



LABORATOIRE  
DES SCIENCES  
DU NUMÉRIQUE  
DE NANTES

gdr  
**macs** - Intelligent Manufacturing  
Systems & Services -  
modélisation, analyse et conduite  
des systèmes dynamiques

IMS<sup>2</sup>



Université  
de Valenciennes  
et du Hainaut-Cambésis



UMR CNRS 8201

# Architectures

Olivier Cardin, Damien Trentesaux

*Journée commune GDR MACS – AFIA  
Nancy, 9 Novembre 2017*



# Intervenants

---

- Olivier Cardin
  - Maître de Conférences LS2N – IUT de Nantes
  - Co-animateur GT IMS<sup>2</sup> GDR MACS
- Damien Trentesaux
  - Professeur à l'Université de Valenciennes
  - Directeur du laboratoire SURFER-LAB



# GT IMS<sup>2</sup> du GDR MACS



- Objectifs:
  - Scientifique: Déploiement en industrie et services du concept de pilotage par entités autonomes coopérantes pour le cycle de vie des produits
  - Structuration de la communauté française sur les thématiques IMS
  - Perspectives scientifiques sur la thématique
- Site web: <http://ims2.cran.univ-lorraine.fr/>
- 70 membres « actifs » + 100 membres « intéressés »
- 2 à 3 réunions par an, gratuites et ouvertes à tous



# Workshop SOHOMA

- SOHOMA'17, October 19-20, Nantes France
  - 7th annual workshop
  - 51 registered participants, 10 countries
  - 2 days, 36 contributions presented
  - Proceedings in Springer, special issues in Journals
- SOHOMA 2018, June 11-12, Bergamo, Italy
  - Intelligent Manufacturing Systems
  - **Multi-Agent Systems in industry, Distributed Intelligence**
  - Holonic Manufacturing Execution Systems
  - Product intelligence: concepts, architecture, implementation, use cases
  - Industrial Internet of Things / Physical Internet
  - Dynamic and green infrastructure for sustainable manufacturing
  - **Cloud Manufacturing and resource virtualization**
  - Computing and **Service Oriented manufacturing**
  - Big Data and the contextual enterprise
  - Cyber-Physical Manufacturing Systems, Industry 4.0



7th Workshop  
SERVICE  
ORIENTATION IN  
HOLONIC AND  
MULTI-AGENT  
MANUFACTURING





# Sommaire

---

- Autonomie, décision d'une entité: définition
- Approches de modélisation d'une entité
- Architectures
- Problématiques actuelles
- Quelques réalisations existantes



# Autonomie, décision d'une entité: définition

- Décider = réduire le « champ des possibles », diminuer le nombre de degrés de liberté
  - Choisir parmi un ensemble, trier, ranger (problématiques de décision multicritère)...
  - Une décision est incluse dans un « processus décisionnel » (Simon):
    - observation, **déclenchement**, analyse, conception de solutions, évaluation a priori, décision, **application**, évaluation a posteriori
  - Mais récursif: décision possible pour chaque étape d'un « processus décisionnel »
    - Exemple: décider d'un pas d'application d'une action qui vient d'être décidée, décider de modifier un seuil de déclenchement, décider de la liste de solutions possibles, décider d'un algorithme de diagnostic, etc.
- Entité = sous-système d'un système plus grand présentant une finalité et des types d'E/S identifiées
  - Modélisable sous la forme d'un agent, d'un « physical agent », d'un holon...



