

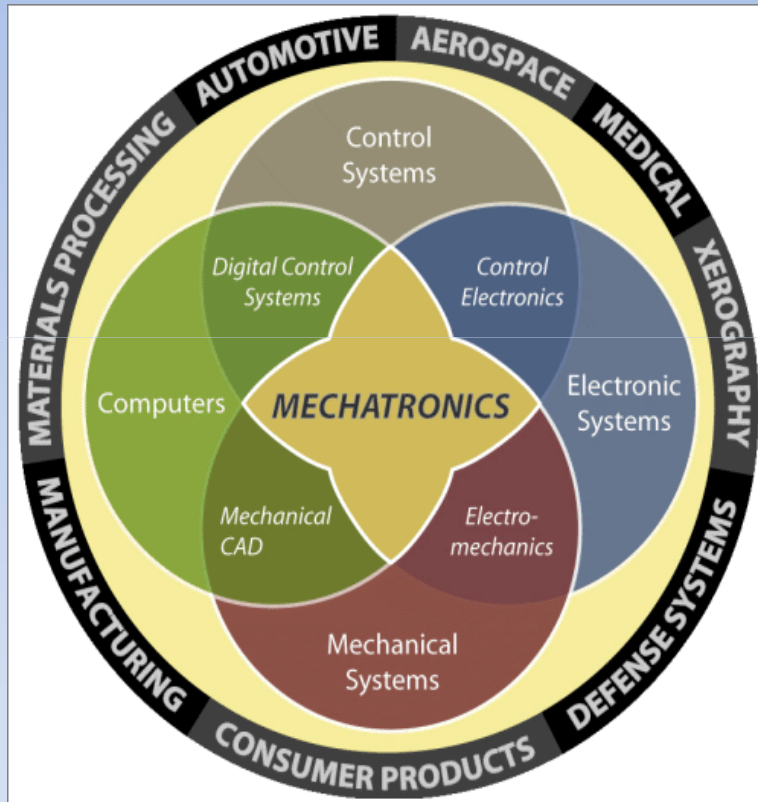


# Simulations 0D-3D pour la mécatronique

Thierry SORIANO

LISMMA SUPMECA Toulon

# Mécatronique et simulation



Intégration géométrique  
multi physique

Intégration fonctionnelle

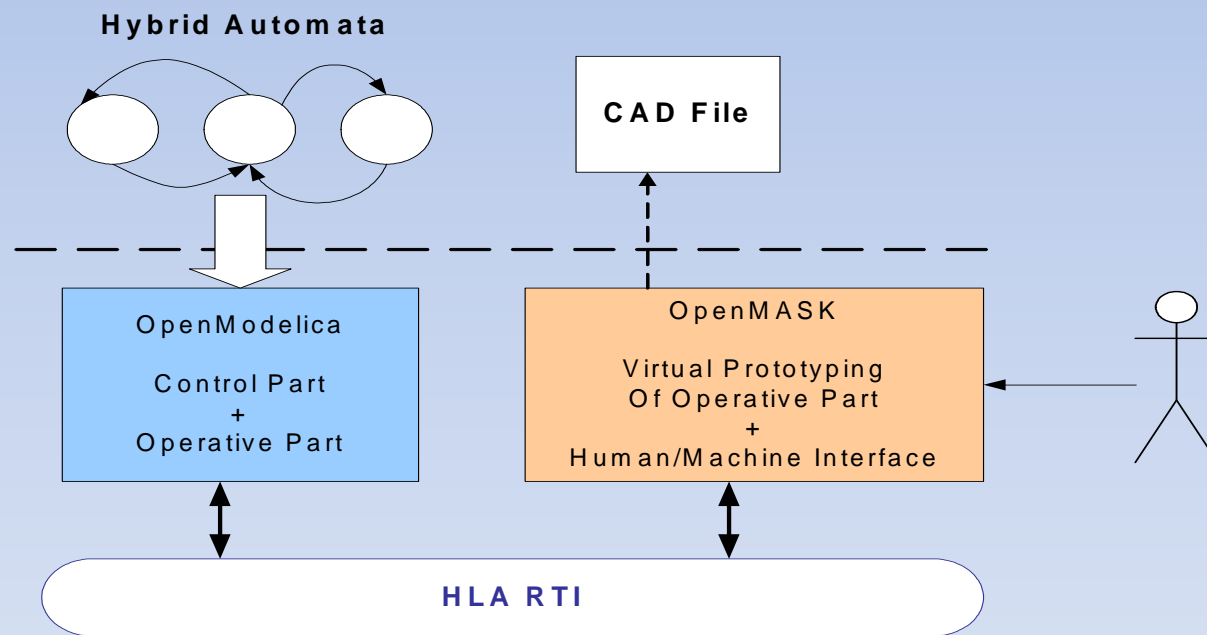
# Travaux sur la simulation en Mécatronique

