HAL open science

Conception d'une unité mobile de production pour produit reconfigurable

Youssef Benama, Nicolas Perry, Thècle Alix

To cite this version:

Youssef Benama, Nicolas Perry, Thècle Alix. Conception d'une unité mobile de production pour produit reconfigurable. 21ème Congrès Français de Mécanique, Aug 2013, France. pp.1-5. hal-01066801

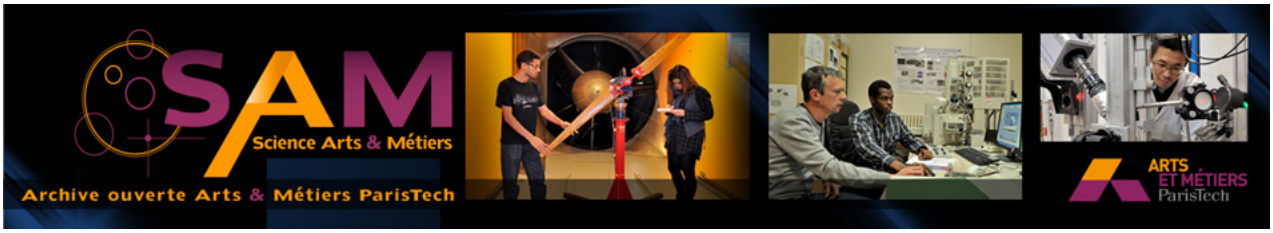
HAL Id: hal-01066801

https://hal.science/hal-01066801v1

Submitted on 22 Sep 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Science Arts & Métiers (SAM)

is an open access repository that collects the work of Arts et Métiers ParisTech researchers and makes it freely available over the web where possible.

This is an author-deposited version published in: http://sam.ensam.eu
Handle ID: .http://hdl.handle.net/10985/8576

To cite this version :

Youssef BENAMA, Nicolas PERRY, Thècle ALIX - Conception d'une unité mobile de production pour produit reconfigurable - 2013

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository Administrator : archiveouverte@ensam.eu

Conception d'une unité de production mobile pour produit reconfigurable.

Y.BENAMA[1], N.PERRY[2], T. ALIX[3]

1. Université Bordeaux, I2M - UMR 5295 - F-33400 Talence, France
2. Arts et Métiers ParisTech, I2M - UMR 5295, F-33400 Talence, France
3. Université Bordeaux, IMS, UMR - CNRS 5218, F-33175 Gradignan, France

Résumé :

Le concept de mobilité de système de production[1] *présente une solution pour réduire le coût de production d'un produit fabriqué en série, destiné à plusieurs clients (sites d'implantation du système de production) dont l'utilisation relève d'un site particulier qui se distingue des autres par des caractéristiques spécifiques. Le système de production, par sa mobilité, doit être capable de s'adapter et de répondre aux contraintes des sites d'implantation et aussi de satisfaire aux exigences du produit. Cette communication adresse les problématiques introduites par la notion d'un environnement multi-site dans les interactions produit reconfigurable/ systèmes de production mobile. Plusieurs points de vue seront adoptés afin de définir les critères de performance de l'unité mobile de production.*

Mots clefs : Système de production, indicateurs de performances, multi niveaux, mobilité, produit-procédé, conception

1. Les systèmes de production mobiles:

La mobilité des systèmes de production est présentée dans la littérature comme une dimension qui permet de caractériser la flexibilité du système de production [2][3]. Elle est définie comme l'aptitude d'un système de fabrication à opérer un changement entre familles de produits rapidement et sans nécessiter plus d'efforts[2]. On distingue deux points de vue pour aborder la notion de mobilité:

- Sur le plan opérationnel la mobilité est considérée comme une capacité de flexibilité qui facilite le changement vers d'autres familles de produits [1]. Cette dimension de la mobilité peut être traduite par le déplacement physique des moyens de fabrication [1].
- D'autres auteurs [4] applique la mobilité dans le domaine stratégique pour décrire une perspective du système manufacturier à long terme[1].

