

République algérienne démocratique et populaire.

Ministère de l'enseignement supérieur de la recherche scientifique.

Université 8 Mai 1945 -Guelma-

Faculté des Mathématiques, d'informatique et des sciences de la Matière

Département d'Informatique



## Mémoire de Fin d'étude Master

**Filière :** Informatique

**Option :** Science et technologie de l'information et de la communication.

### Thème

---

**Un système d'assistance intelligent à base des techniques  
d'apprentissage automatique.**

---

**Présenté par :** Bensedira Fedjria.

**Membres du jury :**

- **Président** Dr. BENDJEBAR SAFIA
- **Encadrant :** Dr. Séridi Ali
- **Examineur :** Dr. MEHENNAOUI ZOHRA

**Juin 2024**

# **Remerciements**

*Je remercie Allah de m'avoir permis d'arriver ici et d'atteindre l'un de mes objectifs de vie. Avant tout, je voudrais exprimer ma gratitude envers Allah pour m'avoir donné la force, les connaissances, les capacités et l'opportunité de mener cette étude de recherche, de persévérer et de la terminer de manière satisfaisante.*

*Je souhaite exprimer ma profonde gratitude à Mr. Seridi Ali, mon encadrant, pour son accompagnement et sa direction rigoureuse de ce travail. Sa disponibilité, ses conseils avisés et la confiance qu'il m'a témoignée ont été essentiels à la réussite de ce projet.*

*Je souhaite exprimer ma profonde gratitude aux membres du jury madame BENDJEBAR SAFIA pour l'honneur qu'ils m'ont fait en acceptant la responsabilité d'examiner ce travail madame MEHENNAOUI ZOHRA et de participer au jury de soutenance.*

*Je remercie infiniment notre chef de département, le Dr Zineddine Kouahla, pour m'avoir fait bénéficier de son immense expérience et pour m'avoir encouragé à progresser dans mon travail.*

*Je remercie tous les professeurs du département d'informatique de l'université du 8 mai 1945 de Guelma. J'ai eu la chance de bénéficier de l'enseignement de professeurs respectés.*

# **Dédicace**

*À la personne la plus chère pour moi, à ma force et mon bonheur, celle que j'ai trouvée dans mes moments de faiblesse, celle qui m'a supporté dans tous mes états, celle qui a été patiente avec moi et à mes côtés, celle qui a cru en moi et m'a fait confiance, celle qui m'a donné tout dans cette vie, à ma mère, la personne la plus importante de ma vie et grâce à qui je suis ici, je prie Dieu de la protéger et de la préserver pour moi.*

*À celui qui a sacrifié son bonheur pour me rendre heureux, et son confort pour me soulager, celui qui se fatigue pour réaliser mes rêves, qui est fier de mes moindres succès, que je trouve toujours à mes côtés, celui qui me fait sentir en sécurité, à mon père, mon héros et mon modèle, à celui à qui je demande une étoile et qui me rapporte la lune, je prie pour qu'il soit protégé de tout mal.*

*À celui qui apporte joie et bonheur à mon cœur, à mon compagnon de route, à mon frère, ou plutôt à mon fils que j'ai élevé de mes propres mains, Chouaib 'Chouchou', je prie Dieu de le protéger et de le guider dans sa vie.*

*À mes sœurs avec qui je passe ma vie et qui partagent les moindres détails de ma vie, dont la présence me rend heureuse, et je suis chanceuse de les avoir comme sœurs, Ahlem, Rayane et Hibat, que Dieu les protège et les garde.*

*À mon amie d'enfance, celle qui a partagé avec moi les moments les plus importants de ma vie, heureux et tristes, celle qui est à mes côtés dans mes moments de faiblesse, qui est triste quand je suis triste et heureuse quand je suis heureux, à mon amie de cœur, Manel, je prie Dieu de protéger cette amitié.*

*À celle qui a allégé pour moi la solitude et la pression des études, à celle qui a partagé avec moi les cinq années les plus importantes de ma vie, à celle qui a partagé les bancs de l'université avec moi, à celle qui est la raison pour laquelle je suis arrivé ici aujourd'hui, à celle qui m'a encouragé chaque jour pour que j'arrive ici, à mon amie de cœur, Amani, je prie Dieu qu'elle reste mon soutien toute ma vie.*

*À ma chère amie Lina, qui a été à mes côtés depuis notre enfance, partageant avec moi tous les moments de ma vie, qu'ils soient remplis de bonheur ou imprégnés de tristesse. Tu as toujours été mon pilier et mon soutien dans mes moments de faiblesse, partageant ma joie et ma peine. Je ne peux exprimer à quel point je te suis reconnaissante pour ta présence constante dans ma vie. Je prie Dieu de te protéger et de préserver notre précieuse amitié. Tu n'es pas seulement une amie, mais tu es le trésor de mon cœur et de mon âme, ma compagne de route, et une sœur que ma mère n'a pas enfantée. Ta présence ajoute du sens et de la beauté à ma vie, et je souhaite que nous restions toujours ensemble à travers toutes les étapes de notre vie.*

*À mes amies de cœur, et les plus chères amies : Randa, Aya, Chaima, Nahla.*

*À tous les membres de ma famille.*

## **Résumé**

A travers notre projet, nous avons exploré comment l'intelligence artificielle (IA) peut améliorer les plateformes d'apprentissage en ligne en les rendant plus souples et accessibles. Notre objectif est de concevoir un agent d'assistance intelligent qui exploite l'apprentissage par renforcement afin d'assister les étudiants en leur offrant des parcours adaptés. L'algorithme utilisé est le Q-Learning, où nous avons pu définir les différentes situations et états possibles où pourrait se trouver un apprenant et proposer la meilleure action à prendre afin de garantir une progression rapide, efficace.. dans le processus d'apprentissage.

### **Mots clés :**

l'apprentissage par renforcement ,plateforme E-learning, Intelligence Artificielle, Système de tutorat intelligent , Assistant intelligent, Apprentissage automatique, Q-learning.

## **Abstract**

Through our project, we explore how artificial intelligence (AI) can improve e-learning platforms by making them more flexible and accessible. Our objective is to design an intelligent assistance agent that exploits reinforcement learning to assist students by offering them tailor-made courses. The algorithm used is Q-Learning, where we have been able to define the different situations and possible states a learner could find himself in, and propose the best action to take to ensure easy and effective progression through the learning process.

## **Keywords:**

E-learning platform, Artificial Intelligence, Intelligent tutoring system, Intelligent assistant, Machine learning, Q-learning.

## ملخص

من خلال مشروعنا، نستكشف كيف يمكن للذكاء الاصطناعي (AI) تحسين منصات التعلم الإلكتروني من خلال جعلها أكثر مرونة وسهولة في الوصول إليها. ويتمثل هدفنا في تصميم مساعد ذكي يستغل التعلم المعزز لمساعدة الطلاب من خلال تقديم مسارات مصممة خصيصاً لهم. الخوارزمية المستخدمة هي خوارزمية Q-Learning، حيث تمكنا من تحديد المواقف المختلفة والحالات المحتملة التي قد يجد المتعلم نفسه فيها، واقتراح أفضل إجراء يمكن اتخاذه لضمان التقدم السهل والفعال خلال عملية التعلم.

## الكلمات المفتاحية :

منصة التعلم الإلكتروني، الذكاء الاصطناعي، نظام التوجيه الذكي، المساعد الذكي، التعلم الآلي، التعلم الآلي، التعلم الكمي.

# Table des matières

Introduction générale.....	1
Chapitre 01 :.....	3
Plateforme e-learning assistée par l'IA.....	3
1. Introduction.....	4
2. E-learning.....	4
2.1 Définitions.....	4
2.2 l'avantage des plateforme E-learning dans l'apprentissage.....	5
3. L'intégration de l'IA au e-learning.....	6
3.1. Définition de l'IA.....	6
3.2. Historique de l'Évolution du e-learning avec l'IA.....	7
3.3. Les avantages de L'intégration de l'IA au e-learning.....	7
4. Exemple de plateforme assisté par l'IA.....	8
5. Machine Learning.....	9
5.1 Les techniques de Machine Learning.....	9
6. Travaux connexes.....	10
7. Conclusion.....	14
1. Introduction.....	16
2. L'Apprentissage par Renforcement.....	16
2.1 Historique de l'Apprentissage par Renforcement.....	16
2.2 Définitions.....	16
2.3 Types d'Apprentissage par Renforcement.....	17
4 .Les travaux sur l'application du RL dans le domaine éducatif.....	19
5. Conclusion.....	23

1. introduction.....	25
2. L'objectif.....	25
3. Le schéma global.....	28
4. Pourquoi le Q-Learning.....	28
5. Étapes de mise en œuvre du Q-Learning.....	29
L'algorithme du Q-learning.....	30
5.1 Initialisation.....	31
5.2 Définition des États et Actions.....	31
5.3 Création de la Matrice R (Récompenses).....	32
5.3.1 Explication Simplifiée de la Matrice R des Récompenses (Figure 3.2).....	33
5.3.1.1 Structure de la Matrice R.....	33
5.3.1.2 Exemple de Modification d'une Valeur.....	34
5.3.1.3 Impact sur le Système.....	34
5.4 Mise à Jour de la Matrice Q.....	35
5.5 La phase d'entraînement du Q-Learning Répétition.....	35
6. Exemple d'Application.....	36
7. L'automate Générale.....	36
Les États (Nœuds) :.....	37
8. Tableau Comparatif des Résultats.....	38
9. Exemple de comportement de l'agent intelligent.....	39
10. Schéma fonctionnelle de l'agent intelligent.....	40
11. conclusion.....	41
1. Introduction.....	43
2. Environnements logiciels de développement.....	43
3. Description des outils utilisés.....	43

3.1 HTML / CSS [SW1] Langage.....	43
3.2 JavaScript [SW2].....	44
3.3 Langage PHP [SW3].....	44
3.4 Python [SW4].....	44
3.5 MySQL [SW5].....	44
3.6 XAMPP [SW6].....	44
4. Présentation des tables.....	45
5. Présentation du système.....	46
5.1 Inscription au système.....	46
5.2 L'interface de L'admin.....	48
5.2.1 Exemples de la matrice R.....	49
5.2.2 Exemples de la matrice Q.....	50
5.3 L'interface de L'apprenant.....	51
5.3.1. L'interface des préférences.....	52
5.3.2. L'interface de exercices.....	54
5.3.3. L'interface de test et recommandation du STI.....	55
5.3.4. L'interface de résultat de test.....	56
5.3.5. Exemples de l'apprenant échoue.....	58
6. Conclusion.....	60
Conclusion générale.....	61
Bibliographie.....	61
WEBOGRAPHIE.....	66

## Liste des figures :

Figure 1 : le schéma global.....	28
Figure 2 : L'algorithme du Q-learning.....	30
Figure 3 : l'automate générale.....	36
Figure 4 : Interface de gestion de BDD XAMPP.....	45
Figure 5 : Interface d'inscription d'apprenant.....	47
Figure 6 : Interface d'inscription d'enseignants.....	48
Figure 7 : L'interface de l'admin.....	49
Figure 8 : Interface de la matrice R remplie.....	50
Figure 9 : Interface de la matrice Q remplie.....	51
Figure 10 : L'interface de l'apprenant.7:.....	52
Figure 11 : L'interface de choisir le type de concept.....	53
. Figure 12 : L'interface du concept en mode textuel.....	54
Figure 13: L'interface des exercices.....	55
Figure 14: L'interface de faire le test.....	56
Figure 15 : Interface pour montrer un bon résultat de test.....	57
Figure 16 : Interface pour afficher le résultat Moyenne d'un test.....	57
Figure 17 : Interface à la suite d'un échec pour l'apprenant.....	58
Figure 18 : Interface de vidéo supplémentaire.....	58
Figure 19 : Interface de lien supplémentaire.....	59
Figure 20 : Interface de résultat de test pour faire la mise à niveau.....	59

## Liste des tableaux :

Tableau 1 : ttableau récapitulatif des travaux connexes.....	13
Tableau 2:tableau récapitulatif des travaux connexe.....	22
Tableau 3 : la matrice R générale des récompenses.....	33
Tableau 4 : Tableau Comparatif.....	38

## **Introduction générale**

Depuis leur apparition, les plateformes e-learning n'ont cessées de se développer, rendant le processus d'apprentissage plus efficace et accessible. Un des progrès les plus remarquables dans ce domaine est l'intégration de l'intelligence artificielle (IA), qui a apporté de nombreux avantages. Les systèmes d'assistance intelligents, par exemple, utilisent l'IA pour offrir une assistance personnalisée aux apprenants en identifiant leurs points forts et leurs faiblesses, et en ajustant le contenu en fonction de leurs besoins spécifiques.

Dans le cadre de notre projet, nous avons développé un agent assistant intelligent basé sur l'apprentissage automatique, en utilisant plus précisément l'apprentissage par renforcement, pour assister les apprenants et les soutenir durant le parcours des concepts pédagogique afin d'éviter la désorientation et l'isolement social. Ce système est conçu pour suivre le comportement des apprenants et leur proposer des actions ciblées appropriées à leur niveau et leur situation pour garantir le plus possible leur réussite.

Ce mémoire est composé, en plus de l'introduction générale, de quatre chapitres, structurés de la façon suivante :

### **Chapitre 1 : Plateforme e-learning assistée par l'IA.**

Ce chapitre examine l'influence de l'intelligence artificielle (IA) sur les plateformes de e-learning. Il commence par souligner les avantages de ces plateformes enrichies par l'IA, notamment l'augmentation de l'engagement des apprenants et l'amélioration de leurs performances grâce à des expériences d'apprentissage personnalisées. Après avoir défini le e-learning et retracé son évolution, le chapitre discute des divers bénéfices qu'apporte l'IA dans ce domaine. Les aspects techniques de l'IA appliquée au e-learning sont abordés, avec des définitions et un historique de l'IA dans l'éducation. Enfin, différentes techniques de machine learning utilisées sont présentés. Le chapitre est conclut en présentant des recherches récentes sur les ITS et en soulignant les avantages globaux de l'IA pour l'apprentissage en ligne.

## **Chapitre 2 : Apprentissage par Renforcement**

Ce chapitre explore l'apprentissage par renforcement (RL), une méthode d'intelligence artificielle où un agent apprend à prendre de meilleures décisions en interagissant avec son environnement. Nous suivons l'évolution de cette méthode, depuis ses premières idées jusqu'aux avancées récentes comme le Q-Learning et le SARSA. Nous passons en revue des techniques importantes comme le Q-learning, les réseaux de neurones profonds (DQN), ainsi que des méthodes modernes telles que le Proximal Policy Optimisation (PPO) et le Soft Actor-Critique (SAC). Ensuite, nous examinons l'utilisation du RL dans l'éducation, montrant comment ces méthodes peuvent améliorer les plateformes d'apprentissage en ligne. Des recherches récentes indiquent que l'application du RL peut vraiment améliorer les résultats d'apprentissage en ajustant les stratégies d'enseignement pour répondre aux défis spécifiques de chaque apprenant.

## **Chapitre 3 : Conception du système**

Ce chapitre explore comment utiliser le Q-Learning pour améliorer les plateformes de e-learning et rendre l'apprentissage en ligne plus personnalisé et engageant. En identifiant les défis tels que l'isolement social et la désorientation des apprenants, nous proposons un assistant intelligent pour guider les étudiants de manière personnalisée, réduisant ainsi la charge des enseignants. Nous détaillons les étapes de mise en œuvre du Q-Learning, en expliquant la création et la mise à jour de la matrice Q, ainsi que la définition des états, actions, et récompenses.

## **• Chapitre 4 : Implémentation du système**

Dans ce chapitre, nous avons décrit en détail comment notre agent assistant intelligent a été développé. Nous avons utilisé plusieurs outils et langages qui ont été présenté. Nous avons ensuite détaillé les fonctionnalités clés de notre système, incluant les différentes captures d'écran pour illustrer ces fonctionnalités.

Nous avons terminé avec une conclusion générale où nous avons discuté des avantages de notre système et proposé des pistes d'amélioration pour l'avenir.

## **Chapitre 01 :**

# **Plateforme e-learning assistée par l'IA.**

## 1. Introduction

Les méthodes d'enseignement traditionnelles connaissent une transformation rapide grâce à l'intégration de l'intelligence artificielle (IA) dans l'éducation en ligne, ou e-learning. Désormais, les plateformes éducatives exploitent des technologies avancées telles que le Machine Learning et les systèmes tutoriels intelligents (ITS) pour offrir des expériences d'apprentissage sur mesure. Ces technologies adaptent les cours aux besoins spécifiques de chaque apprenant, fournissent des retours immédiats, créent des exercices personnalisés et suivent efficacement les progrès des étudiants. Cette personnalisation et adaptabilité augmentent significativement l'engagement, la satisfaction et les performances des apprenants. Dans ce chapitre, nous allons examiner les différents aspects de l'apprentissage en ligne et comment l'intelligence artificielle (IA) est utilisée pour rendre ces expériences plus efficaces et adaptées à chaque apprenant. Nous aborderons les définitions clés, l'évolution de l'e-learning avec l'IA, ainsi que les avantages et des exemples de plateformes éducatives qui utilisent l'IA.

