

Appel à bourses de thèses 2026 – PEPR eNSEMBLE

Titre (provisoire) de la proposition de doctorat

Modèle de co-apprentissage médié par un tuteur IA dans les formations immersives.

Noms des encadrants :

IRIT (Laboratoire d'accueil)	David PANZOLI PR, INU Champollion	Directeur de thèse	EVAH, Immersive Learning, Compagnons virtuels
	Jean-Pierre JESSEL PR, U. de Toulouse	Encadrant	RVD, EV Collaboratifs
LIUM	Sébastien GEORGE PR, Le Mans U.	Co-directeur de thèse	EIAH
	Ludovic HAMON MCF, Le Mans U.	Encadrant	EIAH, analyse et évaluation du geste technique, RV et RA

Court résumé :

Les formations immersives en réalité virtuelle sont particulièrement adaptées à l'enseignement du geste technique grâce à leur fidélité de représentation et de simulation. L'évaluation de la performance de l'apprenant reste toutefois limitée en ce qui concerne la représentation de la richesse didactique inhérente au geste métier. Nous proposons d'explorer cette question à travers la piste de la collaboration, en proposant un modèle dans lequel l'interaction pédagogique entre l'apprenant et l'expert est médiée par un tuteur IA, lequel est doté de capacités d'apprendre de manière écologique au contact de ces derniers. Dans cette proposition originale, chacun des acteurs de la formation (apprenant, expert et tuteur IA) bénéficie à son niveau des interactions avec les autres et progresse par l'acquisition de compétences. Cette logique « gagnant-gagnant » ne constitue pas seulement l'originalité de notre approche vis-à-vis de l'état de l'art, nous faisons l'hypothèse qu'elle est également la condition du succès du dispositif. La thèse vise à produire des contributions méthodologiques et des démonstrateurs techniques qui valident cette approche.

Brève description du groupe de recherche / laboratoire d'accueil :

IRIT	L'Institut de Recherche en Informatique de Toulouse est l'une des plus imposantes Unité Mixte de Recherche CNRS-universités en France, avec plus de 600 personnes (hors
------	---

	<p>stagiaires). La recherche à l'IRIT couvre l'Informatique au sens large : intelligence artificielle, systèmes répartis, réseaux, sûreté du logiciel, interaction homme-machine, traitement de la langue, calcul haute performance, bases de données, traitement du signal et de l'image. Ces travaux sont à la fois théoriques et appliqués dans des domaines comme l'aéronautique, la sécurité, l'éducation, les médias sociaux, la santé et la ville intelligente.</p> <p>L'équipe REVA (D Panzoli et JP Jessel) possède une longue expérience en Réalité Virtuelle Distribuée, Environnements Virtuels Collaboratifs, Simulation Comportementale avec des applications dans plusieurs domaines dont la formation dans les métiers techniques</p>
LIUM	<p>Le Laboratoire d'Informatique de l'Université du Mans (LIUM), créé il y a environ quarante ans, regroupe la plupart des enseignants-chercheurs en informatique de l'Université du Mans. Il comprend actuellement une soixantaine de membres, dont 30 enseignants-chercheurs permanents. Le LIUM est composé de deux équipes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • une équipe de 18 enseignants-chercheurs permanents spécialisés en Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (Ingénierie des EIAH); • une équipe de 11 enseignants-chercheurs permanents spécialisés en traitement de la parole et traduction automatique (Language and Speech Technology — LST). <p>L'équipe IEIAH (S George et L Hamon) s'intéresse en particulier aux interactions avancées pour l'apprentissage (réalité virtuelle, réalité mixte, interfaces tangibles, ...) Les questions de recherche concernent les situations d'apprentissage pour la formation aux gestes techniques et le support à l'apprentissage collaboratif.</p>

Description de la proposition de doctorat (3 pages max)

