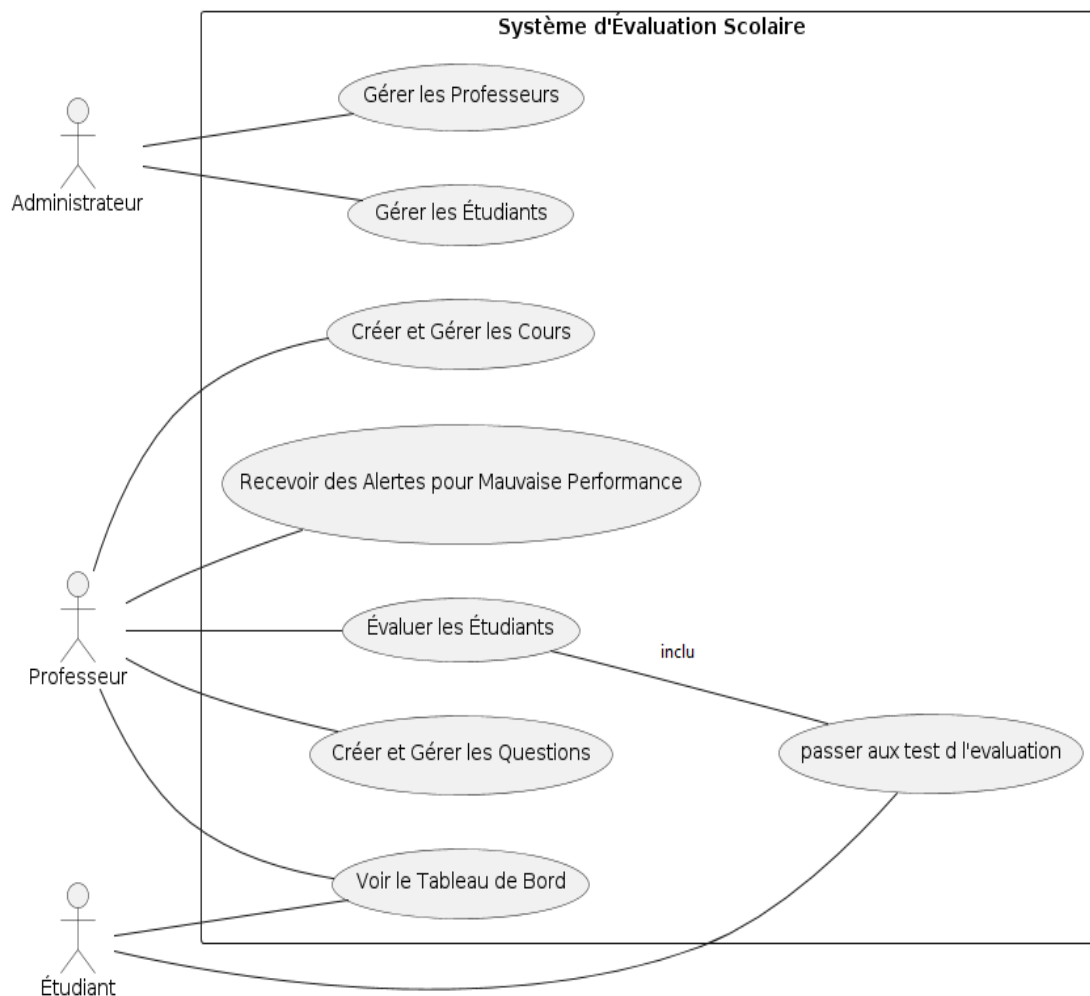


Figure 4-6: Diagramme de Cas d'Utilisation.

### 4.3.2 Diagramme de Classe

Le diagramme de classe représente la structure des données de l'application et les relations entre les différentes classes (entités). Il détaille les attributs et les méthodes de chaque classe ainsi que les relations d'héritage et d'association.

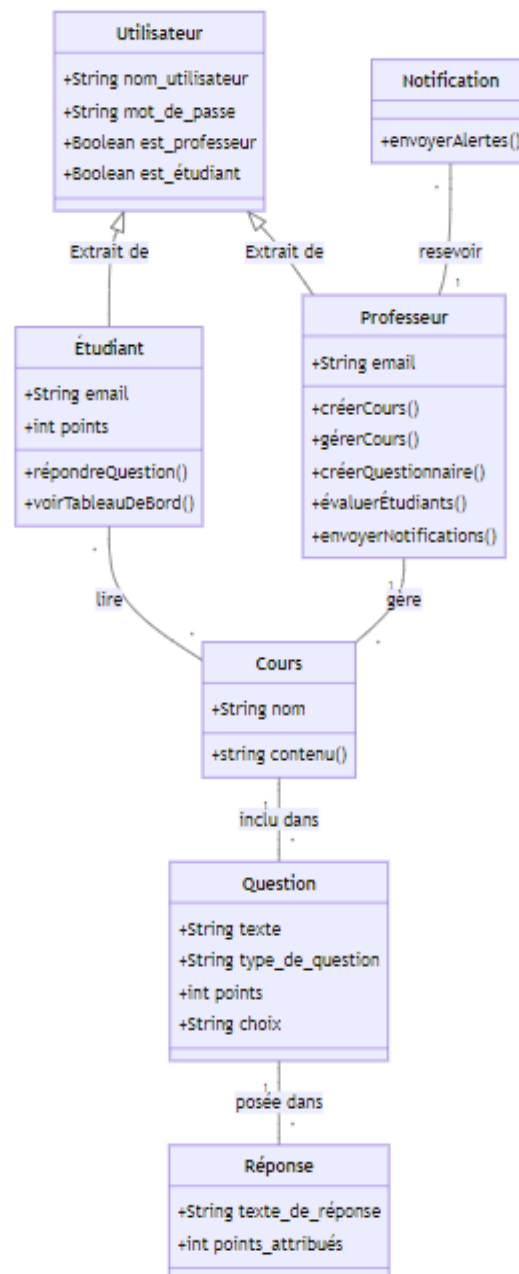


Figure 4-7: diagramme de classe

### 4.3.4 Diagramme de Séquence

Le diagramme de séquence illustre les interactions temporelles entre les différentes entités de l'application pour réaliser un processus spécifique, tel que la gestion des utilisateurs ou l'évaluation des étudiants. Il montre l'ordre des messages échangés entre les entités pour accomplir une tâche.

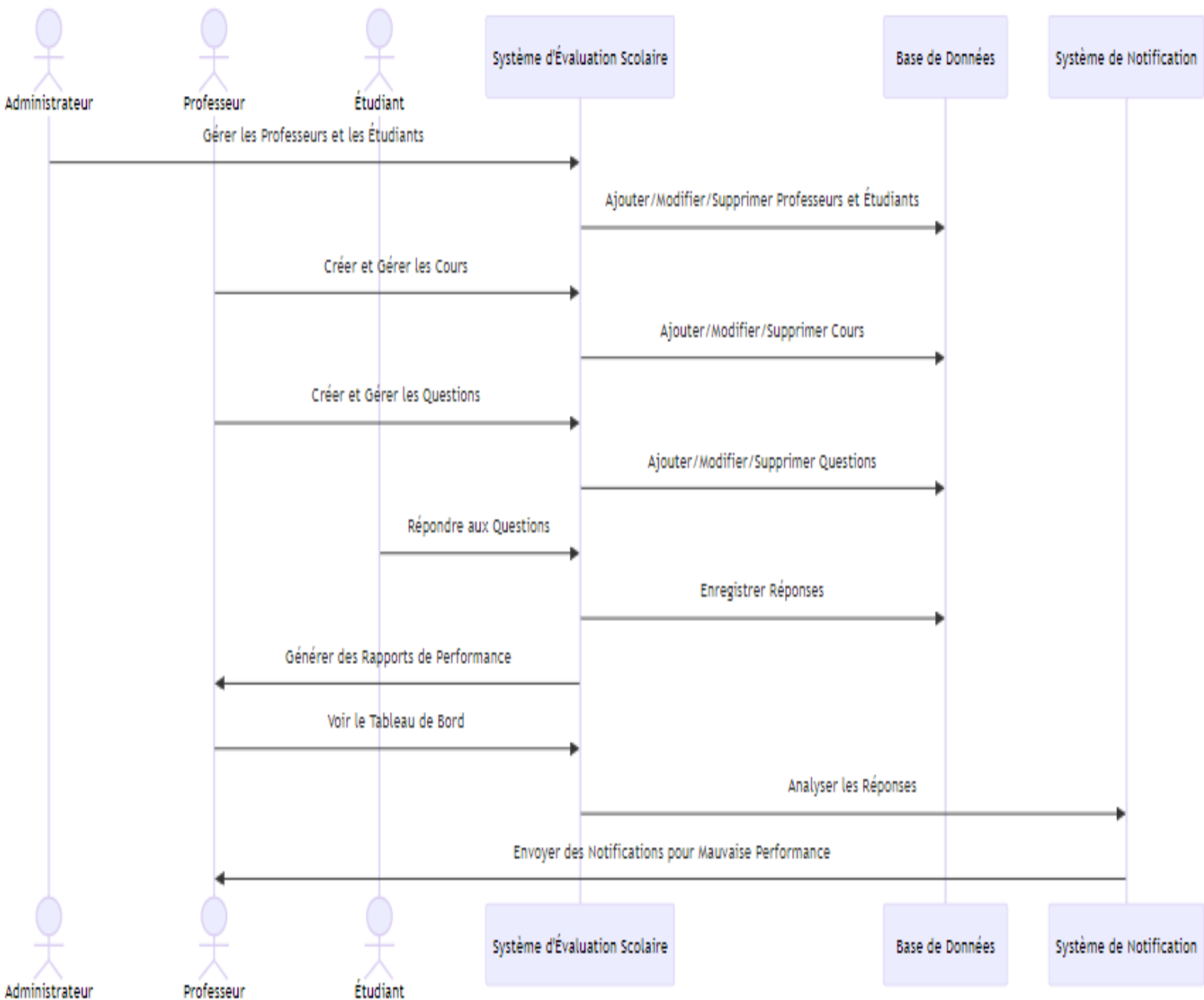


Figure 4-8: diagramme de séquence de système général.

