

# SysML et Simulation

Jean-Michel Bruel – [jean-michel.bruel@univ-tlse2.fr](mailto:jean-michel.bruel@univ-tlse2.fr)

---

# 1. Objectifs

- Intérêt pour les modèles scientifiques et mathématiques
- Apport du génie logiciel et de la métamodélisation
- Illustration par SysML

Pour ceux qui n'y voient rien à l'écran : <http://jmbhome.herokuapp.com/talks>



Jean-Michel Bruel  
25 octobre 2012

## SysML et Simulation

Jean-Michel Bruel - [jean-michel.bruel@univ-tlse2.fr](mailto:jean-michel.bruel@univ-tlse2.fr)

### 1. Objectifs

- Intérêt pour les modèles scientifiques et mathématiques
- Apport du génie logiciel et de la métamodélisation
- Illustration par SysML

Pour ceux qui n'y voient rien à l'écran : <http://jmbhome.herokuapp.com/talks>

### 2. Qui suis-je ?

- Professeur à l'<http://www.uvr-toulouse.fr/université-de-toulouse>
- Co-fondateur de l'association [Système France](#)
- Membre du comité éditorial de la revue [Système](#)
- Membre du Steering Committee de la conférence ACM/IEEE MODELS
- Co-représente de l'axe Systèmes Automa de <http://www.acm.org>

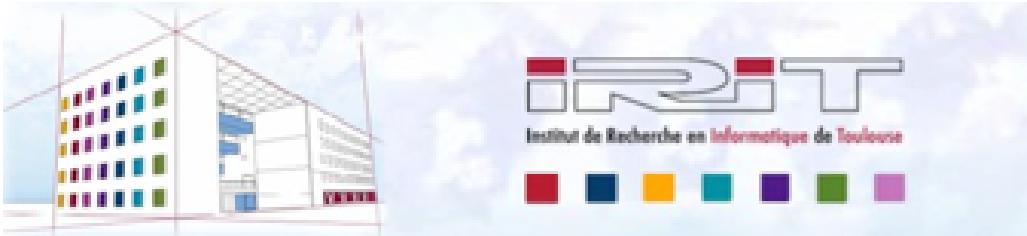
INSA Toulouse ISAE-SUPAERO

### 3. Organisation



## 2. Qui suis-je ?

- Professeur à l'<http://www.univ-toulouse.fr>[Université de Toulouse]
- Co-fondateur de l'association [SysML-France](#)
- Membre du comité éditorial de la revue [SoSyM](#)
- Membre du *Steering Committee* de la conférence ACM/IEEE [MODELS](#)
- Co-responsable de l'axe Systèmes Ambiants de l'<http://www.irit.fr>[IRIT]