Contexte

En réalité virtuelle (RV), de nombreux travaux pluridisciplinaires sur la boucle sensori-motrice et le triplet perception-décision-action ont permis l'émergence de formations immersives pour la transmission de compétences techniques, dans l'industrie et la santé notamment. La RV est ainsi particulièrement adaptée à la formation aux gestes techniques car l'apprenant est placé dans un jumeau numérique de l'environnement de travail avec un niveau de fidélité important en termes de représentation et restitution du geste et des objets manipulés. Des capteurs informent l'environnement de ses mouvements, du placement de son corps et de ses postures, etc. Il interagit avec les artefacts virtuels ou augmentés grâce à des interfaces sensori-motrices ou avec ses mains. L'apprentissage du geste est généralement scénarisé de manière supervisée, avec un retour, automatique ou réalisé par un formateur, sur la performance de l'apprenant. L'évaluation de la performance dépend toutefois du point de vue adopté lorsqu'on parle du geste technique. Ce geste peut être considéré de manière non exclusive comme une séquence ordonnée d'actions, une succession de postures à imiter dans le temps et un ensemble de propriétés géométriques, cinématiques et/ou dynamiques à respecter.

L'évaluation, calculée à l'aide de métriques dont les intervalles d'acceptabilités sont établis

empiriquement ou par intégration de l'expertise-métier est affichée directement dans l'environnement virtuel par un principe d'augmentation (affichage de trajectoires, de scores, coloration de tout ou partie de l'avatar 3D, ou autres éléments caractérisant la qualité du geste). En complément, l'usage de tuteurs pédagogiques incarnés est une pratique de plus en plus courante, car elle ajoute deux composantes à l'apprentissage du geste : la valeur de l'exemple illustré avec une grande fidélité biomécanique ; et la relation sociale qui joue un rôle fondamental dans l'apprentissage. Cependant, dans le contexte du geste technique, une stratégie didactique et pédagogique adaptée à la transmission d'un savoir-faire complexe est nécessaire. Cette stratégie doit dépasser, la simple boucle perception-décision-action instanciée, dans la plupart des Environnements Virtuels (EV) dédiés à l'apprentissage du geste technique, selon les trois modalités suivantes: (a) l'observation de la démonstration du geste exécuté par des avatars 3D (perception-décision), (b) imitation du geste en EV (action) et (c) évaluation et affichage des propriétés du geste correctes et à corriger (perception-décision).

Problématique et objectif

Plusieurs problématiques freinent encore l'adoption massive des systèmes de tutorat pédagogique, ce qui dessinent le périmètre de notre proposition :

- 1) Les formations immersives répondent à un besoin de massification de la formation technique, dû à l'essor des métiers à forte technicité et parfois au *turnover* important. Les experts sont rares et il n'est plus envisageable de mobiliser un expert humain pour un apprenti, comme dans le compagnonnage qui était prépondérant dans la première moitié du 20ème siècle.
→ **Le recours aux techniques de l'intelligence artificielle est donc incontournable.**
- 2) La complexité des gestes techniques est une composante constitutive des formations immersives (et la condition même de leur légitimité). La diversité des situations pédagogiques à couvrir dans une formation est souvent rédhibitoire, et complique l'identification préalable et exhaustive des contenus de la formation.
→ **La proposition d'une méthodologie de conception écologique et collaborative est donc indispensable.**
- 3) Les retours pédagogiques fournis à l'apprenant en environnement virtuel sont limités à l'évaluation de la performance. Or, les erreurs posturales, motrices ou liées à l'enchaînement des actions peuvent être nombreuses tout comme leurs origines.
→ **L'expertise métier et pédagogique doit soutenir une véritable remédiation effectuée par le tuteur pédagogique.**

Bref état de l'art

Le geste technique peut être caractérisé selon trois dimensions non exclusives : l'aspect (moteur), le caractère fonctionnel (l'objectif) et sa dimension structurelle (liées aux connaissances du sujet) [Vadcard 2019]. Dans la plupart des environnements virtuels dédiés au geste technique, l'apprentissage est réalisé selon un processus d'observation et d'imitation omettant souvent la dimension structurelle [Vadcard 2019, Agueda et al. 2026]. Les propriétés attendues du geste pour statuer sur sa maîtrise peuvent reposer sur de nombreux aspects biomécaniques et la réalisation d'une ou plusieurs séquences ordonnées d'actions (par exemple, un protocole de soins). Plus qu'une

simple imitation, l'apprenant (re)construit son geste afin de se l'approprier [Vadcard 2019].