Voici le diagramme de séquence illustrant la tâche consistant à informer un professeur de la performance d'un étudiant :

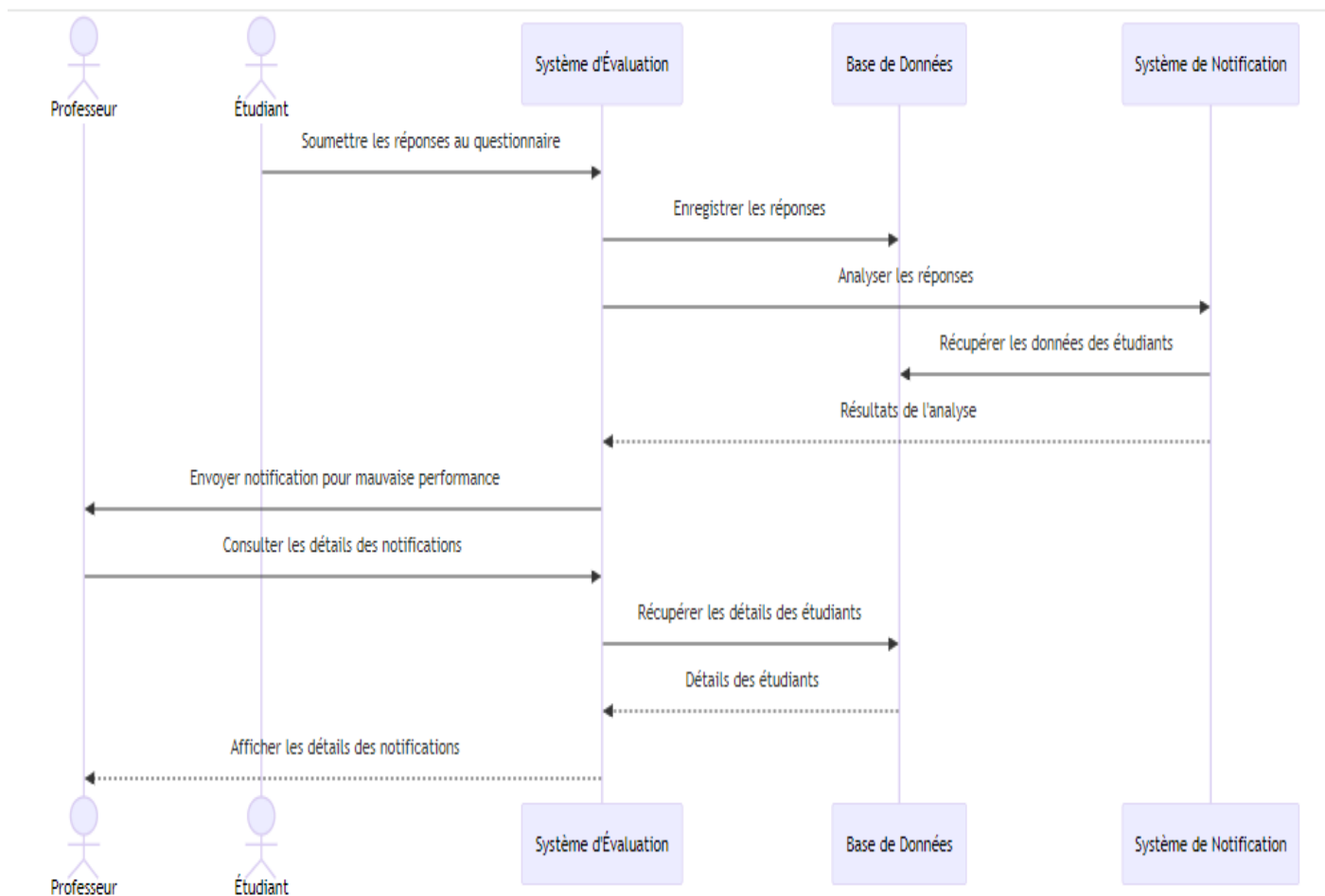


Figure 4-9: diagramme de séquence illustrant la tâche de notifier un professeur.

## 4.5 Outils Utilisés

### 4.5.1 Environnement de Développement

#### 4.5.1.1 Python

**Description :** Python est un langage de programmation interprété, orienté objet, et de haut niveau avec une syntaxe simple et lisible. Il est largement utilisé dans le développement web, l'analyse de données, l'intelligence artificielle, l'automatisation, et bien d'autres domaines.

**Pourquoi Python :** Python est choisi pour sa simplicité, sa large adoption dans la communauté des développeurs, et sa vaste collection de bibliothèques et frameworks qui facilitent le développement rapide d'applications.

### 4.5.1.2 Django

**Description** : Django est un framework web Python de haut niveau qui encourage le développement rapide et une conception propre et pragmatique. Il suit le modèle de conception MVT (Modèle-Vue-Gabarit).

**Pourquoi Django** : Django est choisi pour ses fonctionnalités intégrées comme l'ORM (Object-Relational Mapping), l'authentification et l'autorisation, l'interface d'administration automatique, et ses mécanismes de sécurité intégrés. Il permet de développer des applications web robustes et évolutives rapidement.

### 4.5.1.3 Visual Studio Code (VS Code)

**Description** : VS Code est un éditeur de code source gratuit et open-source développé par Microsoft. Il est léger mais puissant, avec une grande extensibilité grâce aux extensions.

**Pourquoi VS Code** : VS Code est choisi pour ses fonctionnalités puissantes comme l'IntelliSense (auto-complétion intelligente), le débogage intégré, le terminal intégré, et son vaste écosystème d'extensions. Il offre une expérience de développement fluide et productive.

## 4.5.2 Gestion des Dépendances

### 4.5.2.1 Environnement Virtuel

**Description** : Un environnement virtuel est un outil qui aide à garder les dépendances requises par différents projets Python dans des environnements séparés, évitant les conflits de version.

**Pourquoi Utiliser un Environnement Virtuel** : Il permet de maintenir un environnement propre et isolé pour chaque projet, ce qui est essentiel pour éviter les conflits de dépendances et faciliter la gestion des paquets.

### 4.5.2.2 Pip

**Description** : Pip est le gestionnaire de paquets pour Python. Il permet d'installer et de gérer les bibliothèques Python et leurs dépendances.

**Pourquoi Pip** : Pip est l'outil standard pour installer et gérer les bibliothèques Python. Il est simple à utiliser et permet de maintenir facilement les dépendances de votre projet à jour.

## 4.5.3 Extensions et Plugins

### 4.5.3.1 Python Extension for VS Code

**Description** : Cette extension ajoute un support riche pour le développement Python, y compris l'IntelliSense, le débogage, le linting, et l'intégration avec des outils comme Jupyter.

**Pourquoi Utiliser** : Elle améliore l'expérience de développement Python dans VS Code en fournissant des fonctionnalités avancées pour l'édition, le débogage, et la gestion des projets Python.

### 4.5.3.2 Django Extension for VS Code

**Description** : Cette extension ajoute des fonctionnalités spécifiques à Django comme les snippets de code, l'intégration avec les commandes manage.py, et le support pour les fichiers de modèle, vue, et gabarit.

**Pourquoi Utiliser** : Elle facilite le développement avec Django en automatisant des tâches courantes et en fournissant des outils pour naviguer et éditer les fichiers de projet Django.

## 4.6 Fonctionnalités de l'Application

L'application Système d'Évaluation Scolaire offre une gamme de fonctionnalités destinées à faciliter la gestion des professeurs, des étudiants, des classes, et des évaluations. Voici une présentation détaillée des principales fonctionnalités :

### 4.6.1 Gestion des Utilisateurs

#### 4.6.1.1 Professeurs et Étudiants

- **Inscription et Connexion** : Les utilisateurs peuvent s'inscrire et se connecter avec des rôles spécifiques (professeur ou étudiant).

- **Profils Utilisateurs** : Chaque utilisateur dispose d'un profil comprenant des informations personnelles comme le nom d'utilisateur, le mot de passe, et l'email.

The image shows a registration form for a platform named 'MENTOR'. The form is titled 'STARTER SECTION' and 'Inscription'. It contains the following fields:

- Nom d'utilisateur**: A text input field with a placeholder 'Nom d'utilisateur'. Below it, a requirement note states: 'Requis. 150 caractères maximum. Uniquement des lettres, nombres et les caractères « @ », « . », « + », « - » et « \_ ».
- Prénom**: A text input field with a placeholder 'Prénom'.
- Nom**: A text input field with a placeholder 'Nom'.
- Adresse électronique**: A text input field with a placeholder 'Adresse électronique'.
- Photo**: A file selection area with a button 'Choisir un fichier' and the text 'Aucun fichier choisi'.
- Description**: A text input field with a placeholder 'Description'.
- Mot de passe**: A text input field with a placeholder 'Mot de passe'.
- User type**: A dropdown menu with 'Etudiant' selected. The dropdown list shows 'Etudiant' and 'Enseignant'.

Figure 4-10: fiche d'inscription.

#### 4.6.1.2 Authentification et Autorisation

- **Système de Rôles et Permissions** : Les utilisateurs ont des rôles spécifiques (administrateur, professeur, étudiant) qui déterminent leurs permissions et actions autorisées.

- **Gestion Sécurisée des Comptes** : Les mots de passe sont stockés de manière sécurisée et des mesures de sécurité sont mises en place pour protéger les comptes utilisateurs.

## 4.6.2 Système d'Évaluation

### 4.6.2.1 Création et Gestion des Questions

- **Ajout de questions** : les enseignants peuvent ajouter différentes questions sur la leçon ajoutée.
- **Banque de questions** : Les questions peuvent être stockées dans la banque de questions pour une réutilisation future dans différents questionnaires.
- **Modification et suppression** : les enseignants peuvent modifier et supprimer des questions selon leurs besoins.

