

# Projet ANR PRC (2024-2028): DT4CPS

## Méthodes et outils pour le contrôle et la reconfiguration de Systèmes Cyber-Physique de Production

Mathieu Roisin  
mathieu.roisin@univ-reims.fr

Thèse débutée en octobre 2024 ED : MPSNI URCA

Directeurs de thèse : Bernard Riera (URCA, CReSTIC), Pierre-Alain Yvars (ISAE-Supméca, Quartz)

Encadrant : David Annebicque (URCA, CReSTIC)

# Sommaire

---

- Project ANR DT4CPS
- Sujet de la thèse

# Projet ANR DT4CPS

---

Le projet ANR DT4CPS (Digital Twins for Cyber-Physical Systems) vise à :

- Fédérer et améliorer les modèles de simulation utilisés par les ingénieurs d'automatisation et les ingénieurs de production dans la phase de conception, pour créer un jumeau numérique,
- Assurer la cohérence avec le système physique tout au long de son cycle de vie (exploitation et mise à niveau notamment),
- Améliorer la mise en service des CPPS, tels que les systèmes manufacturiers reconfigurables, et devenir un outil de prise de décision pendant la phase d'exploitation.

3 laboratoires impliqués :

- Crestic, URCA
- Quartz, ISAE-Supméca
- Disp, INSA Lyon

**CR**ESTIC

**Q**UARTZ  
laboratoire

**disp**  
Laboratoire  
Décision et Information  
Pour les Systèmes de Production

  
UNIVERSITÉ  
DE REIMS  
CHAMPAGNE-ARDENNE

**ISAE**  
supméca

**INSA** | INSTITUT NATIONAL  
DES SCIENCES  
APPLIQUÉES  
LYON

# Projet ANR DT4CPS

---

4 work packages :

- WP1 : Méthodologie pour la mise en œuvre d'un jumeau numérique multi-échelle :

Proposer une méthodologie de mise en œuvre d'un jumeau numérique qui intègre les modèles et les données requises tant par l'ingénieur automatisme (à l'échelle d'un contrôleur d'un CPPS) que par l'ingénieur production (à l'échelle d'une ligne composée de CPPS).

- WP2 : Assurer l'alignement des jumeaux numériques :

Assurer la cohérence comportementale et la synchronisation temporelle entre le jumeau physique et le jumeau numérique.

- **WP3 : Méthodes et outils pour le contrôle et la reconfiguration :**

Exploiter le jumeau numérique d'un CPPS pour identifier les reconfigurations potentielles et leurs conséquences (en termes de production et d'énergie).

- WP4 : Cas d'utilisation, démonstrateur et expériences :

Avoir un point de référence/démonstrateur qui intègre tous les résultats obtenus du projet DT4CPS à travers un objectif final.

# Sujet de la thèse : Objectif

---

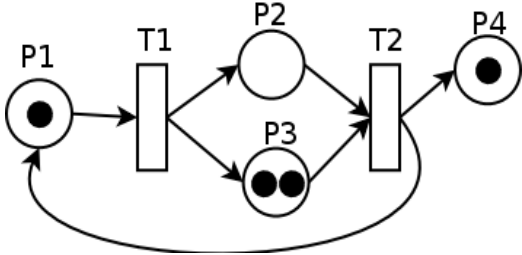
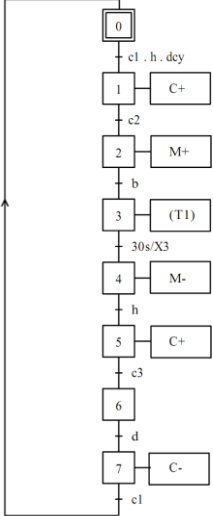
Obtenir, pour un système manufacturier (possiblement un CPPS) de manière générique en supposant qu'un système manufacturier réalise des tâches opératives :

- Formalisation d'un ensemble de contraintes de reconfiguration aux niveaux logique et physique (et leurs interactions) et stratégie de résolution.
- Méthodologie de reconfiguration du contrôle basée sur des contraintes logiques à la suite de modifications des spécifications imposées par la « production ».
- Reconfiguration en ligne d'un atelier, aux niveaux logique et physique en utilisant les capacités de simulation et d'émulation d'une modélisation numérique (possible jumeau numérique).

Le développement d'une preuve de concept à l'aide d'une modélisation numérique (Factory I/O) et de la plateforme industrielle CellFlex 4.0.



# Sujet de la thèse : Choix de méthode de modélisation

En extension	En intension
  <p>Par exemple : exprimer les états et les transitions avec un Réseau de Petri ou un Grafcet</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Expression des propriétés qui doivent être satisfaites par le contrôleur logique</li></ul> <p>et</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Trouver une ou plusieurs solutions qui satisfont l'ensemble des propriétés.</li></ul> <p>Par exemple : La synthèse algébrique et la programmation par contraintes</p>

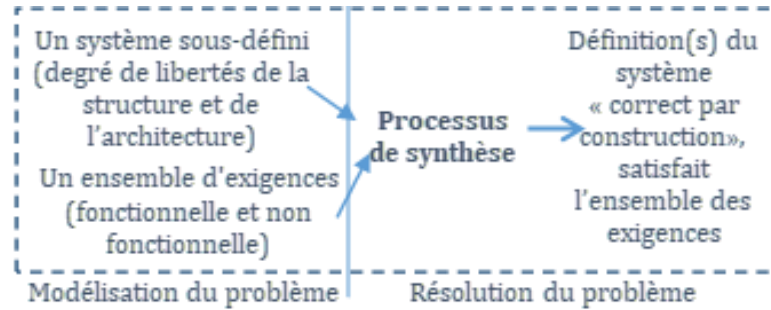
Les deux méthodes ne sont pas mutuellement incompatibles et peuvent être combinées.

# Sujet de la thèse : Avancement actuel

---

Modélisation du problème à résoudre avec une modélisation en **intension** avec des modèles **structurés** et **hiérarchisés**.

Utilisation de l'approche **MBSS** :



- Synthèse du problème d'ordonnancement de tâches commandées par un contrôleur logique programmable

En cours de réflexion : Reconstitution du graphe d'état à partir de la solution obtenue avec le solveur de contraintes.

# Merci de votre attention

Contact : [mathieu.roisin@univ-reims.fr](mailto:mathieu.roisin@univ-reims.fr)

Questions ?