

IBM Symposium Systèmes 2014

Concevoir plus rapidement des systèmes
de plus en plus flexibles et complexes



Co-Spécification exécutable basée sur des modèles: *application à la conduite d'un procédé industriel*

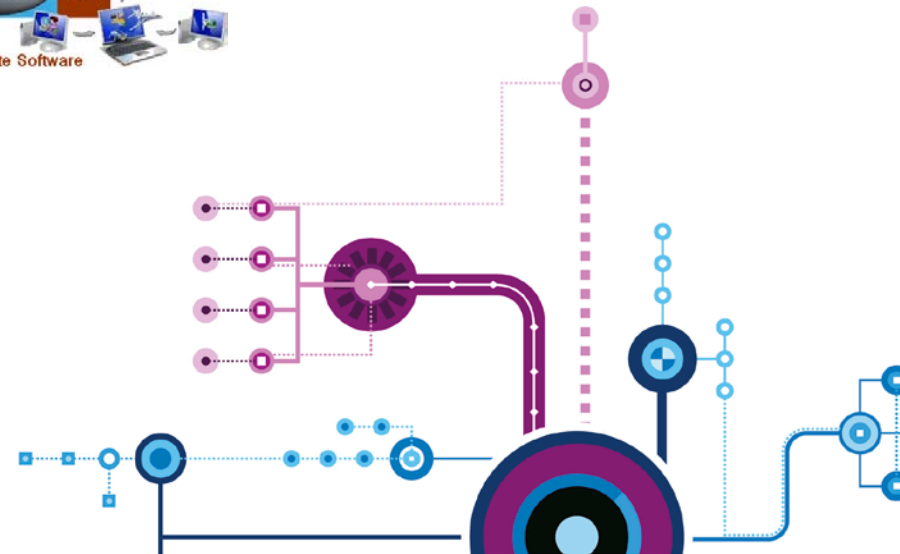
Fabien BOUFFARON fabien.bouffaron@univ-lorraine.fr



Pierre BOULON pierre.boulon@kiastek.com



Jeudi 27 mars 2014
à l'IBM Client Center Paris



Université de Lorraine Master Ingénierie Système Complexe (ISC)



<http://fst.univ-lorraine.fr/>



CNRS UMR 7039



ENS Cachan EA 1385



Dont 1 parcours
labélisé Erasmus Mundus



<http://perccom.blog.univ-lorraine.fr/>

Assurer un continuum vers

Université de Lorraine – Coursus LMD



Ecoles d'Ingénieurs
ENSEM, ENSTIB, ESSTIN, TELECOM
Nancy, ENS Cachan.
Masters Label INGEXYS

Licence

Sciences
Pour l'Ingénieur
(SPI)

[licence-spi-eeapr-
contact@univ-lorraine.fr](mailto:licence-spi-eeapr-contact@univ-lorraine.fr)

Master

Ingénierie Systèmes Complexes

Eric.levrat@univ-lorraine.fr

- 8 Parcours de base professionnels
- 1 Parcours à la carte Recherche et R&D
- 1 Parcours à la carte Professionnel