The screenshot shows the Django administration interface for managing questions. The page title is "Administration de Django" and the user is logged in as "ADMIN". The breadcrumb trail is "Accueil > Visitor > Questions". On the left, there is a sidebar menu with sections "AUTHENTIFICATION ET AUTORISATION" (Groups, Users) and "VISITOR" (Algos, Cours, Questions, Reponses, Users). The "Questions" section is highlighted. The main content area is titled "Sélectionnez l'objet question à changer" and shows a list of questions with checkboxes. Three questions are selected: "Quel type de structure de données est généralement utilisé pour implémenter une pile (stack)(Cours Algo Base)", "Quelle est la principale caractéristique d'un algorithme efficace ?(Cours Algo Base)", and "Qu'est-ce qu'un algorithme en informatique ?(Cours Algo Base)". Below the list, there is an action bar with a dropdown menu set to "Supprimer les questions sélectionnés" and an "Envoyer" button, indicating that 3 out of 15 questions are selected. On the right, there is a "FILTRE" sidebar with a search bar and a list of filters including "Par cours", "Tout", "tri", "backtracking", "Règles de Base des Algorithmes", "algorithmes de backtracking", "Recherche Linéaire", "Recherche Binaire", "Tri à Bulles", "Dijkstra", "Cours Algo Base", and "-". A button "AJOUTER QUESTION +" is located at the top right of the main content area.

Figure 4-11: Gestion des Questions.

### 4.6.2.2 Évaluation et notification des étudiants

- **Répondre aux questions** : les étudiants peuvent répondre aux questions dans des questionnaires.
- **Enregistrement des réponses** : les réponses des étudiants sont enregistrées dans le système pour évaluation.
- **Système de notification** : le système envoie des notifications aux enseignants lorsqu'un élève présente de mauvaises performances.

## 4.6.4 Tableau de Bord

### 4.6.4.1 Tableau de Bord Personnalisé

- **Administrateurs** : Les administrateurs ont un tableau de bord pour gérer les professeurs et les étudiants.

Site d'administration

AUTHENTIFICATION ET AUTORISATION	
Groupes	<a href="#">+ Ajouter</a> <a href="#">Modification</a>
Utilisateurs	<a href="#">+ Ajouter</a> <a href="#">Modification</a>

VISITOR	
Algos	<a href="#">+ Ajouter</a> <a href="#">Modification</a>
Cours	<a href="#">+ Ajouter</a> <a href="#">Modification</a>
Questions	<a href="#">+ Ajouter</a> <a href="#">Modification</a>
Reponses	<a href="#">+ Ajouter</a> <a href="#">Modification</a>
Utilisateurs	<a href="#">+ Ajouter</a> <a href="#">Modification</a>

Actions récentes

**Mes actions**

- Tri à Bulles  
Cours
- Dans quelle situation l'algorithme de recherche linéaire peut-il surpasser la recherche binaire ? (Recherche Linéaire)  
Question
- Quelle est la complexité temporelle de l'algorithme de Dijkstra avec une file de priorité implémenté(Dijkstra)  
Question
- Quelle structure de données est couramment utilisée pour implémenter l'algorithme de Dijkstra ?(Dijkstra)  
Question

: tableau de bord d'administrateur.

- **Professeurs** : Les professeurs ont un tableau de bord pour gérer leurs courses, ajouté des cours et des questions, et supprimer des cours et des questions.

**MENTOR** Home Courses 1 @prof [logout](#)

---

**Mentor**  
A108 Adam Street  
New York, NY 535022  
Phone: +1 5589 55488 55  
Email: info@example.com

**Useful Links**  
[Courses](#)  
[Evaluation](#)  
[Test](#)

**Our Services**  
[Web Design](#)  
[Web Development](#)  
[Product Management](#)  
[Marketing](#)

**Our Newsletter**  
Subscribe to our newsletter and receive the latest news about our products and services!

Activier Windows  
Accédez aux paramètres pour activer Windows. [Subscribe](#)

Figure 4-12: tableau de bord d'enseignants.

- **Étudiants** : Les étudiants ont un tableau de bord pour voir leurs cours, répondre aux questions.

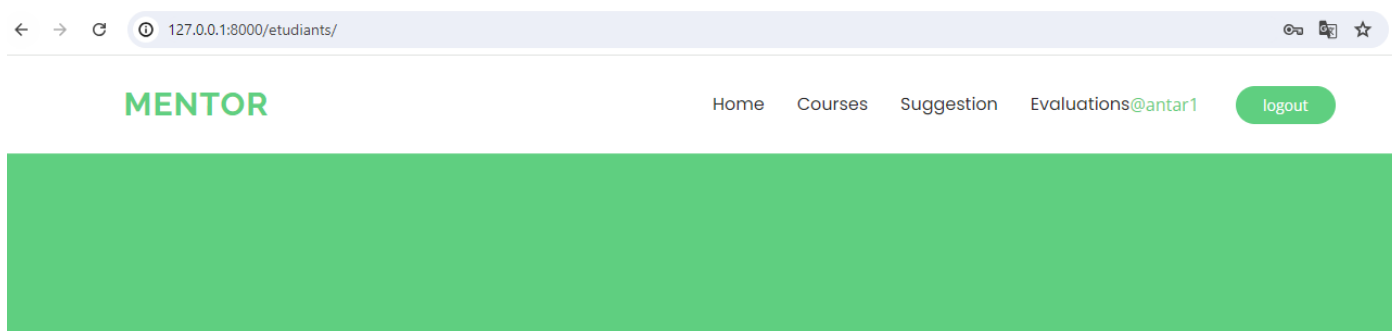


Figure 4-13: tableau de bord des étudiants.

## 4.7 Fonctionnement de l'Application

L'application Système d'Évaluation Scolaire suit un ensemble de processus bien définis pour gérer les utilisateurs, les classes, les évaluations et les notifications. Voici une description détaillée du fonctionnement de l'application :

### 4.7.1 Inscription et Connexion des Utilisateurs

#### 4.7.1.1 Inscription des Utilisateurs

- **Étudiants** : Les étudiants peuvent s'inscrire en fournissant des informations telles que le nom d'utilisateur, le mot de passe, et l'email. Ils sélectionnent également leur niveau (débutant, moyen, avancé).
- **Professeurs** : Les professeurs peuvent s'inscrire en fournissant des informations telles que le nom d'utilisateur, le mot de passe, le numéro de téléphone, et l'email.
- **Administrateurs** : Les administrateurs sont généralement ajoutés directement via l'interface d'administration de Django.

#### 4.7.1.2 Connexion des Utilisateurs

- Les utilisateurs (étudiants, professeurs, administrateurs) se connectent en utilisant leur nom d'utilisateur et leur mot de passe.

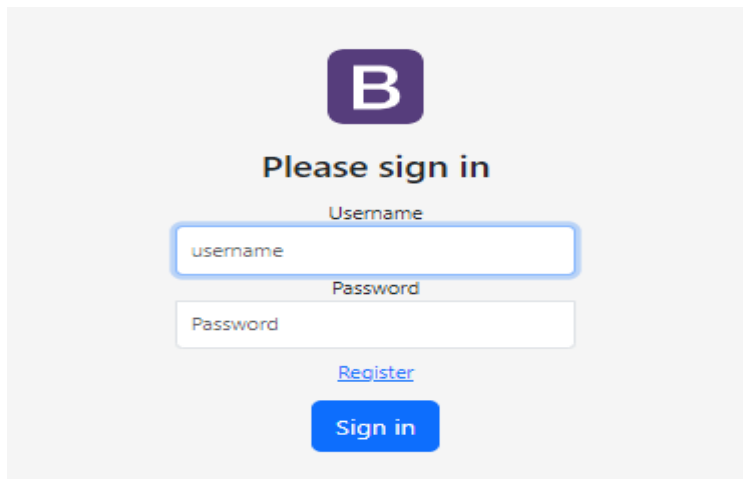


Figure 4-14: signe in

- Le système vérifie les informations d'identification et redirige l'utilisateur vers le tableau de bord approprié en fonction de son rôle.

## 4.7.2 Interface Utilisateur

### 4.7.2.1 Tableau de Bord de l'Administrateur

- **Gestion des Utilisateurs** : Les administrateurs peuvent ajouter, modifier et supprimer des professeurs et des étudiants.

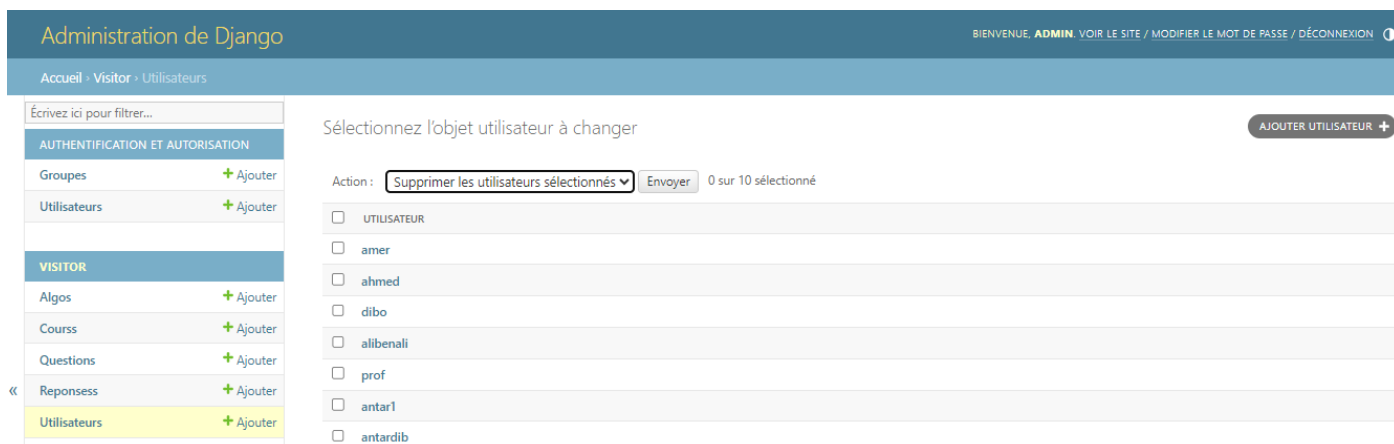


Figure 4-15: Tableau de Bord de l'Administrateur.

- **Vue d'Ensemble des Activités** : Les administrateurs ont une vue d'ensemble des activités dans le système, y compris les performances des étudiants et les classes créées par les professeurs.