## 2. E-learning

L'apprentissage en ligne est centré sur le développement de compétences par l'apprenant et structuré par les interactions avec le tuteur et les pairs [Bel Bachir, 2016]. Il couvre un large éventail d'applications et de processus, tels que l'apprentissage sur le Web, l'apprentissage sur l'ordinateur, les salles de classe virtuelles et la collaboration numérique [Kumar Baška et al., 2018].

### 2.1 Définitions

Parmi les différentes définitions du e-learning, plusieurs perspectives peuvent être distinguées :

**Définition :** « Le terme e-learning englobe bien plus que l'apprentissage en ligne, l'apprentissage virtuel, l'apprentissage distribué, l'apprentissage en réseau ou sur le Web. Comme la lettre "e" dans e-learning signifie "électronique", il inclut toutes les activités éducatives menées par des individus ou des groupes travaillant en ligne ou hors ligne via

des ordinateurs en réseau ou autonomes et d'autres appareils électroniques. » [Veerasley,2010].

L'apprentissage en ligne repose sur la technologie : il nécessite du matériel, des logiciels et une infrastructure réseau. Aujourd'hui, la plupart des environnements d'apprentissage en ligne sont basés sur le Web, accessibles via des navigateurs Web (utilisant HTTP) sur un réseau TCP/IP tel qu'Internet ou un intranet (par exemple, un réseau de campus universitaire) [Piotrowski, 2010].

## **2.2 l'avantage des plateforme E-learning dans l'apprentissage**

La mise en place de l'apprentissage en ligne dans le domaine de l'éducation, notamment pour les établissements d'enseignement supérieur, offre de nombreux bénéfices, compte tenu de ses multiples bénéfices. L'enseignement en ligne est perçu comme l'une des méthodes les plus efficaces. Méthodes pédagogiques. Différentes recherches et écrivains ont présenté les avantages et les avantages découlant de l'utilisation des technologies d'apprentissage en ligne dans les établissements scolaires. [Arkorful et al., 2015] :

- Il a la capacité de créer des liens entre les apprenants en utilisant des forums de discussion. Cela permet d'éliminer les obstacles qui pourraient entraver la participation, tels que la peur de parler à des personnes. Autres étudiants. Les étudiants sont incités par l'apprentissage en ligne à interagir avec autrui, à échanger et à respecter les différentes perspectives. L'utilisation de l'apprentissage en ligne simplifie la communication et renforce également les liens qui favorisent l'acquisition de connaissances. L'utilisation de l'apprentissage en ligne permet une interactivité supplémentaire entre les étudiants et les enseignants lors de la diffusion du contenu

- L'apprentissage en ligne offre une autonomie de rythme. La méthode asynchrone, par exemple, offre à chaque élève la possibilité d'étudier à son propre rythme et à sa propre vitesse, qu'ils soient lents ou rapides. Ainsi, il accroît la satisfaction et réduit le stress.

- Il est souple lorsqu'il s'agit de prendre en compte les questions de temps et de lieu. Tous les étudiants ont la possibilité de sélectionner le lieu et l'heure qui leur

conviennent. Grâce à l'adoption de l'apprentissage en ligne, les établissements et leurs étudiants peuvent profiter d'une opportunité d'apprentissage en ligne. Le temps et le lieu de livraison ou de réception des informations d'apprentissage sont très flexibles pour les apprenants.

- L'enseignement en ligne tient toujours compte des particularités individuelles des étudiants. Certains étudiants, par exemple, ont une préférence pour se focaliser sur certaines parties du cours, tandis que d'autres sont disposés à revoir l'ensemble du cours.

- La variété des outils disponibles, comme les clips vidéo, les fichiers PDF, les podcasts, ainsi que les différentes formes d'apprentissage, qu'elles soient auditives, visuelles, audiovisuelles ou écrites, facilite l'apprentissage pour l'étudiant.

- L'utilisation de l'apprentissage en ligne permet d'améliorer l'efficacité des connaissances et des compétences en permettant un accès facile à une multitude d'informations.

- L'enseignement en ligne est avantageux car les étudiants ou les apprenants n'ont pas à se déplacer. Il est aussi avantageux car il propose des possibilités d'apprentissage pour un nombre maximal d'apprenants sans nécessiter de nombreux édifices.

### **3. L'intégration de l'IA au e-learning**

L'intégration de l'intelligence artificielle (IA) dans le domaine de l'apprentissage en ligne implique l'utilisation de technologies et d'algorithmes d'IA afin d'optimiser les méthodes d'enseignement et d'apprentissage digital. Il est possible d'utiliser l'intelligence artificielle pour adapter les parcours d'apprentissage, offrir des contenus adaptés aux besoins spécifiques des apprenants, automatiser certaines tâches d'enseignement et d'évaluation, ainsi que pour créer des environnements d'apprentissage interactifs et captivants [Jain et al., 2021]. Cela n'a pas paru brusquement, mais il a pris de longues années avant que les fruits de cette intégration ne soit palpable.

### **3.1. Définition de l'IA**

L'intelligence artificielle (IA) consiste à créer des programmes informatiques qui imitent les capacités cognitives humaines telles que l'apprentissage, la prise de décision et la résolution de problèmes. En tirant parti de technologies telles que l'apprentissage automatique et le traitement du langage naturel, l'IA permet aux machines d'effectuer des tâches complexes et de s'adapter à de nouveaux défis sans intervention humaine directe. Son objectif principal est de développer des systèmes intelligents capables de comprendre, d'interagir et de s'adapter de manière autonome à leur environnement. L'intelligence artificielle est largement utilisée dans des secteurs tels que la santé, la finance, la robotique et l'éducation pour améliorer l'efficacité et la productivité des systèmes et des processus [Iglesias et al., 2009] .

### **3.2. Historique de l'Évolution du e-learning avec l'IA**

L'intégration de l'intelligence artificielle dans l'éducation a commencé dans les années 1960 avec les premiers systèmes d'apprentissage assistés par ordinateur. En 1982, le concept de "systèmes tutoriels intelligents" (ITS) a été introduit, offrant une nouvelle manière d'envisager l'enseignement assisté par la technologie. La première conférence sur les ITS en 1988 a marqué un tournant dans ce domaine, rassemblant des chercheurs et consolidant les avancées technologiques. Les premiers ITS comprenaient trois composants principaux : un modèle de l'étudiant, un modèle du tuteur et un modèle du domaine, auxquels s'est ajoutée plus tard une interface utilisateur pour faciliter l'interaction. Au fil du temps, ces systèmes ont évolué pour intégrer des techniques avancées d'IA comme l'apprentissage par renforcement, les réseaux de neurones artificiels et le clustering. Ces technologies modernes permettent de personnaliser l'enseignement, de fournir des retours en temps réel et de s'ajuster dynamiquement aux besoins des apprenants, améliorant ainsi leurs performances académiques [AlShaikh & Hewahi, 2021].

### **3.3. Les avantages de L'intégration de l'IA au e-learning**

L'incorporation de l'intelligence artificielle (IA) dans les plateformes d'apprentissage en ligne offre de nombreux bénéfices importants, tels que [Jain et al., 2021]:

- Pour personnaliser l'apprentissage en ligne, l'IA offre la possibilité de personnaliser les parcours en fonction des besoins et des préférences de chaque apprenant. Les apprenants profitent d'une expérience d'apprentissage personnalisée grâce à l'analyse des données et à l'adaptation des contenus, ce qui favorise une meilleure compréhension et une meilleure rétention des connaissances.

- En incorporant des fonctionnalités d'intelligence artificielle afin de rendre les plateformes e-learning plus interactives et divertissantes, les apprenants sont davantage engagés dans leur formation. Des éléments comme des chat bots, des jeux éducatifs ou des conseils personnalisés peuvent encourager la motivation des apprenants et maintenir leur intérêt tout au long de leur apprentissage.

- L'IA offre la possibilité de suivre et d'évaluer de manière efficace les progrès des apprenants, de repérer les lacunes et les points forts, et de proposer des activités de renforcement appropriées. En outre, elle offre la possibilité de faciliter l'évaluation des compétences et des performances des apprenants de manière objective et sur mesure, ce qui permet aux enseignants de mieux orienter leurs interventions pédagogiques.

- En analysant les données d'utilisation des plateformes e-learning à l'aide d'algorithmes d'IA, les enseignants peuvent repérer les contenus les plus performants, les méthodes d'enseignement les plus appropriées et les besoins des apprenants. Cela favorise l'amélioration des moyens pédagogiques et offre des formations de grande qualité et pertinentes.

#### **4. Exemple d' environnement d'apprentissage assisté par l'IA**

La plateforme assistée par l'IA est illustrée par l'exemple le plus pertinent, l'Intelligent Tutoring System (ITS). Un ITS est une plateforme pédagogique qui met en œuvre des méthodes d'intelligence artificielle afin de fournir un soutien sur mesure et des conseils aux étudiants, simulant ainsi un tutorat personnalisé [AlShaikh & Hewahi, 2021] :

**1. Intelligent tutoring System (ITS) :** Les modèles d'apprentissage automatique utilisés par un ITS, comme l'Apprentissage par Renforcement, les Réseaux de Neurones Artificiels, les Réseaux Bayésiens et la Logique Floue, permettent d'ajuster les leçons en

fonction des besoins individuels des apprenants, de fournir des commentaires instantanés et de créer des exercices sur mesure.

**2. Personnalisation de l'Enseignement :** En utilisant l'intelligence artificielle, un ITS a la capacité d'analyser les réponses des apprenants, repérer les lacunes de compréhension et adapter le contenu pédagogique en conséquence afin de maximiser l'apprentissage.

**3. Feedback Immédiat :** Grâce à l'intelligence artificielle, un ITS peut donner un retour immédiat aux apprenants, les aidant ainsi à rectifier leurs erreurs et à améliorer leur apprentissage de manière plus efficace.

**4. Adaptation Dynamique :** Grâce à l'utilisation de techniques d'intelligence artificielle, un ITS peut s'ajuster en temps réel aux besoins évolutifs des apprenants, ce qui permet d'offrir une expérience d'apprentissage plus individualisée et performante.

## **5. Machine Learning**

Le Machine Learning, également connu sous le nom d'apprentissage automatique, fait référence à l'emploi de méthodes informatiques qui permettent aux systèmes d'acquérir des connaissances à partir de données et de progresser progressivement sans avoir besoin de programmer explicitement chaque tâche. Cela nécessite l'emploi d'algorithmes afin d'analyser les données, détecter des schémas importants et prendre des décisions pour améliorer les performances du système en utilisant l'expérience acquise [Aslam et al., 2021] .

### **5.1 Les techniques de Machine Learning**

Le Machine Learning utilise différentes méthodes pour permettre aux ordinateurs d'apprendre à partir de données. Voici quelques explications simples sur ces techniques [Aslam et al., 2021] :

**1. Apprentissage supervisé :** C'est comme apprendre avec des exemples déjà résolus. On entraîne un modèle avec des données étiquetées, c'est-à-dire des données pour lesquelles on connaît déjà la réponse. Le modèle apprend à prédire les résultats en se basant sur ces exemples.

**2. Apprentissage non supervisé :** Ici, on utilise des données sans étiquettes, donc sans réponses connues à l'avance. Le modèle essaie de trouver des motifs ou des groupes dans les données par lui-même.

**3. Apprentissage par renforcement :** Cette technique fait apprendre un agent logiciel en lui faisant interagir avec son environnement. Il reçoit des récompenses ou des pénalités en fonction de ses actions, ce qui lui permet d'apprendre à maximiser les récompenses au fil du temps.

**4. Réseaux de Neurones Artificiels (ANN) :** Ces modèles sont inspirés par le fonctionnement du cerveau humain. Ils imitent les neurones biologiques pour comprendre et modéliser des relations complexes dans les données.

**5. Deep Learning :** Une forme avancée de Machine Learning qui utilise des réseaux de neurones profonds. C'est très efficace pour analyser de grandes quantités de données non structurées, comme des images, des textes ou des sons.

## **6. Travaux connexes**

Nous resumons dans ce qui suit Quelques recherches sur les systèmes intelligents utilisant des techniques d'apprentissage automatique qui son ta paru dans [AlShaikh & Hewahi, 2021] :

Techniques d'IA	Réf. N°	Système	Description	Résultats
Réseaux Bayésiens	[Santhi et al., 2013]	-	Examiner l'utilisation des réseaux bayésiens dans l'ITS et comment ils peuvent être utilisés pour une prise de décision efficace	Aide les apprenants à progresser dans le processus d'apprentissage
	[Alday, 2018]	-	Développer un modèle d'ITS utilisant des réseaux bayésiens pour apprendre les langages de programmation	-
Réseaux de Neurones Artificiels (ANN)	[Abu-Naser, 2012]	LP-ITS	Déterminer le degré de réussite académique des apprenants	La précision de la prévision de la réussite des apprenants est extrêmement bonne
	[Bernard et al., 2015]	LSID-ANN	Identifier les styles d'apprentissage des étudiants	Améliorer la performance des étudiants et raccourcir le temps d'apprentissage
	[Venkatesh et al., 2010]	ITDS	Un cadre incorporant un modèle étudiant basé sur la connaissance avec des	Réduit les temps de développement et l'expertise technique

			perspectives pédagogiques	nécessaire des employés participant au développement d'un système de tutorat intelligent autorégulé
Clustering	[Zakrzewska, 2008]	-	Recueillir les erreurs des utilisateurs et les analyser pour identifier les incompréhensions courantes	Un prototype d'ITS pour l'enseignement de l'arithmétique de base à plusieurs colonnes aux enfants de 5 à 10 ans
	[Šarić-Grgić et al., 2020]	-	Les étudiants ont été regroupés en fonction de leurs habitudes d'apprentissage en ligne	Un système de tutorat intelligent ou un tuteur humain peut fournir un soutien plus adaptable
Apprentissage par renforcement (RL)	[Chi et al., 2011]	-	Utiliser le RL pour créer deux ensembles de politiques éducatives basées sur des preuves d'activité humaine préexistantes	Aider les élèves à apprendre même si les tuteurs utilisent des techniques pédagogiques inefficaces
	[Malpani et al., 2011]	-	Techniques de RL pour former implicitement l'ITS avec	Une amélioration plus marquée de

			un modèle d'étudiant adaptatif qui estime le schéma d'apprentissage de l'étudiant	l'apprentissage est observée
	[Rafferty et al., 2016]	POMDPs	Trouver des actions pédagogiques optimales	Peut accélérer l'apprentissage par rapport à la performance de base
	[Matsuda et Shimmei, 2019]	RAFINE	Reconnaître le contenu pédagogique inapproprié sur les cours en ligne actuels	Fournir des recommandations basées sur des preuves aux développeurs de cours en ligne pour améliorer le contenu

Tableau 1 : ttableau récapitulatif des travaux connexes.

## **7. Conclusion**

Nous pouvons constater que l'utilisation de l'intelligence artificielle dans les plateformes de e-learning offre de nombreux avantages pour l'enseignement et l'apprentissage. Elle permet de personnaliser les parcours éducatifs, de donner un feedback instantané, et de s'ajuster en temps réel aux besoins des étudiants. Des outils d'IA comme les systèmes tutoriels intelligents et les techniques de machine Learning rendent l'apprentissage plus interactif et engageant, tout en améliorant les méthodes pédagogiques. En résumé, l'IA transforme l'éducation en ligne, la rendant plus accessible, efficace et adaptée à chacun.

Dans le chapitre prochain, nous allons mettre l'accent sur la technique de renforcement learning que nous avons choisi dans le cadre de notre projet.

# **Chapitre 02 :**

## **Apprentissage par renforcement**

### **1. Introduction**

L'apprentissage par renforcement (RL) est une branche de l'intelligence artificielle qui permet à un agent d'apprendre à prendre des décisions optimales en

interagissant avec un environnement dynamique. Dans le domaine des plateformes éducatives, l'application du RL offre des possibilités prometteuses pour personnaliser l'expérience d'apprentissage des étudiants. Les systèmes éducatifs adaptatifs et intelligents (AIES) exploitent les modèles de RL pour déterminer les stratégies pédagogiques les plus efficaces sans nécessiter de règles prédéfinies, imitant ainsi le comportement des tuteurs humains.

## **2. L'Apprentissage par Renforcement**

### **2.1 Historique de l'Apprentissage par Renforcement**

L'origine de l'apprentissage par renforcement remonte à la psychologie du comportement et à la théorie de l'apprentissage. Au début du 20ème siècle, Edward Thorndike a introduit la "loi de l'effet", stipulant que les actions suivies de conséquences satisfaisantes sont plus susceptibles d'être répétées. Les travaux d'Ivan Pavlov sur le conditionnement classique ont également été déterminants.

