

Formalisation des connaissances de fabrication additive en vue de son application à l'approche CK-FMEA

Contact : frederic.vignat@grenoble-inp.fr

Titre Formalisation des connaissances de fabrication additive en vue de son application à l'approche CK-FMEA

Mots clés Fabrication additive, Knowledge management, méthodologie de gestion des connaissances, orientation de pièce, supportage de pièce

Résumé

Au sein du **laboratoire G-SCOP**, plusieurs travaux de thèse récents relatifs à la fabrication additive (FA) ont permis de formaliser les connaissances d'experts et de chercheurs et de proposer un modèle relationnel de connaissances ainsi qu'une méthodologie de Knowledge Management (KM). Ceux-ci ont concerné en particulier les opérations d'orientation de pièces fabriquées avec le procédé EBM (Electron Beam Melting) et le supportage. A la suite de la formalisation et la structuration de ces connaissances, des règles d'action codifiées et mathématisées ont alors été proposées. Celles-ci ont pour but de guider les experts dans leurs prises de décision afin de fabriquer des pièces selon des critères de coût, qualité et délai. L'idée est, en collaboration avec **STMicroelectronics** qui a développé son propre processus méthodique, de vérifier comment elles peuvent être mise en œuvre sur le terrain et adoptées par les acteurs dans un environnement de travail collaboratif. Etendues à une sphère plus large, elles devraient s'intégrer avec d'autres éléments tels que ceux identifiés par l'approche systémique C-K FMEA (Failure Mode and Effect Analysis).

L'objectif du travail proposé

Dans cette étude, nous nous focaliserons sur plusieurs actions en lien avec l'étape de FAO (Fabrication Assistée par Ordinateur) pour la FA, afin de reprendre les travaux existants sur la formalisation des connaissances en orientation et supportage de pièces. Après une étude approfondie du processus C-K FMEA utilisé chez ST, l'objectif sera de repérer les concepts clés recueillis lors des travaux de thèses de G-SCOP sur la formalisation de ces connaissances de FA et de les rapprocher des éléments du processus CK-FMEA.

A l'aide des templates propres à l'approche C-K FMEA, il s'agira alors d'identifier les zones où des convergences, des divergences et des manques apparaissent au niveau du système (structuration), du protocole (opérationnalisation), et/ou du langage des acteurs (discours).

Sur la base de justifications, des modifications seront proposées en termes de techniques et d'outils de gestions des connaissances liées aux ressources techniques (outils) et humaines, au produit, et au processus.

Cette vision d'ensemble des savoir-faire et des connaissances des différents types d'acteurs devra aboutir à une proposition d'axes d'amélioration pour une meilleure appropriation des outils, documents, procédures et langage commun par les experts FA.

Livrables attendus

- Etude et assimilation de l'approche C-K FMEA de ST et du modèle de connaissances RKM de G-SCOP
- Analyse et synthèse des résultats d'élicitation des connaissances FA sur l'activité d'orientation de pièces EBM et de génération de supports.
- Intégration de ces éléments de connaissances dans la méthode C-K FMEA

- Proposition d'évolution de cette méthode de Knowledge Management et de l'applicabilité à d'autres problématiques liées à la fabrication additive.

Profil recherché :

Etudiant ayant des capacités d'observation, de communication, d'analyse et de synthèse. Une expérience industrielle notamment en fabrication additive est souhaitable.

Contexte industriel :

STMicroelectronics opère en tant que fournisseurs de produits mais aussi de fabricant en environnement industriel de type « 4.0 » ou « industrie du futur », en particulier sur son site de Crolles 300mm. Dans ce cadre, *la maîtrise des équipements et des procédés industriels* requiert le développement d'outils et de méthodes innovantes liant de façon dynamique et cohérente les fonctions Processus, Produits et Ressources (Techniques (4.0) et Humaines (4.h)), c'est-à-dire supportant la *compétence* des acteurs opérationnels comme le requièrent les Normes ISO 9001 : 2015 – *Système de Management de la qualité* – et IATF 16949 :2016 – *Système de management de la qualité applicable au secteur automobile* - sans préciser « comment » réaliser cet objectif dans de telles industries hautement automatisées. Cette coopération avec le laboratoire G-SCOP adresse, au travers de ce sujet de recherche proposé, la problématique de définition et mise en œuvre d'un processus de gestion des « Savoir & Compétences » incluant la capitalisation, le transfert des savoir-faire pratiques et théoriques.

Au croisement de problématiques de gestions des connaissances et des compétences, liant la nécessité de maîtriser les risques et les processus de décision aux niveaux produits (Rendement), efficacité industrielle (Temps de cycles) et coûts (Pièces détachées, ...), de santé et d'environnement, le sujet de *la Formalisation des connaissances de fabrication additive* est un excellent champ d'expérimentation pour évaluer le bien fondé de processus méthodiques de génie industrie tel que C-K FMEA^{1&2}. Il est, dans le cadre de cette coopération, utilisé comme domaine d'application pour faire évoluer nos pratiques actuelles en introduisant, *entre autres*, de l'Intelligence Artificielle (IA) ou des processus de gestion de l'innovation (Incrémentale et disruptive) de type « recherche-intervention » (expandable rationality) sur lesquels ST collabore avec G-SCOP depuis quelques années au travers de projets de *Premiers Déploiements Industriels* dans la domaine de la maintenance, de la gestion de OCAP, etc, ..., ceci en complément des méthodes de « résolution de problèmes » (problem solving) classiques. Les objectifs de recherche de ST sont les suivants :

- Améliorer les processus fonctionnels relatifs à la gestion dynamique des connaissances et des compétences en environnement 4.x (.0 et .h) dans le but de lier l'opérateur « savoir », particulièrement perturbé par l'environnement technologique (4.0) et l'opérateur « relation » avec une prise en compte plus intégrée de l'environnement humain (4.h) tout en minimisant les risques opérationnels,
- Mettre en œuvre un (ou des) processus de gestion des « Savoirs & Compétences » incluant la capitalisation, le transfert des savoir-faire pratiques et théoriques, depuis leur « genèse », issue de processus de créativité et d'innovation en y associant nos travaux s'adossant à la théorie C-K, tout en s'insérant dans le cadre de méthodologique LEAN et/ ou Design Thinking ST existantes pour différents champs d'expérimentation.

¹ From FMEA as a problem-solving method to a design oriented process: toward a design perspective of FMEA. CABANES, B., HUBAC, S. LE MASSON, WEIL, BENOIT, B. International Design Conference 2016

² "Improving reliability engineering in product development based on design theory: the case of FMEA in the semiconductor industry". CABANES, B., HUBAC, S. LE MASSON, WEIL, BENOIT, B. JOM (Journal Of Management) Feb. 2021