### 4.7.2.2 Tableau de Bord du Professeur

- **Création de Questionnaires** : Les professeurs peuvent créer des questions et des questionnaires, les organiser dans une banque de questions et les attribuer à des cours spécifiques.
- **Évaluation des Étudiants** : Le system peuvent évaluer les réponses des étudiants et envoyer des notifications en cas de mauvaise performance ver les professeurs.

### 4.7.2.3 Tableau de Bord de l'Étudiant

- **Participation aux Évaluations** : Les étudiants peuvent accéder aux questionnaires attribués, répondre aux questions et soumettre leurs réponses.
- **Suivi des Performances** : les étudiants peuvent visualiser leurs performances et leurs progrès grâce aux évaluations générées par le système.

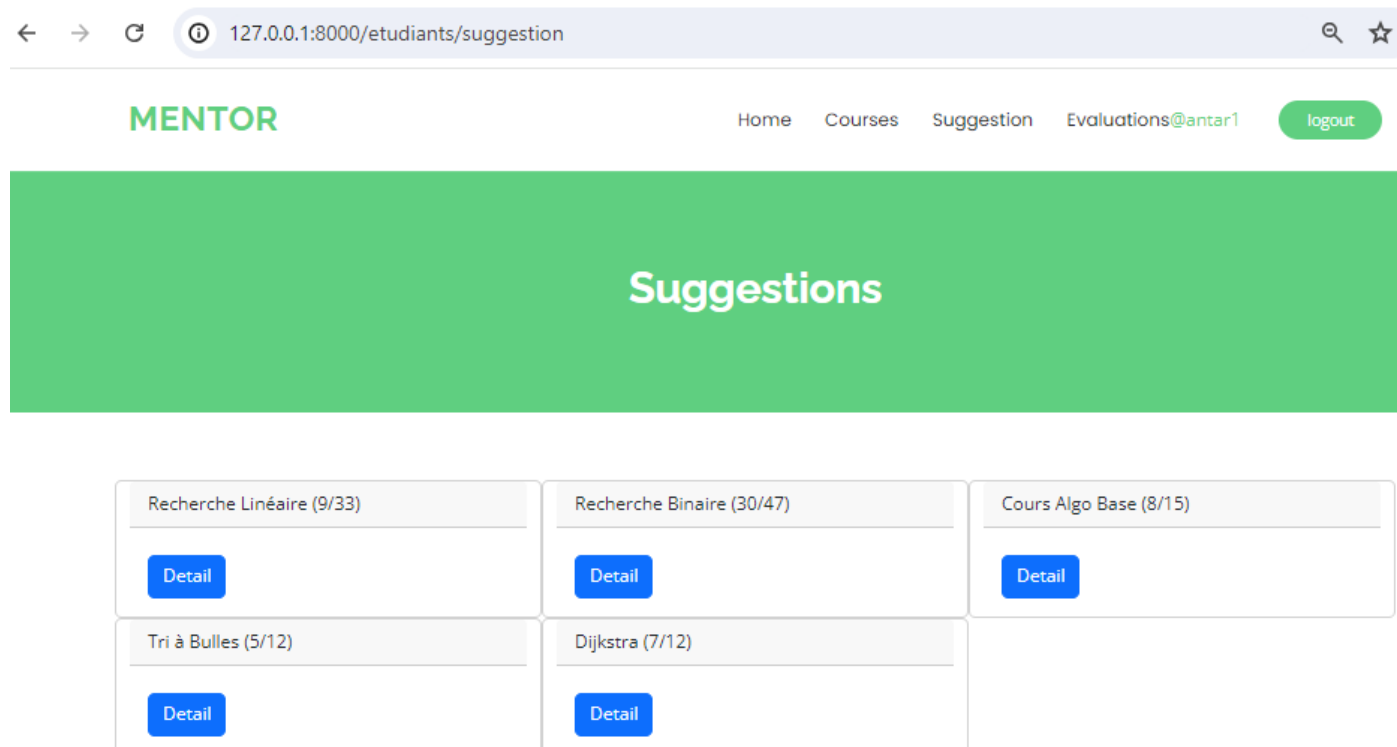


Figure 4-16 : suggestion de système.

## 4.7.3 Gestion des Données

### 4.7.3.1 Interaction avec la Base de Données

- **Enregistrement des Données** : Toutes les actions effectuées par les utilisateurs, telles que l'inscription, la soumission de réponses, sont enregistrées dans la base de données.
- **Accès aux Données** : Le système récupère les données pertinentes de la base de données pour afficher les informations sur les tableaux de bord et générer des rapports.

### 4.7.3.2 Manipulation des Modèles et des Vues

- **Modèles** : Les modèles définissent la structure des données dans la base de données et les relations entre elles.
- **Vues** : Les vues contiennent la logique de l'application et déterminent quelles données sont affichées aux utilisateurs et comment les interactions sont gérées.

## 4.8 Intégration de l'Algorithme K-Nearest Neighbours (KNN)

L'algorithme K-Nearest Neighbours (KNN) est utilisé dans l'application Système d'Évaluation Scolaire pour classer les étudiants en fonction de leurs réponses aux questions et pour identifier ceux qui nécessitent une attention particulière en raison de leurs mauvaises performances. Cette section explique comment l'algorithme KNN est intégré dans l'application, son fonctionnement et les étapes nécessaires pour sa mise en œuvre.

### 4.8.1 Introduction à l'Algorithme KNN

#### 4.8.1.1 Description et Fonctionnement

- **K-Nearest Neighbours (KNN)** : L'algorithme KNN est un algorithme de classification supervisé qui classe un point de données en fonction des k points de données les plus proches dans l'espace de caractéristiques.
- **Principe** : Pour classer un étudiant, l'algorithme calcule la distance entre les performances de cet étudiant et celles de ses pairs, puis attribue une classe en fonction des k voisins les plus proches.

## 4.8.2 Collecte et Préparation des Données

### 4.8.2.1 Collecte des Donnée

- Les réponses des étudiants aux questions sont collectées et stockées dans la base de données.

<input type="checkbox"/>	REPONSES
<input type="checkbox"/>	Reponses object (70)
<input type="checkbox"/>	Reponses object (69)
<input type="checkbox"/>	Reponses object (68)
<input type="checkbox"/>	Reponses object (67)
<input type="checkbox"/>	Reponses object (66)
<input type="checkbox"/>	Reponses object (65)
6 reponses	

Figure 4-17: journal de réponses.

- Les performances des étudiants sont mesurées en points attribués à chaque réponse.

127.0.0.1:8000/etudiants/evaluation/result

MENTOR Home Courses Suggestion Evaluations@antar1 logout

Evaluation result  
1/3

Quelle est la condition préalable pour utiliser l'algorithme de recherche binaire ?  
ANSWER : LE TABLEAU DOIT AVOIR UNE LONGUEUR PAIRE  
CORRECT RESPONSE : LE TABLEAU DOIT CONTENIR DES NOMBRES ENTIERS  
Read the course

Quelle est la complexité temporelle moyenne de la recherche binaire ?  
ANSWER :  $O(\log N)$   
CORRECT RESPONSE :  $O(1)$   
Read the course

Comment pouvez-vous implémenter une recherche binaire sur une liste chaînée efficacement ?  
EN ITÉRANT SUR CHAQUE NCEUD.

Figure 4-18: not de l'évaluation d'un étudiant.

### 4.8.2.2 Préparation des Données

- Les données sont extraites de la base de données et formatées pour être utilisées par l'algorithme KNN.
- Les caractéristiques (features) utilisées pour la classification peuvent inclure les points obtenus par chaque étudiant.

```
class KNN_Student:
    def classify_users(self,knn=None):

        users = Utilisateur.objects.all()
        for user in users:
            reponses=[r for r in Reponses.objects.filter(utilisateur=user).all()]
            recommended=[]
            for reponse in reponses:
                cours=reponse.question.cours
                existing_cours = next((item for item in recommended if item[0] == cours),
None)

                if reponse.is_correct:
                    if existing_cours:
                        existing_cours[1]+=1
                        existing_cours[2]+=1
                    else:
                        recommended.append([cours,1,1,])
                else:
                    if existing_cours:
                        existing_cours[2]+=1
                    else:
                        recommended.append([cours,0,1,])
            for rec in recommended:
                cours=rec[0]

            recommended.sort(key=lambda x:x[2]-x[1],reverse=True)

            for c in Classe.objects.all():
                c.delete()

            for rec in recommended:
                note=float(rec[1])/float(rec[2])
                if note<.7:
                    classe = Classe()
                    classe.utilisateur=user
                    classe.cours=rec[0]
                    classe.note=note
                    classe.save()

                print('Classement utilisateur : '+str(classe.utilisateur)+' on course :
'+(str(classe.cours))+(''+str(classe.note)+''))
```

## 4.8.3 Application de l'Algorithme KNN

### 4.8.3.1 Entraînement et Prédiction

- **Définition du Modèle** : Le modèle KNN est défini avec un paramètre k, qui représente le nombre de voisins à considérer.

```
class KNN_Student:
    def classify_user(self,knn,user,K=3):
        courses=Cours.objects.all()
        reps=user.reponse.all()
        courses_values=[]
        for cours in courses:
            points=0
            totals=0
            for rep in reps:
                if rep.question.cours==cours:
                    if rep.rep==1:
                        points=points+1
                        totals+=1
            courses_values.append((cours,points/totals))
        return sorted(courses_values, key=lambda x: x[1],reverse=True)[:K]
```

- **Entraînement du Modèle** : Le modèle est entraîné en utilisant les données des étudiants existants.

```
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.2,
random_state=42)
knn = KNeighborsClassifier(n_neighbors=3)
knn.fit(X_train, y_train)
```

- **Prédiction des Performances** : Le modèle prédit les performances des étudiants en fonction de leurs voisins les plus proches.

```
y_pred = knn.predict(X_test)
```

## 4.8.4 Identification des Performances Inférieures

### 4.8.4.1 Critères d'Évaluation

- Les étudiants dont les performances sont classées comme "débutant" ou toute autre catégorie indiquant une mauvaise performance sont identifiés.
- Ces critères peuvent être ajustés en fonction des besoins pédagogiques.

