



## **SUJET DE THESE : Edition collaborative de formes industrielles 3D en réalité virtuelle multi-modale**

**Directeur(s) de thèse** : Frédéric NOEL

**Co-encadrant(s)** : Gilles FOUCAULT

**Ecole doctorale** : I-MEP2

**Date de début** (souhaitée) : octobre 2024

**Date limite de candidature** : le mardi 23 avril 2024

**Financements envisagés – Contexte – Partenaires éventuels** : **Le financement visé serait un contrat doctoral ordinaire de l'école doctorale I-MEP2.** Ce travail contribuera à la mise en place de services partagés dans l'infrastructure/EquipEx+ Continuum. Nous souhaitons notamment exploiter l'investissement du [CAVE Angul-R](#) réalisé dans le cadre de cet EquipEx. L'objectif est par ailleurs de créer des services de collaborations entre plateformes distantes de l'EquipEx.

G-SCOP est un laboratoire pluridisciplinaire pour répondre aux défis scientifiques posés par les mutations du monde industriel. Le périmètre du laboratoire va de la conception des produits à la gestion des systèmes de production en s'appuyant sur de fortes compétences en optimisation.

Vous rejoindriez l'équipe [Conception collaborative et intégrée \(CCI\)](#) et la plateforme [VISION-R](#).

### **Description du sujet :**

L'industrie 5.h vise à recentrer l'usine du futur sur la place de l'homme dans le développement industriel tout en faisant le pont avec les acquis de l'industrie 4.0. Le contrôle du numérique par des acteurs humains est un levier important de l'industrie 5.h.

Les représentations 3D des systèmes sont devenues une réalité maîtrisée des processus de développements de produits. La collaboration entre acteurs distants impose de réfléchir à des modalités interactives nouvelles pour la manipulation collective de ces représentations. L'ère de la CAO (conception assistée par ordinateur) a permis l'avènement de la modélisation paramétrée. Les modèles paramétrés conservent toutefois un déficit d'interopérabilité dès que l'on veut les manipuler dans des environnements d'expertises métier (calcul de structure, mode de fabrication, etc), ou dans des environnements modernes de réalité virtuelle. Nous souhaitons étudier la possibilité de nouvelles chaînes numériques exploitant les progrès de la modélisation 3D directe qui autorise la manipulation de modèles 3D hors contexte des modélisations paramétrées dans des environnements de forte multi-modalité : environnement immersif ([CAVE Angul-R](#) de Réalité Virtuelle, avec manipulation 6D ou manipulation tactile 2D), mais aussi collaboration multi-modale entre environnements distants. Ces environnements seront mis en usage dans des applications diverses notamment lors de la conception de poste de travail où l'architecte produit doit collaborer avec des ergonomes en mode colocalisé ou à distance pour mieux apprécier les usages par des opérateurs de terrain. Pour identifier les "goulots d'étranglement" au plus tôt (zones trop encombrées et/ou difficiles d'accès) induits par l'architecture de

sous-systèmes, l'analyse ergonomique et la revue de conception en réalité virtuelle sont très utiles [1], [2], [3], [4], [5]. Le modèle du poste de travail doit alors être partagé et manipulé directement par son concepteur, évalué par l'ergonome et testé virtuellement par l'opérateur [6]. Chacun doit travailler selon une modalité d'affichage et d'interaction qui lui est propre.

Les problématiques concerneront la définition des cas d'usage, les interfaces homme-machine de l'environnement virtuel de conception préliminaire et d'analyse ergonomique.

On exploitera des bibliothèques pour la modélisation directe et la sculpture 3D, OpenCascade, Rhino ou Parasolid pour le noyau CAO, qu'on adaptera pour des usages immersifs en modes collaboratifs multi-modaux dans le [Cave Angul-R](#), acquis dans le cadre de l'EquipEx Continuum, avec des pointeurs d'interaction 6D ou des Casques de réalité virtuelle. Le [Cave Angul-R](#) a la spécificité unique de permettre une interaction 6D classique dans les dispositifs immersifs et simultanément une interaction tactile sur les surfaces verticales du Cave. C'est donc un environnement complètement adapté aux tests d'interfaces multimodales.