# Autonomie, décision d'une entité: définition

- Autonomie = capacité pour une entité de décider par elle-même
- Architecture = ensemble **organisé** d'entités présentant une finalité globale
- Adaptation = capacité d'une entité à faire évoluer ses décisions en fonction de ses perceptions et des expériences vécues (réelles, simulées,...)
- Emergence = propriété observable d'une architecture, non observable au niveau d'une entité



# Objectifs opérationnels IMS<sup>2</sup>



- Prise de décisions au sein des architectures
  - Réactivité
  - Flexibilité
  - Self-\*
- Redéfinition du rôle et des propriétés des entités
  - Autonomie d'action
  - Comportement émergent de l'architecture
  - Facultés cognitives
  - Facultés d'adaptation
- Redéfinition des architectures



# Approches de modélisation d'une entité

- Vue MAS

- Agents individuels

- Principe: les fonctionnalités émergentes du système surpassent les capacités de chaque agent pris individuellement
- Autonomie d'actions
- Autonomie de perception d'un domaine
- Traitement autonome de l'information
- Communication entre les agents

- Vue HMS

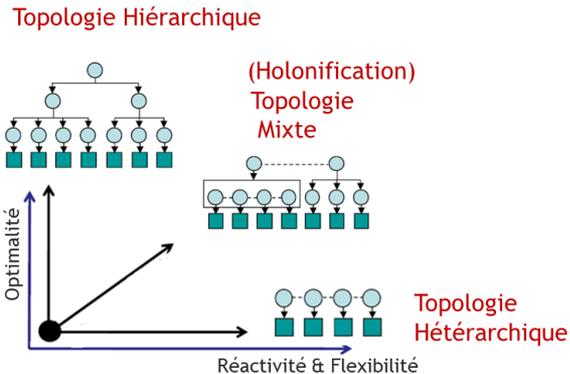
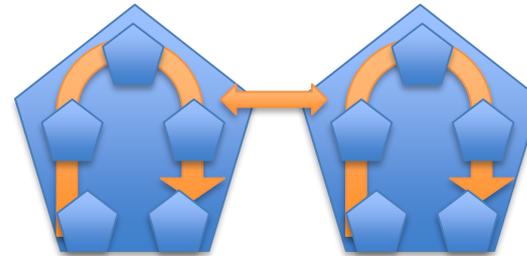
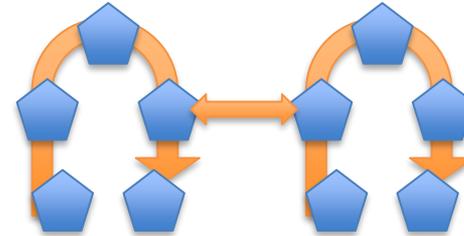
- Concept de Holons

- Autonomie d'actions
- Autonomie de perception d'un domaine
- Traitement autonome de l'information
- Communication entre les holons
- Un holon peut être composé d'un ou plusieurs holons



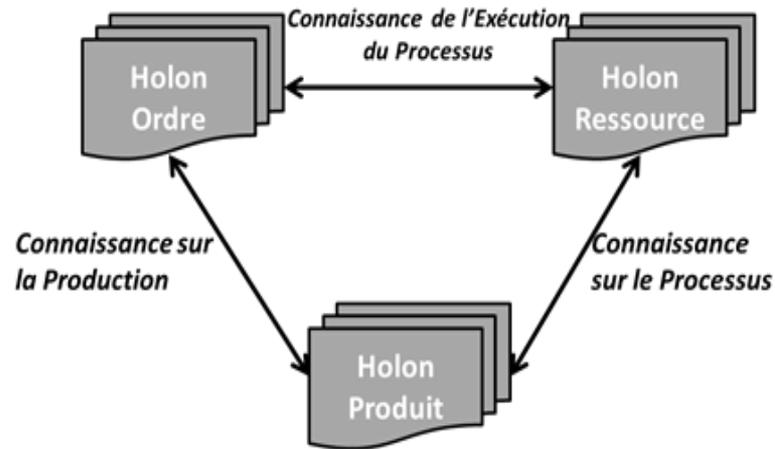
# Architectures

- Vue MAS
  - Hiérarchies
  - Coalitions, équipes
  - Marchés
  - Fédérations (délégués à délégués)
- Vue HMS
  - Holarchies
  - Architectures dynamiques