Les environnements virtuels, reposant sur un avatar 3D en tant que tuteur montrant le geste, offrent des fonctionnalités de perception du geste 3D sous n'importe quel angle de vue, de contrôle spatial et temporel de la démonstration et d'évaluation automatique sur la base des mouvements et des interactions réalisés [Hefied et al. 2026]. Cependant, les retours pédagogiques en environnement virtuel fournissent des informations statuant sur la performance, mais demeurent peu ou pas explicatifs. L'opérationnalisation d'une stratégie didactique, intégrant l'expertise de l'enseignant, afin d'expliquer l'origine des défauts constatés et les moyens pour les corriger, tout en priorisant les points d'amélioration est ainsi indispensable. À cela s'ajoute le fait que la majorité des environnements virtuels sont conçus pour une situation d'apprentissage précise qui nécessite un effort de réingénierie conséquent si la situation évolue (geste, propriétés attendues du geste, enseignant, stratégie didactique, apprenant, etc.). Cela va à l'encontre de l'appropriation des outils par les acteurs finaux (enseignant et apprenant), ces outils devant s'adapter à leurs pratiques [Loison 2025]. Bien que des outils auteurs existent et que nous avons effectué des travaux intégrant l'expertise motrice de l'enseignant [Mahdi et al. 2019, Hefied et al. 2026], aucun de ces EVs n'aborde le compagnonnage intelligent avec des capacités de remédiation dans le contexte du geste technique. En conséquence des modèles d'expertise et de remédiation adaptables aux acteurs (enseignant et apprenant) et à la situation d'apprentissage doivent pouvoir être opérationnalisés afin de transformer le tuteur pédagogique en compagnon intelligent participant à la co-évolution des savoirs et des compétences de ces acteurs.

Question de recherche

Les limites identifiées dans l'évaluation de la performance du geste technique, éclairées par les opportunités que constituent les agents IA assumant des rôles de tuteurs pédagogiques nous amènent à résumer notre proposition à travers la question suivante :

« Un tuteur IA entraîné de manière écologique dans un environnement immersif de formation peut-il acquérir l'expertise nécessaire pour soutenir l'apprenant avec une véritable pédagogie par remédiation ? »

Fondements théoriques, approches et méthodes

Dans cette thèse, nous entendons répondre à cette question en proposant un modèle de collaboration entre l'apprenant, l'expert et le formateur, où co-évoient la construction des compétences liées à l'apprentissage et la didactique du geste professionnel. À la manière d'un réseau antagoniste génératif (GAN) « à visée pédagogique », notre proposition entend faire intervenir de concert l'apprenant (le faussaire, dans la métaphore du GAN) et l'expert (le discriminateur) pour faire évoluer un système et l'améliorer jusqu'à obtenir un formateur numérique indiscernable de l'expert.

Une approche envisagée pour la construction d'un tel tuteur est de s'appuyer sur la captation complète des démonstrations de l'enseignant qui irait au-delà de la capture de mouvements. Nos travaux ont, par le passé, déjà intégré l'expertise motrice, l'aide de forêts aléatoires pour la détection de n'importe quel défaut du geste, exprimé par l'enseignant et préalablement démontré [Hefied et al. 2026]. La captation concerne ici les mouvements, les interactions avec les objets, mais aussi le discours oral de l'enseignant exprimant les éléments principaux de sa didactique. L'objectif serait

ensuite de travailler sur des modèles basés par exemple sur l'IA neuro-symbolique [Hitzler et al. 2022] afin de traiter les données de mouvements et les lier à la stratégie pédagogique exprimée.