Dans les années 1950, Richard Bellman a posé les bases mathématiques du RL moderne avec la programmation dynamique et le principe d'optimalité de Bellman. Dans les années 1980 et 1990, les recherches de Sutton et Barto ont formalisé le RL, aboutissant à des algorithmes tels que le Q-learning et le SARSA, qui sont devenus essentiels pour diverses applications du RL [Sutton & Barto, 1998] ,[Rummery & Niranjan, 1994].

### **2.2 Définitions**

Il existe plusieurs définitions de L'apprentissage par renforcement parmi les différentes définitions disponibles :

**Définition 1** : L'apprentissage par renforcement est une branche de l'intelligence artificielle qui se focalise sur la manière dont des agents tels que des robots ou des programmes informatiques prennent des décisions au fil du

temps. Ces agents apprennent à sélectionner les meilleures actions en évaluant les conséquences de leurs actions passées, en recevant des récompenses positives ou des pénalités. En utilisant ces expériences, les agents ajustent progressivement

leurs choix afin de maximiser leurs récompenses à long terme [Sutton & Barto, 1998].

**Définition 2 :** L'apprentissage par renforcement implique un agent qui apprend à optimiser une fonction de récompense en interagissant avec un environnement dynamique. Les principaux composants du RL incluent :

- **Agent :** L'entité qui apprend et prend des décisions.
- **Environnement :** L'ensemble des conditions et des objets avec lesquels l'agent interagit.
- **État :** La représentation actuelle de l'environnement perçue par l'agent.
- **Action :** Les décisions prises par l'agent en réponse à l'état.
- **Récompense :** Le retour reçu après chaque action, indiquant le succès ou l'échec relatif.

### 2.3 Types d'Apprentissage par Renforcement

Il existe deux principales approches en matière d'apprentissage par renforcement [Sutton & Barto, 1998] :

1. **Apprentissage par renforcement basé sur des modèles :** Dans cette approche, l'agent apprend à comprendre comment son environnement fonctionne en créant un modèle interne. Ce modèle lui permet de prévoir ce qui pourrait se passer à l'avenir en fonction de ses actions, ainsi que d'évaluer les résultats potentiels de différentes décisions.

2. **Apprentissage par renforcement sans modèle :** Ici, l'agent apprend directement par l'expérience. Plutôt que de créer un modèle détaillé de l'environnement, il ajuste sa manière de prendre des décisions en fonction des résultats immédiats de ses actions précédentes.

### 3. Algorithmes d'Apprentissage par Renforcement

Les algorithmes de RL cherchent à apprendre des politiques optimales pour la prise de décision. Parmi les plus utilisés, on trouve :

●**Q-learning** : Cet algorithme sans modèle apprend une fonction de valeur pour chaque action possible dans chaque état, mise à jour selon la formule [Watkins & Dayan, 1992] :

$$Q(s,a)=(1-\alpha)Q(s,a)+\alpha[r+\gamma a'\max Q(s',a')]$$

où

- ❖  $\alpha$  est le taux d'apprentissage,
- ❖  $r$  la récompense immédiate,
- ❖  $\gamma$  le facteur de discount,
- ❖  $s'$  l'état suivant ,
- ❖  $a'$  la prochaine action.

●**SARSA** : Un autre algorithme sans modèle qui met à jour la fonction de valeur en utilisant l'action effectivement choisie [Rummery & Niranjan, 1994], [Sutton & Barto, 1998] :

$$Q(s,a)=(1-\alpha)Q(s,a)+\alpha[r+\gamma Q(s',a')]$$

Contrairement au Q-learning, SARSA prend en compte la séquence spécifique des actions prises, ce qui peut conduire à des comportements plus conservateurs.

●**Deep Q-Network (DQN)** : Une extension de Q-learning utilisant des réseaux de neurones profonds pour approximer la fonction de valeur, gérant ainsi des espaces d'état et d'action de grande dimension. [Mnih et al., 2015]

●**Proximal Policy Optimization (PPO)** : Un algorithme basé sur la politique qui optimise une stratégie tout en assurant des mises à jour stables et efficaces. [Schulman et al., 2017]

●**Soft Actor-Critic (SAC)** : Un algorithme basé sur l'entropie qui favorise des politiques plus robustes et exploratives. [Haarnoja et al., 2018].

## **4 .Les travaux sur l’application du RL dans le domaine éducatif**

Dans la littérature, nous pouvons trouver plusieurs tentatives pour utiliser le RL dans le domaine éducatif, nous pouvons citer quelques-uns :

L'étude de Soledad Lopez-Alvarez et al [Lopez-Alvarez et al., 2011], explore l'utilisation de l'apprentissage par renforcement (RL) pour améliorer les systèmes éducatifs en ligne. Ils ont utilisé un algorithme appelé Q-learning pour enseigner la conception de bases de données. Ce système intelligent s'adapte au fur et à mesure que les étudiants progressent. Il évalue continuellement leurs performances et ajuste le contenu et les exercices pour répondre à leurs besoins spécifiques, offrant ainsi un parcours d'apprentissage personnalisé. Pour évaluer l'efficacité de ce système, une expérimentation a été menée avec des étudiants universitaires. Les résultats ont montré que ce système basé sur l'apprentissage par renforcement permettait aux étudiants d'apprendre plus rapidement et d'obtenir de meilleurs résultats que les méthodes traditionnelles. Cette étude démontre que l'apprentissage par renforcement peut rendre l'apprentissage en ligne plus adaptatif et efficace.

L'étude de Narvekar et ses collègues [Narvekar et al., 2020] explore comment utiliser l'apprentissage par renforcement (RL) pour améliorer les systèmes d'apprentissage en ligne, notamment par l'introduction de l'apprentissage par curriculum (CL). Leur recherche introduit un modèle structuré pour organiser séquentiellement les tâches d'apprentissage, permettant ainsi aux agents d'acquérir progressivement des compétences complexes de manière efficace. Les résultats indiquent que la séquence d'apprentissage, où les tâches deviennent progressivement plus difficiles, accélère et optimise le processus d'apprentissage. En appliquant des stratégies d'apprentissage par curriculum, les agents RL peuvent transférer leurs connaissances d'une tâche source vers des tâches cibles plus complexes, réduisant ainsi le temps nécessaire pour atteindre une performance optimale. Cette approche s'est avérée efficace dans des domaines variés comme la robotique et les systèmes multi-agents, où les agents ont résolu des problèmes complexes de manière plus rapide qu'avec les méthodes d'apprentissage traditionnelles. Ces résultats suggèrent que l'intégration de l'apprentissage par curriculum dans les plateformes éducatives en ligne pourrait améliorer la personnalisation et l'efficacité de l'apprentissage pour les étudiants.

Narvekar et ses collègues ont évalué cette méthodologie en utilisant un cadre théorique et des métriques spécifiques pour comparer les performances des agents RL utilisant des curricula par rapport à ceux n'utilisant pas cette structuration. Leurs résultats montrent une amélioration significative en termes de rapidité de convergence et de performance finale, validant ainsi leur approche pour le développement de systèmes d'apprentissage en ligne adaptatifs et intelligents.

Dans leur étude [Iglesias et al., 2009], Iglesias et ses collègues ont introduit un système éducatif intelligent et adaptatif utilisant l'apprentissage par renforcement. Ce système ajuste automatiquement les méthodes d'enseignement pour chaque étudiant en se basant sur l'expérience accumulée avec d'autres étudiants ayant des profils similaires. L'étude se focalise sur trois aspects clés : l'adoption de stratégies d'enseignement optimales, l'importance des stratégies d'exploration/exploitation dans l'apprentissage par renforcement, ainsi qu'une méthode pour réduire le temps de formation du système. Le système proposé a été appelé : RLATES (Reinforcement Learning in an Adaptive and Intelligent Educational System), il comprend quatre modules principaux : le module de domaine, le module étudiant, le module interface, et le module pédagogique. Ce dernier module adapte de manière dynamique les stratégies d'enseignement aux besoins spécifiques de chaque étudiant, en prenant en compte leur niveau de connaissance sur chaque sujet. Pour évaluer l'efficacité de RLATES, des simulations ont été réalisées avec des étudiants virtuels. Les résultats ont clairement démontré que RLATES peut s'adapter de manière rapide et efficace aux différents profils d'apprenants, en offrant des recommandations personnalisées et en améliorant l'expérience d'apprentissage par rapport aux méthodes traditionnelles.

L'étude d'Amzil et al [Amzil et al., 2023], présente un système d'apprentissage en ligne qui utilise l'algorithme de Q-learning pour offrir une expérience personnalisée aux étudiants. Ce système adapte la difficulté des questions en fonction des réponses des étudiants et leur propose des recommandations spécifiques pour améliorer leur apprentissage. En évaluant les performances des étudiants en temps réel, le système leur fournit des conseils personnalisés pour les aider à progresser. Une expérimentation a été réalisée avec des étudiants universitaires et a montré que ce système est plus efficace que

les méthodes traditionnelles, améliorant ainsi l'engagement, la motivation et les résultats des étudiants.

Article	Population ciblée	Plateforme utilisée	Domaine éducatif enseigné	Méthode utilisée	Fonctionnalités offertes
Lopez-Alvarez et al., 2011	Étudiants universitaires	Système éducatif en ligne	Conception de bases de données	Q-learning	Adaptation des contenus et des exercices, parcours personnalisé
Narvekar et al., 2020	Agents RL, non spécifié pour des apprenants humains	Divers domaines RL (robotique, systèmes multi-agents)	Général (transfert de connaissances entre tâches)	Apprentissage par curriculum (CL)	Organisation séquentielle des tâches, transfert des connaissances
Iglesias et al., 2009	Étudiants virtuels	Système éducatif intelligent et adaptatif	Divers sujets éducatifs	Apprentissage par renforcement (RL)	Ajustement des méthodes d'enseignement, recommandations personnalisées
Amzil et al., 2023	Étudiants universitaires	Système éducatif en ligne	Divers sujets éducatifs	Q-learning	Adaptation des questions, recommandations personnalisées

## **5. Conclusion**

L'apprentissage par renforcement est une méthode prometteuse pour personnaliser l'enseignement sur les plateformes éducatives. Grâce à des techniques comme le Q-learning et SARSA, ces systèmes peuvent ajuster leur méthode d'enseignement en fonction des progrès des étudiants, ce qui améliore leur efficacité d'apprentissage. Dans le cadre de notre projet de fin d'études, nous allons développer un agent assistant intelligent basé sur le RL qui vise à offrir un soutien personnalisé aux apprenants. Le prochain chapitre explorera comment concevoir un modèle approprié de nos propres systèmes d'assistance aux apprenants.

**Chapitre 03 :**  
**Conception de l'Agent d'Assistance Intelligent**

## 1. introduction

L'intégration de l'intelligence artificielle (IA) dans le e-learning transforme l'éducation en ligne en améliorant considérablement l'expérience d'apprentissage. Grâce à l'IA, les plateformes d'e-learning peuvent désormais offrir une assistance personnalisée aux étudiants, leur proposer des contenus adaptés à leurs besoins spécifiques et les orienter vers les parcours éducatifs les plus appropriés. Cette technologie rend l'apprentissage non seulement plus efficace et engageant, mais aussi plus rapide. L'IA peut interagir avec les étudiants, répondre à leurs questions en temps réel, les guider et résoudre leurs problèmes.

Dans le cadre de notre projet de fin d'études, nous proposons de concevoir et développer un assistant intelligent capable de remplacer partiellement le tuteur humain. Cet assistant vise à réduire la charge de travail des enseignants et les coûts associés, tout en offrant un soutien constant et personnalisé. Il guidera les étudiants de manière optimale pour un apprentissage efficace et une progression rapide.

Pour atteindre cet objectif, plusieurs techniques peuvent être utilisées. L'efficacité de chaque technique dépend du contexte de l'étude. Après une analyse des différentes alternatives, nous avons décidé d'utiliser une technique de Machine Learning (ML) que nous avons jugé la plus adaptée à notre étude : le Renforcement Learning (RL).

## 2. Problématique et l'objectif

Les plus grands problèmes de l'apprentissage en ligne est le taux d'abandon très élevé des apprenants, cela est dû principalement à deux causes principales :

**L'isolement social** : qui est un sentiment de solitude et de déconnexion que peuvent éprouver les apprenants lorsqu'ils participent à des programmes éducatifs en ligne. Contrairement à l'apprentissage traditionnel en classe, où les interactions sociales directes

sont fréquentes, l'apprentissage en ligne peut réduire les opportunités de communication et de collaboration entre les étudiants et les enseignants.

**La désorientation :** qui est un sentiment de confusion et de perte de repères que peuvent éprouver les étudiants lorsqu'ils naviguent dans des environnements d'apprentissage en ligne. Contrairement à un environnement physique de classe, où les structures et les attentes sont souvent plus claires, les plateformes d'e-learning peuvent parfois être déroutantes en raison de leur complexité et de la variété des ressources disponibles.

**L'objectif** de ce projet est de contribuer à résoudre les problèmes d'isolement social et de désorientation dans l'apprentissage en ligne en concevant et en développant un assistant intelligent. Cet assistant guidera les apprenants tout au long de leur processus d'apprentissage et adaptera le contenu des matières en fonction de leurs niveaux et de leurs réactions.

Pour atteindre notre objectif, nous avons suivi plusieurs étapes clés :

•**Étude des Approches d'IA pour l'Assistance en Apprentissage :** Nous avons exploré différentes approches d'intelligence artificielle utilisées pour l'assistance sur les plateformes d'apprentissage.

•**Examen des Techniques de Machine Learning :** Nous avons examiné diverses techniques de machine Learning applicables au domaine de l'éducation.

•**Analyse des Algorithmes de Renforcement Learning :** Nous avons analysé différents algorithmes de renforcement Learning pour identifier celui qui convient le mieux à notre projet.

•**Sélection de l'Algorithme Q-Learning :** Choix de l'algorithme Q-Learning, qui nécessite peu de données et d'historique d'entraînement, pour notre assistant intelligent.

•**Conception de la Correspondance entre Q-Learning et l'Environnement d'Apprentissage** : Proposition d'une conception permettant de faire correspondre les paramètres du Q-Learning avec les états et actions dans l'environnement d'apprentissage.

•**Définition des Récompenses par les Enseignants-Experts** : créer un espace où les enseignants-experts peuvent définir des récompenses pour orienter les parcours éducatifs selon leur expérience.

•**Opération d'Apprentissage de l'Assistant Intelligent** : Lancement de l'opération d'apprentissage de l'assistant intelligent pour générer la matrice Q à partir de la matrice R et des fonctions de calcul permettant de déterminer les meilleures actions.

•**Développement de la Plateforme de Guidage** : La plateforme qui guide les apprenants en fonction de leur niveau, de leurs actions et de leurs résultats, en suivant les recommandations de l'assistant intelligent pour assurer une meilleure compréhension de la matière.

•**Affichage des Récompenses pour Motiver les apprenants** : La plateforme affiche les récompenses attribuées par les experts pour motiver et guider les étudiants de manière optimale.

### 3. Le schéma global

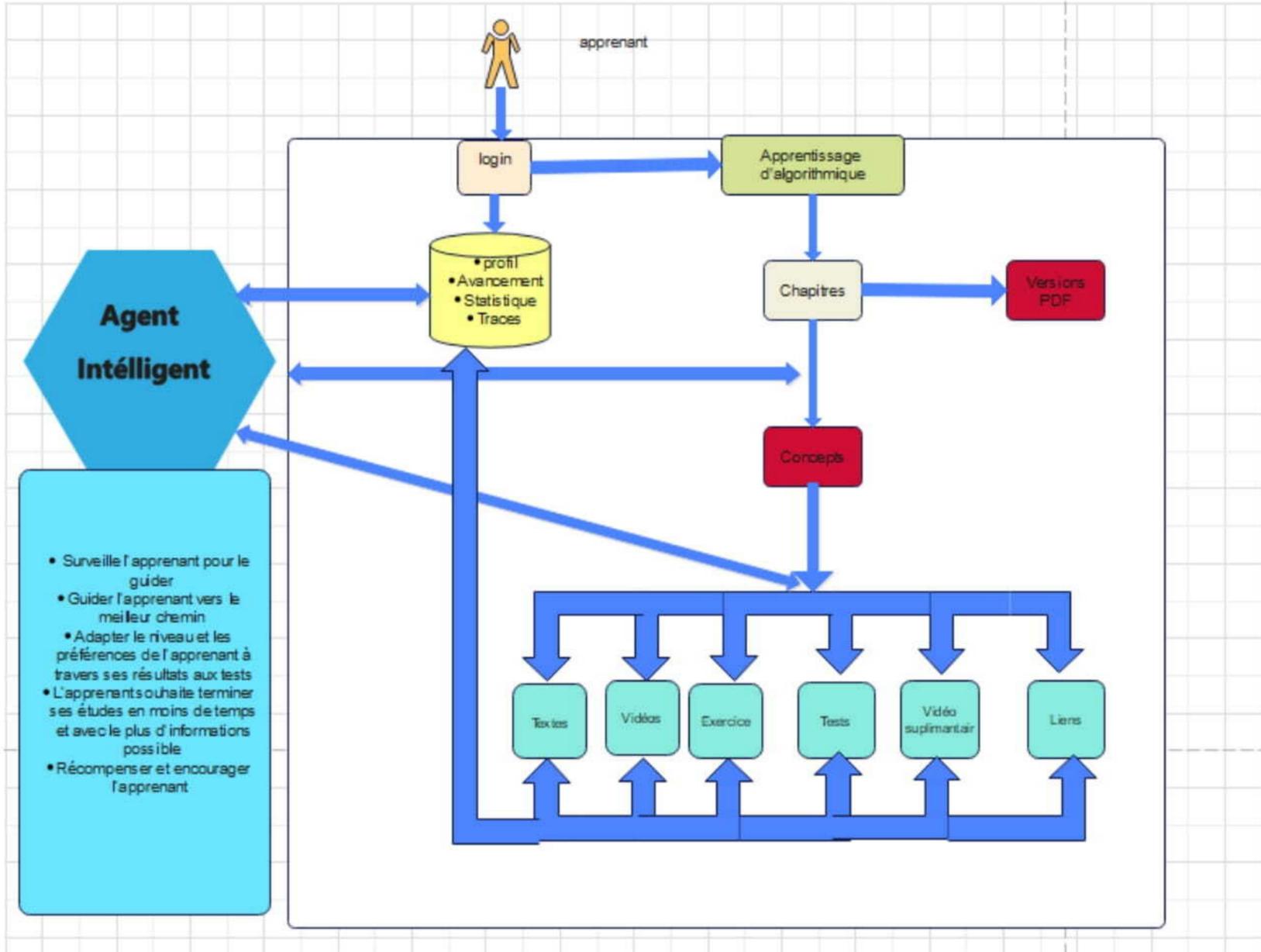


Figure 1 : le schéma global.