Ouvert à **l'ALTERNANCE**



Banque d'UE de
Connaissances
disciplinaires

Doctorat

Informatique, Automatique, Electronique,
Electrotechnique Mathématique

Dominique.mery@univ-lorraine.fr

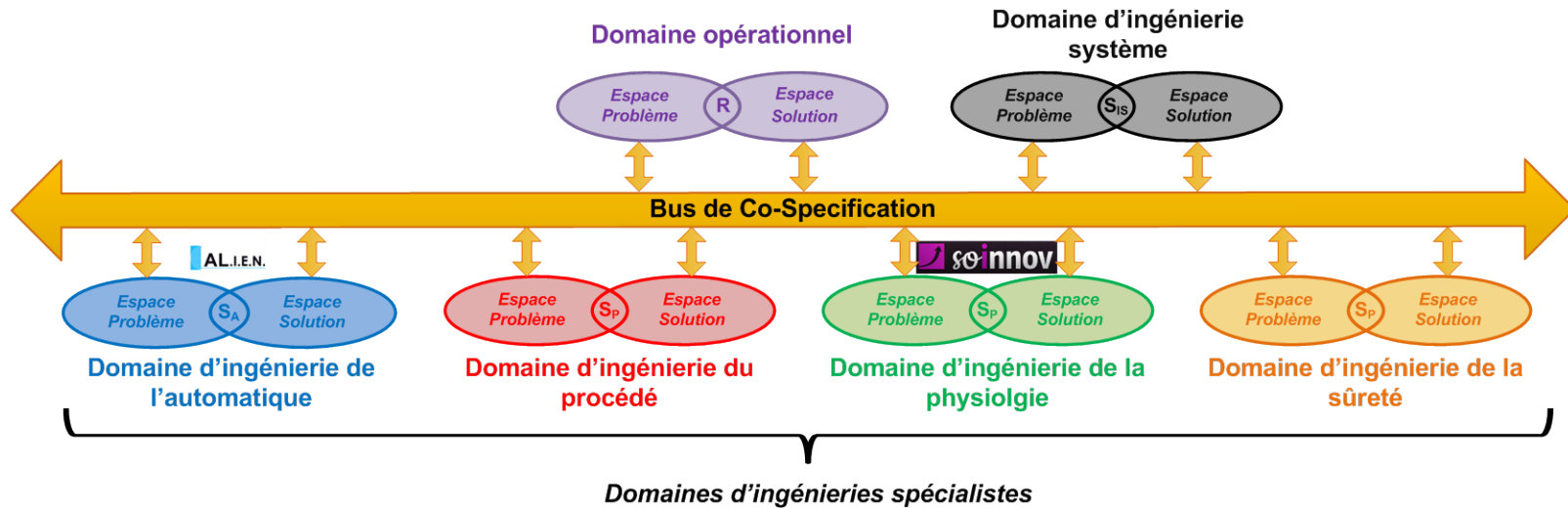
- Formation par la recherche
- **Thèse en Ingénierie Système** où le doctorant joue le rôle d'architecte système avec différentes ingénieries spécialistes



Trans-discipline: **Ingénierie Système**



Co-Spécification exécutable basée sur des modèles: Application à la conduite interactive d'un procédé industriel



- **Recherche de la connaissance** des ingénieries spécialistes comme le **moteur** de notre processus de **co-spécification**

- **Bouffaron, F., Gouyon, D., Dobre, D., & Morel, G. (2012, May). Revisiting the interoperation relationships between Systems Engineering collaborative processes.** In 14th IFAC symposium on Information Control problems in Manufacturing, INCOM 2012.
- **Bouffaron, F., Dupont, J. M., Mayer, F., Morel, G. (2014) Integrative construct for Model-Based Human-System Integration: a case study.** In 19 th World Congress of the International Federation of Automatic Control - Cape Town, South Africa.
- **Gouyon, D., Bouffaron, F., & Morel, G. (2014). Specifying some key SE training artifacts.** In Complex Systems Design & Management (pp. 207-218). Springer International Publishing. (BEST STUDENT PAPER AWARD)



Cosimate: Produit et Clients

■ CosiMate

- Marque déposée de Kiastek (n° **3761914**)
- Origine de la Technologie: *TIMA Grenoble (1999)*
- Versions actuelle: *CosiMate 2014.02 (v7.0)*
- 200 + licences, 60+ active users



■ Clients

- **Aérospatial** (*Boeing, Airbus Ge, Altran, Safran*)
- **Automobile** (*GM, PSA, Toyota, Denso, John Deere, OPEL Ge, Hitachi Automotive*)
- **Fournisseur d'électricité:** (*Hydro-Quebec, EDF*)

