



Proposition de thèse

CONCEPTION SURE DES SYSTEMES DE PRODUCTION PERFORMANTS

-

APPROCHE MULTICRITERE

Cadre des travaux

L'École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers et le Laboratoire Conception Fabrication et Commande développe une chaire de recherche industrielle en partenariat avec Thyssenkrupp, le fond F2i et l'UIMM de Lorraine consacrée aux Systèmes de production Reconfigurables, Surs et Performants. La Chaire vise à répondre à la question : COMMENT DEPLOYER LES NOUVELLES BRIQUES TECHNOLOGIQUES DE L'USINE DU FUTUR POUR TRANSFORMER LES SYSTEMES DE PRODUCTION DES TPE, PME ET GROUPES INDUSTRIELS ?

Ces travaux de recherche seront axés sur les phases de conception et d'optimisation des systèmes de production. Ils agiront sur :

- l'adaptabilité, la réactivité des systèmes de production aux variabilités des demandes et des produits,
- l'amélioration de la sécurité et santé au travail,
- l'amélioration continue via une meilleure appréhension de la complexité des systèmes de production

Les principaux axes stratégiques du projet scientifique de la Chaire sont définis au travers de 4 défis :

- 1) Conception sûre des systèmes de production
- 2) Conception de système de production modulaire et reconfigurable pour une variété de produit
- 3) Optimisation des systèmes de production pour l'amélioration conjointe de sécurité/santé au travail et performances industrielles
- 4) Amélioration continue des Systèmes de production complexes et modulaires

Contexte

Depuis de nombreuses années, l'utilisation de machines en industrie est règlementée pour respecter des normes de sécurité et protéger les utilisateurs. Il s'agit tout autant de mesures de sécurité que de mesures d'ergonomie, l'objectif étant de protéger les travailleurs à long terme comme à court terme. De trop nombreux accidents du travail ou problèmes d'ergonomie sont observés sur les postes de travail. En effet, en France en 2013, près de 618263 cas d'accidents du travail entraînant un arrêt, 541 décès causés par des accidents du travail et 430 causés par des maladies professionnelles ont été recensés par la sécurité sociale [INRS 2014].

Les Troubles Musculo-Squelettiques ou les TMS, représentent aujourd'hui plus de 2/3 des maladies professionnelles reconnues en France et figurent parmi les six premières maladies professionnelles reconnues dans toute l'Europe. Elles représentent une large variante de maladies inflammatoires et dégénératives touchant l'appareil locomoteur humain [Buckle 2000]. Les troubles musculo-squelettique pèsent lourdement à la fois sur l'entreprise et sur les salariées. Chez ceux-ci, les TMS peuvent générer au début des douleurs qui se manifestent lors de l'exercice de l'activité, causant une perte de motivation, et si complication, de la restriction d'aptitude.

Il est nécessaire de prendre en compte ces risques lors de la conception et l'exploitation des systèmes de production.

Approches et outils

La norme [ISO 12100 2010], propose un schéma représentant le processus de réduction du risque du point de vue du concepteur. La norme fournit de plus une démarche itérative du processus qui permet de distinguer plusieurs étapes nécessaires pour réduire au mieux le risque résiduel. Ce processus peut être très lourd à appliquer tel que décrit dans la norme car il est itératif donc chronophage, et demande des compétences que les équipes de conception ne possèdent pas forcément.

Dans cette norme, des critères de classement sont donnés pour ce qui est de l'appréciation du risque, puis la réduction du risque. De façon logique, on distingue donc d'une part les critères liés aux facteurs de risque et d'autre part ceux liés à la réduction du risque. Le concepteur a le double travail de détecter les éléments source de risque dans la conception de la machine et de trouver des solutions pour réduire ces risques.