Le projet s'inscrit dans la continuité de travaux antérieurs des deux laboratoires engagés. Il capitalise sur leur expertise respective en termes de simulation d'entraînement aux gestes techniques (LIUM) et d'accompagnement d'apprenants par un agent conversationnel incarné (IRIT). En outre, les logiciels suivants constituent des apports préalables des laboratoires, et pourront être utilisés selon les besoins exprimés au cours de la thèse.

Laboratoire	Apport capitalisable du laboratoire
IRIT [Culié, 2025]	Un framework informatique permettant de piloter un tuteur intelligent pour l'évaluation et la remédiation de l'activité. Le tuteur se présente sous la forme d'un agent humanoïde doté de capacités d'expression (voix, postures, expressions faciales) paramétrables. Il est conçu pour être intégré facilement dans n'importe quel type d'environnement de RV grâce à un protocole de représentation inspiré du concept des smart objects.
IRIT [Muller, 2019]	Pour l'apprentissage du génie mécanique, un environnement de RV comprenant le jumeau numérique de l'atelier INSA Toulouse avec deux machines interactives simulées possédant des niveaux de détail graphique et fonctionnel compatibles avec l'enseignement du geste technique.
LIUM [Hefied et al. 2026]	Pour l'apprentissage de la chirurgie dentaire, un environnement XR opérationnel, nommé VEEGO, et constitué d'un fantôme, c'est-à-dire la reproduction physique réelle de la tête, des mâchoires et des dents d'un patient sur lequel l'étudiant s'exerce. Les données de l'activité (mouvements du corps et des outils) sur fantôme sont capturées en temps réel et l'évaluation automatique par comparaison avec l'activité de l'enseignant est affichée en environnement virtuel projeté sur écran. Un avatar 3D de l'apprenant et de l'enseignant permet d'avoir une comparaison visuelle des défauts détectés par coloration des parties du corps impliquées et un texte utilisant le vocabulaire métier.

Évaluation des contributions :

Le plan prévisionnel prévoit que le modèle développé dans le cadre de la thèse soit opérationnalisé à travers deux démonstrateurs fonctionnels et évalué auprès d'utilisateurs dans deux terrains d'expérimentation distincts.

Premier terrain : L'expérimentation sera conduite en collaboration avec la Faculté d'Odontologie de Nantes, partenaire déjà engagé avec le LIUM dans le cadre du projet ANR PRCE EVAGO. Pour cela, le modèle sera intégré au simulateur VEEGO (apport LIUM). Une lettre d'intention de la Faculté d'Odontologie de Nantes sera jointe au dossier.

Second terrain : L'expérimentation sera conduite en collaboration avec l'INSA Toulouse et le Lycée Decazeville, situé au cœur de la « Mecanic Vallée », deux partenaires d'un projet en cours dans le cadre du PIA Campus des Métiers d'Avenir. Pour cela, le modèle sera intégré au jumeau numérique de l'atelier de l'INSA Toulouse (apport IRIT), lequel comprend les simulateurs numériques d'un tour

manuel et d'une machine-outil à commande numérique. Deux lettres d'intention sont jointes au dossier.

Ainsi, les évaluations seront conduites en conformité avec les standards de la communauté EVAH (environnements virtuels pour l'apprentissage humain) tant sur le plan des pratiques que de la méthodologie expérimentale. Les protocoles expérimentaux s'appuieront sur des analyses comparatives (groupes contrôle et expérimental), des mesures quantitatives (analyses statistiques, etc.) et qualitatives (questionnaires, entretiens, observations).