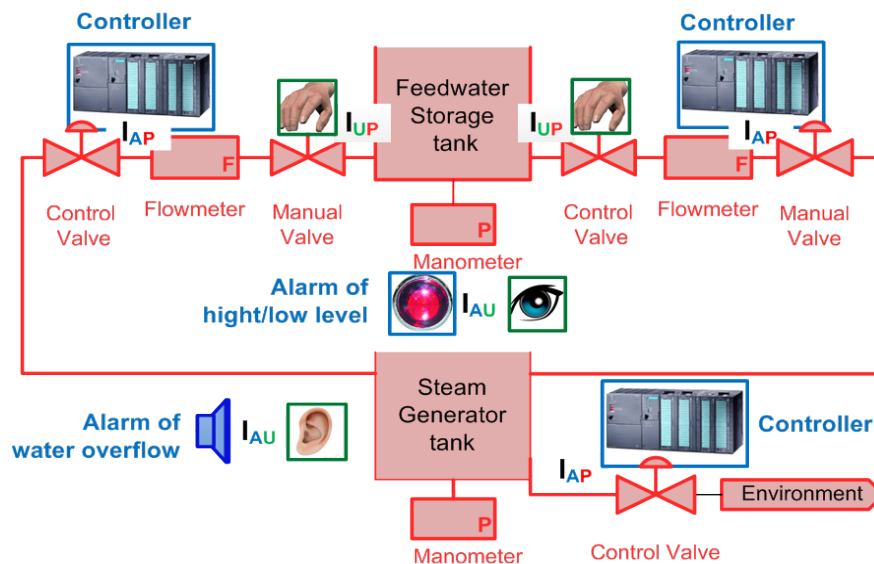
<http://site.cosimate.com/>

■ Fournisseurs et Distributeurs

- Japan (*Myway*), China (*Get Technology*), Italy (*BSIM*), USA (*NewEagle*)

Plateforme CISPI du CRAN

- **Simulation d'une fonction de conduite d'alimentation en eau d'un procédé critique**



- **Exigence opérationnelle:**

Le niveau d'eau doit être maintenu à un certain niveau afin d'évacuer la puissance résiduelle du procédé critique (thermique)