2. Interactions produit reconfigurable/Systèmes de production mobile.

2.1. Impact de la définition du produit sur le système de production:

Un système de production existe pour répondre à un besoin de réalisation d'un produit. En conséquence, sa définition est directement impactée par la définition du produit. Le système de production que nous considérons a pour objet la production/installation de produits mécaniques. Pour des raisons de confidentialité nous ne détaillerons pas le produit fabriqué. Par ailleurs, nous précisons que ces produits sont obtenus grâce à un processus de transformation de structures métalliques par des opérations de découpe, formage puis assemblage mécanique, et sont fabriqués en grande quantité (de 10 000 à 50 000 unités). Par définition ces produits devront pouvoir s'installer sur différents sites géographiques. En fonction du site d'implantation, la conception du produit à fabriquer doit être

optimisée par rapport aux contraintes de sol (données géo-locales), de climat, et de performances attendues. La configuration du système de production quant à elle doit être optimisée par rapport aux contraintes de logistique, de transport, de production et aux contraintes énergétiques (coûts, disponibilité, etc.).

Ainsi, la conception du produit est pilotée par les données du site d'implantation (données climatiques, contraintes géologiques,...). Autrement dit, la configuration d'un *site i* conduira à la définition d'une *version i* du produit, cette définition se déclinera en un certain nombre de propriétés (matériau, dimensions, épaisseurs..). Le système de production devra s'organiser pour être efficient au regard des contraintes locales. La configuration optimale répond alors à un besoin d'optimisation du système de production aux contraintes de logistique, de transport, de production et aux contraintes énergétiques (coûts, disponibilité, etc.). La configuration d'un autre site j donnera une *version j* du produit rendant nécessaire l'adaptation du système de production à ce changement de configuration. De ce fait, le système de production doit être flexible, agile et reconfigurable[5].

La stratégie industrielle consiste, dans ce cadre, à définir une unité mobile de production mobile qui ira in situ réaliser les produits nécessaires, avec un objectif de 5 rotations (à minima). Il importe donc de définir un système de production (interne et externe au site d'implantation) robuste et reconfigurable[6] pour pouvoir réaliser les produits dans des environnements parfois hostiles tout en gardant une souplesse pour pouvoir s'adapter à l'évolution du produit.

Dans ce cas, la notion du multi site, intervient dans la définition des interactions entre le produit et le système de production, en agissant directement sur le produit.

2.2. Impact de l'organisation du système de production sur le produit:

Le choix d'un site d'implantation est contraint par un certain nombre de paramètres :

- l'efficience recherchée du système de production

- les problématiques logistiques de type approvisionnement des matières premières et sous ensembles nécessaires à la fabrication du produit ou encore des ressources constitutives du système de production ou encore les contraintes d'approvisionnement en énergie

- les besoins en compétences des ressources humaines support au fonctionnement du système de production et à son pilotage, qui sont en dehors de nos propos

- la gestion de la maintenance en adéquation avec le niveau de compétence et d'expérience des ressources humaines disponibles sur le site d'implantation [7].

Toute nouvelle implantation du système de production nécessitera de réorganiser le système et de l'adapter aux nouvelles contraintes du site. La réorganisation générant des coûts, un compromis devra être trouvé qui pourra tantôt conduire à favoriser un choix de matière première ou de stratégie de fabrication par sous composants préfabriqués. En effet, il est nécessaire de déterminer le point de découplage optimum dans le processus de fabrication. Deux possibilités existent: soit fabriquer le produit sur site localement, ou pré-fabriquer dans un autre site et transporter puis assembler sur le site d'implantation. Ce choix aura un impact direct sur la définition du produit qui devra dans ce cas s'adapter aux contraintes du système de production.