### 4. Pourquoi le Q-Learning

L'apprentissage par renforcement, est une technologie révolutionnaire avec de nombreux algorithmes puissants. Parmi eux, on trouve le Q-Learning, SARSA, DQN, Double DQN, A3C, PPO, et DDPG, pour n'en nommer que quelques-uns. Chacun de ces algorithmes possède ses propres avantages et applications spécifiques. Cependant, après une analyse approfondie, nous avons opté pour l'algorithme du Q-Learning.

Nous avons choisi le Q-Learning pour développer notre agent d'assistance intelligent pour plusieurs raisons. D'abord, le Q-Learning est facile à comprendre et à mettre en place. Contrairement à d'autres méthodes plus compliquées, il n'a pas besoin de beaucoup de

calculs complexes ou de matériel informatique coûteux, ce qui le rend rapide à adopter. Ensuite, le Q-Learning utilise une table de valeurs pour aider l'agent à prendre des décisions, ce qui ne prend pas beaucoup de mémoire. Cela signifie qu'il fonctionne bien même si les ressources informatiques sont limitées. De plus, le Q-Learning permet à l'agent d'apprendre et de s'améliorer en continu en fonction des retours d'information qu'il reçoit. Cela le rend parfait pour un système de tutorat intelligent, car il peut s'adapter en temps réel aux besoins de chaque apprenant. Les étudiants passent par différentes étapes et doivent faire des choix tout au long de leur apprentissage, et le Q-Learning peut optimiser ce processus efficacement.

En utilisant le Q-Learning, notre système peut personnaliser les cours et guider les apprenants de manière optimale en fonction de leurs niveaux et de leurs réactions. Cela permet de rendre l'apprentissage en ligne plus engageant et d'éviter les sentiments d'isolement et de désorientation. Les enseignants-experts peuvent aussi définir des récompenses spécifiques pour orienter les apprenants, ce qui personnalise encore plus le processus d'apprentissage et motive les étudiants. Enfin, avec les bons réglages, le Q-Learning peut optimiser le parcours d'apprentissage en peu de temps, assurant une progression rapide et stable. En résumé, le Q-Learning est un excellent choix pour notre système d'assistance intelligente grâce à sa simplicité, son efficacité et sa capacité à personnaliser l'apprentissage pour chaque apprenant, rendant l'expérience d'apprentissage en ligne plus interactive et productive.

## **5. Étapes de mise en œuvre du Q-Learning**

Le Q-Learning fonctionne en suivant une série d'étapes pour mettre à jour les valeurs de la matrice Q.

La matrice Q est une table qui stocke les valeurs de qualité (ou Q-valeurs) pour chaque paire état-action. Chaque entrée  $Q(s, a)$  représente la valeur attendue de prendre l'action  $a$  dans l'état  $s$ . Ces valeurs sont initialisées, souvent à zéro, et sont mises à jour au fil des interactions avec l'environnement pour estimer la qualité des actions possibles. À la fin des mises à jour, l'algorithme converge lorsque les valeurs de la matrice ne changent plus ou en atteignant un nombre d'itération fixé dès le départ par le concepteur.

## L'algorithme du Q-learning

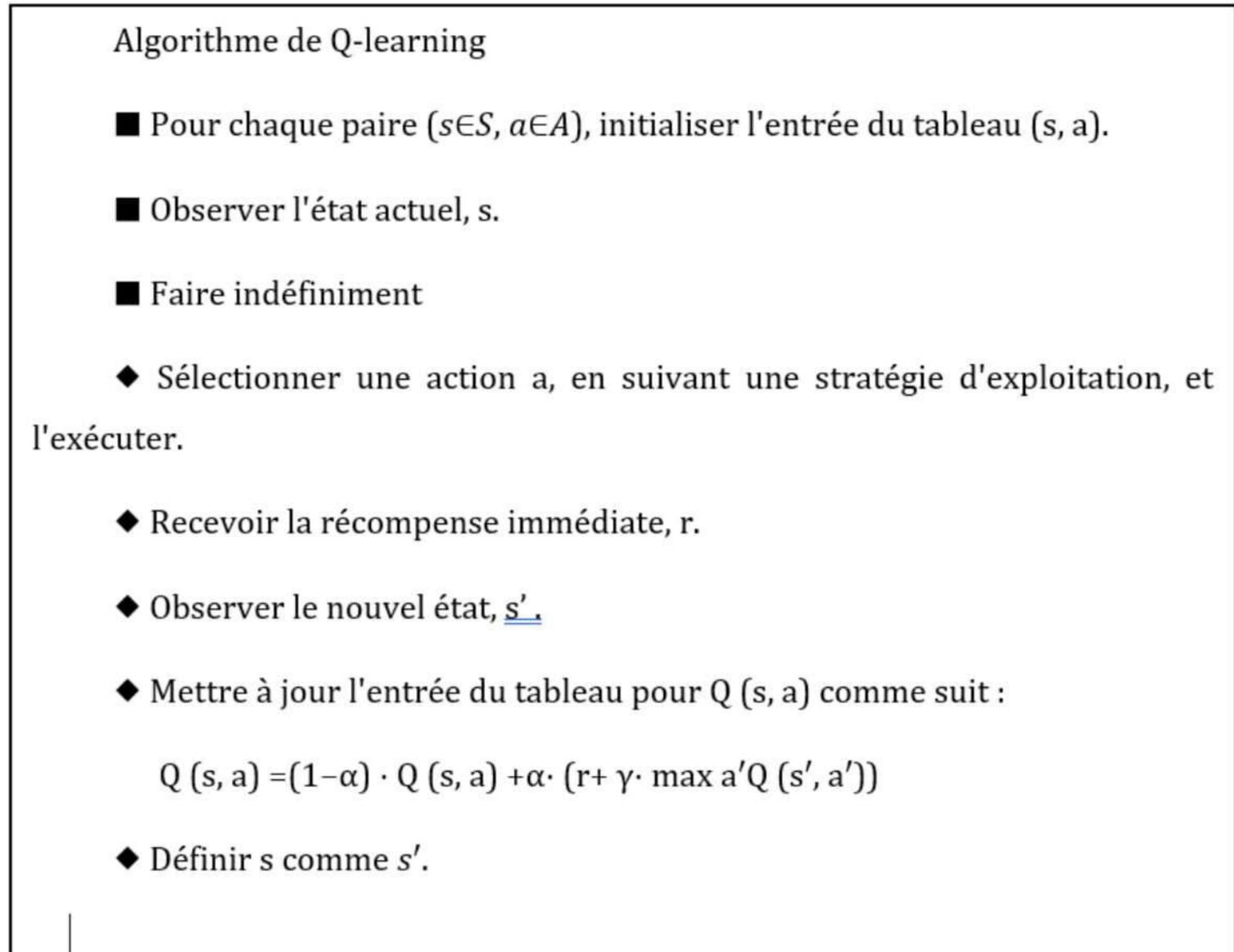


Figure 2 : L'algorithme du Q-learning.

L'équation de mise à jour est la suivante :

$$Q(s, a) = (1 - \alpha) \cdot Q(s, a) + \alpha \cdot (r + \gamma \cdot \max_{a'} Q(s', a'))$$

Où :

- $s$  est l'état actuel,
- $a$  est l'action choisie,
- $r$  est la récompense obtenue pour l'action  $a$ ,
- $s'$  est l'état résultant après l'action  $a$ ,

- $\alpha$  est le taux d'apprentissage,
- $\gamma$  est le facteur de discount (ou de remise).

### 5.1 Initialisation

Pour commencer, nous devons initialiser la matrice  $Q(s,a)$  avec des valeurs nulles pour toutes les paires état-action. Cela signifie que l'agent n'a initialement aucune connaissance des récompenses possibles.

### 5.2 Définition des États et Actions

Les états représentent les différentes situations que l'apprenant peut rencontrer. Par exemple :

- S0 : Accéder au concept.
- S1 : le Concept version texte.
- S2 : le Concept version vidéo.
- S3 : Exercices du concept.
- S4 : Test réussi avec note  $\geq 70\%$  dès le 1er essai
- S5 : Test réussi avec  $70\% > \text{note} \geq 50\%$  dès le 1er essai
- S6 : Test non réussi dans le 1er essai.
- S7 : accès vidéo supplémentaire.
- S8 : accès au Lien vers un cours externe plus détaillé.
- S9 : Test non réussi dans le 2ieme essai.
- S10 : Test réussi avec note  $\geq 70\%$  après le 2ieme essai
- S11 : Test réussi avec  $70\% > \text{note} \geq 50\%$  après le 2ieme essai
- S12 : test réussi 2 fois consécutives avec note  $\geq 70\%$ .
- S13 : réussir test dernier concept avec note  $\geq 70\%$  1er essai
- S14 : réussir test dernier concept avec  $70\% > \text{note} \geq 50\%$  1er essai

- S15 : réussir test dernier concept avec note  $\geq 70\%$  2ème essai
- S16 : réussir test dernier concept avec  $70\% > \text{note} \geq 50\%$  2 -ème essai
- S17 : obtenir le chapitre (état final).

Les actions représentent les différentes décisions que l'apprenant peut prendre dans chaque état. Par exemple :

- A0 : Revoir le même concept.
- A1 : accès version texte.
- A2 : accès version vidéo.
- A3 : Faites l'exercice.
- A4 : passer le test.
- A5 : aller à la vidéo supplémentaire.
- A6 : aller au lien du cours externe.
- A7 : aller au concept suivant.
- A8 : aller à l'état final.

### **5.3 Création de la Matrice R (Récompenses)**

La matrice R représente les récompenses immédiates attribuées à chaque action dans le contexte d'apprentissage. Il s'appuie sur l'expérience de l'enseignant pour guider les apprenants à travers les différents chapitres. Cette matrice peut être modifiée par un expert et ses valeurs varient d'un expert à l'autre, en fonction des objectifs pédagogiques recherchés. Les valeurs de la matrice R sont spécifiquement choisies pour encourager les actions positives et pénaliser les actions non positives. Par exemple :

Les actions	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
S0	-1	+5	+5	-1	-1	-1	-1	-1	-1
S1	-1	-1	0	+30	+10	-1	-1	-1	-1
S2	-1	0	-1	+30	+10	-1	-1	-1	-1
S3	-1	-1	-1	-1	+10	-1	-1	-1	-1
S4	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	+50	-1
S5	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	+25	-1
S6	-1	-1	-1	-1	-1	+10	-1	-1	-1
S7	-1	-1	-1	-1	-1	-1	+10	-1	-1
S8	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1
S9	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
S10	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	+25	-1
S11	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	+15	-1
S12	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	+100	-1
S13	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	+100
S14	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	+100
S15	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	+100
S16	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	+100

Tableau 3 : la matrice R générale des récompenses.

### 5.3.1 Explication Simplifiée de la Matrice R des Récompenses (Figure 3.2)

La matrice R des récompenses est un outil essentiel dans un système d'apprentissage automatique, utilisé pour prendre des décisions intelligentes. Imaginez-la comme une table qui contient des valeurs indiquant combien chaque action est récompensée dans une situation donnée.

#### 5.3.1.1 Structure de la Matrice R

• **Les États (S0 à S16)** : Les lignes de cette matrice représentent différentes situations dans lesquelles un apprenant peut se trouver. Par exemple, S0 peut être "Commencer le module", S1 "Lire le texte du concept", etc., jusqu'à S17 qui signifie "Terminer le chapitre."

• **Les Actions (A0 à A8)** : Les colonnes représentent les actions possibles dans chaque état. Par exemple, A0 pourrait être "Revoir le concept", A1 "Lire le texte", et ainsi de suite jusqu'à A8 "Terminer le module".

### 5.3.1.2 Exemple de Modification d'une Valeur

Prenons un exemple simple où nous modifions une valeur pour voir l'effet sur le système :

Supposons que dans l'état S0 (Commencer le module), les récompenses pour les actions sont les suivantes :

- A0 (Revoir le concept) : -1
- A1 (Lire le texte) : +5
- A2 (Regarder la vidéo) : +5

Si nous changeons la récompense pour l'action A0 (Revoir le concept) de -1 à +10, la nouvelle matrice R pour S0 devient :

- A0 (Revoir le concept) : +10
- A1 (Lire le texte) : +5
- A2 (Regarder la vidéo) : +5

### 5.3.1.3 Impact sur le Système

Avant la modification, le système choisirait l'action avec la plus haute récompense, c'est-à-dire A1 ou A2 (Lire le texte ou Regarder la vidéo, avec une récompense de +5). Après la modification, l'action A0 (Revoir le concept) a maintenant la récompense la plus élevée (+10), donc le système préférera cette action.

#### ➤ Schéma de Décision

• Avant la modification :

1. État S0 -> Action A1 ou A2 (Lire le texte ou Regarder la vidéo)
2. État S1 -> ...

• Après la modification :

1. État S0 -> Action A0 (Revoir le concept)

2. État S0 -> (Peut rester dans S0 jusqu'à ce que d'autres actions soient plus récompensées)

Donc, la matrice R des récompenses aide le système à choisir les meilleures actions en fonction des récompenses attribuées à chaque action dans chaque situation. Modifier une valeur de cette matrice peut changer le comportement du système, influençant ainsi le parcours de l'apprenant. En ajustant les récompenses, on peut orienter les décisions du système pour optimiser l'expérience d'apprentissage.

#### **5.4 Mise à Jour de la Matrice Q**

Utilisons l'équation de mise à jour du Q-Learning pour actualiser les valeurs de la matrice Q à chaque itération :

$$Q(s, a) = (1 - \alpha) \cdot Q(s, a) + \alpha \cdot (r + \gamma \cdot \max_{a'} Q(s', a'))$$

#### **5.5 La phase d'entraînement du Q-Learning Répétition**

Pendant la phase d'entraînement du Q-Learning, l'agent répète les étapes pour choisir des actions et mettre à jour la matrice Q sur plusieurs cycles jusqu'à ce que cette matrice atteigne une convergence. La convergence survient lorsque les valeurs dans la matrice Q se stabilisent, signalant que l'agent a appris la meilleure stratégie pour l'environnement spécifique. Cette stabilisation peut être déterminée soit lorsque les valeurs de la matrice Q cessent de fluctuer, soit après un nombre préétabli d'itérations défini par le concepteur.

Après l'entraînement, une fois que la matrice Q est stable, l'agent est capable de prendre des décisions de manière autonome dans l'environnement. Par exemple, dans un système d'e-learning, lorsque l'apprenant doit choisir une action, il consulte l'agent Q-Learning. En se basant sur les informations stockées dans la matrice Q, l'agent recommande l'action optimale en fonction de l'état actuel de l'environnement et des résultats anticipés. Cette approche permet à l'apprenant d'interagir de manière intelligente avec le système d'e-learning, améliorant ainsi son expérience d'apprentissage et l'efficacité globale du système.

