SmartLearn – A Personalized Learning Platform Based on Machine Learning

# Introduction

Dans les systèmes éducatifs traditionnels, l’enseignement est souvent standardisé et uniforme, ne tenant pas compte des différences individuelles entre les élèves. Or, chaque étudiant possède des besoins, des rythmes et des niveaux de compréhension qui lui sont propres. Cette hétérogénéité rend difficile l’adaptation des méthodes pédagogiques à grande échelle. Avec l’essor des technologies numériques, l’e-learning a pris une place majeure, mais il reste encore souvent peu personnalisé.

Le Machine Learning (ML) et l’intelligence artificielle (IA) offrent aujourd’hui la possibilité de concevoir des plateformes éducatives capables d’adapter dynamiquement les parcours d’apprentissage selon les performances et les caractéristiques des apprenants. Le projet SmartLearn s’inscrit dans cette démarche en proposant un système d’apprentissage personnalisé basé sur l’analyse des données d’évaluation des étudiants. L’objectif est d’améliorer l’efficacité pédagogique et de soutenir les enseignants dans le suivi et l’accompagnement.

# Revue de la littérature / État de l’art

La personnalisation en éducation est un sujet largement étudié, avec de nombreuses approches visant à adapter le contenu et les modalités d’apprentissage aux besoins spécifiques des étudiants. Les systèmes de recommandation sont une technique clé dans ce domaine, empruntée à d’autres secteurs comme le commerce en ligne ou le streaming.

Les modèles de filtrage collaboratif exploitent les similarités entre utilisateurs ou entre contenus pour suggérer des ressources pertinentes. Dans le contexte éducatif, cela permet par exemple de recommander des exercices ou des documents à un étudiant en fonction de ceux appréciés ou réussis par des pairs ayant un profil similaire.

Parallèlement, les modèles supervisés tels que les K-Nearest Neighbors, arbres de décision, ou réseaux neuronaux, sont utilisés pour prédire le niveau d’un étudiant ou sa probabilité de réussite à une tâche donnée, facilitant ainsi la segmentation et la personnalisation.

Toutefois, beaucoup de solutions existantes restent limitées par la disponibilité des données, la complexité des modèles, ou l’intégration dans des environnements pédagogiques réels.

# Objectifs du projet

Le projet SmartLearn vise à développer une plateforme d’apprentissage adaptative reposant sur le Machine Learning. Les objectifs principaux sont :

* Classifier les étudiants en groupes de niveaux de performance à partir de leurs données d’évaluation.
* Recommander des parcours pédagogiques personnalisés adaptés au profil de chaque apprenant.
* Fournir une interface simple et intuitive pour les étudiants et les enseignants.
* Permettre aux enseignants de suivre les progrès, d’analyser les performances et d’exporter les données.
* Tester la faisabilité et la pertinence d’un tel système avec un prototype fonctionnel.

# Méthodologie

## Collecte et préparation des données

Le projet utilise le dataset « Students Performance in Exams » disponible publiquement, comprenant les scores en mathématiques, lecture et écriture de 1000 étudiants, ainsi que des informations démographiques. Les données sont nettoyées, les valeurs manquantes traitées, et les scores normalisés via la méthode StandardScaler pour homogénéiser les échelles.

Une moyenne des trois scores est calculée pour chaque étudiant, puis une classification en trois niveaux est réalisée (faible, moyen, élevé) selon cette moyenne, pour créer la variable cible parcours\_id.

## Modélisation et apprentissage

Un modèle supervisé K-Nearest Neighbors (KNN) est entraîné sur les données normalisées pour prédire le niveau d’un étudiant en fonction de ses scores. La performance du modèle est évaluée via une validation croisée à 10 folds, obtenant une précision d’environ 89 %, ce qui indique une bonne capacité de discrimination entre les niveaux.

Un système de recommandation basé sur le filtrage collaboratif est envisagé pour étendre le prototype, permettant de suggérer des contenus adaptés en s’appuyant sur les similarités entre profils d’apprenants ou contenus pédagogiques.

## Développement de l’interface utilisateur

L’application web est développée avec Streamlit, offrant deux interfaces principales :

* **Étudiant** : saisie des scores, obtention instantanée d’une recommandation personnalisée de parcours.
* **Enseignant** : vue d’ensemble des performances, filtres par niveau, export des données au format Excel, visualisations graphiques.

## Évaluation et amélioration

Les modèles sont évalués avec des métriques classiques (précision, rappel) et validés par croisement. L’interface est testée auprès d’utilisateurs pour recueillir des retours en vue d’améliorer l’expérience et la pertinence des recommandations.

# Résultats

Le prototype SmartLearn est opérationnel et remplit les objectifs fixés :

* Le modèle KNN atteint une précision moyenne de 89 % pour la classification des niveaux de performance.
* L’interface étudiante génère des recommandations adaptées en temps réel à partir des scores saisis.
* L’interface enseignant facilite le suivi des élèves avec des filtres efficaces et l’export des résultats.
* Les visualisations graphiques (diagrammes circulaires) illustrent clairement la répartition des niveaux dans la population étudiée.

Ces résultats démontrent la validité de l’approche et son potentiel d’usage en milieu éducatif.

# Discussion

Les résultats montrent que même avec un dataset limité et structuré, il est possible de segmenter efficacement les étudiants et de proposer des parcours personnalisés. L’utilisation du Machine Learning offre une base solide pour un apprentissage adaptatif.

Cependant, le prototype présente des limites, notamment l’absence d’un système avancé de gestion des utilisateurs, des recommandations statiques faute d’une base de contenus évolutive, et une interface encore simpliste.

Le projet souligne aussi les défis liés à la collecte de données réelles en contexte scolaire et à l’intégration de contenus multimédias pour enrichir l’expérience.

# Conclusion

Le projet SmartLearn prouve la faisabilité d’une plateforme d’apprentissage personnalisée basée sur le Machine Learning. En combinant l’analyse des performances avec des recommandations adaptées, il est possible d’améliorer significativement l’efficacité pédagogique et de soutenir les enseignants dans leur travail.

Le prototype constitue une base solide pour un développement futur vers un système complet et scalable d’éducation adaptative.