

PROPOSITION DE SUJET POUR UN CONTRAT DOCTORAL

Laboratoire : Laboratoire Informatique, Image et Interaction (L3i)
Titre de la thèse L'IA et la fouille des processus au service du développement de stratégies de recommandation personnalisées des apprenants dans les plateformes éducatives
Direction de la thèse <i>directeur-trice-s (grade, HDR) et éventuels co-directeur-trice-s</i> Ronan Champagnat (MCF, HDR) - Directeur de thèse 50 % Marwa Trabelsi Hamdi (ECC) - co-Directeur de thèse 50 %
Adéquation scientifique avec les priorités de l'établissement Cette thèse sur le développement de modèles avancés de recommandation et d'optimisation des parcours d'apprentissage s'inscrit pleinement dans les priorités territoriales de la Communauté d'Agglomération (CdA) et du Département de la Charente-Maritime. Elle répond à des enjeux clés liés à l'éducation, à l'innovation technologique et à la préservation du patrimoine culturel, tout en contribuant à la dynamique de développement local.
Descriptif du sujet <i>(enjeux scientifiques, applicatifs, sociétaux...)</i> Contexte et Problématique: L'évolution rapide des systèmes d'information dans divers secteurs, tels que l'éducation et la santé, et l'intégration croissante des environnements numériques de travail transforment profondément la manière dont nous apprenons, travaillons, et accédons aux services. Ces plateformes numériques génèrent une quantité massive de données, notamment des traces d'interactions qui, bien analysées, offrent une ressource précieuse pour comprendre les comportements individuels et développer des stratégies d'accompagnement personnalisées. Dans le cadre de cette thèse nous visons à construire une personnalisation des parcours des étudiants dans le domaine de l'éducation. La personnalisation des parcours pédagogiques s'affirme comme un levier essentiel pour maximiser la réussite des apprenants. Chaque apprenant suit un parcours unique, ce qui exige souvent un accompagnement personnalisé, qu'il soit humain ou numérique. L'analyse des traces numériques, que ce soit à l'échelle d'un individu ou d'un groupe, ouvre la voie à des stratégies d'accompagnement individualisées, tant pour les enseignants que pour les groupes d'apprenants. La diversité des comportements d'apprentissage, qu'elle soit fondée sur des préférences pour des supports visuels, des activités pratiques ou des ressources textuelles, représente une richesse à exploiter. C'est précisément dans cette logique que les systèmes de recommandation (SR) jouent un rôle clé, en filtrant et en priorisant intelligemment les contenus selon les préférences, actions passées, et besoins des utilisateurs (Aggarwal, 2016). En e-learning, ces systèmes trient les ressources pédagogiques en fonction

de leur pertinence pour chaque apprenant, ajustant les propositions en fonction de divers facteurs tels que les objectifs d'apprentissage et les compétences préalables (Singh et al., 2021).

Recommandation Basée sur la Déviation des Processus

Un aspect novateur de cette recherche réside dans l'utilisation de la **fouille de processus** pour développer des systèmes de recommandation basés sur l'analyse des déviations par rapport aux parcours d'apprentissage réussis. En identifiant les moments où un étudiant dévie d'un parcours optimal ou montre des signes de stagnation, le système peut recommander des ajustements en temps réel, tels que des activités spécifiques ou des ressources supplémentaires. Cela permet de réorienter l'apprenant vers un parcours d'apprentissage plus adapté, favorisant ainsi son engagement et sa motivation.

Un système de recommandation justifie son utilité en prenant en compte la trajectoire individuelle de chaque apprenant au sein d'un système d'activités ouvert ou contraint. Alors que les techniques de fouille de processus ont atteint leur maturité dans le domaine des systèmes d'information où les processus métiers sont bien identifiés, le défi de cette thèse est de classer les différentes trajectoires identifiées dans un contexte d'apprentissage. Cela permettra de déterminer, de manière automatisée, à quelle trajectoire type correspond le parcours d'un apprenant dans un environnement numérique où les processus métiers ne sont pas nécessairement définis. En inscrivant le comportement des apprenants dans un cadre temporel et causal, nous visons à doter les experts humains d'outils permettant de visualiser et d'interpréter les éléments significatifs de chaque trajectoire d'apprentissage.

Objectifs de la thèse:

L'objectif principal de cette thèse est de développer des approches novatrices pour la recommandation de parcours d'apprentissage, qui seront intégrées dans des compagnons intelligents ou des applications mobiles. Nous concentrerons notre recherche sur l'analyse des processus liés aux parcours d'apprentissage individuels et à la construction de projets personnels ou professionnels.

Dans ce cadre, nous visons à identifier et à modéliser des séquences d'actions (sous-processus) essentielles à l'atteinte des objectifs des utilisateurs, qu'ils soient individuels ou en réseau. L'accent sera mis sur l'exploration des interactions entre les différentes étapes du parcours, ainsi que les informations connexes (ressources utilisées, temps de consultation...), afin de mieux comprendre comment les apprenants progressent vers leurs objectifs déclarés ou estimés.

Les résultats de cette recherche seront intégrés dans des algorithmes de recommandation sophistiqués, visant à améliorer l'efficacité des processus de suivi et d'anticipation des actions des utilisateurs. Grâce à des recommandations adaptées en temps réel, nous aspirons à offrir un soutien personnalisé qui tient compte des cheminements d'apprentissage uniques et des dynamiques de groupe. Cette approche permettra non seulement de renforcer l'engagement des étudiants, mais aussi d'optimiser leur réussite en facilitant l'accès aux ressources pertinentes et en proposant des ajustements opportunistes aux parcours d'apprentissage.

