

Proposition de sujet de thèse :

Intégration de la réalité étendue (XR) dans la conception de systèmes de production reconfigurables : vers une interopérabilité CAO / jumeau numérique / XR

Direction de thèse	Jean-Rémy Chardonnet, Professeur des universités, Arts et Métiers – LISPEN
Co-encadrement	Florence Danglade, Maîtresse de conférences, Arts et Métiers – LISPEN Paul Stief, Maître de conférences, Arts et Métiers – LCFC
Laboratoires d'accueil	Arts et Métiers, LISPEN (Laboratoire d'Ingénierie des Systèmes Physiques et Numériques)
Lieu de travail	Institut Arts et Métiers de Chalon-sur-Saône, LISPEN. Des déplacements ponctuels sont à prévoir vers le laboratoire ICube (Strasbourg) ainsi que vers les sites des partenaires industriels du projet (CMS Automatismes, Baumert).
Partenaires du projet	ICube / Université de Strasbourg, CMS Automatismes (partenaire industriel), Baumert (partenaire industriel)
Financement	Contrat doctoral financé par l'ANR dans le cadre du projet HUMANIRE
Durée	36 mois

Contexte du projet

Cette thèse s'inscrit dans le projet ANR HUMANIRE (« HUMAN-centered design and ergonomics for Industrial REconfigurable systems »), retenu par l'ANR. Coordonné par Giovanni Arbelaez Garces (ICube, Université de Strasbourg), le consortium réunit ICube, les laboratoires LISPEN et LCFC d'Arts et Métiers, ainsi que deux partenaires industriels, Baumert (fabricant de portes techniques de haute sécurité) et CMS Automatismes (intégrateur de systèmes industriels).

Dans un contexte d'Industrie 5.0, la conception centrée sur l'humain devient un enjeu majeur pour les systèmes industriels, qui doivent conjuguer performance, flexibilité et bien-être des opérateurs. Les technologies de réalité étendue (XR : réalité virtuelle, augmentée et mixte), couplées aux jumeaux numériques, ouvrent des perspectives prometteuses pour valider dès la conception l'ergonomie et la reconfigurabilité des systèmes de production. Un verrou scientifique majeur reste toutefois peu traité : l'interopérabilité entre les environnements XR et les outils numériques déjà utilisés par les entreprises (CAO, PLM, jumeaux numériques), en particulier dans le contexte des PME/ETI où les ressources dédiées sont limitées.

Sujet et objectifs scientifiques

La thèse vise à formaliser l'intégration de la réalité étendue dans le processus de conception des systèmes de production reconfigurables (Reconfigurable Manufacturing Systems, RMS). Elle s'appuiera notamment sur les travaux antérieurs de l'équipe LISPEN sur l'adaptation de modèles CAO pour la réalité virtuelle et sur l'assistance adaptative en réalité augmentée, qui ont posé les bases méthodologiques nécessaires à ce passage à l'échelle industrielle.

Trois axes structurent le travail doctoral :

- Formaliser un processus de conception modulaire intégrant des simulations XR aux étapes critiques de la reconfiguration d'un système de production, en s'appuyant sur les apports du LCFC en conception de systèmes reconfigurables et en co-conception produit / système de production.
- Définir des mécanismes de transfert des données CAO et jumeau numérique vers les environnements XR, afin que les scénarios de simulation reposent sur des données de conception réelles plutôt que reconstruites.
- Contribuer à une couche d'interopérabilité unifiée (formats de données, protocoles de transfert, règles de prétraitement), en lien avec le travail mené en parallèle sur la validation ergonomique par réalité virtuelle (seconde thèse du projet).

Le travail sera validé sur des cas d'usage réel avec CMS Automatismes, intégrateur de systèmes industriels (cellules robotisées, lignes automatisées, machines spéciales) pour des clients variés, ce qui permettra de tester le cadre développé sur une diversité de contextes industriels et sectoriels.