Nature de la collaboration numérique (1 page max)

La collaboration numérique mise en œuvre dans ce projet est originale. Elle prend la forme d'une interaction entre un expert et un (ou plusieurs) apprenant(s) dans un environnement de RV, médiée par un agent conversationnel incarné (tuteur IA). Le modèle de collaboration proposé vise ainsi à favoriser une montée en compétences synchrone des acteurs concernés : accompagnement de l'apprenant dans son apprentissage, entraînement du tuteur IA et formation pédagogique de l'expert métier. Les différentes interactions entre ces parties prenantes sont schématisées dans la Figure 1 et explicitées dans les paragraphes qui suivent.

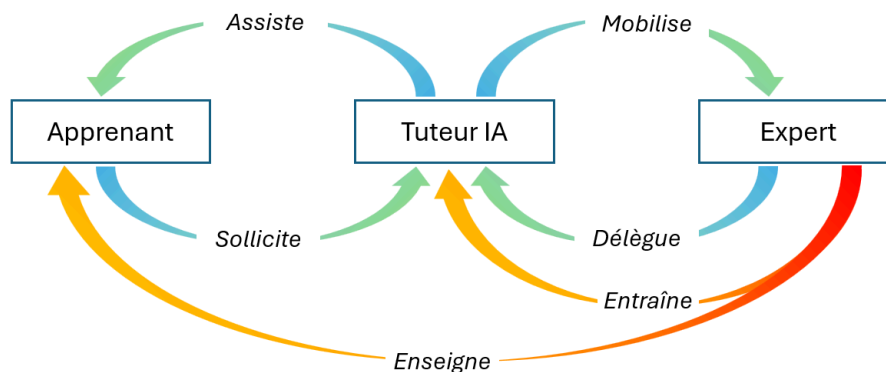


Figure 1 Modèle de collaboration proposé dans l'environnement de réalité virtuelle. La relation entre l'apprenant et l'expert est médiée par un tuteur IA incarné entraîné *in situ*.

L'environnement d'apprentissage pourra prendre des formes variées, représentant les multiples possibilités de la réalité étendue (XR). Par exemple, l'atelier de l'INSA se présente sous la forme d'un environnement VR, incluant un jumeau numérique reproduisant de manière fidèle les détails graphiques et dynamiques du poste de travail, des machines ou des outils dont la prise en main constitue le cœur de la formation. L'environnement du simulateur dentaire en revanche inclut des modèles physiques réels et instrumentés du patient (mannequin) et des outils que l'apprenant utilise pour l'activité d'apprentissage.

Dans tous les cas, l'expert et l'apprenant sont tous deux représentés par leur avatar respectif. Le niveau de fidélité de ces avatars est ajusté à la précision requise par le geste technique enseigné (représentation des mains, placement du corps, de la tête, etc.), et prend en compte des aspects pédagogiques (par exemple, postures, gestes déictiques, expressions faciales). L'ambition de la thèse est de faire évoluer le système afin que le contrôle de l'avatar formateur puisse être **délégué** par l'expert à un tuteur IA, reposant sur un ensemble de modèles entraînés préalablement (de

manière écologique, voir ci-après). À tout moment, l'apprenant peut **solliciter** l'agent, soit de manière proactive lorsqu'il a besoin d'aide pour avancer, soit de manière passive lorsque le tuteur IA en perçoit la nécessité de son propre chef. Tant que les besoins de l'apprenant tombent dans le périmètre des connaissances du tuteur IA, ce dernier peut **assister** l'apprenant en totale autonomie, prenant en charge à la fois les aspects métiers, didactiques et pédagogiques. Lorsqu'une situation pédagogique inédite se présente, l'expert est **mobilisé** pour reprendre ponctuellement le contrôle de l'avatar formateur et **enseigner** à l'apprenant. Lors de cette reprise de contrôle, le tuteur peut se voir momentanément substitué par l'expert dans l'environnement, ou bien les deux peuvent co-exister avec l'apprenant. Cette question reste ouverte et fera l'objet d'une étude par le ou la doctorant.e.