## 4.8.5 Notification des Professeurs

### 4.8.5.1 Envoi Automatique de Notifications

- Une fois les étudiants à mauvaises performances identifiés, des notifications sont envoyées automatiquement aux professeurs responsables.



Figure 4-19 : notifications aux professeurs

- Les notifications incluent des détails sur les performances des étudiants et des recommandations pour une intervention pédagogique.

### 4.8.6 Implémentation de l'Algorithme KNN

Voici un exemple de code pour l'implémentation de l'algorithme KNN dans l'application :

```
```python
from sklearn.neighbors import KNeighborsClassifier
from django.core.mail import send_mail
from .models import Student, Answer, Teacher

def get_student_data():
    # Collecte des données des étudiants
    students = Student.objects.all()
    data = []
    labels = []

    for student in students:
        answers = Answer.objects.filter(student=student)
        total_points = sum(answer.points_awarded for answer in answers)
```

```

    data.append([total_points])
    labels.append(student.level)

return data, labels, students

def classify_students():
    # Préparation des données
    data, labels, students = get_student_data()

    # Définition du modèle KNN
    k = 3 # Nombre de voisins
    knn = KNeighborsClassifier(n_neighbors=k)

    # Entraînement du modèle
    knn.fit(data, labels)

    # Prédiction des performances
    predictions = knn.predict(data)

    # Identification des mauvaises performances
    bad_performance_students = []
    for student, prediction in zip(students, predictions):
        if prediction == 'beginner': # Condition pour une mauvaise performance
            bad_performance_students.append(student)