## 6. Exemple d'Application

Supposons que nous sommes à l'état S1 et que nous choisissons l'action A1 (aller au texte) :

- La récompense  $r$  pour  $R(S1, A1)$  est 5.
- Le nouvel état  $S'$  est S1.1.
- La mise à jour de  $Q(S1, A1)$  sera :

$$Q(S1, A1) = (1-0.1) \cdot Q(S1, A1) + 0.1 \cdot (5 + 0.9 \cdot \max_{a'} Q(S1.1, a'))$$

Étant donné que  $Q(S1.1, a') = 0$  pour toutes les actions  $a'$  au début, la mise à jour sera :  
 $Q(S1, A1) = 0.1 \cdot 5 = 0.5$

## 7. L'automate Générale

Cet automate représente le parcours d'un étudiant sur une plateforme d'apprentissage en ligne.

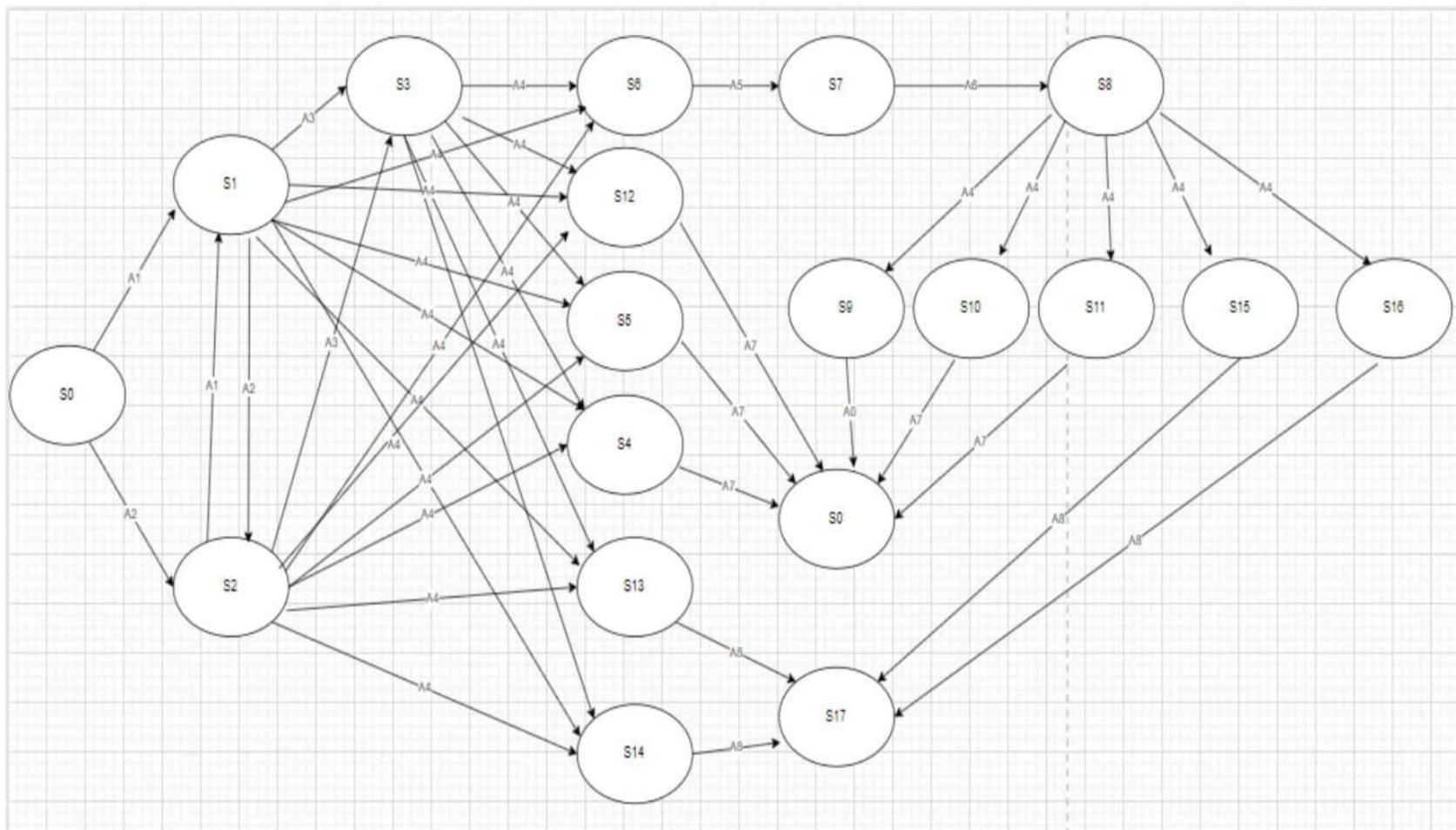


Figure 3 : l'automate générale.

### **Les États (Nœuds) :**

Chaque cercle représente un état ou une étape dans le parcours de l'étudiant. Par exemple :

- S0 : L'étudiant accède à un concept.
- S1 : L'étudiant consulte la version texte du concept.
- S2 : L'étudiant regarde la version vidéo du concept.
- S3 : L'étudiant fait des exercices sur le concept.
- S4 : L'étudiant maîtrise le concept dès la première tentative.
- S5 : L'étudiant a une compréhension moyenne du concept à la première tentative.
- S6 : L'étudiant n'a pas compris le concept à la première tentative.
- S7 : L'étudiant consulte une vidéo supplémentaire.
- S8 : L'étudiant suit un lien.
- S9 : L'étudiant échoue deux fois de suite.
- S10 : L'étudiant maîtrise le concept à la seconde tentative.
- S11 : L'étudiant a une compréhension moyenne à la seconde tentative.
- S17 : L'étudiant termine le module.

Les flèches indiquent les actions ou décisions qui mènent d'un état à un autre. Par exemple :

- A0 : Revoir le même concept.
- A1 : Passer à la version texte.
- A2 : Passer à la version vidéo.
- A3 : Faire l'exercice.
- A4 : Passer le test.

- A5 : Regarder une vidéo supplémentaire.
- A6 : Suivre un lien.

## 8. Tableau Comparatif des Résultats

Pour comprendre l'impact des paramètres alpha (taux d'apprentissage) et gamma (facteur de récompense future) sur la performance de l'algorithme Q-Learning, nous avons examiné les résultats dans le tableau comparatif ci-dessous :

Alpha (LR)	Gamma (1 - LR)	Nombre d'itérations
0.1	0.9	780
0.15	0.85	161
0.2	0.8	210

*Tableau 4 : Tableau Comparatif.*

Ce tableau illustre comment différentes combinaisons d'alpha et de gamma affectent le nombre d'itérations nécessaires à la convergence de l'algorithme Q-Learning. Pour obtenir des résultats optimaux avec un minimum d'itérations, il est crucial de choisir des valeurs équilibrées pour alpha et gamma.

**Alpha (taux d'apprentissage) :** Ce paramètre contrôle à quelle vitesse l'agent met à jour ses estimations en réponse à de nouvelles informations. Les valeurs typiques se situent entre 0.1 et 0.5. Un alpha plus élevé accélère l'apprentissage, mais peut rendre les ajustements moins stables.

**Gamma (facteur de récompense future) :** Ce facteur détermine l'importance relative des récompenses à long terme par rapport aux récompenses immédiates. Les valeurs typiques varient de 0.8 à 0.99. Un gamma proche de 1 favorise la prise en compte des récompenses futures, tandis qu'un gamma proche de 0 privilégie les récompenses immédiates.

En résumé, trouver un bon équilibre entre alpha et gamma est essentiel pour optimiser l'apprentissage de l'agent avec l'algorithme Q-Learning. Cela garantit une convergence efficace tout en prenant en considération à la fois les récompenses immédiates et futures de l'environnement.

## **9.Exemple de comportement de l'agent intelligent**

Dans le contexte d'une plateforme d'apprentissage en ligne, un agent intelligent peut aider un étudiant à naviguer et maîtriser les concepts grâce à un suivi personnalisé de son parcours. Voici un exemple de ce fonctionnement :

- États de l'étudiant (S) :
- S0 : L'étudiant commence à apprendre un nouveau concept.
- S1 : Il consulte la version texte du concept.
- S2 : Il regarde la version vidéo du concept.
- S3 : Il pratique des exercices sur le concept.
- S4 : L'étudiant comprend le concept dès le premier essai.
- S5 : L'étudiant a une compréhension moyenne après le premier essai.
- S6 : L'étudiant ne comprend pas le concept après le premier essai.
- S7 : Il regarde une vidéo supplémentaire pour mieux comprendre.
- S8 : Il suit des liens supplémentaires pour approfondir sa compréhension.
- S9 : L'étudiant échoue à deux reprises consécutives.
- S10 : Il réussit à maîtriser le concept au deuxième essai.
- S11 : Il obtient une compréhension moyenne au deuxième essai.
- S17 : Il termine le module.
- Actions de l'étudiant (A) :
  - A0 : Revoir le même concept.

- A1 : Lire la version texte.
- A2 : Regarder la vidéo.
- A3 : Faire des exercices pratiques.
- A4 : Passer un test.
- A5 : Regarder une vidéo supplémentaire pour plus de clarté.
- A6 : Suivre des liens supplémentaires pour approfondir la compréhension.

Chaque action décidée par l'agent intelligent mène à un changement d'état pour l'étudiant, facilitant ainsi une expérience d'apprentissage optimisée et personnalisée. L'agent évalue les progrès de l'étudiant et ajuste les recommandations pour maximiser l'efficacité de l'apprentissage.

## **10. Schéma fonctionnelle de l'agent intelligent**

Le schéma fonctionnel de l'agent intelligent peut être décrit comme suit :

➤ •États (Représentés par des Nœuds) :

•Les différentes étapes ou situations que l'étudiant traverse, telles que le début de l'apprentissage d'un concept, la lecture d'un texte, le visionnage d'une vidéo, la pratique des exercices, etc.

➤ •Actions (Représentées par des Flèches) :

•Les choix que l'agent propose à l'étudiant pour progresser d'un état à un autre. Par exemple, si l'étudiant échoue à un exercice, l'agent peut lui proposer de revoir la vidéo ou de consulter des ressources supplémentaires.

➤ •Récompenses :

•L'agent attribue une valeur à chaque action dans chaque état pour guider les décisions futures. Par exemple, revoir un concept peut avoir une valeur de -1 (si cela signifie un échec) ou +10 (si cela permet une meilleure compréhension).

Ce modèle permet à l'agent intelligent d'adapter en temps réel l'apprentissage en fonction des besoins et des performances de l'étudiant, ce qui améliore la personnalisation et l'efficacité de l'enseignement.

Donc, l'agent intelligent surveille les progrès de l'étudiant, lui propose des actions adaptées pour améliorer son apprentissage, et ajuste continuellement son approche en fonction des résultats obtenus. Cela permet de créer un environnement d'apprentissage dynamique et personnalisé, maximisant ainsi les chances de succès pour chaque étudiant.

## **11. conclusion**

Pour conclure, intégrer l'apprentissage par renforcement, et plus spécifiquement l'algorithme de Q-Learning, dans les plateformes d'apprentissage en ligne représente une avancée majeure pour rendre l'éducation plus efficace et personnalisée. Nos résultats montrent que trouver le bon équilibre entre les paramètres alpha et gamma est essentiel pour que l'algorithme fonctionne de manière optimale. Avec ces réglages, le Q-Learning peut optimiser le parcours d'apprentissage de chaque étudiant en se basant sur ses interactions et performances, tout en nécessitant moins d'itérations pour maîtriser les concepts. Cette méthode simplifie le processus d'apprentissage automatique grâce à sa mise en œuvre facile et son efficacité en termes de mémoire. Elle permet aussi une adaptation continue aux besoins des apprenants grâce aux retours constants de l'environnement éducatif. En somme, cette innovation rend l'éducation en ligne plus accessible, interactive et efficace, guidant les étudiants de manière optimale pour une meilleure compréhension de la matière. Cette étude montre à quel point la personnalisation et l'adaptabilité sont importantes dans les systèmes éducatifs d'aujourd'hui, ouvrant la voie à des expériences d'apprentissage plus enrichissantes et productives pour tous.

## **Chapitre 04 :**

# **Implémentation du système**

## **1.Introduction**

Dans ce chapitre, nous allons expliquer comment nous avons mis en place notre système de tutorat intelligent, après en avoir détaillé la conception dans le chapitre précédent. Nous commencerons par décrire les outils utilisés pour le développement, puis nous présenterons les différentes fonctionnalités de l'environnement que nous avons développé.

## **2. Environnements logiciels de développement**

Pour développer notre système, nous avons utilisé plusieurs outils :

- Langages de programmation : PHP et Python.
- Environnements de développement : XAMPP pour PHP et Flask pour Python.
- Gestion de la base de données : phpMyAdmin.
- Éditeur de texte : Visual Studio Code, un éditeur open source qui supporte plusieurs langages de programmation comme PHP, Python, HTML, JavaScript et CSS.

## **3.Description des outils utilisés**

### **3.1 HTML / CSS [SW1] Langage**

La naissance du langage HTML date de 1991. HTML signifie « HyperText Markup Langage », en français, « HTML » signifie « langage de balisage hypertexte ». Ainsi, le HTML est un langage d'étiquette qui nous permet de désigner les différents éléments d'une page.

5 ans plus tard que le HTML, le CSS a été développé. L'abréviation CSS signifie « feuilles de style en cascade », en français, « CSS » signifie « feuilles de style consécutives ».

Le CSS traite d'une question totalement différente de celle du HTML : Le HTML est utilisé pour déterminer et donner du sens aux divers éléments d'une page, tandis que le CSS a pour objectif de donner une forme aux différents contenus définis par le HTML en leur appliquant des styles.

### **3.2 JavaScript [SW2]**

Le langage de programmation JavaScript est employé afin d'intégrer des mécanismes complexes sur une page web. Il est probable que JavaScript soit utilisé à chaque fois qu'une page web dépasse le simple affichage de contenu statique, comme des cartes interactives, des animations 2D/3D, des menus vidéo défilants, ou autres. Les deux premières technologies standards du web sont suivies par la troisième couche (HTML et CSS).

### **3.3 Langage PHP [SW3]**

Le PHP est un langage de programmation ou un langage informatique principalement employé dans la création de sites web dynamiques. Il s'agit d'un langage de programmation gratuit accessible à tous gratuitement. PHP est l'abréviation du "Hypertexte Préprocesseur".

### **3.4 Python [SW4]**

Le langage de programmation open source le plus utilisé par les experts en informatique est Python. Ce langage a gagné en popularité dans le domaine de la gestion d'infrastructure, de l'analyse de données ou du développement de logiciels.

### **3.5 MySQL [SW5]**

Plutôt que de regrouper l'ensemble des données dans une table unique, un serveur de bases de données les conserve dans des tables en fonction. Cela permet d'améliorer la vitesse et la flexibilité globales. Les relations entre les tables sont définies pour permettre la fusion de données entre plusieurs tables lors d'une demande. MySQL est l'abréviation de "Langage de recherche structuré" : le langage courant utilisé pour les traitements de bases de données.

### 3.6 XAMPP [SW6]

XAMPP est un ensemble de logiciels accessible gratuitement. Les initiales de chaque partie de cette suite sont abrégées en « nom ». Il est donc constitué du serveur Web Apache, de la base de données relationnelle et du système d'exploitation MySQL ou Maria DB, ainsi que des langages de script Perl et PHP. Les systèmes d'exploitation possibles représentés par la lettre X sont Linux, Windows et Mac OS X. Les outils disponibles dans la version gratuite d'Apache sont adaptés à chaque système d'exploitation, comme l'application d'administration de base de données PhpMyAdmin.