Ce modèle d'interaction, suppléé par une IA, est analogue au fonctionnement des chatbots que l'on retrouve sur les sites commerciaux, programmés pour gérer les premières étapes de la relation avec un client (accueil, recensement de la demande, etc.). Lorsque la discussion est suffisamment avancée, ils cèdent la main à un conseiller humain, de manière transparente ou manifeste. Ce modèle s'est développé pour répondre à une logique de rationalisation du temps des conseillers commerciaux dans un contexte d'augmentation des demandes des clients. Sa transposition à un environnement de formation en VR est inédite (à notre connaissance), mais répond à la même problématique : optimiser le temps des experts vis-à-vis du nombre d'apprenants que la plate-forme d'apprentissage peut accueillir. L'objectif est que l'expert formateur puisse se concentrer sur les situations où sa plus-value pédagogique est la plus importante.

L'originalité de cette proposition, outre le premier défi que constitue la transposition de ce modèle à une formation immersive, est de permettre l'enrichissement du modèle du tuteur IA par l'expert. En effet, lors de chaque intervention de l'expert, le tuteur IA quitte son mode « exploitation » pour entrer dans un mode « entraînement ». Les données collectées à partir des actions et de l'activité de l'expert sont ingérées par le modèle IA sous-jacent comme des données d'apprentissage, afin de l'enrichir, permettant ainsi **d'entraîner** l'IA et élargir le registre des situations connues (*i.e.* scénarios et/ou gestes et didactiques associées) et donc son autonomie future.

Enfin, la collaboration entre l'IA et l'expert n'est pas à sens unique. Elle revêt une dimension réflexive : en observant la manière dont le tuteur IA, pré-entraîné aux compétences pédagogiques (scaffolding, adaptation, gestuelle, etc.), restitue et transmet sa propre expertise métier, l'expert peut à son tour développer une conscience pédagogique et acquérir des compétences en matière de transmission des savoirs et savoir-faire. Ce sujet est fondamental lorsque l'expert en geste technique débute en tant que formateur. En effet, il est crucial de différencier un expert du geste technique c'est-à-dire en termes de réalisation, d'un enseignant qui est un expert du geste technique et de sa didactique. Dans le cas de la chirurgie dentaire, à partir de la quatrième année d'étude, les étudiants ont l'obligation de réaliser un monitorat. Ce monitorat consiste à assister l'enseignant lors de travaux pratiques réalisés en première et deuxième année. Ainsi les étudiants en quatrième année connaissent le geste technique, mais sont confrontés, sans formation préalable à son enseignement. L'interaction entre l'apprenant, le tuteur intelligent et le moniteur permettraient une évolution des compétences pédagogiques de ce dernier. Par ailleurs, enseigner un geste permet de mettre en perspective sa propre pratique et peut être vue comme contribuant à une formation continue de l'expert.

Contribution à la collaboration numérique : Résultats attendus et impact (1 page max)

La première contribution de cette proposition est d'ordre méthodologique. Elle promeut un co-apprentissage de toutes les parties prenantes (humains et système), médié par l'intelligence artificielle. Il s'agit d'une nouvelle approche, en rupture avec les méthodologies traditionnelles de conception de formations immersives qui prévoient d'abord une collecte préalable de l'expertise, puis seulement une traduction en modèle exploitable par le système de tuteur intelligent (ITS) qui pilote les scénarios ou les agents virtuels. En outre, la proposition tient compte de deux aspects clés pour le succès de la formation. D'une part, l'expertise métier n'est pas gage de l'expertise pédagogique. D'autre part, le caractère synthétique et parfois simplifié de l'environnement virtuel empêche le formateur d'exercer sa pédagogie habituelle de manière naturelle. La méthodologie de conception proposée en réponse à ces deux enjeux est pragmatique et écologique : elle prône une construction du savoir *in situ*, et à partir des cas auxquels les apprenants sont confrontés.