# Exemples d'architectures

- Architecture générique: PROSA
  - Projet IMS de 1996
- Produit – Ressource – Ordre – Staff
- Architecture la plus référencée

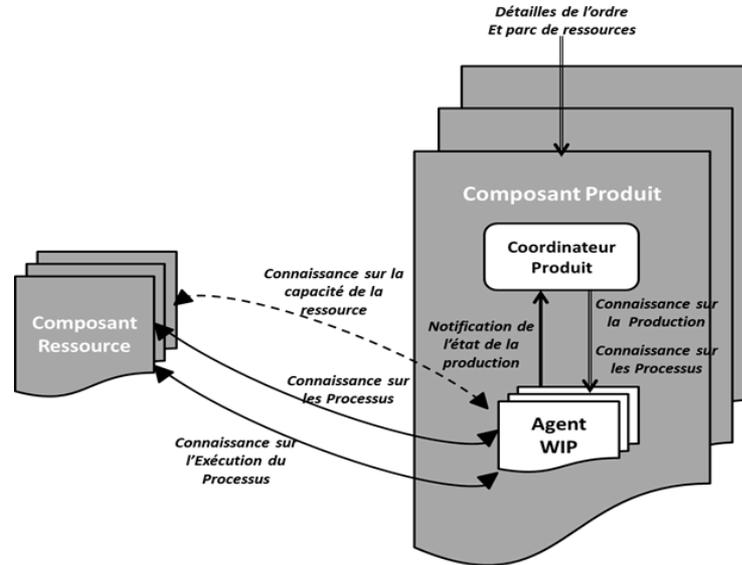


**PROSA**



# Exemples d'architectures

- Orientées SMA

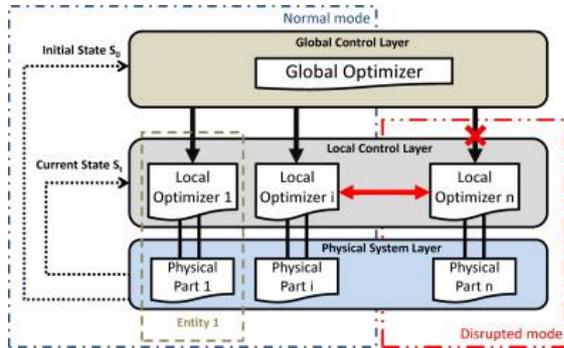


HCBA, 2000

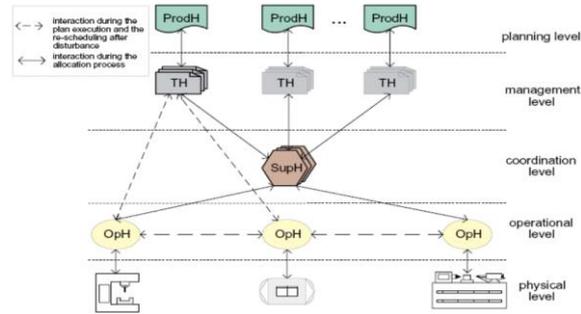


# Exemples d'architectures

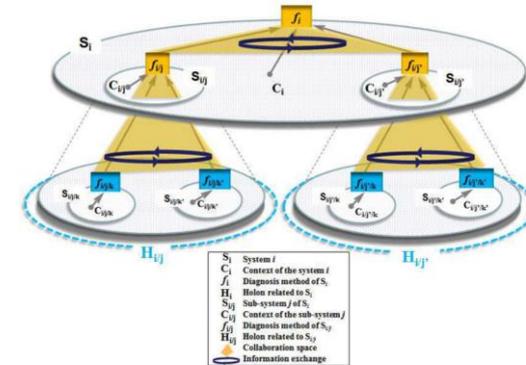
- Orientées HMS



ORCA, 2014



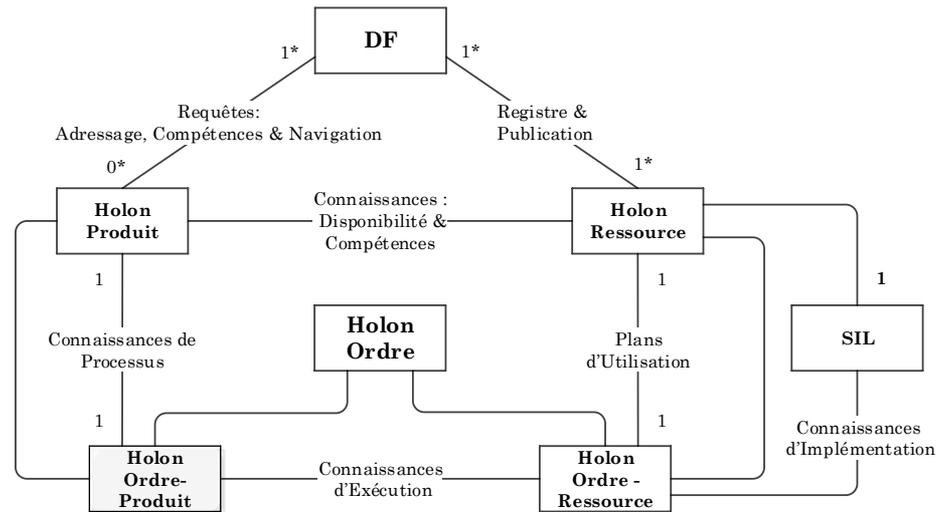