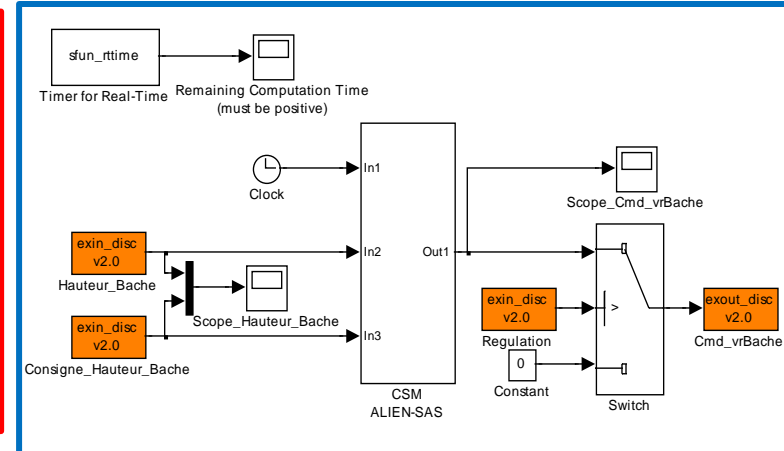
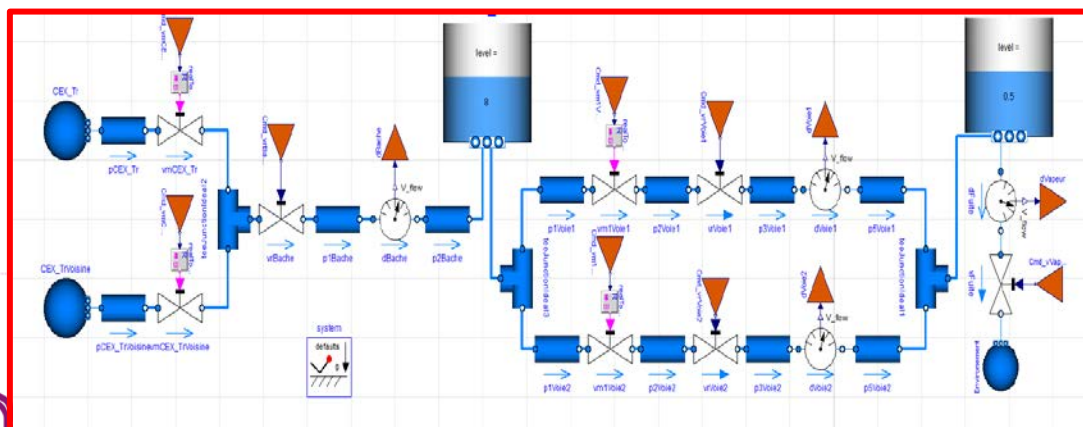
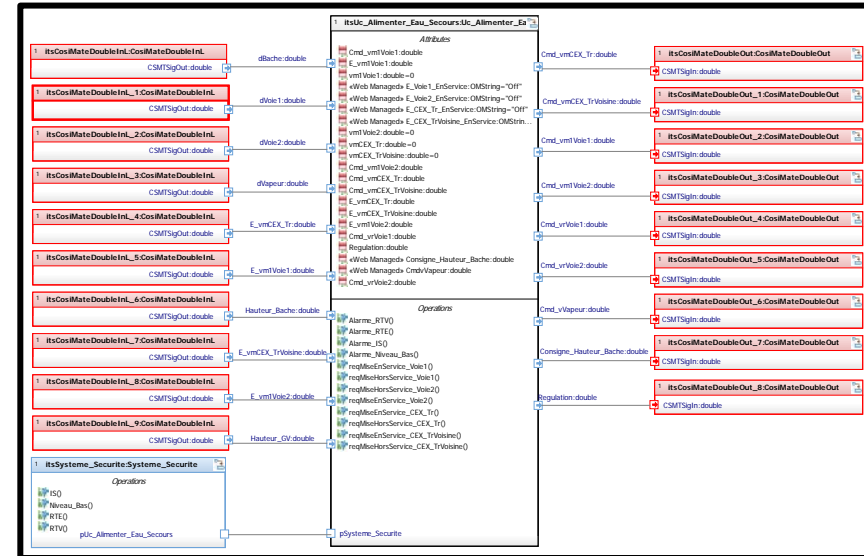
Co-Spécification système Multi-domaine

- Exemple plateforme CISPI du CRAN :
 - Procédé physique: **Hydraulique / Physique**
 - Conduite par des agents Techniques (Contrôle-commande): **Automatique discrète**
 - Régulation: **Automatique continue**
 - Critère de défaillance unique: **Sûreté / Fiabilité**
 - Conduite par des agents Humains: **Physiologie**
 - ...
- Chaque domaine est traité par une solution de modélisation et de simulation dédiée