### **Compétences recherchées :**

- Connaissances en conception de produits mécaniques, CAO,
- Développement d'application en modélisation géométrique (maillages, B-Rep, modélisation directe / paramétrique, sculpture 3D)
- Développement d'applications de réalité virtuelle sur moteurs de jeu pour périphériques de réalité virtuelle
- Ergonomie d'interface homme-machine
- Ecriture d'articles scientifiques
- Anglais écrit et parlé

### **Formations recherchées :**

- Master en géométrie et informatique graphique
- Master en informatique graphique, vision robotique, interaction
- Master en management des technologies interactives 3D
- Master en Image et 3D

### **Pour candidater :**

- les candidats potentiels doivent se déclarer sur la plateforme [ADUM](#)

Envoyer un email à Frédéric Noël <[frederic.noel@grenoble-inp.fr](mailto:frederic.noel@grenoble-inp.fr)>, Gilles FOUCAULT <[gilles.foucault@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:gilles.foucault@univ-grenoble-alpes.fr)> :

- CV, lettre de motivation, lettre de recommandation,
- copie des relevés de notes (des 3 dernières semestres - semestres 8, 9 et 10) et attestation du classement dans la promotion. Si vous n'avez pas de Master français ou diplôme d'ingénieur français mais un diplôme équivalent, joindre au dossier une attestation ou copie du diplôme étranger comportant les matières suivies, les notes obtenues et le classement dans la promotion ;
- **Date limite de candidature** : le 23 avril 2024

### **Référence bibliographiques :**

[1] A. Lammini, F. Noel, R. Pinquié, et G. Foucault, « Enhancing Geometric Coherence in Digital Twins through Localized Augmented Reality-Based Positioning », in *EuroXR 2023: 20th EuroXR International Conference*, in VTT Technology. Rotterdam, The Netherlands: VTT Technical Research Centre of Finland, 2023, p. 28-31. doi: 10.32040/2242-122X.2023.T422.

- [2] C. Sagnier, « Étude de l'acceptabilité de la réalité virtuelle dans l'industrie aéronautique », phdthesis, Université de Picardie Jules Verne, 2019. Consulté le: 19 février 2024. [En ligne]. Disponible sur: <https://theses.hal.science/tel-03637171>
- [3] B. Li, F. Segonds, C. Mateev, R. Lou, et F. Merienne, « Design in context of use: An experiment with a multi-view and multi-representation system for collaborative design », *Computers in Industry*, vol. 103, p. 28-37, déc. 2018, doi: 10.1016/j.compind.2018.09.006.
- [4] A. Lammini, R. Piquié, et G. Foucault, « Geometric Coherence of a Digital Twin: A Discussion », in *Product Lifecycle Management. PLM in Transition Times: The Place of Humans and Transformative Technologies*, F. Noël, F. Nyffenegger, L. Rivest, et A. Bouras, Éd., in IFIP Advances in Information and Communication Technology. Cham: Springer Nature Switzerland, 2023, p. 227-236. doi: 10.1007/978-3-031-25182-5\_23.
- [5] T. Tran, G. Foucault, et R. Piquié, « Benchmarking of 3D Modelling in Virtual Reality », in *CAD'21 Proceedings*, CAD Solutions LLC, mai 2021, p. 324-328. doi: 10.14733/cadconfP.2021.324-328.
- [6] A. Pusch et F. Noël, « Augmented Reality for Operator Training on Industrial Workplaces – Comparing the Microsoft HoloLens vs. Small and Big Screen Tactile Devices », in *Product Lifecycle Management in the Digital Twin Era*, C. Fortin, L. Rivest, A. Bernard, et A. Bouras, Éd., Cham: Springer International Publishing, 2019, p. 3-13.