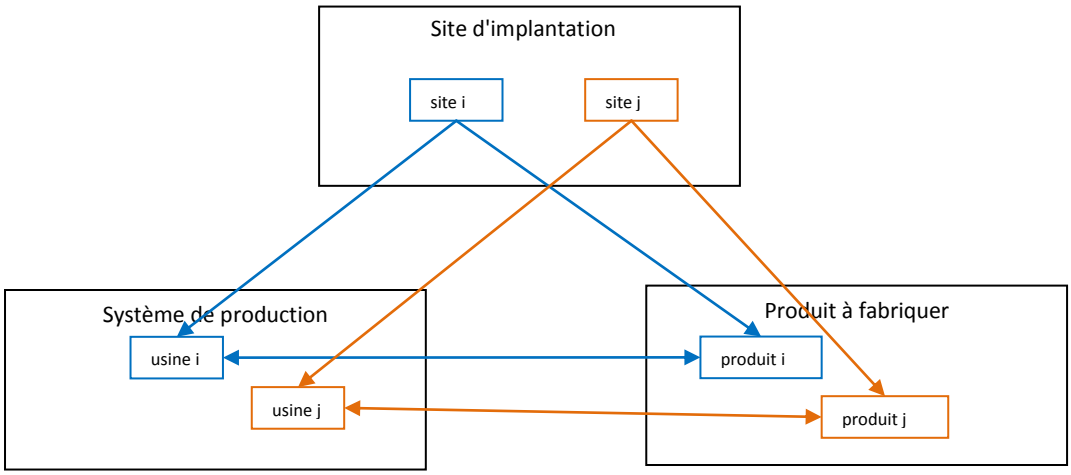


Figure 1: Le produit et le système de production doivent s'adapter aux contraintes du site d'implantation

3. Simulation de performance d'une unité mobile de production

3.1. Vue multi échelles:

Le système de production mobile doit avoir une capacité de reconfiguration suffisante pour s'adapter aux contraintes du produit et du site[5], tout en maitrisant le niveau de performance technique et économique [8] du système de production. On propose 3 niveaux d'analyse du système mobile de production:

- *niveau opérationnel*: représente, pour un site défini, l'ensemble des procédés et moyens qui doivent s'organiser pour réaliser le produit. A ce niveau le système de production est directement impactée par la variabilité de la définition du produit.
- *niveau tactique*: correspond à un niveau plus global qui est le niveau de l'organisation logistique de l'unité de production. A ce niveau le système de production doit s'organiser en fonction des données de géo-localisation du site d'implantation.
- *niveau stratégique*: correspond au niveau macro qui coordonne toutes les décisions stratégiques prises.

Les deux premiers niveaux restent finalement attachés aux produits (produit à fabriquer ou produit unité de production). Le dernier niveau ouvre les réflexions sur l'offre effectivement faite ou offerte par l'entreprise et bascule potentiellement d'une offre produit vers une offre de service: l'usine peut devenir un service de production/installation et le produit à réaliser peut basculer vers une offre de mise à disposition d'une performance attendue.

Donc en s'intéressant à l'étude de la performance de l'unité mobile de production, il faudra définir quel critère de performance il serait nécessaire de mesurer à chaque niveau, ensuite voir comment agréger un critère de performance défini à un niveau local pour évaluer son impact à un niveau plus macro.