Dans cette démarche, il est essentiel d'être clair sur les concepts de base, notamment ce qu'est **un parcours d'apprentissage** et ce que nous cherchons à recommander. Un parcours d'apprentissage est un ensemble structuré de **séquences d'actions**, **d'interactions** et **d'étapes/ressources** que les apprenants franchissent pour acquérir des compétences ou atteindre des objectifs spécifiques. Les recommandations, quant à elles, doivent être adaptées non seulement aux besoins individuels des apprenants, mais aussi à leur contexte global d'apprentissage, en tenant compte des progrès réalisés et des objectifs à atteindre. Dans cet objectif, nous développerons une recommandation argumentée ce qui permettra à l'étudiant d'avoir une attitude réflexive sur sa posture d'apprenant et favorise son engagement.

Les recherches antérieures ont permis de réaliser des avancées significatives en matière de transformation et d'adaptation des données pour découvrir des modèles de processus grâce aux techniques de fouille de

processus. De plus, nous avons acquis une bonne compréhension des différents types de profils étudiants et des méthodes de regroupement des traces des utilisateurs. Il est désormais temps d'approfondir l'optimisation et la recommandation des processus d'apprentissage personnalisés, en utilisant des techniques avancées d'intelligence artificielle, telles que les réseaux de neurones, les transformers et les IA génératives.

En exploitant les grands modèles de langage (LLM) et les architectures de réseaux de neurones, cette thèse explorera comment personnaliser les recommandations en fonction des parcours d'apprentissage antérieurs des étudiants, tout en garantissant une montée en compétences efficace et ciblée. La fouille de processus permettra d'analyser les séquences d'interactions des apprenants avec une plateforme pédagogique. En explorant ces traces d'utilisation, nous pourrons non seulement comprendre le cheminement d'un étudiant dans son apprentissage, mais aussi optimiser ce parcours en recommandant des ressources et des étapes d'apprentissage adaptées à ses besoins spécifiques.

En résumé, cette thèse aspire à proposer une expérience d'apprentissage personnalisée (**compagnon intelligent piloté par L'IA capable**), enrichie par des données pertinentes et des algorithmes avancés, **en fonction des progrès individuels** et des objectifs spécifiques des apprenants. L'approche proposée cherchera à modéliser les interactions, à analyser les séquences d'actions, et à anticiper les prochaines étapes du parcours d'apprentissage, tout en tenant compte du **contexte global** dans lequel se trouve l'apprenant.

Contexte partenarial (*cotutelle internationale, EU-CONEXUS, partenariat avec un autre laboratoire, une entreprise...*)

Le candidat a la possibilité d'effectuer un séjour de recherche dans l'une des 8 autres universités partenaires d'EU-Conexus dans le cadre de la thèse.

Impacts (*scientifiques, technologiques, socio-économiques, environnementaux, sociétaux...*)

Soutenir les apprenants dans leur parcours éducatif en adaptant les ressources et les stratégies à leurs besoins.

Programme de travail du doctorant (*tâches confiées au doctorant*)

Calendrier de réalisation

1ère année : Exploration et préparation

- **M1-M5 (5 mois)** : Revue de littérature sur les transformers et leur application aux recommandations éducatives. Comparaison des architectures et rédaction d'un rapport préliminaire.
- **M6-M9 (4 mois)** : Développement d'une méthode d'extraction des connaissances à partir des parcours d'apprentissage via le Process Mining.
- **M10-M12 (3 mois)** : Analyse des parcours sur les données et rédaction d'un article de positionnement.

2ème année : Développement et expérimentation

- **M13-M18 (6 mois)** : Conception d'un système de recommandation exploitant l'IA et l'analyse des parcours.
- **M19-M24 (6 mois)** : Expérimentation, validation et optimisation du système. Rédaction d'un article sur les résultats.

3ème année : Finalisation et consolidation

- **M25-M29 (5 mois)** : Optimisation du système, intégration dans une plateforme éducative et tests utilisateurs.
- **M30-M36 (7 mois)** : Rédaction de la thèse et d'un article de synthèse, préparation de la soutenance.

Accompagnement du doctorant / Fonctionnement de la thèse (*accompagnement humain, matériel, financier, en particulier pour la prise en charge du fonctionnement de la thèse et des dépenses associées*)

L'accompagnement du doctorant et le fonctionnement de la thèse sont pris en charge par le laboratoire. Cela inclut la mise à disposition des ressources matérielles nécessaires, notamment le matériel informatique et autres équipements appropriés. De plus, un budget est alloué pour la participation du doctorant à des colloques et événements scientifiques, favorisant ainsi son développement professionnel et son intégration dans la communauté académique. Nous aborderons ce budget en utilisant des financements obtenus dans le cadre de projets.

Le doctorant bénéficiera d'un encadrement humain solide, principalement assuré par les directeurs de thèse. Des réunions régulières sont prévues pour discuter de l'avancement du projet, résoudre les problèmes éventuels et orienter le doctorant dans le processus de recherche. Ces interactions favorisent également le partage d'expériences, la transmission de connaissances et le développement des compétences du doctorant. Des collaborations avec d'autres chercheurs du laboratoire sont aussi envisagées.