ADACOR, 2006



SURFER, 2013

# Exemples d'architectures

- Orientées HMS + SoA

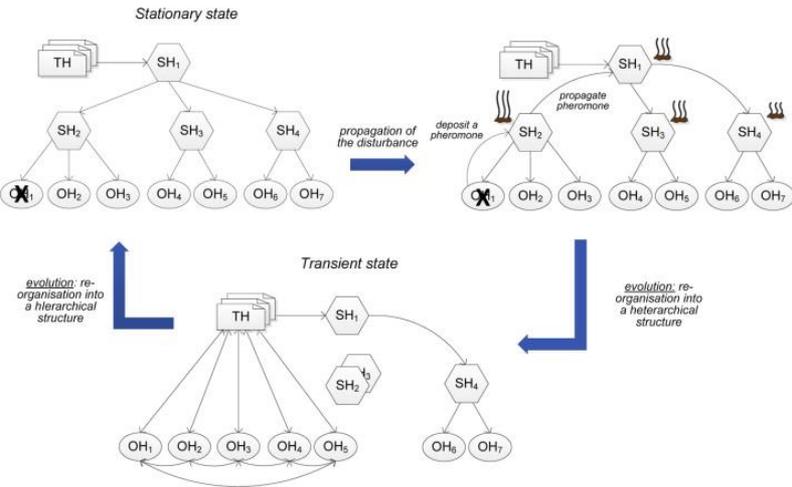


SoHMS, 2015

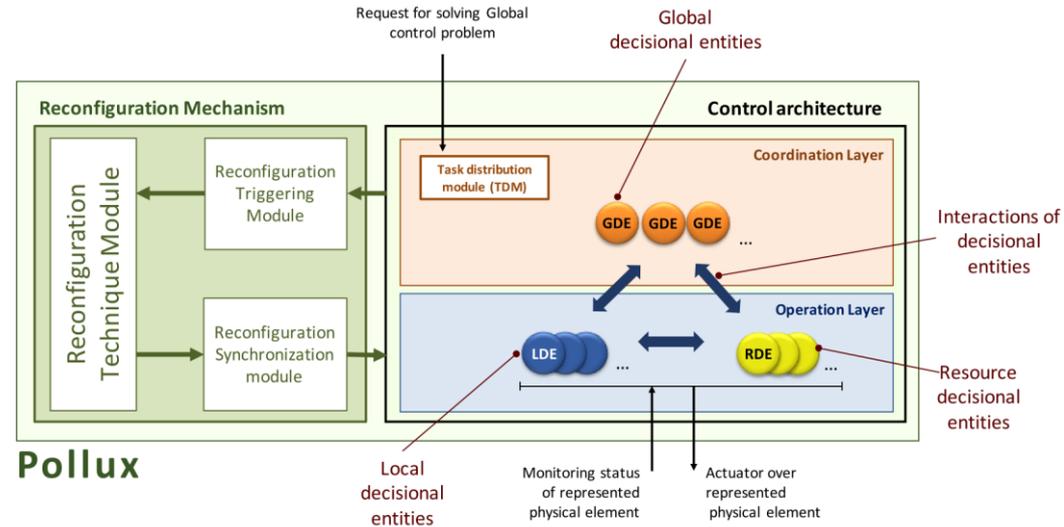


# Exemples d'architectures

- Architectures dynamiques



ADACOR<sup>2</sup>, 2015



POLLUX, 2017



# Problématiques actuelles de recherche



- Myopie
  - Vision locale / Vision globale
  - Mécanismes de prise de décision
- Garantie de performances
  - Architectures dynamiques hybrides
  - Benchmarking