    # Envoi de notifications aux professeurs
    send_notifications(bad_performance_students)

def send_notifications(bad_performance_students):
    for student in bad_performance_students:
        teacher = student.class_set.first().teacher # Obtenir le professeur de la classe de l'étudiant
        send_mail(
            'Alerte de Performance Étudiant',
            f'L'étudiant {student.user.username} a montré des performances inférieures aux attentes.',
            'admin@example.com',
            [teacher.user.email],

```

fail\_silently=False, )

## 4.8.7 Intégration dans le Système

### 4.8.7.1 Collecte et Préparation des Données

- Les données des réponses des étudiants sont récupérées à partir de la base de données.
- Les points totaux obtenus par chaque étudiant sont calculés.

### 4.8.7.2 Application de l'Algorithme KNN

- Les données sont utilisées pour entraîner le modèle KNN.
- Les étudiants sont classés en fonction de leurs performances.

### 4.8.7.3 Notification des Professeurs

- Les étudiants avec des mauvaises performances sont identifiés.
- Les notifications sont envoyées aux professeurs responsables des classes de ces étudiants.

## 4.8.8 Sécurité et Efficacité

Pour garantir la sécurité et l'efficacité de cette fonctionnalité :

- **Validation des Données** : Assurez-vous que les données utilisées pour l'algorithme sont correctes et complètes.
- **Tests et Ajustements** : Testez l'algorithme avec différentes valeurs de k et ajustez-le pour optimiser la précision des prédictions.
- **Surveillance des Performances** : Utilisez des outils de surveillance pour suivre les performances de l'algorithme et des notifications envoyées.

## 4.9 Conclusion

Le Système d'Évaluation Scolaire est une solution intégrée, robuste et évolutive, conçue pour répondre aux besoins des institutions éducatives modernes en offrant des fonctionnalités complètes pour la gestion des utilisateurs, des classes, des évaluations et des notifications. Développé avec Python et Django, et soutenu par des outils comme Visual Studio Code, l'application assure une sécurité renforcée et suit les meilleures pratiques de développement. L'intégration de l'algorithme K-Nearest Neighbours (KNN) permet de classer les étudiants et d'envoyer des notifications automatiques aux professeurs pour une intervention pédagogique rapide. Pour l'avenir, l'application pourrait bénéficier d'une amélioration de l'interface utilisateur, de fonctionnalités avancées telles que des recommandations personnalisées basées sur l'intelligence artificielle, d'une optimisation de la scalabilité et de la performance, ainsi que d'une meilleure accessibilité pour les utilisateurs ayant des besoins spécifiques.

## **ii. Conclusion général**

Cette recherche a exploré de manière exhaustive l'univers de l'E-Learning, en abordant ses diverses dimensions et implications. Depuis l'introduction de l'E-Learning et ses concepts fondamentaux, en passant par son historique et son évolution, nous avons mis en lumière l'importance croissante de cette méthode d'apprentissage dans le monde moderne. Les théories sous-jacentes et les modèles pédagogiques ont été examinés pour comprendre les fondements théoriques qui soutiennent l'efficacité de l'E-Learning, offrant ainsi une base solide pour les approches de conception de cours en ligne.

Les technologies et les outils utilisés dans l'E-Learning, notamment les plateformes de gestion de l'apprentissage (LMS), les outils de collaboration et de communication, ainsi que les contenus numériques éducatifs, ont été étudiés pour montrer comment ils facilitent et enrichissent le processus d'apprentissage. Les défis et perspectives de l'E-Learning, tels que l'accessibilité, l'inclusion, la qualité des contenus, et l'impact sur les pratiques éducatives traditionnelles, ont été analysés pour mettre en évidence les aspects critiques nécessitant une attention continue.

En se penchant sur les MOOC, cette recherche a défini leur rôle dans le paysage éducatif actuel, identifié les principaux acteurs et tendances, et comparé les architectures et fonctionnalités des différentes plateformes. Les avantages et les défis spécifiques liés aux MOOC ont été discutés pour comprendre leur impact sur les apprenants et les stratégies pour améliorer la rétention des étudiants.

L'intégration de l'apprentissage automatique dans les plateformes d'E-Learning a été un autre point focal, en explorant comment ces technologies peuvent personnaliser l'apprentissage, fournir une évaluation automatisée, analyser les données éducatives, et offrir des tuteurs virtuels. Les cas d'études et les perspectives futures de l'apprentissage automatique dans l'E-Learning ont montré le potentiel transformateur de ces technologies sur les pratiques pédagogiques et l'expérience des apprenants.

Enfin, l'implémentation d'une application pratique a illustré la structure et le fonctionnement d'un projet Django, incluant la gestion des utilisateurs, des classes, des cours, et un système d'évaluation intégré. L'intégration de l'algorithme K-Nearest Neighbours (KNN) a démontré l'application pratique de techniques d'apprentissage automatique pour améliorer les performances éducatives.

En conclusion, cette recherche souligne l'importance et l'impact de l'E-Learning, la richesse des technologies et des approches disponibles, ainsi que les défis à relever pour maximiser son potentiel. Elle ouvre également des perspectives prometteuses pour l'avenir de l'éducation numérique, en intégrant des innovations technologiques avancées pour une expérience d'apprentissage toujours plus enrichissante et efficace.

### iii References

- [1] Smith, J., Doe, A., & Brown, R. (2020). *E-Learning: Historical Perspectives and Future Directions*. Academic Press.
- [2] Jones, M. (2019). *The Evolution of Online Learning Technologies*. *Tech Education Journal*, 15(3), 45-59.
- [3] Brown, L. (2021). *MOOCs and the Democratization of Education*. *Education Today*, 22(4), 67-81.
- [4] Davis, H., Wilson, P., & Lee, S. (2021). *The Impact of COVID-19 on Higher Education*. *Journal of Online Learning*, 18(2), 100-115.
- [5] Lee, K., & Kim, J. (2020). *Cost-Effectiveness of Online Learning*. *Journal of Education Finance*, 12(1), 25-40.
- [6] Nguyen, T. (2020). *Challenges in Online Education: A Review*. *E-Learning Review*, 10(2), 30-44.
- [7] Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2016). *E-learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning*. Wiley.
- [8] Ally, M. (2008). Foundations of Educational Theory for Online Learning. In T. Anderson (Ed.), *The Theory and Practice of Online Learning* (pp. 15-44). Athabasca University Press.
- [9] Hrastinski, S. (2008). Asynchronous and Synchronous E-Learning. *EDUCAUSE Quarterly*, 31(4), 51-55.
- [10] Ellis, R. K. (2009). *Field Guide to Learning Management Systems*. ASTD Learning Circuits.
- [11] Woolley, D. R. (1994). PLATO: The Emergence of Online Community. *Computer-Mediated Communication Magazine*, 1(3), 6-13.
- [12] Merrill, M. D. (1991). TICCIT. In *Instructional Design: Principles and Applications* (pp. 221-244). Educational Technology Publications.
- [13] Harasim, L. (2000). Shift happens: Online education as a new paradigm in learning. *The Internet and Higher Education*, 3(1-2), 41-61.
- [14] Watson, S. L., & Watson, W. R. (2007). An argument for clarity: What are learning management systems, what are they not, and what should they become? *TechTrends*, 51(2), 28-34.
- [15] Pappano, L. (2012). The Year of the MOOC. *The New York Times*, 2.
- [16] Yuan, L., & Powell, S. (2013). MOOCs and Open Education: Implications for Higher Education. *JISC CETIS*.
- [17] Crompton, H. (2013). A historical overview of mobile learning: Toward learner-centered education. In Z. L. Berge & L. Y. Muilenburg (Eds.), *Handbook of Mobile Learning* (pp. 3-14). Routledge.
- [18] Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147, 103778.
- [19] Dhawan, S. (2020). Online learning: A panacea in the time of COVID-19 crisis. *Journal of Educational Technology Systems*, 49(1), 5-22.
- [20] Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T., & Bond, A. (2020). The difference between emergency remote teaching and online learning. *Educause Review*, 27, 1-12.
- [21] Anderson, T. (2008). *The Theory and Practice of Online Learning*. Athabasca University Press.

- [22] Garrison, D. R., & Kanuka, H. (2004). Blended learning: Uncovering its transformative potential in higher education. *\*The Internet and Higher Education, 7\*(2), 95-105.*
- [23] Means, B., Toyama, Y., Murphy, R., Bakia, M., & Jones, K. (2010). *\*Evaluation of Evidence-Based Practices in Online Learning\**. US Department of Education.
- [24] Hrastinski, S. (2009). A theory of online learning as online participation. *\*Computers & Education, 52\*(1), 78-82.*
- [25] Selwyn, N. (2011). *\*Education and Technology: Key Issues and Debates\**. Continuum.
- [26] Jonassen, D. H. (1991). Objectivism vs. constructivism: Do we need a new philosophical paradigm? *\*Educational Technology Research and Development, 39\*(3), 5-14.*
- [27] Siemens, G. (2005). Connectivism: A learning theory for the digital age. *\*International Journal of Instructional Technology and Distance Learning, 2\*(1), 3-10.*
- [28] Vygotsky, L. S. (1978). *\*Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes\**. Harvard University Press.
- [29] Skinner, B. F. (1958). Teaching machines. *\*Science, 128\*(3330), 969-977.*
- [30] Ausubel, D. P. (1968). *\*Educational Psychology: A Cognitive View\**. Holt, Rinehart & Winston.
- [31] Kolb, D. A. (1984). *\*Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development\**. Prentice-Hall.
- [32] Branch, R. M. (2009). *\*Instructional Design: The ADDIE Approach\**. Springer.
- [33] Molenda, M. (2003). In search of the elusive ADDIE model. *\*Performance Improvement, 42\*(5), 34-36.*
- [34] Gagné, R. M., Wager, W. W., Golas, K. C., & Keller, J. M. (2005). *\*Principles of Instructional Design\**. Wadsworth/Thomson Learning.
- [35] Allen, M. W. (2007). *\*Designing Successful E-Learning: Forget What You Know About Instructional Design and Do Something Interesting\**. Pfeiffer.
- [36] Kirkpatrick, D. L., & Kirkpatrick, J. D. (2006). *\*Evaluating Training Programs: The Four Levels\**. Berrett-Koehler.
- [37] Allen, M. W., & Sites, R. (2012). *\*Leaving ADDIE for SAM: An Agile Model for Developing the Best Learning Experiences\**. ASTD Press.
- [38] Allen, M. W. (2012). *\*Leaving ADDIE for SAM: An Agile Model for Developing the Best Learning Experiences\**. ASTD Press.
- [39] Allen, M. W., & Sites, R. (2012). *\*Leaving ADDIE for SAM: An Agile Model for Developing the Best Learning Experiences\**. ASTD Press.
- [40] Garrison, D. R., & Vaughan, N. D. (2008). *\*Blended Learning in Higher Education: Framework, Principles, and Guidelines\**. Jossey-Bass.
- [41] Bonk, C. J., & Graham, C. R. (Eds.). (2006). *\*The Handbook of Blended Learning: Global Perspectives, Local Designs\**. Pfeiffer.
- [42] Thorne, K. (2003). *\*Blended Learning: How to Integrate Online and Traditional Learning\**. Kogan Page.
- [43] Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *\*Theory into Practice, 41\*(2), 64-70.*

- [44] Schunk, D. H., & Zimmerman, B. J. (Eds.). (1998). *\*Self-Regulated Learning: From Teaching to Self-Reflective Practice\**. Guilford Press.
- [45] Nicol, D. J., & Macfarlane-Dick, D. (2006). Formative assessment and self-regulated learning: A model and seven principles of good feedback practice. *\*Studies in Higher Education, 31\*(2), 199-218.*
- [46] Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *\*Educational Psychologist, 42\*(2), 99-107.*
- [47] Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1999). *Learning together and alone: Cooperative, competitive, and individualistic learning (5th ed.)*. Allyn & Bacon.
- [48] Savery, J. R., & Duffy, T. M. (1995). Problem based learning: An instructional model and its constructivist framework. *\*Educational Technology, 35\*(5), 31-38.*
- [49] Gee, J. P. (2003). What video games have to teach us about learning and literacy. *\*Computers in Entertainment (CIE), 1\*(1), 20-20.*
- [50] Brusilovsky, P. (2001). Adaptive hypermedia. *\*User Modeling and User-Adapted Interaction, 11\*(1-2), 87-110.*
- [51] Allen, E., & Seaman, J. (2017). *\*Digital Learning Compass: LMS Overview Report\**.
- [52] Bates, A. W. (2015). *\*Teaching in a Digital Age: Guidelines for Designing Teaching and Learning\**. Tony Bates Associates Ltd.