La deuxième contribution pointe un enjeu technique lié à la mise en œuvre d'un co-entraînement entre des humains et des IA. Dans les formations immersives, deux modèles de collaboration sont utilisés de manière distincte. D'abord, lors de la conception, l'expert collabore avec l'IA pour construire les modèles de connaissances qui sont, soit symboliques pour la formalisation de règles ou de systèmes experts, soit neuronaux pour la capture des gestes par apprentissage automatique par exemple. Ensuite lors de l'exploitation, l'apprenant collabore avec l'IA et acquiert du savoir au gré de ses interactions avec le scénario et les agents virtuels. La proposition de cette thèse débouchera sur un modèle d'agent intelligent autonome capable d'aborder ces deux types de collaboration de manière intriquée.

Enfin, une contribution essentielle de ce projet de thèse est la livraison d'au moins un démonstrateur permettant de mettre en évidence la faisabilité du co-entraînement des humains (apprenant et formateur) et des intelligences artificielles. Pour cela, deux environnements existants (issus de travaux de thèses et collaborations antérieures) seront apportés par l'équipe encadrante : l'un accueillant le jumeau numérique d'une machine-outil dans un contexte d'usine du futur, et l'autre un environnement virtuel d'évaluation et de formation en chirurgie dentaire dans un contexte de santé.

Positionnement dans le programme eNSEMBLE (½ page max)

Cette thèse s'inscrit dans la thématique 4 du projet ciblé PC3 MATCHING. Il cible le développement de compétences grâce à l'introduction d'un agent intelligent au sein d'un environnement professionnel. Particulièrement, deux axes complémentaires sont abordés : l'acquisition d'expertise métier d'un apprenant dans la réalisation d'un geste métier ; et l'acquisition d'expertise pédagogique d'un expert métier.

Bibliographie

- [Agueda et al. 2026] Agueda, V., Hamon, L., George, S. and Petitprez, J.P. (2026). Automatic Generation of 3D Observation Points in Virtual Environments for Gesture Feature Perception: a Case Study on Lifting a Heavy Box. 18th International Conference on Computer Supported Education.
- [Culié 2025] Culié, J. B. (2025). Apprentissage immersif et compagnonnage virtuel pour les formations techniques (Doctoral dissertation, Université de Toulouse).
- [Culié et al. 2026] Culié, J.-B., Panzoli D. et Galaup, M. (2026) "Agents Conversationnels

Incarnés et Engagement Émotionnel en Formation Immersive”. Numéro spécial de la revue STICEF : Réalité étendue pour l'éducation et la formation. Eds. J-M Burkhardt, S. George et D. Lourdeaux. À paraître.

- [Hefied et al. 2026] Heifed, M.N., Hamon, L. and George, S. (2026). Virtual Environment for the Evaluation of Gestures in Odontology. 18th International Conference on Computer Supported Education.
- [Hitzler et al. 2022] Hitzler, P., Eberhart, A., Ebrahimi, M., Sarker, M. K., & Zhou, L. (2022). Neuro-symbolic approaches in artificial intelligence. *National Science Review*, 9(6).
- [Loison 2025] Loison, V. (2025). Apports de la réalité virtuelle pour l'apprentissage du geste en odontologie : modalités d'usage et d'appropriation d'un dispositif de simulation. Thèse de doctorat. Le Mans Université. France. <tel-05330480>.
- [Mahdi et al. 2019] Mahdi, O., Oubahssi, L., Piau-Toffolon, C. and Iksal, S., (2019), Towards an editor for VR-oriented educational scenarios, in Proceedings of the 14th European Conference on Technology Enhanced Learning, Delft, Netherlands. doi: 10.1007/978-3-030-29736-7_82.
- [Muller, 2019] Muller, N. (2019). Métaphores d'interaction pour la formation dans des environnements virtuels immersifs : application à Meca 3D (Doctoral dissertation, Université Paul Sabatier-Toulouse III).
- [Vadcard 2019] Vadcard, L. (2019). Vers une didactique des gestes techniques – Enjeux pour la formation professionnelle en santé. Habilitation à Diriger des Recherches. Université de Bourgogne Franche-Comté. <tel-04914106>.