



ALLOCATIONS DE RECHERCHE 2010

Proposition d'un sujet de thèse

Ecole Doctorale des sciences pour l'ingénieur

<http://edspi.univ-lille1.fr>

Nom et Prénom du directeur de thèse: **TRENTESAUX Damien, PR**

e-mail : damien.trentesaux@univ-valenciennes.fr

téléphone : 03 27 51 13 23

Co-encadrants : **BERGER Thierry, MCF ; ADAM Emmanuel, MCF**

Intitulé français du sujet de thèse proposé: **contribution à la réduction du comportement myopique des systèmes de pilotage hétérarchique. Application au pilotage des systèmes de production**

Mots-clés : pilotage, pilotage décentralisé, pilotage hétérarchique, autonomie décisionnelle, système de production, système auto-organisé, système multi-agents, système holonique, ordonnancement dynamique, comportement myopique

Laboratoire d'accueil : **UVHC, TEMPO-PSI Lab.**
Université de Valenciennes et du Hainaut Cambrésis
<http://www.univ-valenciennes.fr/TEMPO/psi-presentation>



Contexte scientifique de la thèse

Les Systèmes Flexibles de Production (SFP) doivent faire face à de nombreuses contraintes et permettre de relever de nombreux défis tels que la complexité de plus en plus importante des produits à fabriquer, la perpétuelle recherche de diminution des coûts, l'adaptation aux conditions environnementales (comportement du consommateur imprévisible, réduction du cycle de vie des produits, personnalisation de masse...), sans compter les perturbations internes au SFP lui-même dues aux pannes et dysfonctionnements (blocage/ralentissement transitique, ressources défaillantes).

Parmi l'ensemble des fonctions qui relèvent de la gestion de production, la fonction de pilotage est la plus critique face à cette évolution car elle est à l'interface entre la gestion prévisionnelle (planification) et la gestion temps réel (commande des automates). Les approches classiques de pilotage hiérarchiques fournissent des solutions proches de l'optimalité, mais seulement sous hypothèses fortes concernant les perturbations externes ou internes au SFP (faible volatilité des demandes clients, fiabilité idéale des ressources et approvisionnement ...). Dans le contexte actuel, ces approches sont ainsi de plus en plus critiquées car elles souffrent d'un manque de réactivité et d'adaptation face aux événements.

Depuis plusieurs années, des architectures alternatives de pilotage décentralisé/distribué (Duffie et Prabhu, 1996) hétérarchiques (non hiérarchique) (Trentesaux, 2007) basées sur des modèles multiagents (Lastra et Colombo, 2006 ; Maione et Naso, 2003 ; Wong et al., 2006) et holoniques (Van Brussel et al., 1998 ; Leitao et Restivo, 2006) ont été présentées. Bien que ces approches de pilotage plus réactives fournissent des solutions meilleures face à l'incertitude, que les approches hiérarchiques classiques, la plupart des recherches (Tharumarajah, 2001; Baker, 1998) sur le pilotage hétérarchique multiagents et holoniques montrent qu'elles souffrent d'un manque d'optimalité globale sur le long terme, même si les conditions du pilotage restent déterministes.

Ces systèmes hétérarchiques sont composés de nombreuses entités décisionnelles autonomes en interaction qui ont une visibilité spatiale et/ou temporelle réduite, d'où découle un comportement dit « myopique ». i.e. une optimalité locale au niveau de l'entité qui n'assure pas une optimalité globale au niveau du système. Bien que la myopie soit toujours sous-jacente à la quasi-totalité des travaux menés, peu de recherches ont été réalisées afin de caractériser et de trouver les outils qui permettront de réduire le comportement myopique des systèmes de pilotage hétérarchiques. Ceci explique en partie pourquoi ces approches sont encore si peu utilisées dans l'industrie manufacturière, bien que les entreprises et les moyens de productions soient soumis à une très forte incertitude de la part des marchés, des clients, des fournisseurs, des économies, des échanges internationaux et qu'une architecture de pilotage adaptable soit de nos jours hautement souhaitable. Les technologies permettant de mettre en œuvre des architectures hétérarchiques (ex : RFID, « smartcards », systèmes embarqués communicants...) sont d'ores et déjà disponibles à grande échelle et à faible coût.