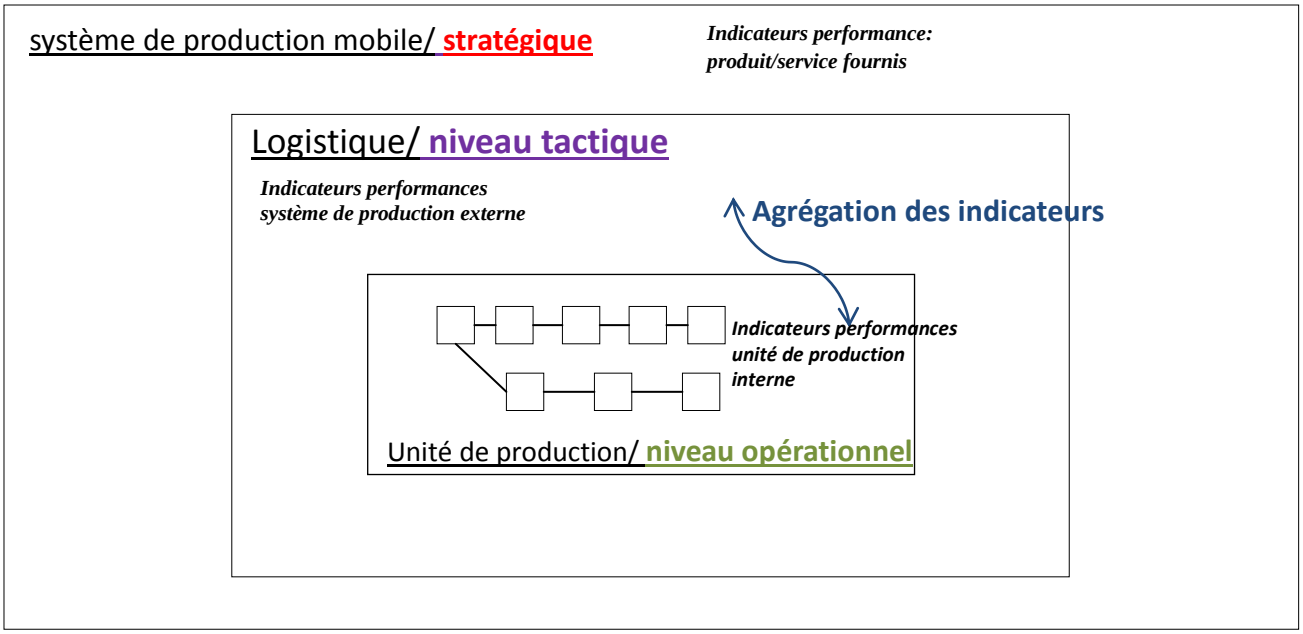


Figure 2: Les 3 niveaux d'étude du système de production mobile.

3.2. Critères de performance:

Pour mesurer la performance de l'unité de production à un niveau opérationnel on propose une démarche basée sur l'analyse de 2 caractéristiques:

- D'abord la capacité du système de production à satisfaire son cahier des charges par rapport au volume de production. Ainsi pour comparer différentes solutions possibles on mesure
  - Le cycle de production: qui correspond pour une unité du produit au temps nécessaire partant de la transformation de la matière première à l'obtention du produit.
  - La cadence de production: L'intervalle de temps nécessaire entre 2 produits finis.
  - Le taux de disponibilité des ressources
- Afin d'évaluer la mobilité d'un système de production, [3] propose de considérer ces composantes :
  - Le coût de la mobilisation;
  - Le temps.
  - L'effort de transition
  - Les pénalités de transition.

  Dans notre cas on caractérise le coût ainsi que le temps qui sera induit par la mobilisation du système de production. On considère ce coût sous 2 composantes:
  - La transportabilité du système de production qui est caractérisée par les moyens et ressources nécessaires pour le transport du système de production d'un site d'implantation à un autre.
  - La capacité du système de production mobile à être remis en service après un transfert. Cette capacité est caractérisée par les temps de réglage et de mise à niveau nécessaires.

4. Conclusion

Cette contribution présente les verrous rencontrées lors de la conception d'un système de production mobile. La problématique réside dans la modélisation des liens produits/ systèmes de production. Ces relations qui doivent tenir compte de la mobilité du système de production et de son impact sur la définition du produit mais aussi doivent pouvoir considérer la variabilité du produit selon les données liées au site géographique. Un autre verrou se manifeste dans la nécessité de la mise en place et l'évaluation des indicateurs de performance selon les différents niveaux de vue du système de production mobile.

REFERENCES

[1] C. Stillström and M. Jackson, "The concept of mobile manufacturing," *Journal of Manufacturing Systems*, vol. 26, no. 3–4, pp. 188–193, Jul. 2007.

[2] D. Upton, "Flexibility as process mobility: The management of plant capabilities for quick response manufacturing," *Journal of Operations Management*, vol. 12, no. 3–4, pp. 205–224, Jun. 1995.

[3] L. Koste, "A theoretical framework for analyzing the dimensions of manufacturing flexibility," *Journal of Operations Management*, vol. 18, no. 1, pp. 75–93, Dec. 1999.

[4] Y. Shi, "International manufacturing networks—to develop global competitive capabilities," *Journal of Operations Management*, vol. 16, no. 2–3, pp. 195–214, May 1998.

[5] H.-P. Wiendahl, H. A. ElMaraghy, P. Nyhuis, M. F. Zäh, H.-H. Wiendahl, N. Duffie, and M. Brieke, "Changeable Manufacturing - Classification, Design and Operation," *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, vol. 56, no. 2, pp. 783–809, Jan. 2007.

[6] T. Lorenzer, S. Weikert, S. Bossoni, and K. Wegener, "Modeling and evaluation tool for supporting decisions on the design of reconfigurable machine tools," *Journal of Manufacturing Systems*, vol. 26, no. 3–4, pp. 167–177, Jul. 2007.

[7] E. Olsson, M. Hedelind, M. U. Ahmed, and P. Funk, "Experience reuse between mobile production modules-an enabler for the factory-in-a-box concept," in *The Swedish Production Symposium, Gothenburg, Sweden*, 2007.

[8] A. Ask and C. Stillström, "Mobile manufacturing systems: market requirements and opportunities," in *Proceedings of the 2006 IJME-Intertech Conference*, 2006.