- Simulation distribuée Open source 0D-3D sur le bus temps réel HLA
- Simulation de variations paramétriques sur Mathematica
- Simulation distribuée sur Dymola – Delmia en robotique

# Simulation distribuée Open source

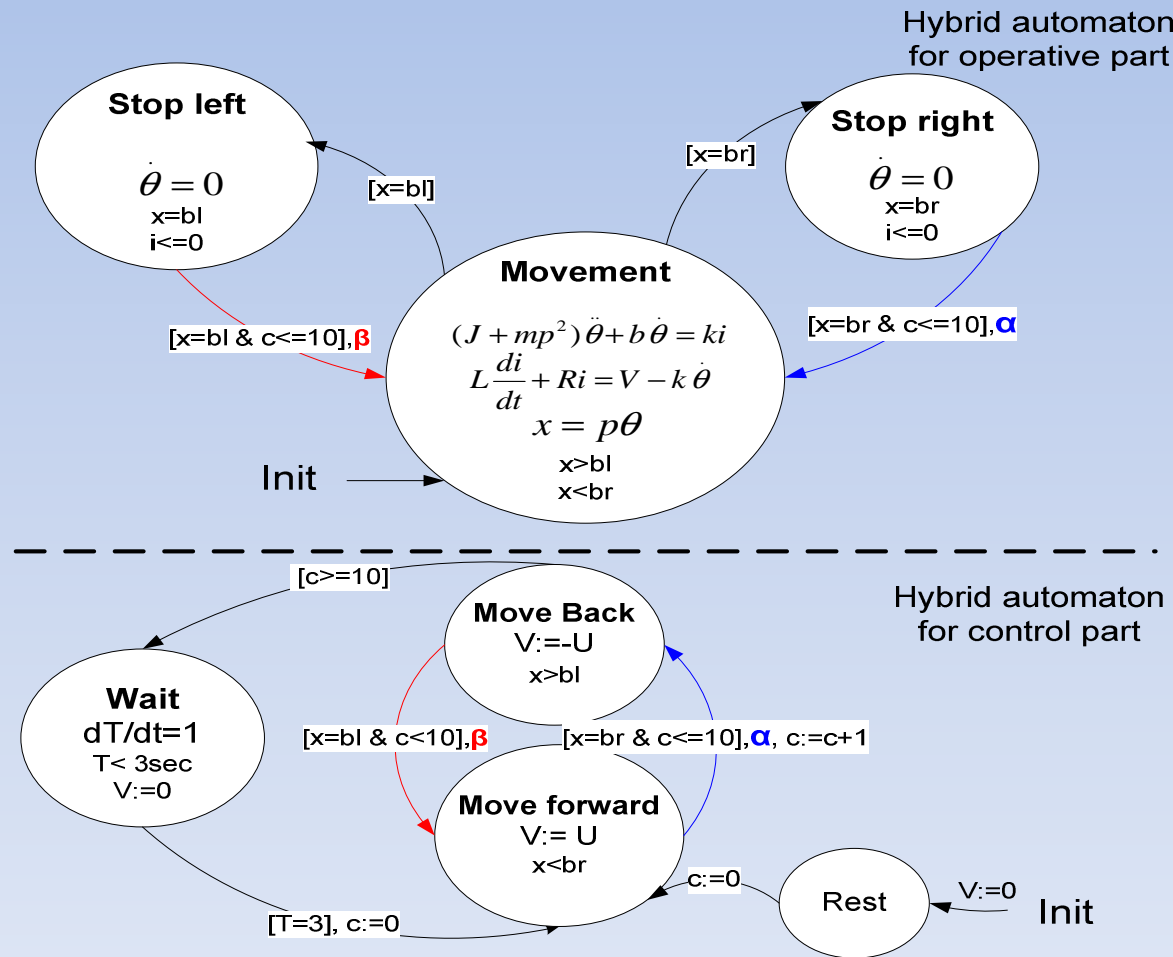
## 0D-3D sur HLA

### Bus HLA RTI Opensource



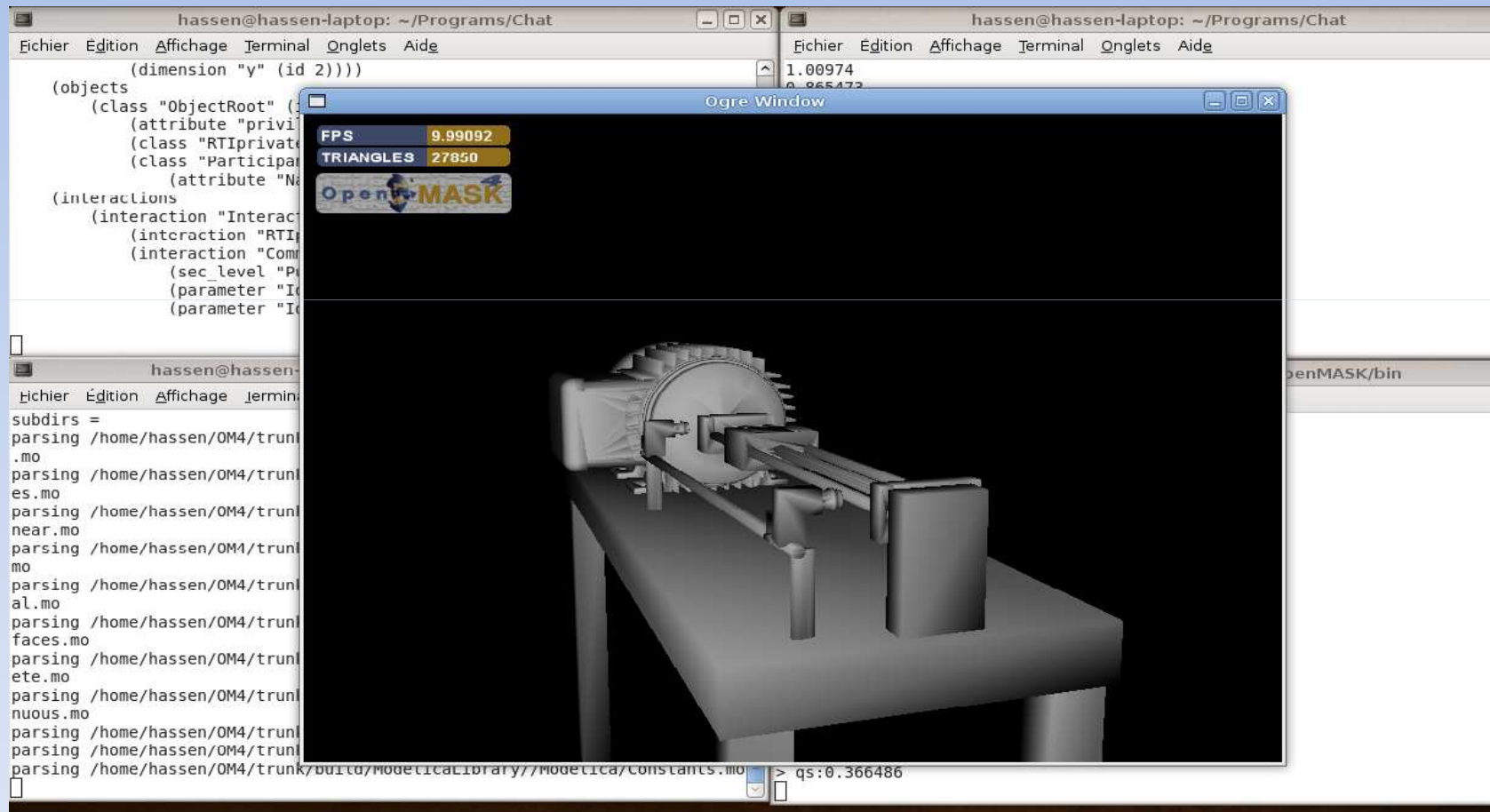
# Simulation distribuée Open source 0D-3D sur le bus temps réel HLA

