

## SUJET DE THESE G-SCOP 2023

**Titre de la thèse :** Concevoir et fabriquer des produits : vers un cadre méthodologique pour développer des outils d'aide à la décision basés sur les connaissances expertes.

**Encadrement de la thèse :**

- Franck Pourroy (co-encadrant)
- François Villeneuve (Directeur)
- Christelle Grandvallet (co-encadrant)

**Ecole doctorale :** I-MEP2

**Date de début** (souhaitée) : septembre 2023

**Financements envisagés – Contexte – Partenaires éventuels :** Demande d'une allocation de recherche de l'école doctorale I-MEP2

**Description du sujet :**

Le processus de conception et fabrication d'un produit industriel implique de nombreux acteurs, aux expertises diverses, liées aux étapes du cycle de vie du produit. Depuis plusieurs décennies, la transformation de l'industrie mondiale s'appuie fortement sur l'intégration de nouvelles technologies, telles que la fabrication additive, et les prises de décision, s'appuient sur de nombreux acteurs, aux expertises toujours plus diverses et pointues.

S'appuyer sur la connaissance des experts pour supporter les activités de conception et de fabrication a fait l'objet des nombreux travaux de recherche dans le domaine de l'ingénierie des connaissances (références générales hors G-SCOP). L'équipe CIPP du laboratoire G-SCOP contribue à cette recherche depuis plusieurs années dans l'objectif d'assister les activités d'ingénierie pour la fabrication additive.

Dans sa thèse, GRANDVALLET (2018) a notamment proposé le modèle RKM (Relational Knowledge Model) qui offre une représentation structurée des connaissances en identifiant les concepts clés de l'activité d'ingénierie étudiée, et représentant les relations entre ces concepts. Le modèle fait alors le lien entre des règles d'état (qui expriment la vision des experts sur le fonctionnement du monde i.e. un système, une technologie de fabrication, etc.) et des règles d'action qui expriment la manière dont ces experts réalisent leurs activités de conception/fabrication.

Le modèle ainsi constitué peut être utilisé dans différents types d'outils supports aux activités d'ingénierie. Un exemple en est la thèse de MBOW (2021) où les règles sont transformées en expressions mathématiques utilisées dans un outil d'assistance à l'orientation des pièces pour un procédé additif de type EBM. Les travaux en cours dans le cadre du projet ANR KAM4AM en sont un autre exemple. Ici, les règles structurées issues du RKM sont utilisées pour piloter une Intelligence Artificielle (IA) qui au travers d'un système apprenant génère automatiquement des trajectoires et une paramétrie de fabrication de type WAAM. Les connaissances modélisées par le modèle RKM sont ici utilisées d'une part pour alimenter un système de récompenses (apprentissage par renforcement), et

d'autre part pour élaborer un simulateur thermique phénoménologique qui permet une évaluation très rapide de la qualité des dépôts de matière proposés par l'IA. Cette même idée d'alimenter des simulations phénoménologiques fait l'objet de la thèse en cours de Diego Rodrigo VILLACRESES NARANJO et constitue un troisième exemple d'utilisation du modèle RKM.

Ce modèle RKM est donc un élément clé pour les différents travaux de l'équipe CIPP, mais il subsiste cependant certaines faiblesses relatives à sa mise en œuvre et sa performance.

L'objectif de la thèse est de poursuivre le développement du modèle RKM. Le travail de recherche visera notamment les objectifs suivants :

- Proposer une démarche pour aider à l'identification des concepts clés de l'activité d'ingénierie à modéliser et des différents types de relations entre ces concepts, et pour aider à la transformation des règles d'actions en expressions mathématiques utilisables dans des outils d'aide à la décision.
- Consolider et enrichir la sémantique des liens utilisés dans le modèle.
- Evaluer la capacité du modèle à représenter des connaissances liées à des activités de conception (il n'a pour le moment été utilisé que pour des activités de FAO).
- Améliorer la robustesse de l'outil logiciel RKM Editor développé par l'équipe, et y intégrer les évolutions proposées dans le cadre de la thèse.

La méthode de recherche s'appuiera sur des études de cas dans les domaines de la conception et de la fabrication. Certaines seront utilisées pour construire l'évolution du RKM et de ses outils supports. D'autres permettront d'en tester/valider la pertinence et l'efficacité. Le travail nécessitera de nombreuses interactions avec différents experts des domaines visés.

**Contact(s) :**

Franck Pourroy : [Franck.Pourroy@grenoble-inp.fr](mailto:Franck.Pourroy@grenoble-inp.fr)

Christelle Grandvallet : [Christelle.Grandvallet@grenoble-inp.fr](mailto:Christelle.Grandvallet@grenoble-inp.fr)

François Villeneuve : [Francois.Villeneuve@grenoble-inp.fr](mailto:Francois.Villeneuve@grenoble-inp.fr)