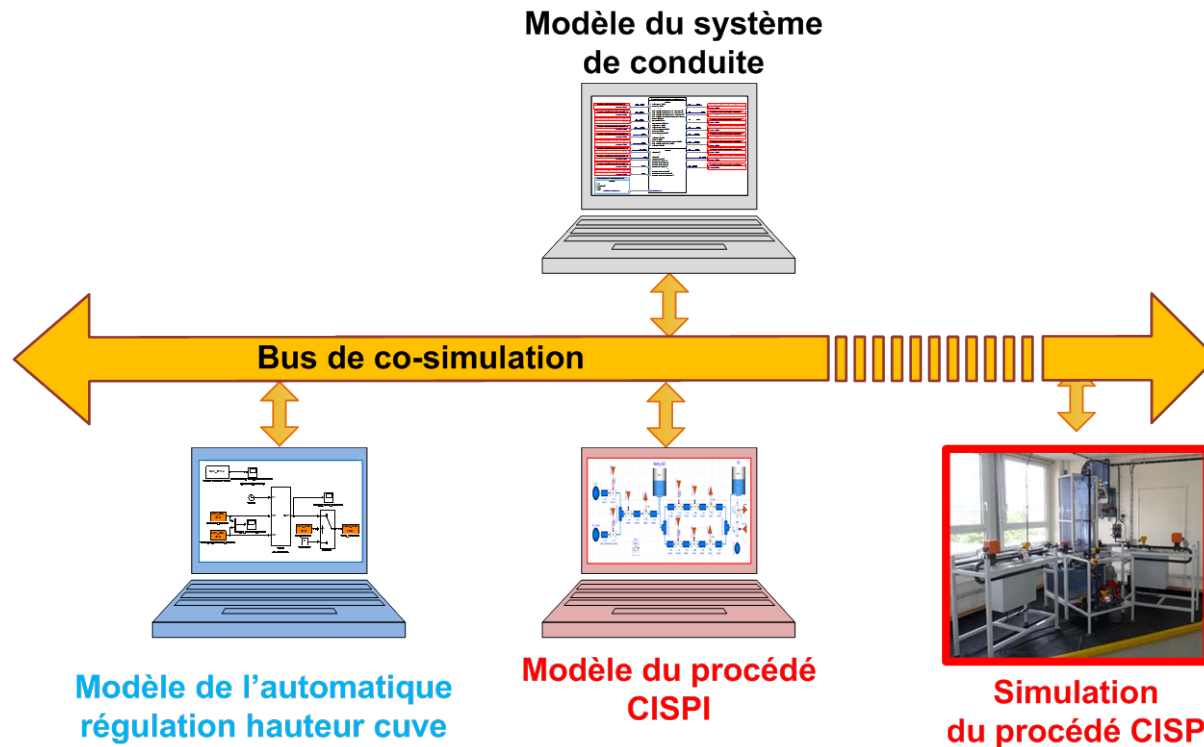
Co-Spécification système Multi-modèle (MBSE)

- Conduite: SysML avec **Rhapsody** (*IBM® Rational®*)
- Procédé: Modelica avec **Dymola®** (*Dassault System*)
- Régulation: Block Diagram avec **Matlab® /Simulink®** (*The MathWorks*)



Co-Simulation système

- Domaine de l'**ingénierie système** comme **domaine pivot** entre le domaine opérationnel et les domaines d'ingénieries spécialistes



F. Bouffaron, D. Gouyon, D. Dobre, and G. Morel, "Revisiting the interoperation relationships between Systems Engineering collaborative processes," presented at the INCOM 2012, 14th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing, Bucharest, Romania, 2012.

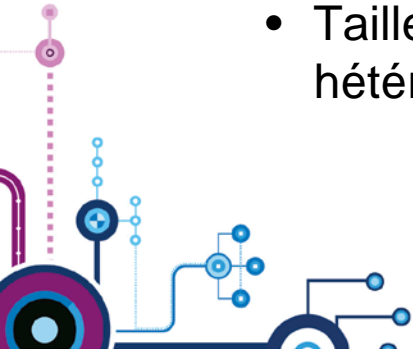
MBSE & Co-Simulation

- La **Co-Simulation** d'un système complexe consiste à **simuler simultanément** ses différents sous systèmes par exécution de modèles (*dans des **environnements de simulation différents***) et de coordonner l'échange des données calculées ou requises par chacun d'entre eux

- **Bénéfices de la co-simulation:**
 - **Plus de collaboration**
 - Entre les différentes ingénieries spécialistes (électrique, hydraulique, mécanique, automatique...) / Entre les différents sites