## Automate hybride simulé sous Open Modelica OD



# Simulation distribuée Open source 0D-3D sur le bus temps réel HLA

## Prototype virtuel sous Openmask 3D



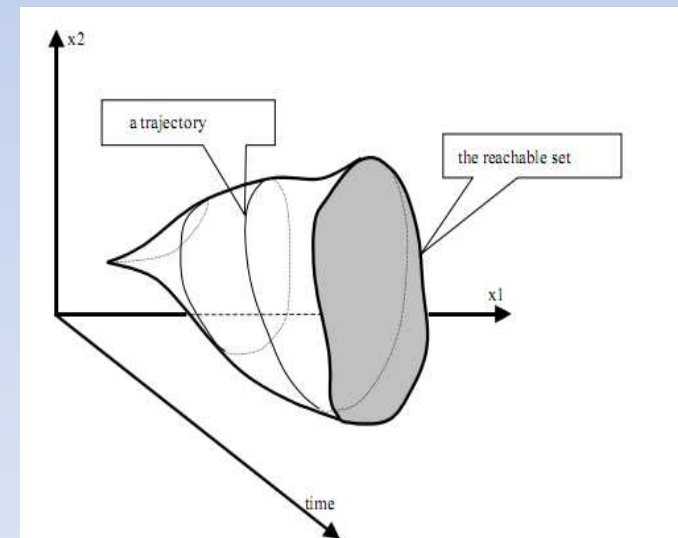
# Simulation de variations paramétriques sur Mathematica

## Modèle des Inclusions Differentielles

La forme générale of a DI est :

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = f(t, x(t), u(t)) \\ x(0) \in I \\ u(t) \in C(t, x(t)) \end{cases}$$

- L' Inclusion Differentielle est une equation differentielle avec un membre droit paramétré
- La solution est l'ensemble atteignable qui inclut toutes les trfajectoires possibles de l'ID .



Ensemble atteignable et modèle de trajectoire dans l'espace d'état au cours du temps