Missions du doctorant ou de la doctorante

- Réaliser un état de l'art sur l'intégration de la XR dans les processus de conception industrielle et sur l'interopérabilité CAO / jumeau numérique / XR.
- Participer à l'analyse des besoins des PME sur l'usage des technologies XR, en collaboration avec les équipes de CMS Automatismes.
- Concevoir et développer un cadre méthodologique et des démonstrateurs XR intégrant les contraintes de conception de systèmes reconfigurables.
- Contribuer à la couche d'interopérabilité de données du projet et à son intégration avec les développements du volet ergonomique.
- Valoriser les travaux par des publications scientifiques (revues et conférences internationales) et contribuer aux livrables du projet.
- Participer aux réunions de coordination du consortium.

Profil recherché

- Diplôme d'ingénieur ou Master 2 en génie mécanique, informatique, réalité virtuelle/réalité étendue, ou domaine connexe.
- Goût pour la modélisation 3D, la CAO.
- Bon niveau en codage (Python et / ou HTML, C#).
- Des compétences en développement d'applications de réalité virtuelle/étendue (Unity, Unreal Engine, ou équivalent) seraient un plus.
- Intérêt pour la conception de systèmes de production et les problématiques industrielles.
- Capacité à travailler en collaboration avec des partenaires industriels et au sein d'un consortium multi-laboratoires.
- Bon niveau d'anglais scientifique (rédaction d'articles, communications internationales).

Candidature

Les candidat·e·s sont invité·e·s à envoyer un CV, une lettre de motivation et les relevés de notes des deux dernières années d'études, ainsi que les coordonnées d'une personne référente, à Jean-Rémy Chardonnet, Florence Danglade et Paul Stief. Merci de préciser « Candidature thèse ANR HUMANIRE — LISPEN/LCFC » en objet.

Contacts:

Jean-Rémy Chardonnet : Jean-Remy.CHARDONNET@ensam.eu

Florence Danglade : florence.danglade@ensam.eu

Paul Stief : paul.stief@ensam.eu

Références citées

- [1] Y. Wang, J.-R. Chardonnet, and F. Merienne, “Enhanced cognitive workload evaluation in 3D immersive environments with TOPSIS model,” *International Journal of Human-Computer Studies*, vol. 147, p. 102572, Mar. 2021, doi: 10.1016/j.ijhcs.2020.102572.
- [2] F. Maaroufi, F. Danglade, and J.-R. Chardonnet, “Identification of key evaluation criteria for co-development of XR applications in industrial contexts,” in *32ème Colloque des Sciences de la Conception et de l’Innovation*, Göteborg, Sweden, Jul. 2025. Accessed: Mar. 19, 2026. [Online]. Available: <https://hal.science/hal-05235888>
- [3] F. Danglade and C. Guillet, “Choice of CAD Model Adaptation Process for Virtual Reality using Classification Techniques,” *CADandA*, vol. 19, no. 3, pp. 494–509, Sep. 2021, doi: 10.14733/cadaps.2022.494-509.
- [4] G. Mompeu, F. Danglade, F. Mérienne, and C. Guillet, “Methodology for augmented reality-based adaptive assistance in industry,” *Computers in Industry*, vol. 154, p. 104021, Jan. 2024, doi: 10.1016/j.compind.2023.104021.
- [5] P. Stief, J.-Y. Dantan, A. Etienne, and A. Siadat, “Contribution to the design of reconfigurable multi-product assembly systems by architecture solutions generation through a new locating-driven approach,” *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, vol. 41, pp. 108–123, Apr. 2023, doi: 10.1016/j.cirpj.2022.12.003.
- [6] P. Stief, D. Matheis, and G. Klein, “Virtual reality as emerging technology for education and engineering – a return of experience in mechanical design,” in *Actes du 26ème Congrès Français de Mécanique*, Metz, France: Association Française de Mécanique (AFM), Aug. 2025. Accessed: Mar. 23, 2026. [Online]. Available: <https://hal.science/hal-05265133>