De nombreux auteurs se sont penchés sur la théorie de la conception, à des fins de description mais également d'amélioration du processus. Les apports des théories et outils de la conception pour la prise en compte de la sécurité et santé sont détaillés dans l'article : *Design for Human Safety in Manufacturing System: Applications of Design Theories, Methodologies, Tools and Techniques.*

Objectifs :

L'objectif est de développer un cadre de conception des systèmes de production incluant les ressources matérielles (robot, cobot, ...) et les ressources humaines en s'appuyant sur les outils et démarche de l'ingénierie système (l'ingénierie des systèmes a pour objectif de contrôler la conception de systèmes dont la complexité ne permet pas le pilotage simple. Par système, on entend un ensemble d'éléments humains ou matériels en interdépendance les uns avec les autres et qui inter-opèrent à l'intérieur de frontières ouvertes ou non sur l'environnement. Les éléments matériels sont composés de sous-ensembles de technologies variées : mécanique, électrique, électronique, matériels informatiques, logiciels, réseaux de communication, etc.).

Les objectifs se formulent via les questions suivantes :

- Comment intégrer les exigences de sécurité et de santé humaine dans un cadre de conception des systèmes de production ?
- Comment allouer les activités du système aux sous-systèmes dans le contexte du déploiement d'une démarche de conception ? (Quelles sont les activités qui nécessitent une intervention humaine ? Comment allouer les tâches à réaliser entre les ressources matérielles et humaines ? Comment intégrer un ensemble de critères lors de cette allocation ?)
- Comment prendre des décisions pluridisciplinaires lors de la préconception d'un système de production ?

Travaux antérieurs

Le LCFC a proposé un cadre de conception basé sur l'approche FBS afin de structurer le processus de conception et d'appréhender le système de production dans sa globalité (Travaux de Leyla SADEGHI en post doctorat).

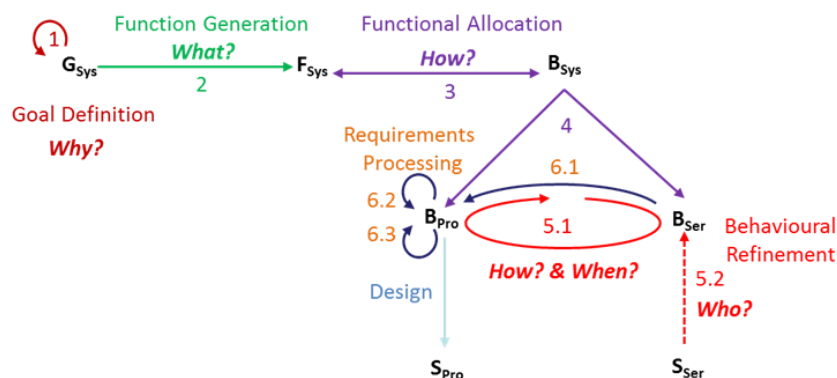


Figure : Cadre conceptuel de conception d'un système Produit/Service

De plus dans le cadre du laboratoire commun entre l'INRS et l'ENSAM, les travaux de thèse de Nicholas DE GALVEZ ont abouti à une méthode d'analyse des risques en phase de conception détaillée du système de production.

Résultats opérationnels attendus :

Les résultats à court terme seront : une confrontation entre les approches de conception existantes et les conditions réelles de conception d'un système de production au sein d'une PME afin de définir celle qui présente le plus au niveau de complétude et le plus grand pragmatisme, un guide détaillé, des formations de déploiement de l'ingénierie système pour la conception des systèmes de production, qui sera complété par une adaptation des analyses de la sécurité, et une ou plusieurs expérimentations chez des industriels (PME et grands groupes). Ces expérimentations permettront d'alimenter la recherche amont en termes de problématiques.

Les résultats de la recherche amont seront : un cadre méthodologique de conception des systèmes de production basé sur les concepts de l'ingénierie système avec l'intégration des approches sécurité des opérateurs et sûreté de fonctionnement dès les phases d'élicitation des exigences.

Encadrement :

Professeur Jean-Yves DANTAN

Docteur Xavier GODOT

Compétences requises :

Titulaire d'un Bac + 5 de type Ecole d'ingénieur ou diplôme universitaire à dominante Génie Industriel, vous possédez un solide savoir-faire en méthodologie de conception (IS, ...), et avez développé une bonne maîtrise méthodologique de déploiement de ces approches.

Qualités requises :

Autonome, rigoureux et méthodique, vous avez le sens du service et saurez-vous s'épanouir dans le cadre d'activités variées. Vous disposez d'un bon niveau rédactionnel.

Informations complémentaires :

Poste disponible au 01/02/2018

Salaire 1800 € net mensuel, durée : 3 ans

Contact :

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