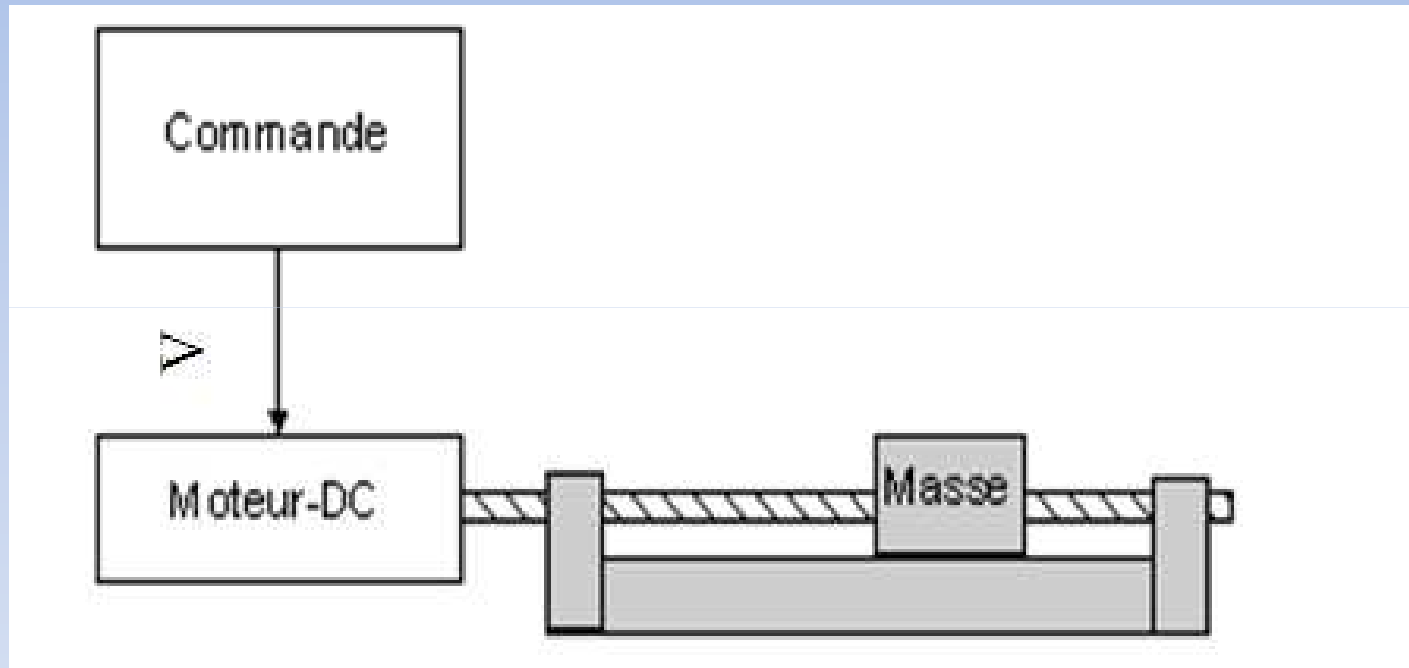
Simulation de variations paramétriques sur  
Mathématica  
Mise en œuvre

- Algorithme de Raczynsky
- Programmation sous Mathématica avec sortie graphique 3D
- Test sur un exemple simple



# Simulation de variations paramétriques sur Mathematica

## Exemple



# Simulation de variations paramétriques sur Mathematica

## Exemple

Les équations dynamiques du système sont :

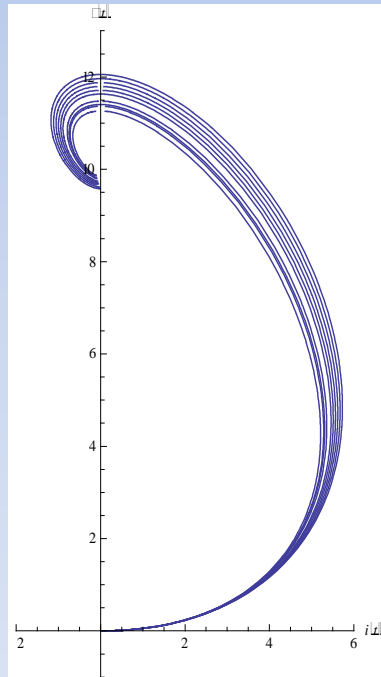
$$\ddot{\theta} = \frac{d\dot{\theta}}{dt} = \frac{-b}{J + mp^2} \dot{\theta} + \frac{k}{J + mp^2} i \quad \text{and} \quad x = p\theta$$