- Gestion du Big Data
  - De la donnée à la connaissance
  - Impact de la dissémination d'information
- Génie logiciel
  - Vérification de preuves, chaînes logicielles
  - Déploiement industriel
- Architectures orientées cloud
  - Cf workshop SOHOMA



# Quelques réalisations existantes

- **Projet SURFER**



Uppermost level, off-board  
(eg. Fleet level)



Entire transportation system  
Level  
(eg., train)



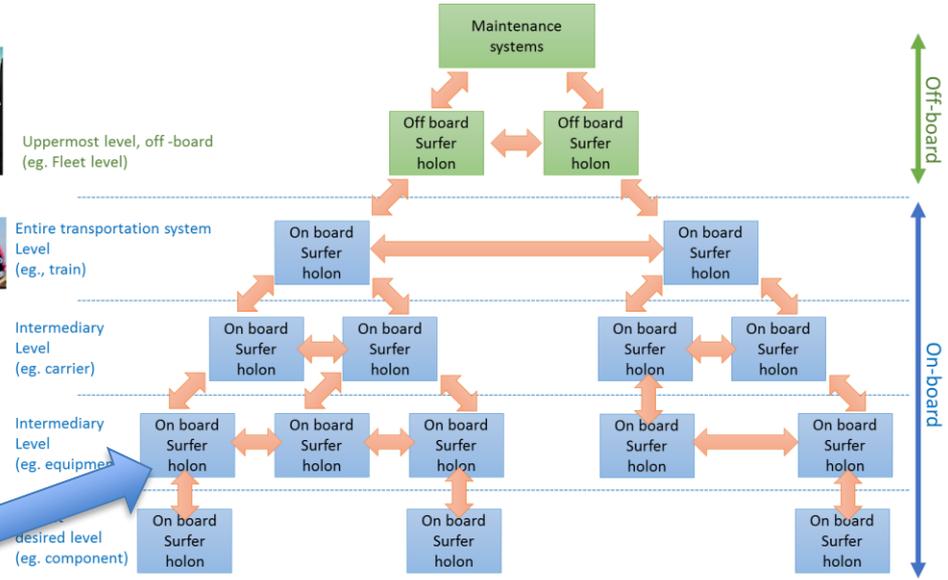
Intermediary  
Level  
(eg. carrier)