Sujet de la thèse

Le travail de thèse se concentrera sur une contribution à la réduction du comportement myopique du pilotage hétérarchique. Ce travail est complémentaire au développement d'un modèle de pilotage (« open control » Salles et al., 2009) conciliant un contrôle réactif sur les couches basses du pilotage à proximité des éléments physiques (produits, ressources) et un contrôle proactif sur les couches hautes du pilotage (proche du niveau Enterprise Resource Planning, ERP).



Le travail de thèse après l'étude bibliographique visera à :

- Caractériser le comportement myopique d'un SFP piloté par une architecture hétérarchique.
- Déterminer une mesure du déterminisme et de l'incertitude des conditions de pilotage.
- Proposer une contribution (modèle, outils) qui permettent de limiter le comportement myopique. Plusieurs approches sont envisageables. Par exemple, modifier dynamiquement l'architecture de pilotage en fonction d'un degré d'incertitude (hiérarchique puis hétérarchique et inversement), ou intégrer des mécanismes d'anticipation des futurs possibles (simulation), etc.
- Valider les propositions dans un premier temps via simulation avec des logiciels tels NetLogo, Jade... puis ensuite la cellule flexible de l'AIP-Priméca de Valenciennes.

Dans le cadre de cette thèse, la contribution se portera sur un modèle agent ou holonique de pilotage permettant de mixer les avantages d'une approche hiérarchique lorsque les conditions du pilotage sont déterministes et d'une approche hétérarchique lorsque les conditions du pilotage sont incertaines. Il sera nécessaire d'étudier et caractériser le transitoire permettant d'évoluer d'une approche hiérarchique à une approche hétérarchique et de définir de façon précise, en vue de validations expérimentales, des stratégies de pilotage hiérarchique et hétérarchique pouvant être mixées.

Plateforme expérimentale

La plateforme expérimentale réelle envisagée est la cellule flexible de l'AIP-Priméca de Valenciennes. Cette cellule est constituée de 7 postes de travail (robotisées ou manuels) disposés autour d'un système de convoyage flexible comportant 10 navettes instrumentées autopropulsées autonomes. Ces navettes ont leur propre autonomie décisionnelle grâce à des systèmes de traitements communicants embarqués.



Vue générale de la cellule.



Vue détaillée d'une navette instrumentée

Le candidat doit avoir une formation de base en automatique et systémique, ainsi qu'une double compétence en productique (modèles à événements discrets, simulation, ordonnancement) et en informatique industrielle (systèmes embarqués, réseaux de communication).

Des compétences en informatique (systèmes multi-agents, techniques d'optimisation) et en programmation-simulation (C++, Java, Arena) sont fortement souhaitées.

La maîtrise de la langue anglaise est obligatoire.

References

- Baker A.D., A Survey of Factory Control Algorithms That Can Be Implemented in a Multi-Agent Hierarchy: Dispatching, Scheduling, and Pull, *Journal of Manufacturing Systems* 17(4), pp. 297-320, 1998.
- Duffie N.A., Prabhu V., Heterarchical control of highly distributed manufacturing systems, *international Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 9, n°4, pp. 270-281, 1996.
- Lastra J.L.M, Colombo A.W., Engineering framework for agent-based manufacturing control, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, pp. 625-640, 2006.
- Leitao P., Restivo F., ADACOR: A holonic architecture for agile and adaptive manufacturing control *Computers in Industry* vol.57, 2006, pp. 121-130.
- Maione G., Naso D., A soft computing approach for task contracting in multi-agent manufacturing control, *Computers in Industry*, vol. 52, pp. 199-219, 2003.
- Sallez, Y., Berger, T., Trentesaux, D., Open control: a new concept for integrated product-driven manufacturing control. 13th IFAC symposium INCOM, Moscow, 3-5 june, 2009.
- Tharumarajah A., Survey of resource allocation methods for distributed manufacturing systems, *Production, Planning & Control* 12(1), pp. 58-68, 2001.
- Trentesaux, D., Les systèmes de pilotage hétérarchiques : innovations réelles ou modèles stériles ? *Journal Européen des Systèmes Automatisés*, 41 (9-10), 1165-1202, 2007.
- Van Brussel H., Wyns J., Valckenaers P., Bongaerts L., Peeters L., Reference architecture for holonic manufacturing systems: PROSA, *Computers in Industry* 37, n°3, 1998, 255-274.
- Wong T.N., Leung C.W., Mak K.L., Fung R.Y.K., Dynamic shopfloor scheduling in multi-agent manufacturing systems, *Expert Systems with Applications*, vol. 31, pp. 486-494, 2006.