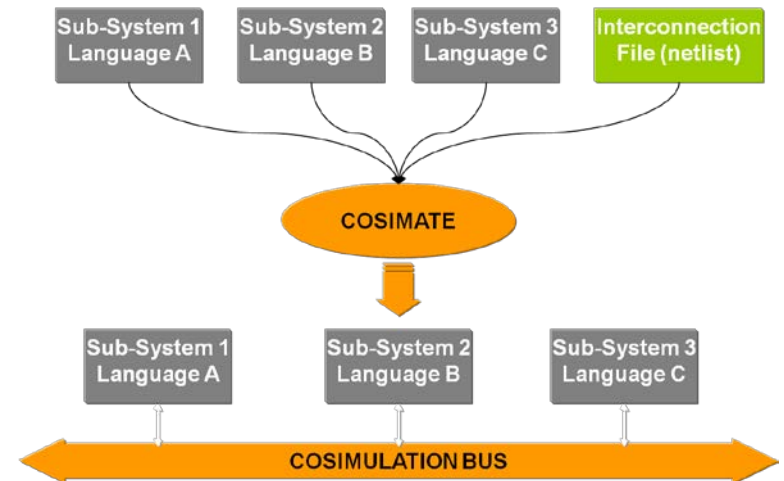
 - **Vérification & Validation au plus tôt**

 - **Gestion de modèles de plus en plus complexes**
 - Taille / Temps de simulation / Environnements de modélisation hétérogènes



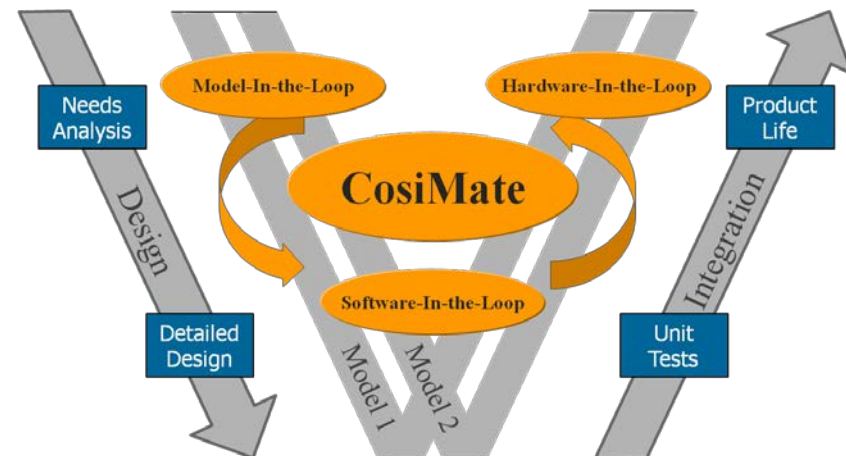
Co-Simulation avec CosiMate

- CosiMate offre un environnement de simulation globale liant dynamiquement des **simulateurs hétérogènes** représentants des systèmes physiques et mathématiques à **différents niveaux d'abstraction**
- Chaque couple modèle/simulateur **communique avec le bus de co-simulation via des ports d'E/S** intégrés au modèle
- Le bus de co-simulation agit comme un **contrôleur de communication**



CosiMate dans le cycle de conception

- Utilisé à **différents niveaux d'abstraction**, CosiMate permet de vérifier la fonctionnalité du système et des communications inter-modèles
- Une plate-forme de co-simulation unique mais évolutive :
 - 1 modèle mais plusieurs niveaux d'abstractions
 - 1 modèle mais plusieurs niveaux de fidélité
- Une vue **centrée sur le modèle** :
 - La plate-forme est contrôlable à partir des modèles
- Une distribution des modèles pour...
 - ... **plus de performance**
 - ... **plus de flexibilité**



Couplage avec Rhapsody

- **Définition des ports d'E/S** comme des « blocks SysML »:
 - Type de donnée / Direction (IN/OUT) / Type de port : bloquant/non-bloquant