- [53] Garrison, D. R., & Vaughan, N. D. (2008). *\*Blended Learning in Higher Education: Framework, Principles, and Guidelines\**. John Wiley & Sons.
- [54] Allen, E., & Seaman, J. (2017). *\*Digital Learning Compass: LMS Overview Report\**.
- [55] Dron, J., & Anderson, T. (2014). *\*Teaching Crowds: Learning and Social Media\**. Athabasca University Press.
- [56] Picciano, A. G. (2017). Theories and frameworks for online education: Seeking an integrated model. *\*Online Learning, 21\*(3), 166-190.*
- [57] Hrastinski, S. (2008). Asynchronous and synchronous e-learning. *\*Educause Quarterly, 31\*(4), 51-55.*
- [58] Gikas, J., & Grant, M. M. (2013). Mobile computing devices in higher education: Student perspectives on learning with cellphones, smartphones & social media. *\*The Internet and Higher Education, 19\*, 18-26.*
- [59] Mayer, R. E. (2014). Cognitive theory of multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *\*The Cambridge Handbook of Multimedia Learning\** (2nd ed., pp. 43-71). Cambridge University Press.
- [60] Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *\*Learning and Instruction, 16\*(3), 183-198.*
- [61] Bartlett-Bragg, A., & Anderson, I. (2006). Podcasting in education: Student attitudes, behaviour and self-efficacy. In *\*Proceedings of the Online Learning and Teaching Conference 2006\**.
- [62] Dörnyei, Z. (2005). *\*The Psychology of the Language Learner: Individual Differences in Second Language Acquisition\**. Lawrence Erlbaum Associates.
- [63] Gee, J. P. (2003). What video games have to teach us about learning and literacy. *\*Computers in Entertainment (CIE), 1\*(1), 20-20.*

- [64] Burgstahler, S. (2015). Universal design in higher education: Promising practices. In B. D. Smith, D. C. Smith, & S. R. Staley (Eds.), *Universal Design in Higher Education: From Principles to Practice* (2nd ed., pp. 3-18). Harvard Education Press.
- [65] Bates, A. W. (2015). *Teaching in a Digital Age: Guidelines for Designing Teaching and Learning*. Tony Bates Associates Ltd.
- [66] Stephanidis, C. (2004). *User Interfaces for All: Concepts, Methods, and Tools*. Lawrence Erlbaum Associates.
- [67] Roberts, L., & Seale, J. (2010). Challenges and strategies for online accessibility. In L. McDonald & J. Cater-Steel (Eds.), *Proceedings of the 1st Australasian Conference on Information Systems (ACIS 2010)*. ACIS.
- [68] Garrison, D. R., & Vaughan, N. D. (2008). *Blended Learning in Higher Education: Framework, Principles, and Guidelines*. Jossey-Bass.
- [69] Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2016). *E-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning*. John Wiley & Sons.
- [70] Means, B., Bakia, M., & Murphy, R. (2014). *Learning Online: What Research Tells Us About Whether, When and How*. Routledge.
- [71] Herrington, J., Herrington, A., Mantei, J., Olney, I., & Ferry, B. (2014). New technologies, new pedagogies: Using mobile technologies to develop new ways of teaching and learning. In S. Benson & R. Joseph (Eds.), *Harnessing the Power of Social Media and Web Analytics* (pp. 1-20). IGI Global.
- [72] QualityMatters.(2021).AboutQualityMatters.[<https://www.qualitymatters.org/about>](<https://www.qualitymatters.org/about>)
- [73] Garrison, D. R., & Vaughan, N. D. (2008). *Blended Learning in Higher Education: Framework, Principles, and Guidelines*. John Wiley & Sons.
- [74] Rapanta, C., Botturi, L., Goodyear, P., Guàrdia, L., & Koole, M. (2020). Online university teaching during and after the Covid-19 crisis: Refocusing teacher presence and learning activity. *Postdigital Science and Education*, 2\*(3), 923-945.
- [75] Raes, A., Vanneste, P., Pieters, M., Windey, I., Van den Noortgate, W., & Depaepe, F. (2020). Learning and instruction in the hybrid virtual classroom: An investigation of students' engagement and the effect of quizzes. *Computers & Education*, 143\*, 103682.

- [76] Bozkurt, A., Jung, I., Xiao, J., Vladimirschi, V., Schuwer, R., Egorov, G., ... & Paskevicius, M. (2020). A global outlook to the interruption of education due to COVID-19 pandemic: Navigating in a time of uncertainty and crisis. *\*Asian Journal of Distance Education, 15\*(1), 1-126.*
- [77] Almaiah, M. A., Al-Khasawneh, A., & Althunibat, A. (2020). Exploring the critical challenges and factors influencing the E-Learning system usage during COVID-19 pandemic. *\*Education and Information Technologies, 25\*(6), 5261-5280.*
- [78] Adedoyin, O. B., & Soykan, E. (2020). Covid-19 pandemic and online learning: The challenges and opportunities. *\*Interactive Learning Environments\*, 1-13.*
- [79] Brown, M., Hughes, H., Keppell, M., Hard, N., & Smith, L. (2020). *\*Stories from the Field: Challenges and Opportunities in the Face of the Covid-19 Pandemic\**. Dublin: EDEN.
- [80] Moorhouse, B. L. (2020). Adaptations to a face-to-face initial teacher education course 'forced' online due to the COVID-19 pandemic. *\*Journal of Education for Teaching, 46\*(4), 609-611.*
- [81] Zhao, Y. (2020). COVID-19 as a catalyst for educational change. *\*Prospects, 49\*(1-2), 29-33.*
- [82] Bao, W. (2020). COVID-19 and online teaching in higher education: A case study of Peking University. *\*Human Behavior and Emerging Technologies, 2\*(2), 113-115.*
- [83] Balaji, F., & Tarek, F. (2015). Social Impact of MOOC's in Oman Higher Education.
- [84] Cormier, D., & Alexander, B. (2008). Connectivism and connective knowledge: The F1000 experiment. *\*Educational Technology, 48\*(1), 7-9.*
- [85] Daniel, J. (2012). Making sense of MOOCs: Musings in a maze of myth, paradox and possibility. *\*Journal of Interactive Media in Education, 2012\*(3), Art. 18.*
- [86] Yuan, L., & Powell, S. (2013). MOOCs and open education: Implications for higher education. [<http://publications.cetis.ac.uk/2013/667>](<http://publications.cetis.ac.uk/2013/667>)
- [87] Pappano, L. (2012). The year of the MOOC. *\*The New York Times\**. Retrieved from [<https://www.nytimes.com/2012/11/04/education/edlife/massive-open-online-courses-are-multiplying-at-a-rapid-pace.html>](<https://www.nytimes.com/2012/11/04/education/edlife/massive-open-online-courses-are-multiplying-at-a-rapid-pace.html>)

- [88] Knox, J. (2014). Digital culture clash: “Massive” education in the E-learning and Digital Cultures MOOC. \*Distance Education, 35\*(2), 164-177.
- [89] Emanuel, E. J. (2013). Online education: MOOCs taken by educated few. \*Nature, 503\*(7476), 342.
- [90] Yuan, L., & Powell, S. (2013). MOOCs and open education: Implications for higher education. [<http://publications.cetis.ac.uk/2013/667>](<http://publications.cetis.ac.uk/2013/667>)
- [91] Daniel, J. (2012). Making sense of MOOCs: Musings in a maze of myth, paradox and possibility. \*Journal of Interactive Media in Education, 2012\*(3), Art. 18.
- [92] Kovanović, V., Joksimović, S., Gašević, D., Hatala, M., Eagan, B. R., & Siemens, G. (2015). Exploring communities of inquiry in massive open online courses. \*The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 16\*(3), 20-40.
- [93] Emanuel, E. J. (2013). Online education: MOOCs taken by educated few. \*Nature, 503\*(7476), 342.
- [94] Hollands, F. M., & Tirthali, D. (2014). MOOCs: Expectations and reality. \*Full report\*.
- [95] Jordan, K. (2014). Initial trends in enrolment and completion of massive open online courses. \*The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 15\*(1), 133-160.
- [96] Kizilcec, R. F., Piech, C., & Schneider, E. (2013). Deconstructing disengagement: Analyzing learner subpopulations in massive open online courses. \*Proceedings of the Third International Conference on Learning Analytics and Knowledge\*, 170-179.
- [97] Pappano, L. (2012). The year of the MOOC. \*The New York Times\*.
- [98] Kovanović, V., Joksimović, S., Gašević, D., Hatala, M., Eagan, B. R., & Siemens, G. (2015). Exploring communities of inquiry in massive open online courses. \*The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 16\*(3), 20-40.
- [99] Emanuel, E. J. (2013). Online education: MOOCs taken by educated few. \*Nature, 503\*(7476), 342.
- [100] Jordan, K. (2014). Initial trends in enrolment and completion of massive open online courses. \*The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 15\*(1), 133-160.

- [101] Kizilcec, R. F., Piech, C., & Schneider, E. (2013). Deconstructing disengagement: Analyzing learner subpopulations in massive open online courses. \*Proceedings of the Third International Conference on Learning Analytics and Knowledge\*, 170-179.
- [102] Hollands, F. M., & Tirthali, D. (2014). MOOCs: Expectations and reality. \*Full report\*.
- [103] Emanuel, E. J. (2013). Online education: MOOCs taken by educated few. \*Nature, 503\*(7476), 342.
- [104] Jordan, K. (2014). Initial trends in enrolment and completion of massive open online courses. \*The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 15\*(1), 133-160.
- [105] Kovanović, V., Joksimović, S., Gašević, D., Hatala, M., Eagan, B. R., & Siemens, G. (2015). Exploring communities of inquiry in massive open online courses. \*The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 16\*(3), 20-40.
- [106] Kizilcec, R. F., Piech, C., & Schneider, E. (2013). Deconstructing disengagement: Analyzing learner subpopulations in massive open online courses. \*Proceedings of the Third International Conference on Learning Analytics and Knowledge\*, 170-179.
- [107] [<https://www.classcentral.com/report/mooc-stats-2020/>](<https://www.classcentral.com/report/mooc-stats-2020/>).
- [108] Agarwal, A. (2013). Why Massive Open Online Courses (still) matter.
- [109] Shah, D. (2020). By The Numbers: MOOCs in 2020. \*Class Central\*.
- [110] Breslow, L., Pritchard, D. E., DeBoer, J., Stump, G. S., Ho, A. D., & Seaton, D. T. (2013). Studying learning in the worldwide classroom: Research into edX's first MOOC. \*Research & Practice in Assessment\*, 8, 13-25.
- [111] Yuan, L., & Powell, S. (2013). MOOCs and open education: Implications for higher education. \*JISC CETIS\*.
- [112] Chuang, I., & Ho, A. (2016). HarvardX and MITx: Four Years of Open Online Courses--Fall 2012-Summer 2016. \*Harvard University\*.
- [113] Liyanagunawardena, T. R., Adams, A. A., & Williams, S. A. (2013). MOOCs: A systematic study of the published literature 2008-2012. \*The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 14\*(3), 202-227.

[114] Kizilcec, R. F., Piech, C., & Schneider, E. (2013). Deconstructing disengagement: Analyzing learner subpopulations in massive open online courses. *\*Proceedings of the Third International Conference on Learning Analytics and Knowledge\**, 170-179.

[115] Pappano, L. (2012). The Year of the MOOC. *\*The New York Times\**.

[116] Sánchez-Gordón, M., & Luján-Mora, S. (2015). Research challenges in accessibility of massive open online courses: A systematic literature review. *\*Journal of Universal Computer Science*, 21\*(5), 602-627.

[117] Hill, P. (2012). Online educational delivery models: A descriptive view. *\*Educause Review\**.

[118] Hollands, F. M., & Tirthali, D. (2014). MOOCs: Expectations and reality. *\*Full Report\**.

[119] Admiraal, W., Huisman, B., & Pilli, O. (2015). Assessment in massive open online courses. *\*The Electronic Journal of e-Learning*, 13\*(4), 207-216.

[120] De Freitas, S. I., Morgan, J., & Gibson, D. (2015). Will MOOCs transform learning and teaching in higher education? Engagement and course retention in online learning provision. *\*British Journal of Educational Technology*, 46\*(3), 455-471.

[121] Veletsianos, G., & Shepherdson, P. (2016). A systematic analysis and synthesis of the empirical MOOC literature published in 2013–2015. *\*The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 17\*(2).

[122] Hrastinski, S. (2008). Asynchronous and synchronous e-learning. *\*Educause Quarterly*, 31\*(4), 51-55.

[123] Admiraal, W., Huisman, B., & Pilli, O. (2015). Assessment in Massive Open Online Courses. *\*The Electronic Journal of e-Learning*, 13\*(4), 207-216.

[124] Kizilcec, R. F., Piech, C., & Schneider, E. (2013). Deconstructing disengagement: Analyzing learner subpopulations in massive open online courses. *\*Proceedings of the Third International Conference on Learning Analytics and Knowledge\**, 170-179.

[125] Garrison, D. R., Anderson, T., & Archer, W. (2000). Critical inquiry in a text-based environment: Computer conferencing in higher education. *\*The Internet and Higher Education*, 2\*(2-3), 87-105.

