Proposition de thèse :

Méthodologie de conception inclusive de systèmes de production reconfigurables intégrant la variabilité des capacités humaines

Contexte

Dans le cadre de l'Industrie 5.0, les systèmes de production doivent devenir simultanément performants, résilients et centrés sur l'humain. Pourtant, la diversité des capacités des opérateurs, notamment liée au vieillissement ou à des limitations fonctionnelles, reste généralement prise en compte tardivement, par l'adaptation ponctuelle des postes de travail. Le projet ANR INCLUSTRIE propose au contraire d'intégrer l'inclusivité dès la conception de l'architecture fonctionnelle du système de production. L'objectif est de concevoir des systèmes reconfigurables capables de s'adapter non seulement aux produits et aux volumes de production, mais également aux capacités des personnes.

Problématique scientifique

La thèse répondra à la problématique suivante :

Comment intégrer formellement la variabilité des capacités humaines dans l'allocation des fonctions et la génération d'architectures de systèmes de production reconfigurables, afin de garantir conjointement inclusivité et performance industrielle ?

Le travail consistera tout d'abord à transformer les capacités humaines, les exigences des tâches et les règles de compatibilité issues de T1 en objets manipulables par les méthodes de conception. Il s'agira ensuite d'étendre le Set-Based Design afin de représenter des ensembles de solutions admissibles définis conjointement par des contraintes humaines et techniques. La recherche portera également sur la formulation de l'allocation et de la réallocation des fonctions sous la forme de problèmes à contraintes quantifiées, ainsi que sur le développement de stratégies de propagation, de décomposition et de réduction de l'espace des solutions. Les approches proposées devront permettre de générer des configurations modulaires adaptées à différents profils d'opérateurs, puis d'expliciter les compromis entre inclusivité, faisabilité et performance.

La méthodologie sera appliquée aux cas d'étude du projet. Les configurations générées seront évaluées sur des postes d'assemblage reconfigurables afin d'analyser leur faisabilité, la pertinence des indicateurs d'inclusivité et la robustesse des décisions face aux variations des profils opérateurs et des contraintes d'activité.

Environnement de travail

La thèse sera réalisée principalement au LCFC, Laboratoire de Conception Fabrication Commande, sur le campus Arts et Métiers de Metz, avec un co-encadrement par PERSEUS, Psychologie Ergonomique et Sociale pour l'Expérience Utilisateurs, de l'Université de Lorraine. Le LCFC apportera ses compétences en conception des systèmes de production, Set-Based Design, modularité, systèmes reconfigurables et raisonnement sous contraintes. PERSEUS contribuera à la modélisation de l'intégration Humain-Système, à l'ergonomie et à l'analyse des activités de travail.

Le doctorant disposera des lignes et postes d'assemblage modulaires et cobotisés du LCFC et du campus Arts et Métiers, ainsi que des modèles, données et protocoles développés avec les autres partenaires du projet.

Profil recherché

Le candidat devra être titulaire d'un master ou d'un diplôme d'ingénieur en génie industriel, conception de systèmes, ingénierie système ou domaine équivalent. Une connaissance du MBSE, du Set-Based Design, de la recherche opérationnelle, de l'intelligence artificielle symbolique ou des systèmes de production reconfigurables constituera un atout. Le candidat devra également manifester un intérêt pour les facteurs humains, l'ergonomie et la recherche pluridisciplinaire.

Contacts scientifiques

Jean-Yves DANTAN jean-yves.dantan@ensam.eu , Professeur des Universités, ENSAM-LCFC, coordinateur du projet INCLUSTRIE et responsable de T3.

Christian BASTIEN, Professeur des Universités, Université de Lorraine-PERSEUS, responsable de T1 et co-encadrant de la thèse.

Durée du contrat

Le poste sera pour une durée de trois ans

Rémunération

Le poste offre une rémunération compétitive, adaptée au profil académique et professionnel du candidat, ainsi que d'excellentes conditions de travail (environ 2 000 € par mois).

Lieu

Laboratoire LCFC, Arts et Métiers, 4 rue A. Fresnel, 57070 METZ, FRANCE

Veuillez envoyer une lettre de motivation comprenant une brève description de vos intérêts de recherche et de vos expériences pertinentes, un CV de deux pages, les noms de deux références qui seront contactées si votre candidature est retenue, ainsi que des copies de votre diplôme universitaire et de vos relevés de notes, le tout dans un seul fichier PDF, au professeur Jean-Yves DANTAN (jean-yves.dantan@ensam.eu), en indiquant en objet « Poste de doctorant : INCLUSTRIE ».

