

Présentation du partenaire industriel

X-R SOLUTIONS est une start-up née en 2021 et basée à Bordeaux et Paris. Créée par deux passionnés de l'aéronautique, son ambition vise à améliorer l'efficacité de la formation des pilotes à l'aide des technologies de Réalité Virtuelle et Réalité Mixte.

Aujourd'hui les progrès technologiques réalisés par les casques RV/RM ainsi que dans les différentes interfaces (serious gaming) permettent de capitaliser sur un environnement virtuel pour mieux s'approprier les éléments du cockpit, les procédures et la gestuelle associée.

Présentation de l'établissement et du laboratoire

L'Université de d'Évry - Paris Saclay, plus spécifiquement le département IRA2 (Interactions, Réalité virtuelle & Augmentée, Robotique d'Assistance) du laboratoire IBISC mène des recherches sur l'interaction humain-machine et les technologies immersives. Il conçoit et évalue des systèmes de réalité virtuelle, augmentée et mixte permettant d'améliorer les interactions entre utilisateurs et environnements numériques complexes. Il s'appuie notamment sur la plateforme expérimentale Evr@, dédiée à la réalité virtuelle immersive, à l'interaction multimodale et à l'analyse du comportement utilisateur.

Titre de la thèse :

Débriefing immersif adaptatif en simulateur XR de vol

Type de financement

Contrat CIFRE (ANRT) – 3 ans

Durée : 36 mois

Lieu principal : Évry (91)

Rémunération : 2 300 € brut/mois

Contexte et objectif scientifique

Les environnements de formation en réalité étendue (XR) connaissent une forte croissance dans les domaines à forte criticité, notamment l'aéronautique, où la formation constitue un enjeu central en termes de sécurité et de performance. Selon les analyses de l'**International Air Transport Association**, les coûts de formation des équipages représentent une part significative des coûts opérationnels. Ils se décomposent en deux sous-parties, la formation initiale et la formation récurrente, obligatoire tous les 6 mois. Ces besoins en formation continuent d'augmenter, entre le renouvellement des départs et les nouveaux entrants. Airbus estime plus de 660 000 nouveaux pilotes à former d'ici 2044. La majeure partie de cette croissance est portée par l'Asie, l'Europe et l'Amérique du Nord. (Source : AIRBUS – Global Market Forecast 2025)

Dans ce contexte, les simulateurs XR offrent de nouvelles opportunités pour rendre la formation plus flexible, plus accessible et plus performante. Cependant, si ces environnements permettent de reproduire fidèlement l'environnement de travail (le cockpit par exemple), ils restent encore limités dans leur capacité à offrir une démarche pédagogique robuste et ainsi soutenir les phases d'analyse et de réflexion, essentielles à l'apprentissage.

Cette thèse s'inscrit dans la continuité des travaux de **Kelly Minotti** sur le débriefing immersif, et vise à concevoir un **système de débriefing immersif adaptatif**, capable de guider l'apprenant dans l'analyse de sa performance en s'appuyant sur des données multimodales, notamment les actions, les interactions et l'eye-tracking.

L'objectif est de permettre à un apprenant (pilote novice ou expert) de comprendre ses erreurs, d'explicitier ses décisions et d'améliorer sa performance de manière autonome, en s'appuyant sur un système intelligent intégré au simulateur.

Ce système pourra être utilisé par les pilotes en amont et pendant la formation pour se familiariser et pratiquer les procédures dans l'environnement de travail spatialisé. Il pourra également être utilisé pour maintenir ses compétences en autonomie dès lors que le pilote en ressent le besoin.

Description du sujet

Le travail de thèse consistera à concevoir une méthode et une architecture de débriefing immersif adaptatif intégrées à un simulateur XR de vol existant. Le système devra exploiter différentes sources de données afin d'analyser l'activité de l'apprenant et d'identifier les événements pédagogiquement pertinents.

Une attention particulière sera portée à l'intégration des données d'eye-tracking, afin d'analyser les stratégies attentionnelles et de mettre en relation ce que l'apprenant a regardé, ce qu'il a fait et les raisons qu'il avance pour justifier ses choix.

Le débriefing reposera sur un rejeu immersif des séquences pertinentes, accompagné d'une interaction visant à inciter l'apprenant à expliciter ses décisions. Cette interaction sera médiatisée par un agent incarné, sous la forme d'un co-pilote formateur autonome, capable d'adapter son comportement au profil de l'apprenant.

Le système reposera sur une architecture explicable, fondée sur des règles expertes et des heuristiques, afin de garantir sa transparence et son acceptabilité dans un contexte industriel.

Méthodologie

La thèse combinera des approches en réalité virtuelle, interaction humain-machine, analyse des données d'apprentissage et intelligence artificielle explicable. Elle implique la collecte et l'analyse de données multimodales, la conception d'interfaces immersives et la mise en place de protocoles expérimentaux.

Plusieurs études expérimentales seront menées afin d'évaluer l'impact du débriefing adaptatif sur la performance, la compréhension des erreurs, la qualité des justifications et l'engagement des apprenants.

Compétences attendues

Master 2 ou diplôme d'ingénieur en informatique ou domaine connexe

Compétences recommandées :

- Programmation (C#)
- Expérience en Unity3D et/ou Unreal Engine
- Intérêt pour la réalité virtuelle / XR
- Sensibilité aux problématiques d'IHM et d'IA
- Intérêt pour la recherche

Une expérience en analyse de données (Python) ou en interaction immersive est un plus.

Encadrement

Encadrement académique : Laboratoire IBISC – équipe IRA2

Directeur : OTMANE Samir (PR)

Co-encadrant : LOUP Guillaume (MCU)

Co-encadrante : RICCA Aylen (MCU)

Encadrement industriel : X-R Solutions

ANDRÉ Timothée (Cofondateur X-R Solutions)

FAVRE GARCIA Lilian (Ingénieur, référent technique)

Candidature

Le dossier de candidature devra comprendre :

- Un CV détaillé
- Un Relevés de notes (Master ou équivalent)
- Une Lettre de motivation
- Éventuellement, lettres de recommandation

Le dossier est à envoyer à contact@x-rsolutions.com et Guillaume LOUP guillaume.loup@univ-evry.fr

Date limite de candidature : 23 AVRIL 2026 23h59

Réalité virtuelle, XR, débriefing immersif, adaptation, eye-tracking, analyse des données d'apprentissage, interaction humain-machine, simulation aéronautique, intelligence artificielle explicable.

Références

- Cross, J. I., & Boag-Hodgson, C. C. (2025). A collaborative virtual reality flight simulator: Efficacy, challenges, and potential. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 18, 119–129.
- Cifuentes, D. S. V., García, M. I., Mendoza, G., & Peña, K. (2025). Flight Simulator with Hardware and Virtual Reality for Aeronautical Engineering Education in Higher Education.
- Minotti, K., Loup, G., Harquin, T., & Otmame, S. (2024). Exploring immersive debriefing in virtual reality training: A comparative study. In *Proceedings of the 30th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology* (pp. 1-10).
- Minotti, K., Mai, D. X. H., Loup, G., Chellali, A., Ferrer, M. H. L., & Otmame, S. (2025). The immersive Debriefing: Comparative evaluation of Full and Segmented Redo methods in Virtual Reality. In *2025 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)* (pp. 109-119). IEEE.
- Lampropoulos, G., & Evangelidis, G. (2025). Learning analytics and educational data mining in augmented reality, virtual reality, and the metaverse: A systematic literature review, content analysis, and bibliometric analysis. *Applied Sciences*, 15(2), 971.