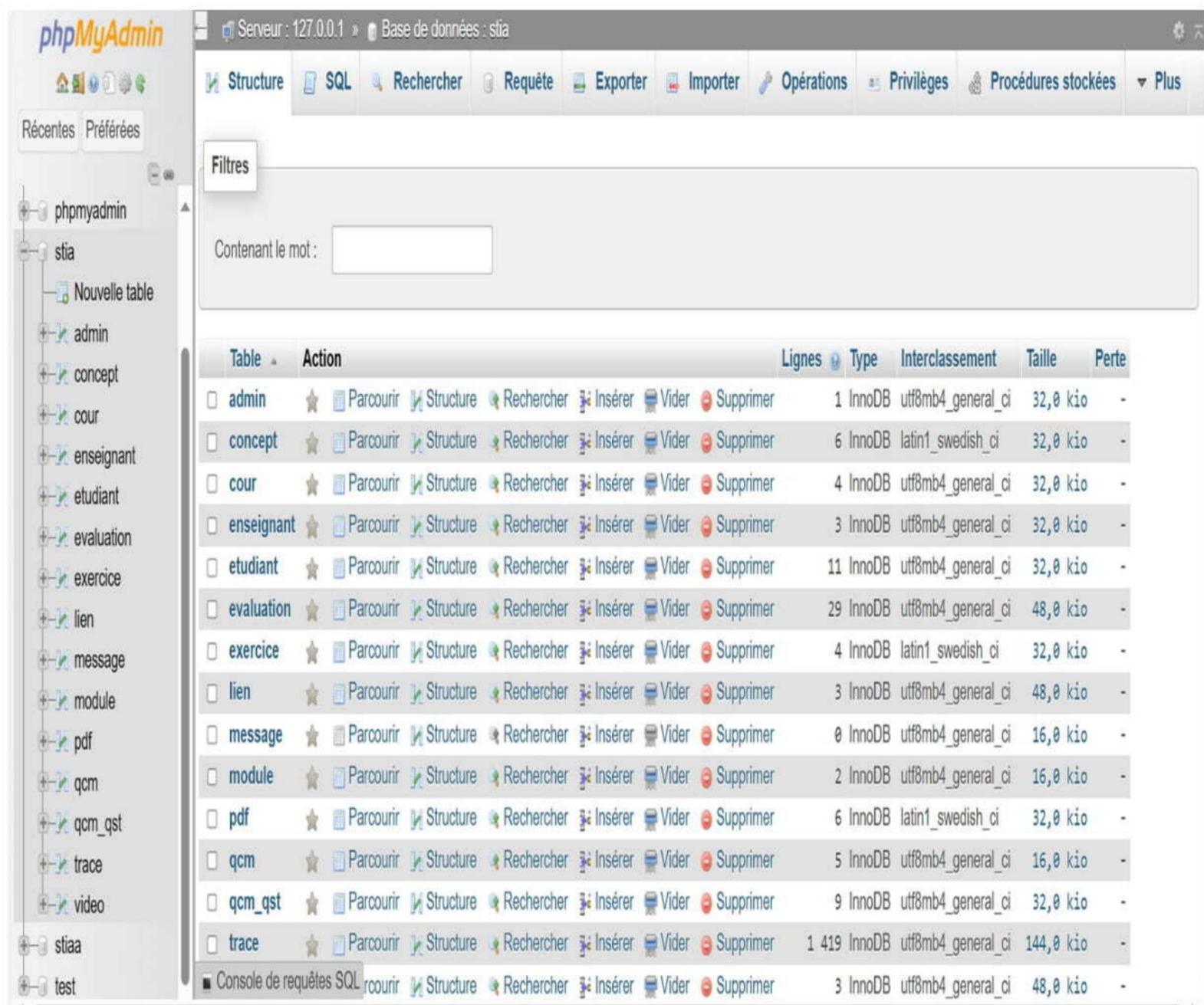


Figure 4 : Interface de gestion de BDD XAMPP.

### 4. Présentation des tables

Notre STI utilise une collection d'informations stockées dans une base de données, composée d'un ensemble de tables, dont nous exposons les plus essentielles :

**Table apprenant** : Contient toutes les informations de l'étudiant tel que sa récompense. Ses champs :

- `id` : C'est l'identifiant de l'apprenant.
- `mat\_etud` : le matricule de l'apprenant.
- `nom\_etud` : le nom de l'apprenant.
- `prenom\_etud` : le prénom de l'apprenant.
- `psseudo` : le nom d'utilisation de l'apprenant.
- `password` : le mot de passe de l'apprenant.
- `email\_etud` : Gmail de l'apprenant.
- `date\_naiss` : la date naissance de l'apprenant.
- `num\_etud` : le numéro de téléphone de l'apprenant.
- `img\_etud` : image de l'apprenant.
- `sexe\_etud` : le sexe de l'apprenant.
- `spec` : la spécialité de l'apprenant.
- `niveau` : le niveau de l'apprenant.
- `reward` : le récompense de l'apprenant.

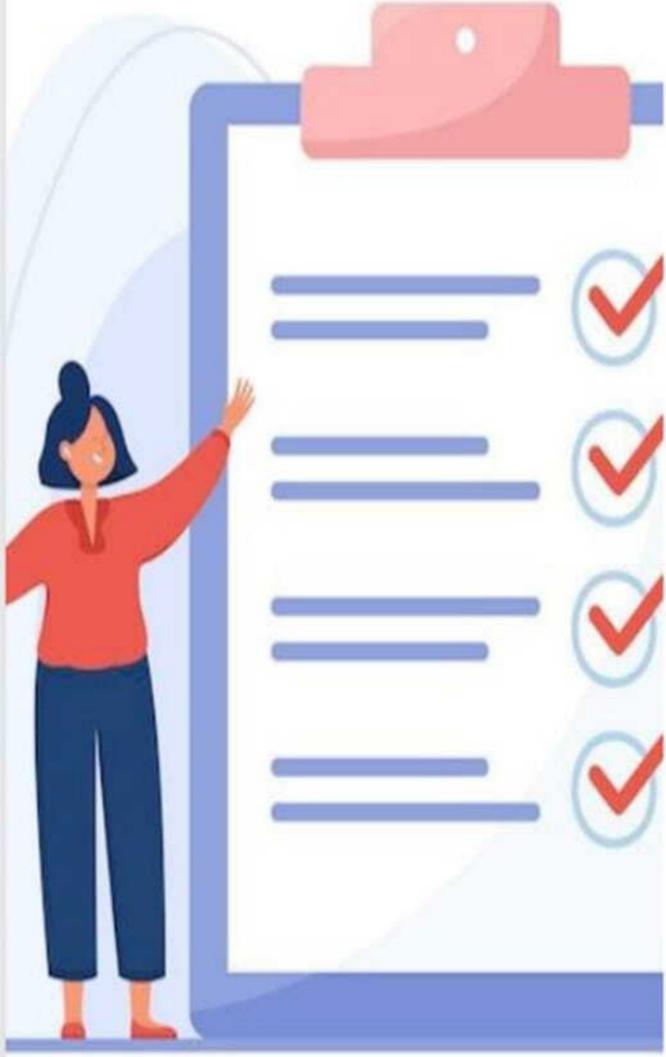
**Table Admin** : Voici le rôle de chaque attribut dans la table "admin":

- `id\_admin` : C'est l'identifiant de l'admin.
- `nom\_admin` : le nom de l'admin.
- `prenom\_admin` : le prénom de l'admin.
- `psseudo` : le nom d'utilisation de l'admin.
- `password` : le mot de passe de l'admin.
- `email\_admin` : gmail de l'admin.
- `num\_admin` : le numéro de téléphone de l'admin.
- `img\_admin` : image de l'admin.

## **5. Présentation du système**

### **5.1 Inscription au système**

Les enseignants et les étudiants doivent s'inscrire et attendre la validation de l'administrateur.



### Créer Un Compte

Matricule

Nom Prénom

Numéro téléphone Email

jj/mm/aaaa 

Nom d'utilisateur

Mot de passe Répéter mot de pass

Femme  Première année LMD 

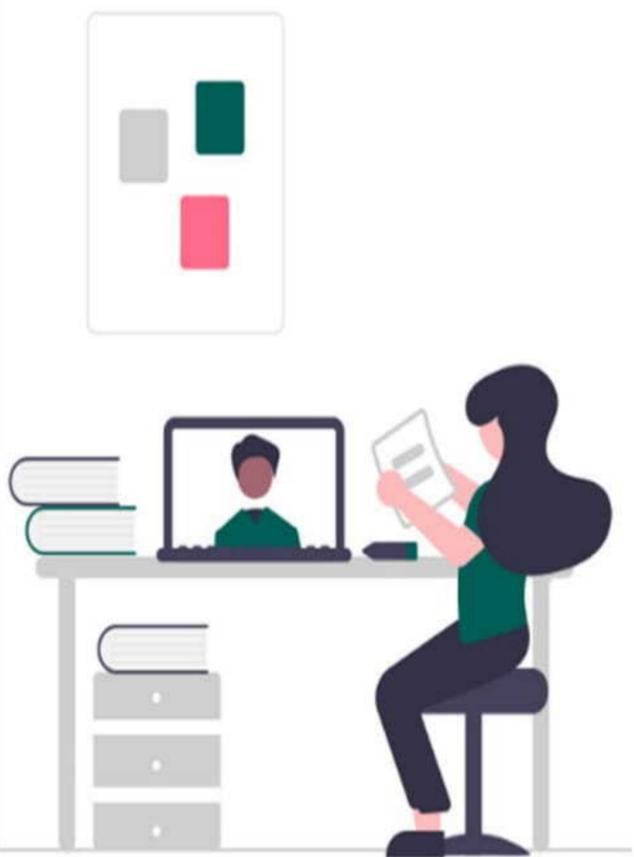
Choisir un fichier Aucun fich...électionné

**Inscrire**

**Inscrire en tant que Enseignant**  
Vous avez déjà un compte ?

Figure 5 : Interface d'inscription d'apprenant.





### Create An Account!

First Name

Last Name

Phone Number

Email



User Name

Password

Repeat Password

woman

Choisir un fichier

Registered As Student

[Already have un account ?login!](#)

Figure 6 : Interface d'inscription d'enseignants.

## 5.2 L'interface de L'admin

Permet de gérer les modules, les informations et les traces des utilisateurs.

e-Learning Bienvenue Seraldi Ali

- 🏠 Accueil
- 📁 Modules
- 👤 Etudiant
- 👤 Enseignant
- 👤 Profil
- 📄 QRL
- 🔌 Déconnexion

Ajouter qcm?

Nom	Prénom	Date de naiss	Numéro de téléph	Email	Spécialité	Statistique
fedjria	ben	2001-09-01	123457890	bensedirafedj@gmail.com	Première année LMD	<a href="#" style="background-color: #2196F3; color: white; padding: 2px 5px;">stat</a>
etud1	bb	2023-06-15	987654356	ayaabouguem@gmail.com	Première année LMD	<a href="#" style="background-color: #2196F3; color: white; padding: 2px 5px;">stat</a>
etud2	aa	2000-11-24	1234567789	ayahjhj@gmail.com	Première année LMD	<a href="#" style="background-color: #2196F3; color: white; padding: 2px 5px;">stat</a>
etud3	cc	2000-11-22	87654325	gg@gmail.com	Première année LMD	<a href="#" style="background-color: #2196F3; color: white; padding: 2px 5px;">stat</a>
etud4	dd	1988-10-11	234567789	dd@gmail.com	Première année LMD	<a href="#" style="background-color: #2196F3; color: white; padding: 2px 5px;">stat</a>
etud5	ee	2000-11-22	234567789	ee@gmail.com	Première année LMD	<a href="#" style="background-color: #2196F3; color: white; padding: 2px 5px;">stat</a>
etud	mm	1998-02-07	183604702	mm@gmail.com	Première année LMD	<a href="#" style="background-color: #2196F3; color: white; padding: 2px 5px;">stat</a>
etu	ll	1997-11-05	123457890	ayaabouguem@gmail.com	Première année LMD	<a href="#" style="background-color: #2196F3; color: white; padding: 2px 5px;">stat</a>
aziz	khaled	2005-06-10	561036105	khaledaziz@yahoo.com	Deuxième année LMD	<a href="#" style="background-color: #2196F3; color: white; padding: 2px 5px;">stat</a>
aziz	aziz	2024-09-03	123	aziz@yahoo.com	Première année LMD	<a href="#" style="background-color: #2196F3; color: white; padding: 2px 5px;">stat</a>

Figure 7 : L'interface de l'admin.

### 5. 2. 1 Exemples de la matrice R

La matrice R est complétée par l'expert pour attribuer des récompenses en fonction de son expérience et du chemin qu'il juge le meilleur.

e-Learning Mouhammad Ibrahim Ali

Entrer Les valeurs de la matrice R:

	Acceder	go video	go test	go test	go ero	go vid sup	go lien	next concept	Fin
accéder	-1	5	5	-1	-1	-1	-1	-1	-1
test	-1	0	-5	10	20	-1	-1	-1	-1
video	-1	-5	0	10	20	-1	-1	-1	-1
lien	-1	-1	-1	10	-1	-1	-5	-1	-1
ero	-1	-1	1	10	-5	-1	-1	-1	-1
vidéo sup	-1	-1	-1	-1	-1	-5	5	-1	-1
réussi supérieur	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	50	-1
réussi moyen	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	35	-1
échoué au test	-1	-1	-1	-1	-1	5	-1	-1	-1
réussi supérieur 2em fois	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	25	-1
réussi moyen 2em fois	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	15	-1
réussi supérieur 2 fois	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	100	-1
échoué 2 fois	-5	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20
test supérieur	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	100
test moyen	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	75
test supérieur 2em fois	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	50
test moyen 2em fois	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	25

Start Training

Figure 8 : Interface de la matrice R remplie.

### 5.2.2 Exemples de la matrice Q

Après avoir rempli la matrice R par l'expert et après avoir cliqué sur le bouton "start training", la matrice Q est remplie automatique.

Matrice Q:

	Acceder	go video	go text	go test	go exo	go vid sup	go lien	next concept	Fin
accéder	1	6	6	0	0	4	3	3	0
text	1	1	-4	11	21	4	3	3	0
video	1	-4	1	11	21	4	3	3	0
lien	1	0	0	11	0	4	-1	3	0
exo	1	0	2	11	-4	4	3	3	0
video sup	1	0	0	0	0	0	0	3	0
réussi supérieur	1	0	0	0	0	4	3	54	0
réussi moyen	1	0	0	0	0	4	3	39	0
échoué au test	1	0	0	0	0	10	3	3	0
réussi supérieur 2em fois	1	0	0	0	0	4	3	29	0
réussi moyen 2em fois	1	0	0	0	0	4	3	19	0
réussi supérieur 2 fois	1	0	0	0	0	4	3	104	0
échoué 2 fois	-3	-27	-27	-27	-27	-23	-24	-24	-27
last supérieur	1	0	0	0	0	4	3	3	101
last moyen	1	0	0	0	0	4	3	3	76
last supérieur 2em fois	1	0	0	0	0	4	3	3	51
last moyen 2em fois	1	0	0	0	0	4	3	3	26

Figure 9 : Interface de la matrice Q remplie.

### 5.3 L'interface de L'apprenant

Propose des fonctionnalités comme la gestion des modules, les statistiques, les informations et la messagerie.

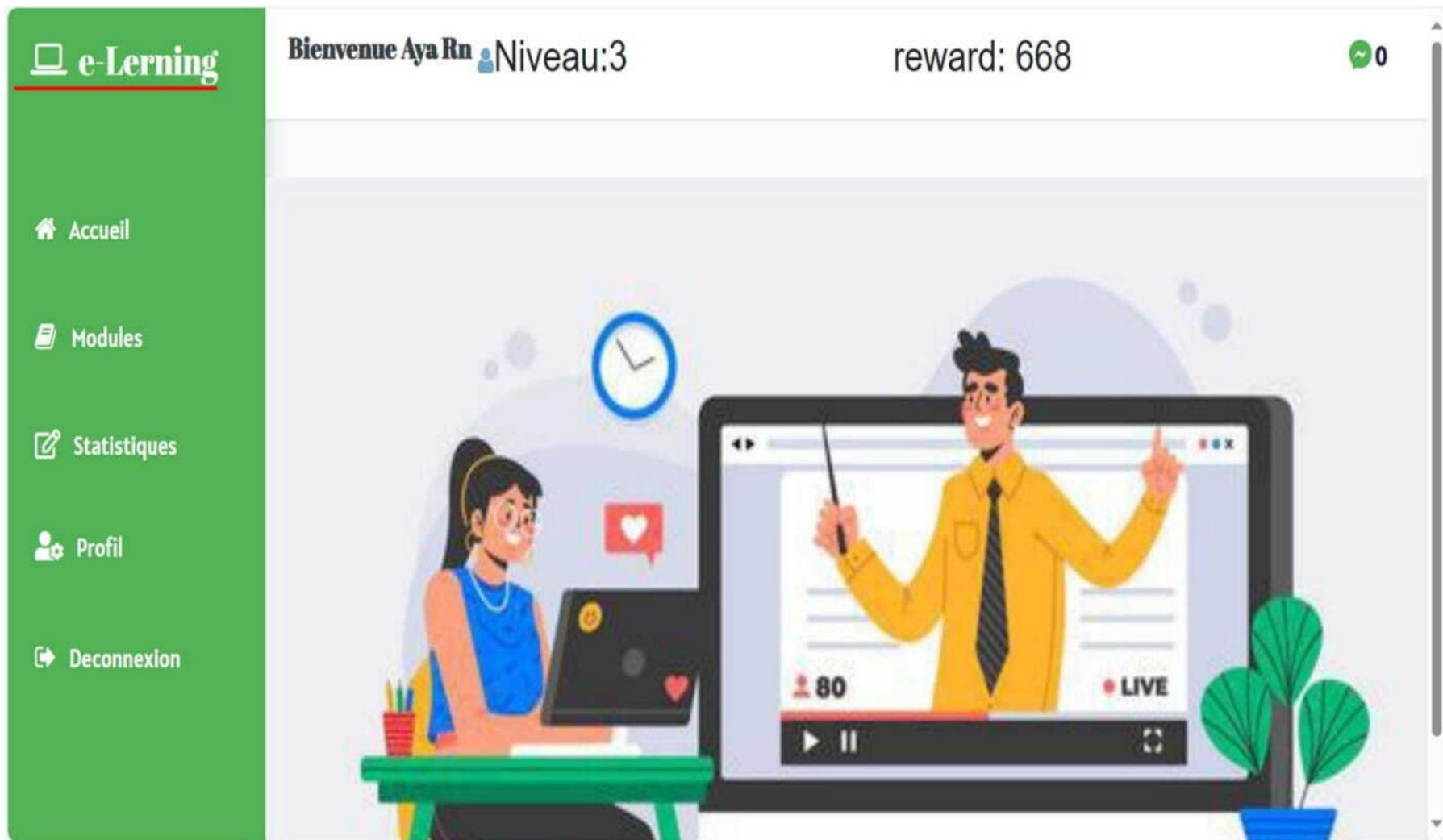


Figure 10 : L'interface de l'apprenant.7:

### 5.3.1. L'interface des préférences

L'apprenant choisit entre une présentation des concepts sous forme de texte ou de vidéo.