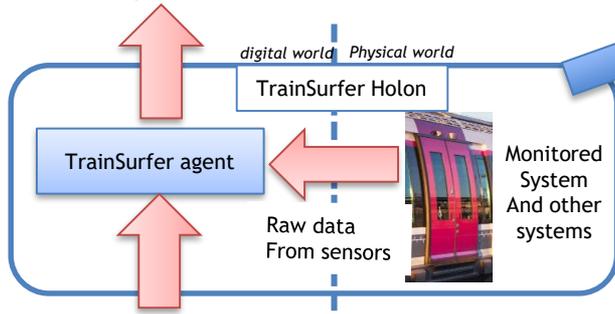
Intermediary  
Level  
(eg. equipment)



desired level  
(eg. component)



Formatted Surfer Data for other  
TrainSurfer Agents and users



Formatted Surfer Data from other  
TrainSurfer Agents and users



# Quelques réalisations existantes

- Manufacturing
  - Plateformes expérimentales

Prototypes de produits intelligents,  
LAMIH CNRS, Université de Valenciennes et  
du Hainaut-Cambrésis, Centre AIP-PRIMECA



Plateforme d'émulation de systèmes  
contrôlés par les produits TRACILOGIS,  
CRAN CNRS, Université de Lorraine, Epinal



Atelier de production robotisée intelligent,  
LS2N CNRS, IUT de Nantes – Université de Nantes  
Centre AIP-PRIMECA