Date limite :

Mi Novembre 2026

PhD position :

Inclusive Design Methodology for Reconfigurable Manufacturing Systems Integrating Human Capability Variability

Context

Within the framework of Industry 5.0, manufacturing systems must become simultaneously efficient, resilient, and human-centered. However, the diversity of operators' capabilities, particularly those related to ageing or functional limitations, is still generally addressed at a late stage through ad hoc workplace adaptations.

The ANR project INCLUSTRIE proposes a different approach by integrating inclusivity from the earliest stages of manufacturing system architecture design. The objective is to develop reconfigurable manufacturing systems capable of adapting not only to products and production volumes but also to the capabilities of the people who operate them.

Research Question

The PhD research will address the following question:

How can human capability variability be formally integrated into function allocation and the generation of reconfigurable manufacturing system architectures in order to simultaneously ensure inclusivity and industrial performance?

The research will first focus on transforming human capabilities, task requirements, and compatibility rules developed in Task T1 into formal design objects that can be manipulated by engineering design methodologies. The work will then extend the Set-Based Design paradigm to represent families of feasible solutions defined jointly by human and technical constraints.

The research will also investigate function allocation and reallocation through quantified constraint-based formulations and develop propagation, decomposition, and search-space reduction strategies. The proposed approaches should enable the generation of modular system configurations adapted to different operator profiles while making explicit the trade-offs between inclusivity, feasibility, and performance.

The developed methodology will be applied to the project case studies. The generated configurations will be evaluated on reconfigurable assembly workstations to assess their feasibility, the relevance of inclusivity indicators, and the robustness of design decisions with respect to variations in operator profiles and task constraints.

Working Environment

The PhD will be carried out primarily at the LCFC (Laboratoire de Conception, Fabrication, Commande), located on the Arts et Métiers Institute of Technology campus in Metz, France, with co-supervision from PERSEUS (Psychologie Ergonomique et Sociale pour l'Expérience Utilisateurs) at the University of Lorraine.

LCFC will provide expertise in: Manufacturing system design; Set-Based Design; Modularity and reconfigurable systems; Constraint-based reasoning and design methodologies.

PERSEUS will contribute expertise in: Human-System Integration modelling; Ergonomics; Work activity analysis.

The PhD candidate will have access to the modular and collaborative assembly lines and workstations available at LCFC and the Arts et Métiers campus, as well as to the models, datasets, and experimental protocols developed with the project partners.

Candidate Profile

Applicants should hold a Master's degree or an Engineering degree in: Industrial Engineering; Systems Design; Systems Engineering; Manufacturing Engineering; Or a related discipline.

Knowledge in one or more of the following areas will be considered an asset: Model-Based Systems Engineering (MBSE); Set-Based Design; Operations Research; Symbolic Artificial Intelligence; Reconfigurable Manufacturing Systems.

Candidates should also demonstrate a strong interest in human factors, ergonomics, and interdisciplinary research.

Scientific Contacts

Professor Jean-Yves DANTAN, Arts et Métiers Institute of Technology – LCFC, Coordinator of the INCLUSTRIE project and Leader of Task T3, Email: jean-yves.dantan@ensam.eu

Professor Christian BASTIEN, University of Lorraine – PERSEUS, Leader of Task T1 and Co-supervisor of the PhD project

Contract Duration

The position is funded for three years.

Salary

The position offers a competitive salary commensurate with the candidate's academic and professional background, together with excellent working conditions (approximately €2,000 per month).

Location

LCFC Laboratory, Arts et Métiers Institute of Technology, 4 rue Augustin Fresnel, 57070 Metz, France

Application Procedure

Applicants should submit the following documents in a single PDF file:

- *A cover letter including a brief description of research interests and relevant experience;*
- *A two-page curriculum vitae;*
- *The names of two referees who may be contacted should the application be shortlisted;*
- *Copies of academic degrees and transcripts.*

Applications should be sent to Professor Jean-Yves DANTAN at jean-yves.dantan@ensam.eu with the subject line: "PhD Position: INCLUSTRIE"

Application Deadline

Mid of November 2026.