- **Configuration de l'objet**
 - Nom du port

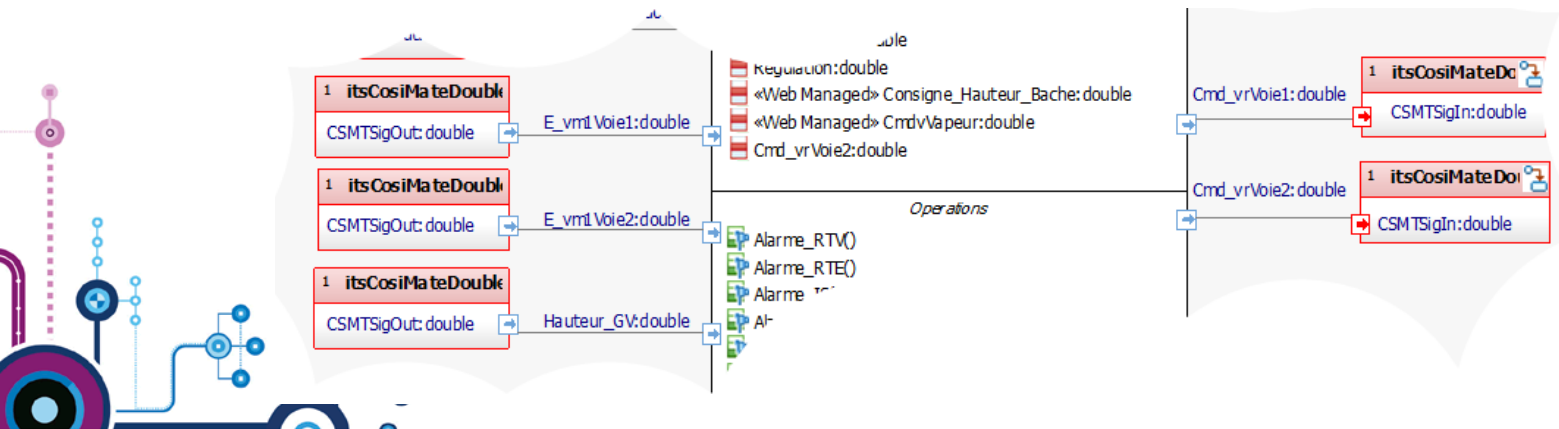
- **Connexion du port**
 - Par lien entre « parts SysML »

The screenshot shows a SysML package browser on the right with the following structure:

- ActorPkg
 - CosimateCppPkg (REF)
 - CosimatePortClasses
 - CosimateBoolInL (RO)
 - CosimateBoolOut (RO)
 - CosimateCharInL (RO)
 - CosimateCharOut (RO)
 - CosimateDoubleInL (RO)
 - CosimateDoubleOut (RO)
 - CosimateFloatInL (RO)
 - CosimateFloatOut (RO)
 - CosimateIntInL (RO)
 - CosimateIntOut (RO)
 - CosimateStringInL (RO)
 - CosimateStringOut (RO)
 - Events
 - DesignSynthesisPkg
 - FunctionalAnalysisPkg
 - InterfacesPkg