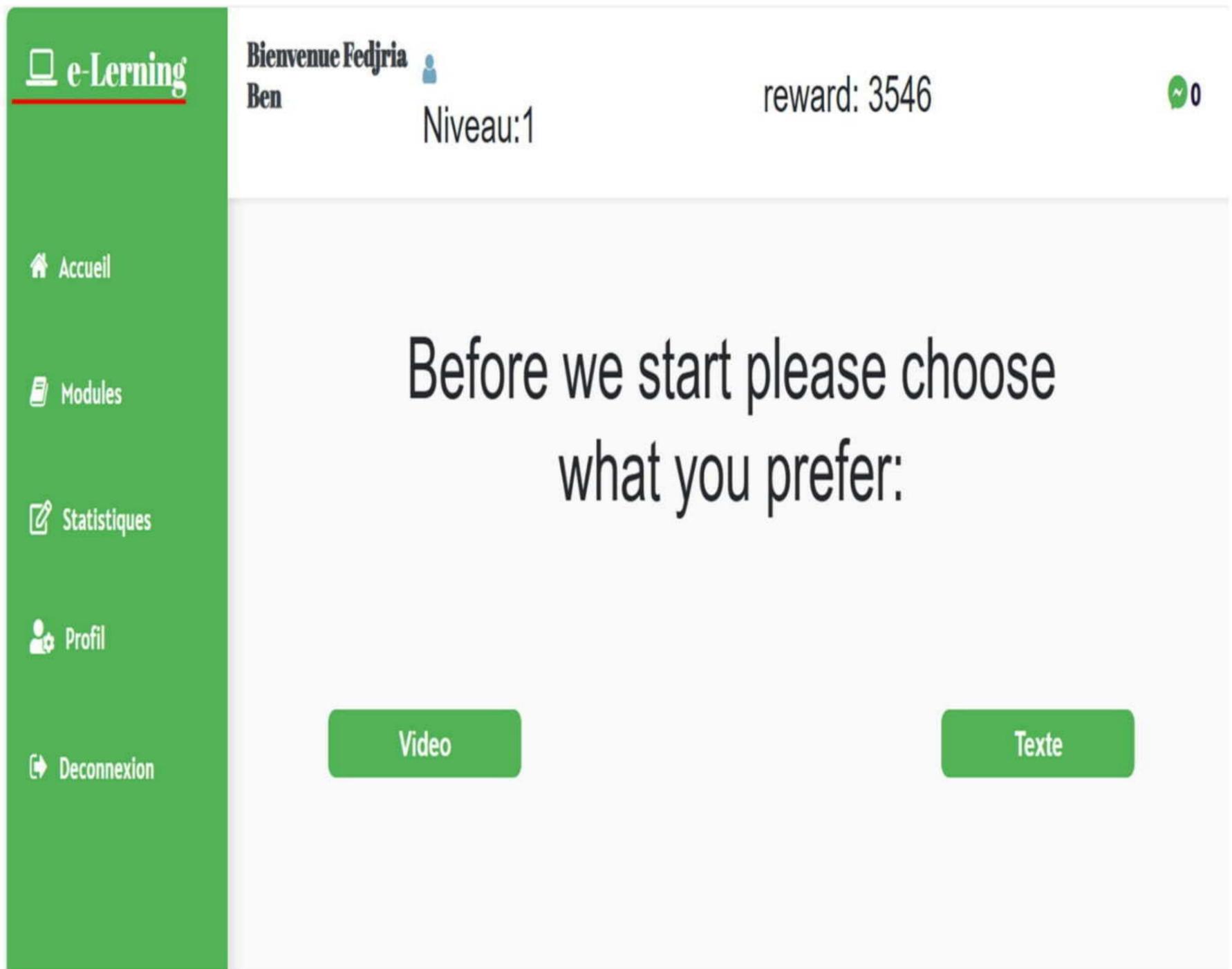
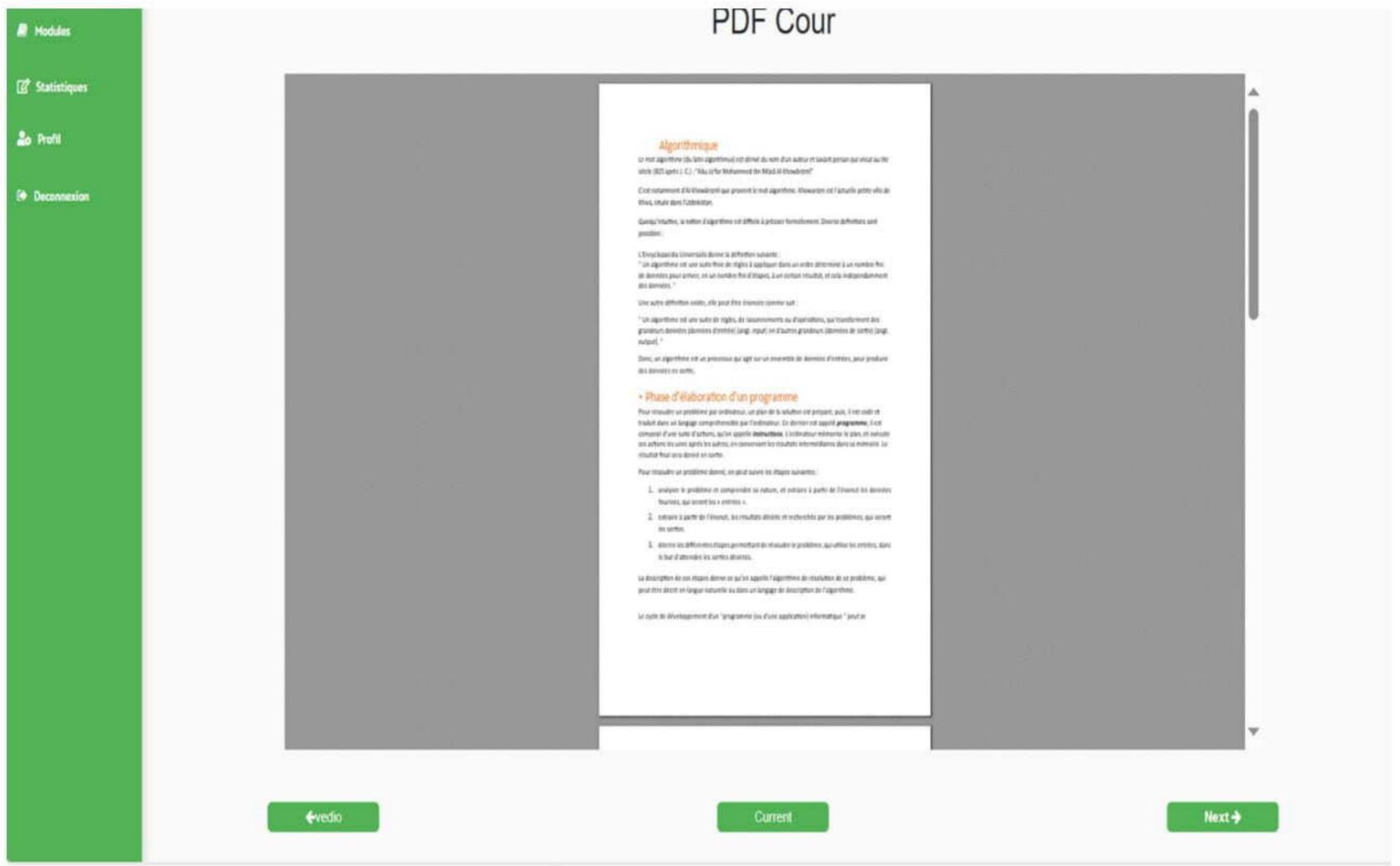


Figure 11 : L'interface de choisir le type de concept.



. Figure 12 : L'interface du concept en mode textuel.

### 5.3.2. L'interface de exercices

Présente les exercices et permet de recevoir des récompenses en fonction des performances de l'apprenant.

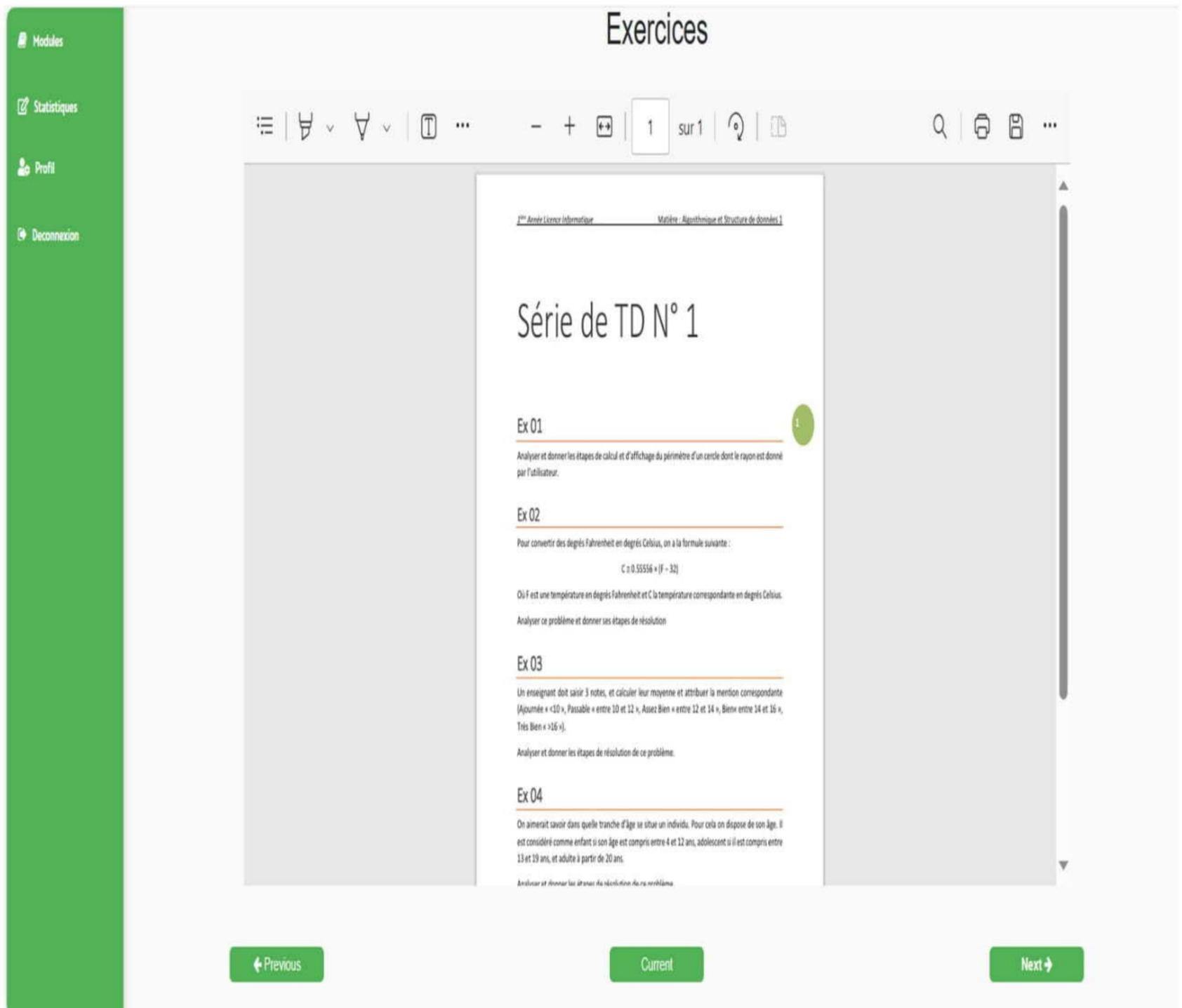


Figure 13: L'interface des exercices.

### 5.3.3. L'interface de test et recommandation du STI

Affiche les résultats des tests, avec des interfaces spécifiques pour les bonnes réponses, les résultats moyens et les échecs.

The image shows a screenshot of a web-based test interface. At the top left, the word "Test" is written in white on a green background. Below this, there are two questions, each with three radio button options. The first question is "Question 1: Question1" with options "Reponse 1", "Reponse 2", and "Reponse 3". The second question is "Question 2: Question 2" with options "Reponse 1", "Reponse 2", and "Reponse 3". In the bottom right corner of the white content area, there is a green button labeled "Envoyer".

*Figure 14: L'interface de faire le test*

#### **5.3.4. L'interface de résultat de test**

Si l'apprenant obtient toutes les bonnes réponses, le système lui montre cette interface :



Figure 15 : Interface pour montrer un bon résultat de test.

Si l'apprenant obtient la moitié de la bonne réponse, le système lui montre cette interface :

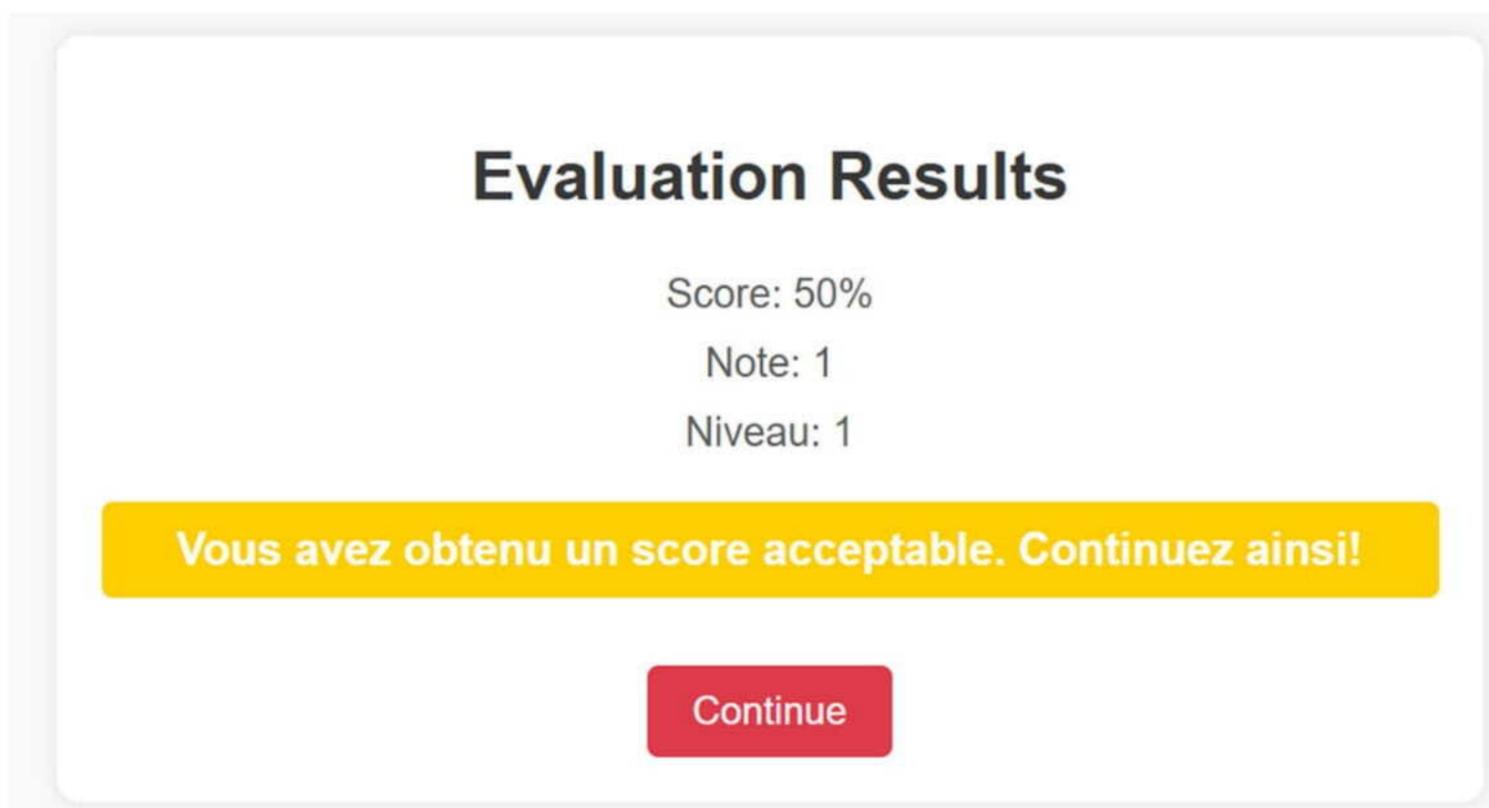


Figure 16 : Interface pour afficher le résultat Moyenne d'un test.