$$\frac{di}{dt} = \frac{-k}{L} \dot{\theta} - \frac{R}{L} i + V$$

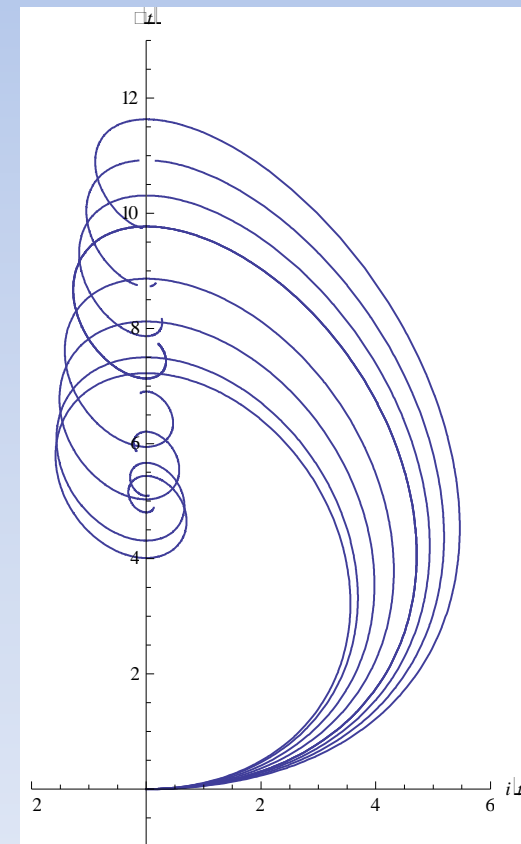
# Simulation de variations paramétriques sur Mathematica

## Premiers résultats

### Variation de R



### Variation de K



# Simulation distribuée sur Dymola – Delmia en robotique

## Simulateur comportemental

Gamme de production d'une cellule robotisée de production de composites

## Simulateur 3D

Représentation visuelle pour analyse et validation de la gamme

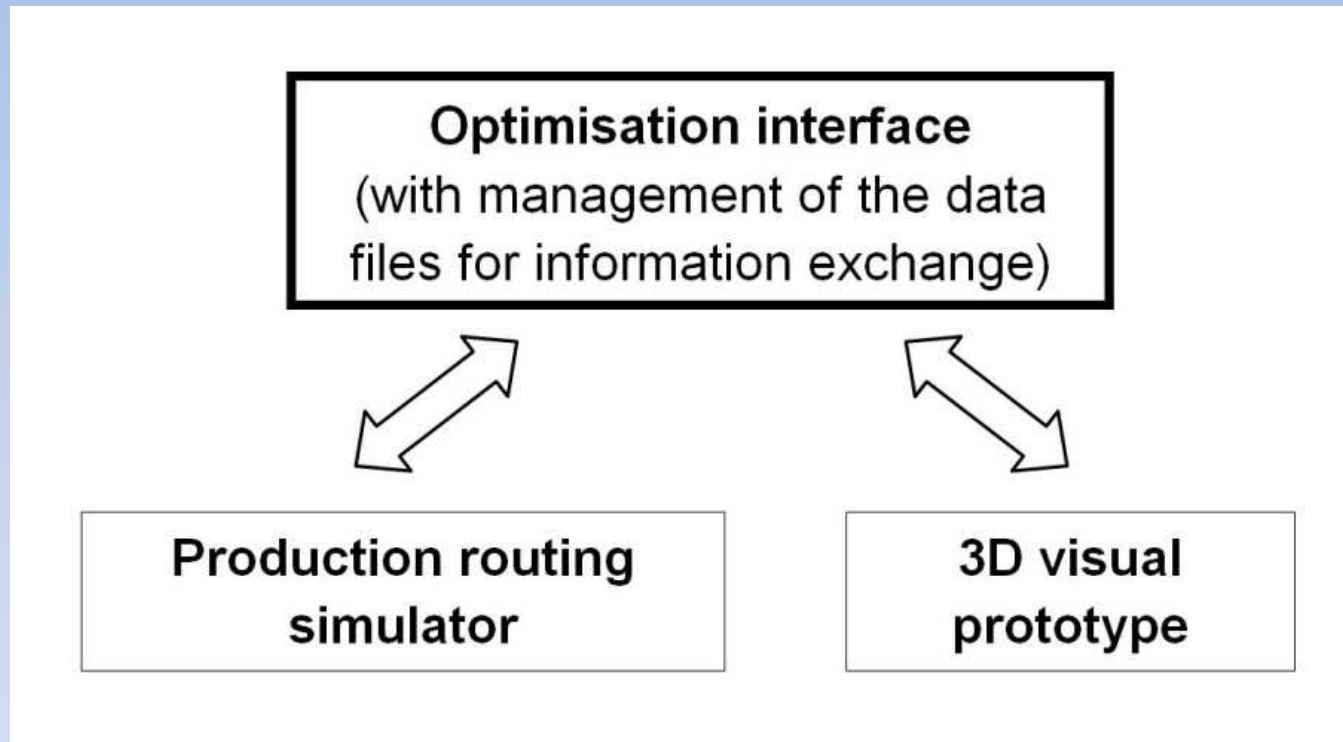
## Echange d'informations sur la simulation en cours