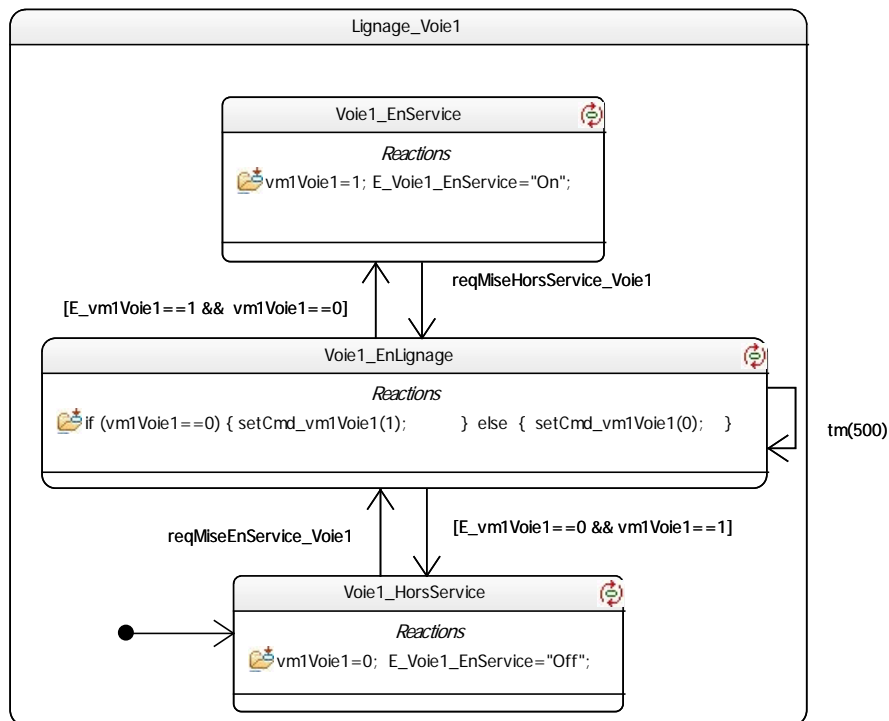
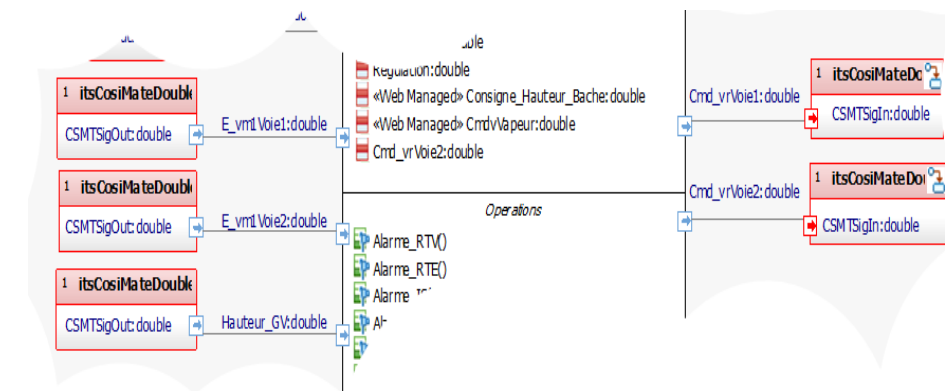
The properties window in the foreground is titled "Part : itsCosimateDoubleOut_4 in Alimenter_Eau_SecoursPkg". It shows the following details:

- Name: itsCosimateDoubleOut_4
- Stereotype: (empty)
- Main Diagram: (empty)
- Concurrency: (empty)
- Type: CosimateDoubleOut in CosimateCppPkg
- Multiplicity: 1
- Initialization: CosimateDoubleOut("Cmd_vrVoie1")
- Relation to whole: Knows its whole as: (empty)



Couplage avec Rhapsody

- A chaque mise à jour des ports de sortie par les machines d'état, un évènement est envoyé au bus de co-simulation
- Les ports entrants sont bloquants et réagissent aux évènements propagés par le bus CosiMate

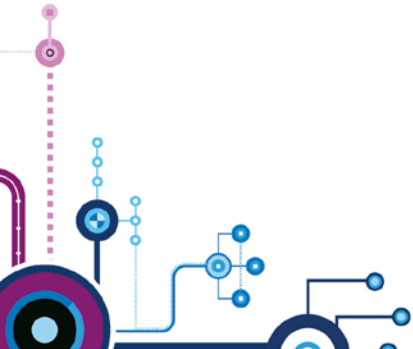


Démo



Conclusion

- La modélisation multi-physique est incontournable
- Le **modèle SysML joue le chef d'orchestre** dans une simulation multi-domaines entre les différents modèles spécialistes (Ingénierie Système comme domaine pivot)
- CosiMate offre une solution de simulation globale
 - Evolutive et modulable
 - Flexible
 - Distribuée
- Les capacités de simulation de Rhapsody intégrables avec CosiMate



Questions ?