Si l'apprenant n'obtient pas de bonne réponse, cette interface lui apparaît :



Figure 17 : Interface à la suite d'un échec pour l'apprenant.

### 5.3.5. Exemples de l'apprenant échoue

Si l'apprenant échoue et que l'interface à la suite d'un échec pour l'apprenant lui apparaît après avoir cliqué sur le bouton continue, elle nous apparaîtra

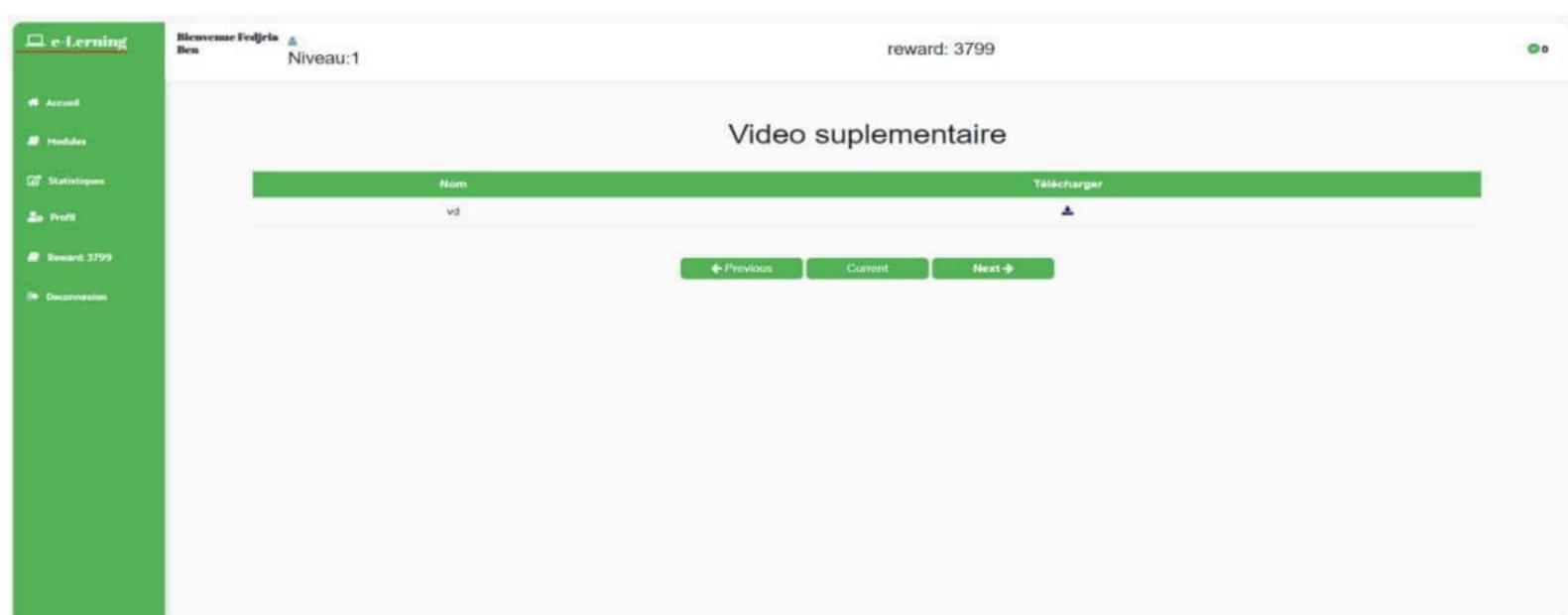


Figure 18 : Interface de vidéo supplémentaire.

Une fois que l'apprenant de la vidéo a terminé, lorsque vous cliquez sur le bouton SUIVANT, l'interface vous attend les lien supplémentaire.

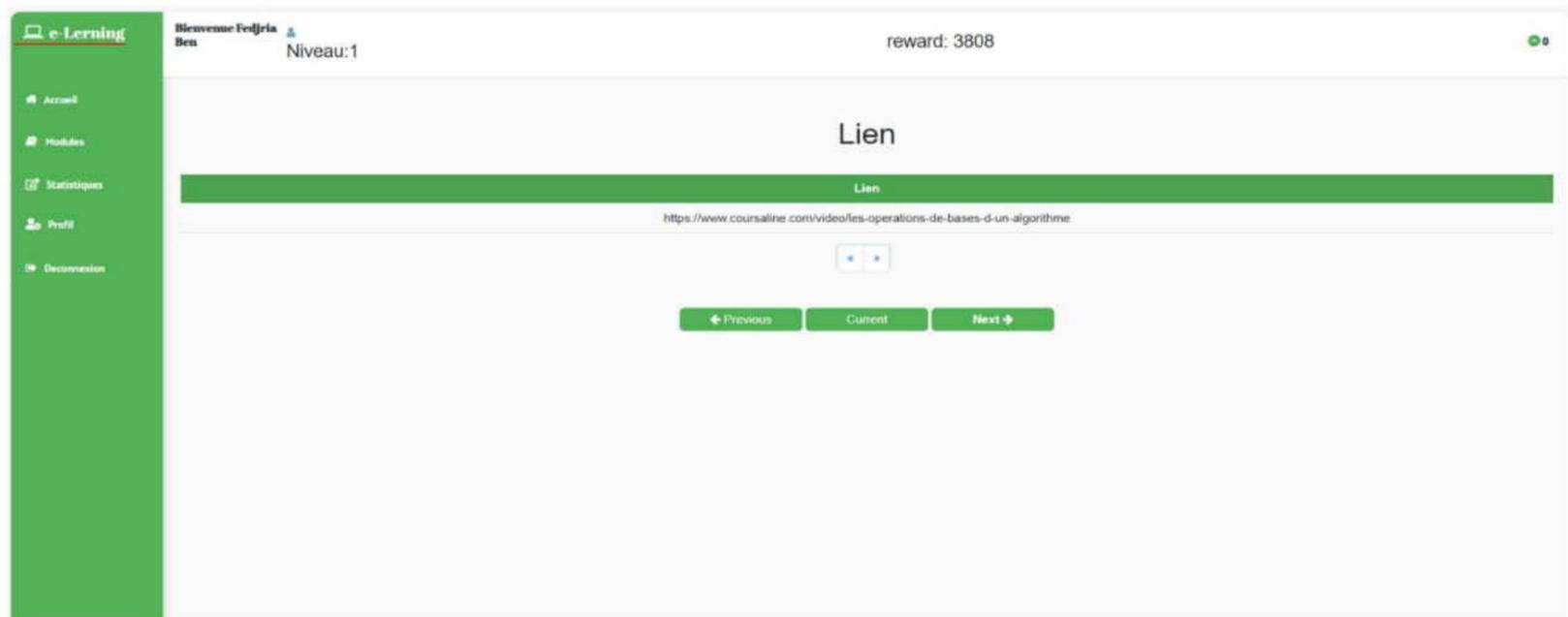


Figure 19 : Interface de lien supplémentaire.

### 5.3.6. Exemples de mise a niveau de l'apprenant

Une fois que l'apprenant obtient la bonne réponse deux fois de suite la première fois, le système le récompense par une augmentation de son niveau et c'est ce qu'on appelle mise a niveau.



Figure 20 : Interface de résultat de test pour faire la mise à niveau.

## **6. Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons présenté les outils et les langages utilisés pour développer notre système de tutorat intelligent. Nous avons également montré comment fonctionne notre système à travers plusieurs captures d'écran de ses interfaces.

## **Conclusion générale**

À travers notre projet, nous avons conçu et développé un agent d'assistance intelligent destiné aux plateformes d'apprentissage en ligne, utilisant l'algorithme de Q-Learning pour améliorer l'efficacité éducative. Ce système s'adapte en temps réel aux besoins spécifiques de chaque apprenant, offrant ainsi un enseignement personnalisé et une assistance continue. Les avantages de ce système sont multiples : il fournit un feedback instantané, améliore l'engagement des étudiants et optimise leurs performances. De plus, il ajuste dynamiquement les stratégies pédagogiques en fonction des interactions des utilisateurs.

Comme perspective, nous proposons d'intégrer des outils de visualisation avancés et d'élargir la banque de questions pour proposer des tests adaptatifs, permettant aux étudiants de renforcer leurs connaissances de manière ciblée et continue.

## Bibliographie

[**Belbachir, 2016**] Belbachir, F. (2016). Le e-learning comme méthode d'apprentissage. Thèse de doctorat

[**Kumar Basak et al., 2018**] Kumar Basak, S., Wotto, M. et Belanger, P. (2018).

E-learning, m-learning and d-learning : Conceptual definition and comparative analysis. *E-learning and Digital Media*, 15(4):191–216.

[**Veerasley, 2010**] Veerasley, B. D. (2010). The overall aspects of e-learning issues, developments, opportunities and challenges. *International Journal of Information and Communication Engineering*, 4(3):364–367.

[**Piotrowski, 2010**] Piotrowski, M. (2010). What is an e-learning platform? In *Learning management system technologies and software solutions for online teaching : Tools and applications*, pages 20–36. IGI Global.

[**Arkorful et al., 2015**] Arkorful, V., Abaidoo, N. et al. (2015). The role of e-learning, advantages and disadvantages of its adoption in higher education. *International journal of instructional technology and distance learning*, 12(1):29–42.

[**Jain et al., 2021**] Jain, D., Srivastava, P. R., Kaushik, A., & Garg, P. (2021). AI and Machine Learning Techniques in the Development of Intelligent Tutoring System: A Review. *Education and Information Technologies*, 26(4), 3743-3776.

[**Iglesias et al., 2009**] Ana Iglesias, Paloma Martínez, Ricardo Aler, Fernando Fernández. (2009). Learning teaching strategies in an Adaptive and Intelligent Educational System through Reinforcement Learning. In *Applied Intelligence*, August 2009, Volume 31, Issue 1, pp 89-106.

[**AlShaikh & Hewahi, 2021**] AlShaikh, F. & Hewahi, N. (2021). Techniques d'IA et d'apprentissage automatique dans le développement d'un système de tutorat intelligent : une revue. Conférence internationale 2021 sur l'innovation et l'intelligence pour

l'informatique, le calcul et les technologies (3ICT), 405-407. Disponible sur Consortium - Algérie (CERIST) et téléchargé depuis IEEE Xplore.

[**Aslam et al., 2021**] S. M. Aslam, M. A. Hogo, A. M. de Moraes, J. M. F. R. Araujo, & E. B. Costa. (2021). Feature Evaluation of Emerging E-Learning Systems Using Machine Learning. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18(1), 1-15.

[**Santhi et al., 2013**] Santhi, R., Priya, B., & Nandhini, J. (2013). Review of intelligent tutoring systems using bayesian approach. arXiv preprint arXiv:1302.7081.

[**Alday, 2018**] Alday, R. B. (2018). Bayesian networks in intelligent tutoring systems as an assessment of student performance using student modeling. *Proceedings of the 2018 2nd International Conference on Algorithms, Computing and Systems*, 119–122.

[**Abu-Naser, 2012**] Abu-Naser, S. S. (2012). Predicting learners performance using artificial neural networks in linear programming intelligent tutoring system.

[**Bernard et al., 2015**] Bernard, J., Chang, T.-W., Popescu, E., & Graf, S. (2015). Using artificial neural networks to identify learning styles. *International Conference on Artificial Intelligence in Education*. Springer, pp. 541–544.

[**Venkatesh et al., 2010**] Venkatesh, R., Naganathan, E., & Maheswari, N. U. (2010). Intelligent tutoring system using hybrid expert system with speech model in neural networks. *International Journal of Computer Theory and Engineering*, 2(1), 12

[**Zakrzewska, 2008**] Zakrzewska, D. (2008). Using clustering technique for students' grouping in intelligent e-learning systems. *Symposium of the Austrian HCI and Usability Engineering Group*. Springer, pp. 403–410.

[**Šarić-Grgić et al., 2020**] Šarić-Grgić, I., Grubišić, A., Šerić, L., & Robinson, T. J. (2020). Student clustering based on learning behavior data in the intelligent tutoring system. *International Journal of Distance Education Technologies (IJDET)*, 18(2), 73–89.

[**Chi et al., 2011**] Chi, M., VanLehn, K., Litman, D., & Jordan, P. (2011). An evaluation of pedagogical tutorial tactics for a natural language tutoring system: A reinforcement learning

**[Malpani et al., 2011]** Malpani, A., Ravindran, B., & Murthy, H. (2011). Personalized intelligent tutoring system using reinforcement learning. Twenty-Fourth International FLAIRS Conference.

**[Rafferty et al., 2016]** Rafferty, A. N., Brunskill, E., Griffiths, T. L., & Shafto, P. (2016). Faster teaching via POMDP planning. *Cognitive Science*, 40(6), 1290–1332.

**[Matsuda et Shimmei, 2019]** Matsuda, N., & Shimmei, M. (2019). Application of reinforcement learning for automated contents validation towards self-improving online courseware. Proceedings of the 7th Annual GIFT Users Symposium. US Army Combat Capabilities Development Command–Soldier Center, p. 57. approach. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 21(1-2), 83–113.

**[Sutton & Barto, 1998]** Sutton, R. S., & Barto, A. G. (1998). Reinforcement learning: An introduction. MIT Press.

**[Rummery & Niranjan, 1994]** Rummery, G. A., & Niranjan, M. (1994). On-line Q-learning using connectionist systems. University of Cambridge, Department of Engineering.

**[Watkins & Dayan, 1992]** Watkins, C. J. C. H., & Dayan, P. (1992). Q-learning. *Machine Learning*, 8, 279-292.

**[Mnih et al., 2015]** Mnih, V., Kavukcuoglu, K., Silver, D., Rusu, A. A., Veness, J., Bellemare, M. G., ... & Hassabis, D. (2015). Human-level control through deep reinforcement learning. *Nature*, 518(7540), 529-533.

**[Schulman et al., 2017]** Schulman, J., Wolski, F., Dhariwal, P., Radford, A., & Klimov, O. (2017). Proximal policy optimization algorithms. arXiv preprint arXiv:1707.06347.

**[Haarnoja et al., 2018]** Haarnoja, T., Zhou, A., Abbeel, P., & Levine, S. (2018). Soft actor-critic: Off-policy maximum entropy deep reinforcement learning with a stochastic actor. arXiv preprint arXiv:1801.01290.

**[Lopez-Alvarez et al., 2011]** Lopez-Alvarez, S., Iglesias, A., Martínez, P., & Fernández, F. (2011). An experience applying reinforcement learning in an adaptive and intelligent

educational system. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 21(1-2), 79–108.

**[Narvekar et al., 2020]** Narvekar, S., Peng, B., Leonetti, M., Sinapov, J., Taylor, M. E., & Stone, P. (2020). Curriculum learning for reinforcement learning domains: A framework and survey. *Journal of Machine Learning Research*, 21, 1-50.

**[Iglesias et al., 2009]** Iglesias, A., Martínez, P., Aler, R., & Fernández, F. (2009). Learning teaching strategies in an Adaptive and Intelligent Educational System through Reinforcement Learning. *Applied Intelligence*, 31(1), 89-106.

**[Amzil et al., 2023]** Amzil, I., AAMMOU, S., TAGDIMI, Z., & ERRADI, H. (2023). Personalizing Learning Experiences with Q-learning in Adaptive Educational Systems. In M. Khaldi et al. (Eds.), *Proceedings of the E-Learning and Smart Engineering Systems (ELSES 2023)*, Atlantis Highlights in Social Sciences, Education and Humanities (Vol. 14, pp. 70-77).

## WEBOGRAPHIE

[SW1] <https://www.pierre-giraud.com/html-css-apprendre-coder-cours/definition-utilisation/> (Consulté le 22-06-2024)

[SW2] [https://developer.mozilla.org/fr/docs/Learn/JavaScript/First\\_steps/What\\_is\\_JavaScript](https://developer.mozilla.org/fr/docs/Learn/JavaScript/First_steps/What_is_JavaScript) (Consulté le 22-06-2024).

[SW3] <https://www.journaldunet.fr/web-tech/dictionnaire-du-webmastering/1203597-php-hypertext-preprocessor-definition/> (Consulté le 22-06-2024).

[SW4] <https://www.journaldunet.fr/web-tech/dictionnaire-du-webmastering/1445304-python-definition-et-utilisation-de-ce-langage-informatique.> (Consulté le 22-06-2024).\_\_

[SW5] <https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/internet-mysql-4640/> (Consulté le 22-06-2024).

[SW6] <https://www.ionos.fr/digitalguide/serveur/outils/tutoriel-xampp-creer-un-serveur-de-test-local/> (Consulté le 22-06-2024).