Gestion de la simulation par une autre application

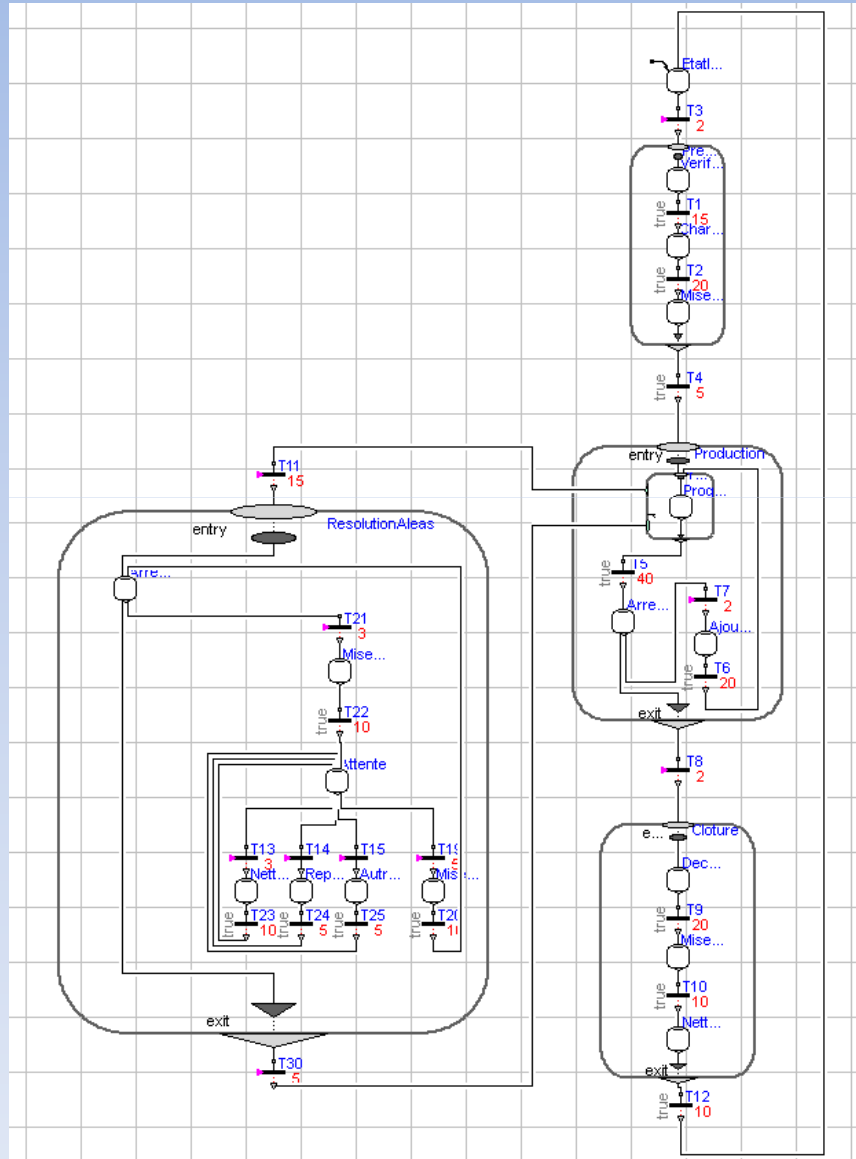
→ communication avec chaque simulateur

→ passage des paramètres de simulation à chaque simulateur

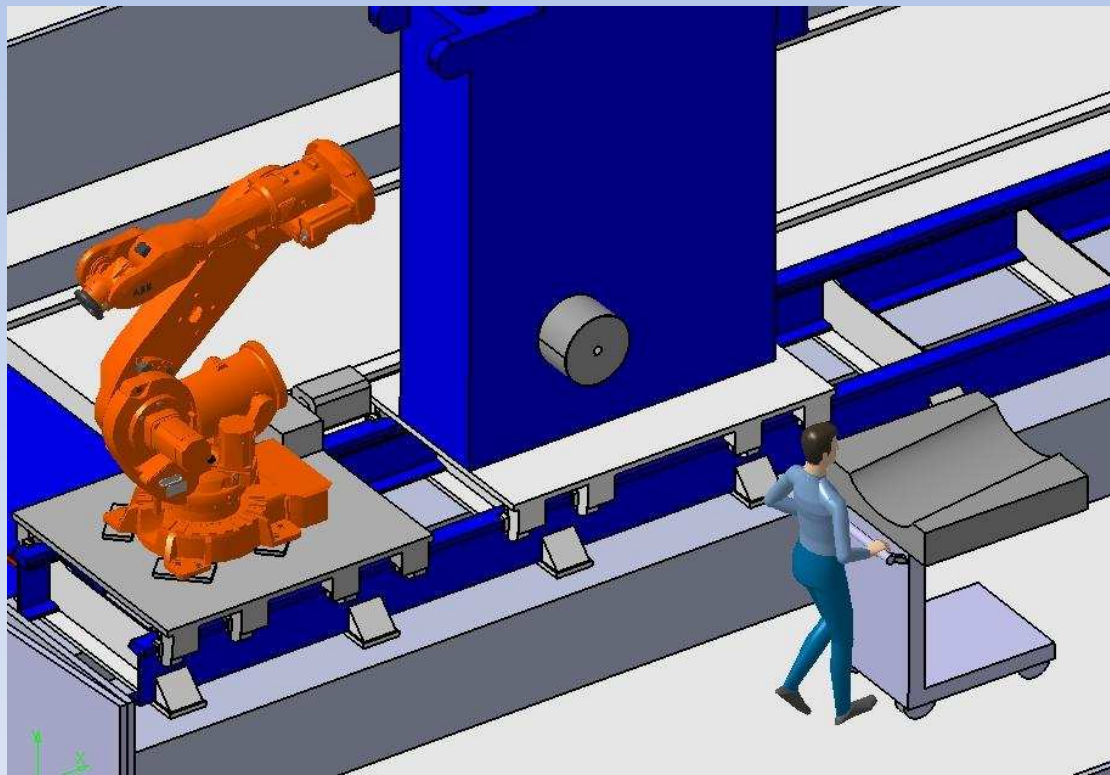
# Simulation distribuée sur Dymola – Delmia en robotique



# Simulation distribuée sur Dymola – Delmia en robotique



# Simulation distribuée sur Dymola – Delmia en robotique 1



# Conclusion

- Nécessité de simulation multi physique
- Modèles analytiques et modèles 3D couplés
- Outils opensource libre intéressants sauf en application industrielle
- Influences des variations importantes en pré dimensionnement et tolérancement
- Réduire les dimensions de modèle pour le prototypage virtuel