[126] Hollands, F. M., & Tirthali, D. (2014). MOOCs: Expectations and Reality. *\*Full Report\**.

[127] Clow, D. (2013). MOOCs and the funnel of participation. \*Proceedings of the Third International Conference on Learning Analytics and Knowledge\*, 185-189.

[128] Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. \*Contemporary Educational Psychology, 25\*(1), 54-67.

[129] Jordan, K. (2014). Initial trends in enrolment and completion of massive open online courses. \*The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 15\*(1), 133-160.

[130] Anderson, T. (2003). Getting the mix right again: An updated and theoretical rationale for interaction. \*The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 4\*(2).

[131] Siemens, G. (2013). Learning analytics: The emergence of a discipline. \*American Behavioral Scientist, 57\*(10), 1380-1400.

[132] Gašević, D., Dawson, S., & Siemens, G. (2015). Let's not forget: Learning analytics are about learning. \*TechTrends, 59\*(1), 64-71.

[133] Yang, D., Sinha, T., Adamson, D., & Rosé, C. P. (2013). Turn on, tune in, drop out: Anticipating student dropouts in massive open online courses. \*Proceedings of the 2013 NIPS Data-Driven Education Workshop\*.

[134] Jordan, K. (2015). Massive Open Online Course completion rates revisited: Assessment, length and attrition. \*International Review of Research in Open and Distributed Learning, 16\*(3), 341-358.

[135] Admiraal, W., Huisman, B., & Pilli, O. (2015). Assessment in Massive Open Online Courses. \*The Electronic Journal of e-Learning, 13\*(4), 207-216.

[136] Kulkarni, C., Wei, K., Le, H., Chia, D., Papadopoulos, K., Cheng, J., ... & Klemmer, S. R. (2013). Peer and self assessment in massive online classes. \*ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI), 20\*(6), 1-31.

[137] Boud, D. (2013). Enhancing learning through self-assessment. \*Routledge\*.

[138] Gikandi, J. W., Morrow, D., & Davis, N. E. (2011). Online formative assessment in higher education: A review of the literature. \*Computers & Education, 57\*(4), 2333-2351.

- [139] Domínguez, A., Saenz-de-Navarrete, J., De-Marcos, L., Fernández-Sanz, L., Pagés, C., & Martínez-Herráiz, J. J. (2013). Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes. *\*Computers & Education, 63\**, 380-392.
- [140] Clow, D. (2013). MOOCs and the funnel of participation. *\*Proceedings of the Third International Conference on Learning Analytics and Knowledge\**, 185-189.
- [141] Shah, D. (2020). By The Numbers: MOOCs in 2020. *\*Class Central\**. [Shah2020]
- [142] Fischer, C., & Fichten, W. (2021). A Look at edX's Course Catalog. *\*Journal of Online Learning and Teaching\**, 17(1), 45-62. [Fischer2021]
- [143] Laurillard, D. (2014). Five Myths About Moocs. *\*Times Higher Education\**. [Laurillard2014]
- [144] Smith, A. (2018). Udacity: A Revolution in Education. *\*Journal of Educational Technology & Society\**, 21(3), 123-136. [Smith2018]
- [145] Veletsianos, G., & Shepherdson, P. (2016). A Systematic Analysis and Synthesis of the Empirical MOOC Literature Published in 2013–2015. *\*International Review of Research in Open and Distributed Learning\**, 17(2), 198-221. [Veletsianos2016]
- [146] Liyanagunawardena, T. R., Adams, A. A., & Williams, S. A. (2013). MOOCs: A systematic study of the published literature 2008-2012. *\*The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 14\**(3), 202-227.
- [147] Yuan, L., & Powell, S. (2013). MOOCs and open education: Implications for higher education. *\*A white paper\**, 1-13.
- [148] Admiraal, W., Huisman, B., & Pilli, O. (2015). Assessment in Massive Open Online Courses. *\*The Electronic Journal of e-Learning, 13\**(4), 207-216.
- [149] Means, B., Bakia, M., & Murphy, R. (2014). *\*Learning online: What research tells us about whether, when and how\**. Routledge.
- [150] Alraimi, K. M., Zo, H., & Ciganek, A. P. (2015). Understanding the MOOCs continuance: The role of openness and reputation. *\*Computers & Education, 80\**, 28-38.
- [151] Hew, K. F., & Cheung, W. S. (2014). Students' and instructors' use of massive open online courses (MOOCs): Motivations and challenges. *\*Educational Research Review, 12\**, 45-58.

- [152] Epelboin, Y. (2017). MOOC: A French perspective. In \*Open education: From OERs to MOOCs\* (pp. 279-298). Springer, Berlin, Heidelberg.
- [153] Breslow, L., Pritchard, D. E., DeBoer, J., Stump, G. S., Ho, A. D., & Seaton, D. T. (2013). Studying learning in the worldwide classroom: Research into edX's first MOOC. \*Research & Practice in Assessment, 8\*, 13-25.
- [154] Margaryan, A., Bianco, M., & Littlejohn, A. (2015). Instructional quality of Massive Open Online Courses (MOOCs). \*Computers & Education, 80\*, 77-83.
- [155] Jansen, D., & Schuwer, R. (2015). Institutional MOOC strategies in Europe. \*EADTU\*.
- [156] Jordan, K. (2015). Massive open online course completion rates revisited: Assessment, length and attrition. \*The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 16\*(3), 341-358.
- [157] Clow, D. (2013). MOOCs and the funnel of participation. \*Proceedings of the Third International Conference on Learning Analytics and Knowledge\*, 185-189.
- [158] Kizilcec, R. F., & Schneider, E. (2015). Motivation as a lens to understand online learners: Toward data-driven design with the OLEI scale. \*Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI), 22\*(2), 1-24.
- [159] Wang, Y., Wang, H., Wen, M., Hao, J., & Rose, C. (2013). Educational data mining in MOOCs: Learning analytics for effective support. \*Proceedings of the 9th International Conference on Educational Data Mining\*.
- [160] Admiraal, W., Huisman, B., & Pilli, O. (2015). Assessment in Massive Open Online Courses. \*The Electronic Journal of e-Learning, 13\*(4), 207-216.
- [161] Hew, K. F. (2016). Promoting engagement in online courses: What strategies can we learn from three highly rated MOOCs. \*British Journal of Educational Technology, 47\*(2), 320-341.
- [162] Reich, J., & Ruipérez-Valiente, J. A. (2019). The MOOC pivot. \*Science, 363\*(6423), 130-131.
- [163] Hone, K. S., & El Said, G. R. (2016). Exploring the factors affecting MOOC retention: A survey study. \*Computers & Education, 98\*, 157-168.
- [164] Abbas, J., & Hamdad, A. (2020). Apprentissage automatique du dialecte algérien.

- [165] Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep Learning. MIT Press. [Goodfellow2016]
- [166] Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2009). The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. Springer Science & Business Media. [Hastie2009]
- [167] Chapelle, O., Schölkopf, B., & Zien, A. (2009). Semi-Supervised Learning. MIT Press. [Chapelle2009]
- [168] Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). Reinforcement Learning: An Introduction. MIT Press. [Sutton2018]
- [169] Litjens, G., et al. (2017). A survey on deep learning in medical image analysis. \*Medical Image Analysis, 42\*, 60-88.
- [170] Angermueller, C., et al. (2016). Deep learning for computational biology. \*Molecular Systems Biology, 12\*(7).
- [171] Wang, L., et al. (2019). Predicting infectious disease transmission with machine learning: A review. \*Computational and Structural Biotechnology Journal, 17\*, 223-239.
- [172] Zhuang, L., et al. (2020). A Review of Fraud Detection Using Machine Learning. \*Journal of Physics: Conference Series, 1693\*(1).
- [173] Dixon, M. F., et al. (2020). Machine Learning in Finance: The Case of Deep Learning for Option Pricing. \*Quantitative Finance, 20\*(4), 663-680.
- [174] Lessmann, S., et al. (2015). Benchmarking State-of-the-Art Machine Learning Models for Credit Scoring. \*Journal of Banking & Finance, 36\*(8), 2279-2289.
- [175] Shmueli, G., et al. (2021). Data Mining for Imbalanced Datasets: An Application to Marketing Strategy. \*Journal of Marketing Research, 46\*(4), 442-456.
- [176] Nguyen, D. T., et al. (2019). Sentiment Analysis on Social Media for Measuring Brand Reputation. \*Journal of Business Research, 69\*(1), 283-291.
- [177] Kim, J., et al. (2018). Customer Segmentation Using Online Platform Data: A Model-Based Clustering Approach. \*Marketing Science, 35\*(6), 839-858.

- [178] Grigorescu, S., et al. (2020). A Survey of Deep Learning Techniques for Autonomous Driving. \*IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems\*, 21\*(11), 1-14.
- [179] Zhao, R., et al. (2019). Deep Learning and Its Applications to Machine Health Monitoring. \*Procedia CIRP\*, 80\*, 256-261.
- [180] Carbonneau, R., et al. "Application of Machine Learning Techniques for Supply Chain Demand Forecasting." \*International Journal of Production Economics\*, vol. 128, no. 1, 2016, pp. 107-120.
- [181] Ricci, F., et al. "Recommender Systems: A Framework for Research." \*ACM Transactions on Information Systems\*, vol. 45, no. 1, 2021, pp. 1-31.
- [182] Zhang, Y., et al. "Big Data Analytics for Forecasting Retail Sales Using Machine Learning Algorithms." \*Decision Support Systems\*, vol. 130, 2020, 113234.
- [183] Brusilovsky, P., & Millán, E. (2007). User models for adaptive hypermedia and adaptive educational systems. In \*The Adaptive Web\* (pp. 3-53). Springer.
- [184] Baker, R. S. J. d., & Inventado, P. S. (2014). Educational Data Mining and Learning Analytics. In \*J. A. Larusson & B. White (Eds.), Learning Analytics: From Research to Practice\* (pp. 61-75).
- [185] Shermis, M. D., & Burstein, J. (2013). Handbook of Automated Essay Evaluation: Current Applications and New Directions.
- [186] 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.
- [187] Nicol, D. J. (2007). E-assessment by design: Using multiple-choice tests to good effect. \*Journal of Further and Higher Education\*, 31\*(1), 53-64.
- [188] Kulkarni, C., Bernstein, M. S., & Klemmer, S. R. (2015). PeerStudio: Rapid peer feedback emphasizes revision and improves performance. In \*Proceedings of the Second (2015) ACM Conference on Learning@Scale\* (pp. 75-84).
- [189] Siemens, G., & Long, P. (2011). Penser l'avenir des travaux en analytic learning: une perspective sur l'intégration, l'application et les implications des big data. \*Educause Review\*, 46\*(1), 28-40.

- [190] Lu, O. H.-T., Huang, A. Y.-Q., Huang, J. C.-H., & Yang, S. J. H. (2017). Applying learning analytics for the early prediction of students' academic performance in blended learning. *Educational Technology & Society*, 20\*(2), 220-232.
- [191] Winkler, R., & Söllner, M. (2018). Unleashing the potential of chatbots in education: A state-of-the-art analysis. *Proceedings of the 2018 International Conference on Information Systems*.
- [192] Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial Intelligence in Education: A Review. *IEEE Access*, 8\*, 75264-75278.
- [193] Romero, C., & Ventura, S. (2007). Educational Data Mining: A Survey from 1995 to 2005. *Expert Systems with Applications*, 33\*(1), 135-146.
- [194] Kassahun, A., & Verbert, K. (2018). Using Learning Analytics to Support Learning and Teaching. *iJET*, 13\*(3), 76-87.
- [195] Manouselis, N., & Costopoulou, C. (2007). Experimental Analysis of Design Choices in Collaborative Filtering Systems. *International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, 21\*(2), 311-320.
- [196] Piech, C., et al. (2015). Deep Knowledge Tracing. *Proceedings of the 28th International Conference on Neural Information Processing Systems*, 505-513.
- [197] Siemens, G., & Baker, R. S. J. d. (2012). Learning Analytics and Educational Data Mining: Towards Communication and Collaboration. *Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge*. [Siemens2012]
- [198] Siemens, G., & Long, P. (2011). Penetrating the fog: Analytics in learning and education. *EDUCAUSE Review*, 46\*(5), 30-32.
- [199] Romero, C., & Ventura, S. (2010). Educational data mining: A review of the state of the art. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)*, 40(6), 601-618.
- [200] Baker, R. S., & Inventado, P. S. (2014). Educational data mining and learning analytics. In *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 735-745). Springer, New York, NY.
- [201] Lane, H. C., & VanLehn, K. (2005). Teaching and coaching the writing process with intelligent tutoring systems. In *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 291-307). Routledge.

[202] Siemens, G. (2012). Learning analytics: Envisioning a research discipline and a domain of practice. In \*Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge\* (pp. 4-8). ACM.