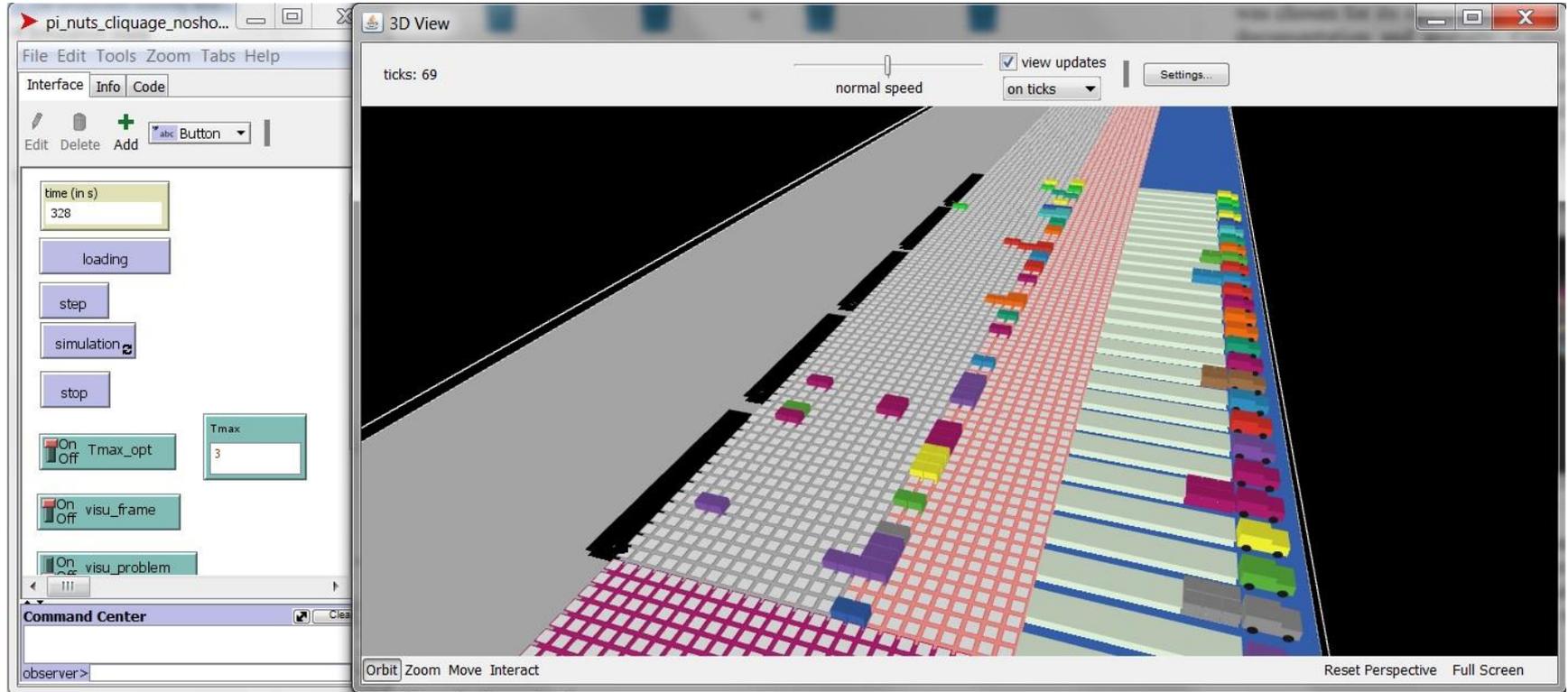


Système de Production Intelligent,  
CRET-LOG – Polytech'Marseille,  
Aix Marseille Université



# Quelques réalisations existantes

- Logistique: Physical Internet





LABORATOIRE  
DES SCIENCES  
DU NUMÉRIQUE  
DE NANTES

**gdr**  
**MACS** - Intelligent Manufacturing  
Systems & Services -

IMS<sup>2</sup>

modélisation, analyse et conduite  
des systèmes dynamiques



Université  
de Valenciennes  
et du Hainaut-Cambésis



UMR CNRS 8201

**Merci de votre attention**

Olivier Cardin, Damien Trentesaux

*Journée commune GDR MACS – AFIA  
Nancy, 9 Novembre 2017*

# Bibliographie

- [1] D. Trentesaux, « Pilotage hétéarchique des systèmes de production », HDR, Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambresis, 2002.
- [2] H. Van Brussel, J. Wyns, P. Valckenaers, L. Bongaerts, et P. Peeters, « Reference architecture for holonic manufacturing systems: PROSA », *Comput. Ind.*, vol. 37, no 3, p. 255-274, nov. 1998.
- [3] P. Leitão et F. Restivo, « ADACOR: A holonic architecture for agile and adaptive manufacturing control », *Comput. Ind.*, vol. 57, no 2, p. 121-130, févr. 2006.
- [4] J. Barbosa, P. Leitão, E. Adam, et D. Trentesaux, « Dynamic self-organization in holonic multi-agent manufacturing systems: The ADACOR evolution », *Comput. Ind.*, vol. 66, p. 99-111, janv. 2015.
- [5] J.-L. Chirn et D. C. McFarlane, « A holonic component-based approach to reconfigurable manufacturing control architecture », in *11th International Workshop on Database and Expert Systems Applications Proceedings*, 2000, p. 219-223.
- [6] F. Gamboa Quintanilla, O. Cardin, A. L'Anton, et P. Castagna, « A modeling framework for manufacturing services in Service-oriented Holonic Manufacturing Systems », *Eng. Appl. Artif. Intell.*, vol. 55, p. 26-36, oct. 2016.
- [7] J.-F. Jimenez, A. Bekrar, G. Zambrano-Rey, D. Trentesaux, et P. Leitão, « Pollux: a dynamic hybrid control architecture for flexible job shop systems », *Int. J. Prod. Res.*, vol. 55, no 15, p. 4229-4247, août 2017.
- [8] C. Pach, T. Berger, T. Bonte, et D. Trentesaux, « ORCA-FMS: a dynamic architecture for the optimized and reactive control of flexible manufacturing scheduling », *Comput. Ind.*, vol. 65, no 4, p. 706-720, mai 2014.
- [9] O. Cardin, F. Ounnar, A. Thomas, et D. Trentesaux, « Future Industrial Systems: Best Practices of the Intelligent Manufacturing Services Systems (IMS) French Research Group », *IEEE Trans. Ind. Inform.*, vol. PP, no 99, p. 1-1, 2016.

