

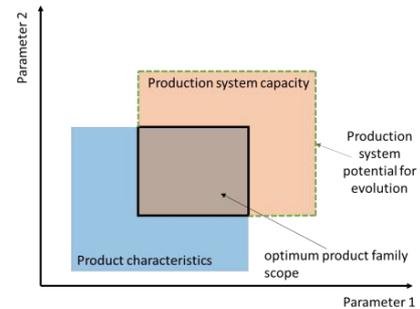
Sujet : Modularisation de systèmes de production et de convoyage dans un contexte d'industrie 5.0 pour l'évaluation et l'amélioration de leur scalabilité et réutilisabilité.

Durée : 36 mois, à partir de septembre 2025

Employeur : ENSAM Metz (LCFC), partenaires : Karlsruhe Institute of Technology (IFL), ENSAM Lille (Lispen)

Motivation : Aujourd'hui, l'industrie 5.0 est un concept qui dépasse la simple digitalisation de l'industrie 4.0. Elle se concentre sur des objectifs comme le bien-être des travailleurs, la durabilité et la résilience des systèmes de production. Ce nouveau paradigme vise également à accroître la scalabilité et la réutilisation des systèmes de production face à la diversification croissante des produits, nécessaire pour répondre aux fluctuations du marché. La transition vers des systèmes de production reconfigurables et modulaires est essentielle pour passer de la production de masse à une production personnalisée.

Objectif : Ce projet de thèse vise à explorer la modularité des systèmes de production reconfigurables (SPR) pour améliorer scalabilité et réutilisation. Les défis incluent l'analyse de la modularité d'un SPR et des similitudes de produits pour réutiliser les modules. Bien que divers indicateurs de similarité existent, ils sont limités pour des produits variés et se concentrent sur l'architecture. La thèse propose de nouveaux indicateurs pour assurer la cohérence entre diversité des produits et SPR. Enfin, la scalabilité et la réutilisation des SPR doivent être développées pour accroître les scénarii d'utilisation.



L'objectif s'articule en trois étapes : (i) identifier les fonctionnalités réalisables par les modules d'un SPR à partir de configurations connues. Contrairement aux démarches traditionnelles de conception modulaire qui partent des fonctionnalités attendues, ce passage Module-Fonction permet d'explorer les fonctionnalités réutilisables. (ii) quantifier et améliorer la scalabilité des modules du SPR. Et (iii) distinguer entre famille et diversité de produits, en analysant les produits pour identifier des familles potentielles. Les dernières étapes agrègent les résultats précédents pour modéliser la diversité des produits et les fonctionnalités réutilisables, permettant d'identifier des solutions de réutilisation des modules du SPR et de les évaluer selon plusieurs critères, dont environnementaux.

Question de recherche associées :

- Comment développer la réutilisation d'un système de production reconfigurable en s'appuyant sur ces caractéristiques clés qui sont la scalabilité et la modularité ? Le terme "Système de production" englobe dans ce projet de thèse : les modules de production ainsi que le système de convoyage associé afin de prendre en compte l'ensemble des potentiels de reconfigurabilité.

Travaux attendus (à affiner avec l'équipe encadrante) :

- Rétro synthèse des fonctionnalités des modules d'un SPR
- Amélioration de la scalabilité des modules du SPR
- Analyse des similarités produits
- Synthèse des réutilisations potentielles
- Evaluations des performances

Profil recherché :

- Orientation Génie Industriel avec orientation productique/conception et une vision globale du système de production
- Intérêt pour un travail en recherche appliqué dans un contexte international
- Capacités techniques : Conception, Modélisation, Procédés d'assemblage, Outils mathématiques
- Curiosité, Rigueur, Autonomie
- Langues vivantes : anglais, connaissance de la langue allemande et/ou française un plus
- Titulaire d'un Diplôme d'Ingénieur, Master de Recherche ou Master of Science

Contacts :

Pr. Jean-Yves DANTAN: jean-yves.dantan@ensam.eu

Dr. Nathalie KLEMENT: nathalie.klement@ensam.eu

Dr. Paul STIEF: paul.stief@ensam.eu

Projet soutenu par :

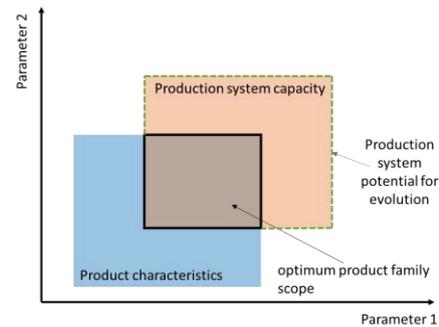
Topic: Modularization of manufacturing and material flow systems in the context of industry 5.0 to assess and improve their scalability and reusability

Duration: 36 months, open from September 2025

Employer: ENSAM Metz (LCFC), partners: Karlsruhe Institute of Technology (IFL), ENSAM Lille (Lispen)

Motivation: Today, Industry 5.0 is a concept that goes beyond the mere digitalization of Industry 4.0. It focuses on goals such as worker well-being, sustainability, and the resilience of production systems. This new paradigm also aims to enhance the scalability and reusability of production systems in response to the growing diversification of products, which is necessary to meet market fluctuations. The transition toward reconfigurable and modular production systems is essential to shift from mass production to customized manufacturing.

Objective: This PhD project aims to explore the modularity of Reconfigurable Manufacturing Systems (RMS) to improve scalability and reusability. The challenges include analyzing the modularity of an RMS and the similarities between products to enable module reuse. Although various similarity indicators exist, they are limited when dealing with diverse products and tend to focus on architecture. This thesis proposes new indicators to ensure coherence between product diversity and RMS. Finally, the scalability and reusability of RMS must be developed to expand their range of application scenarios. The objective is structured into three main steps: (i) Identify the functionalities that can be achieved by the modules of an RMS based on known configurations. Unlike traditional modular design approaches that start from expected functionalities, this Module-to-Function approach allows for the exploration of reusable functionalities. (ii) Quantify and improve the scalability of RMS modules. (iii) Distinguish between product families and product diversity by analyzing products to identify potential families. The final steps aggregate the previous results to model product diversity and reusable functionalities, enabling the identification of RMS module reuse solutions and their evaluation based on multiple criteria, including environmental impact.



Associated research questions:

- How can the reuse of a Reconfigurable Manufacturing System (RMS) be developed by leveraging its key characteristics—scalability and modularity? In this PhD project, the term “Production System” encompasses both the production modules and the associated conveyor system, in order to account for the full potential of reconfigurability.

Expected work (to refine with supervisors):

- Reverse engineering of RMS module functionalities
- Enhancement of RMS module scalability
- Product similarity analysis
- Synthesis of potential reuse scenarios
- Performance evaluation

Candidate’s profile:

- Industrial Engineering with orientation towards production/design and a global knowledge of production systems
- Interest for applied research in an international environment
- Technical skills: Design, Modelling, Assembly processes, Mathematical methods
- Soft skills: Curiosity, Rigor, Autonomy
- Language skills: English; German and/or French language will be appreciated
- Diploma: Engineering Diploma, Research Master or Master of Science

Contacts :

Pr. Jean-Yves DANTAN: jean-yves.dantan@ensam.eu

Dr. Nathalie KLEMENT: nathalie.klement@ensam.eu

Dr. Paul STIEF: paul.stief@ensam.eu

Projet soutenu par :