### 3. Organisation

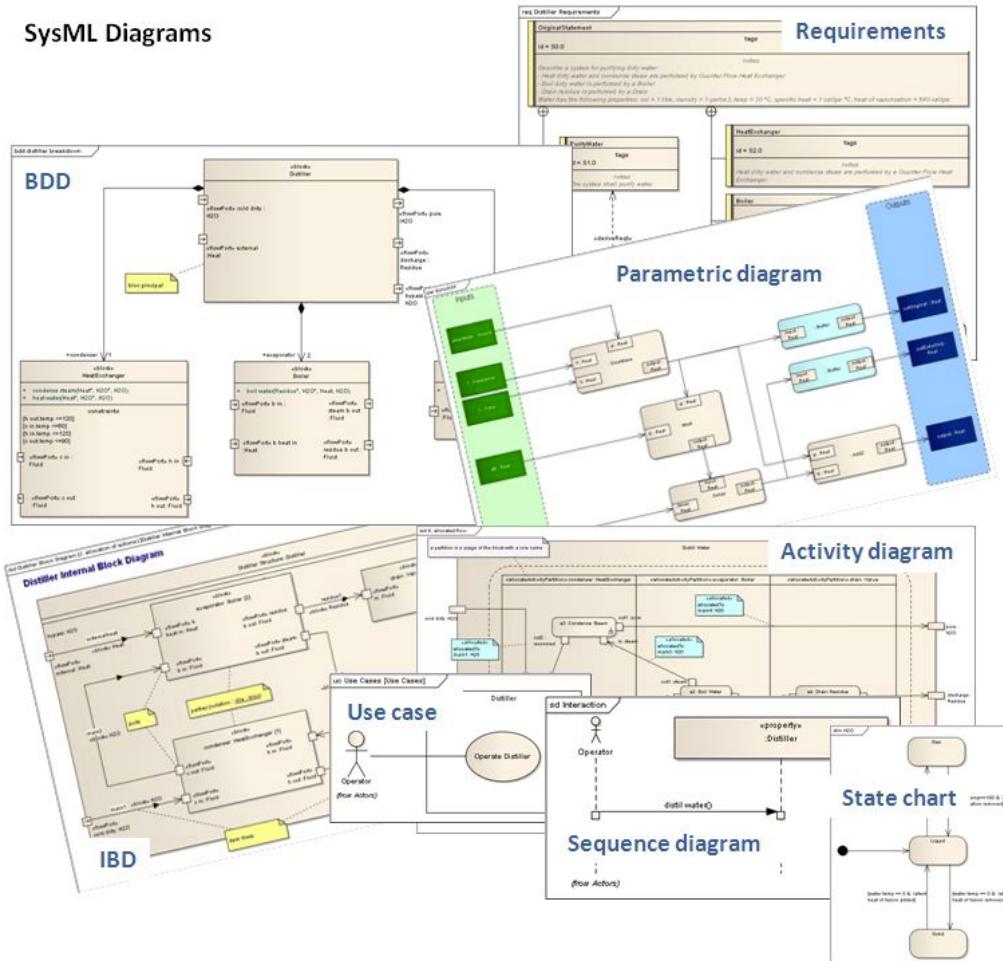
- C'est quoi un modèle ?
  - SysML
  - SysML et Simulation
  - Et ensuite ?
-

#### 4. C'est quoi un modèle

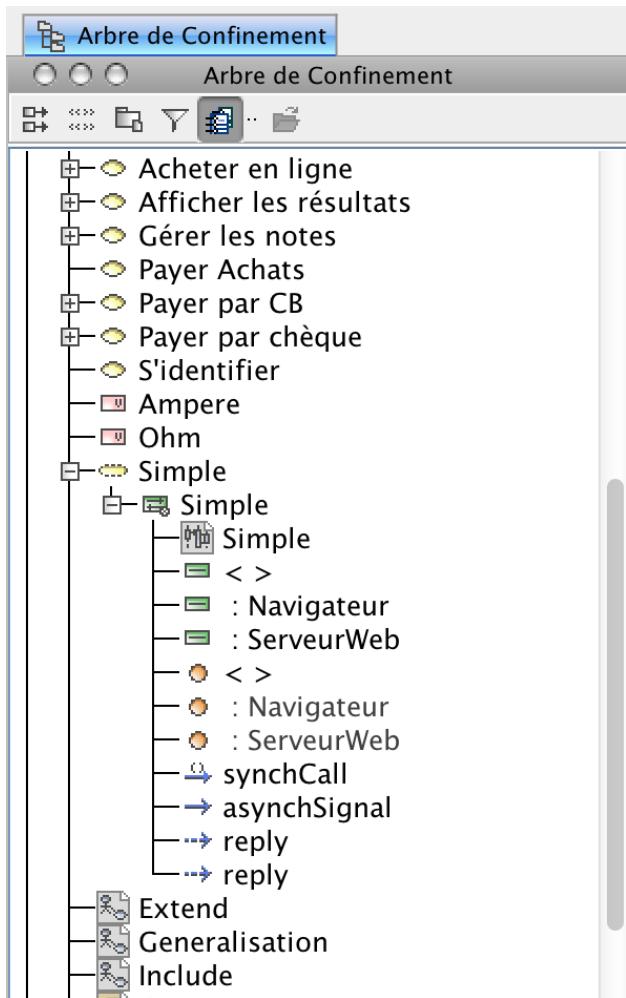


## 5. C'est quoi un modèle (pour nous)

- Un ensemble de diagrammes / vues / considérations / ...



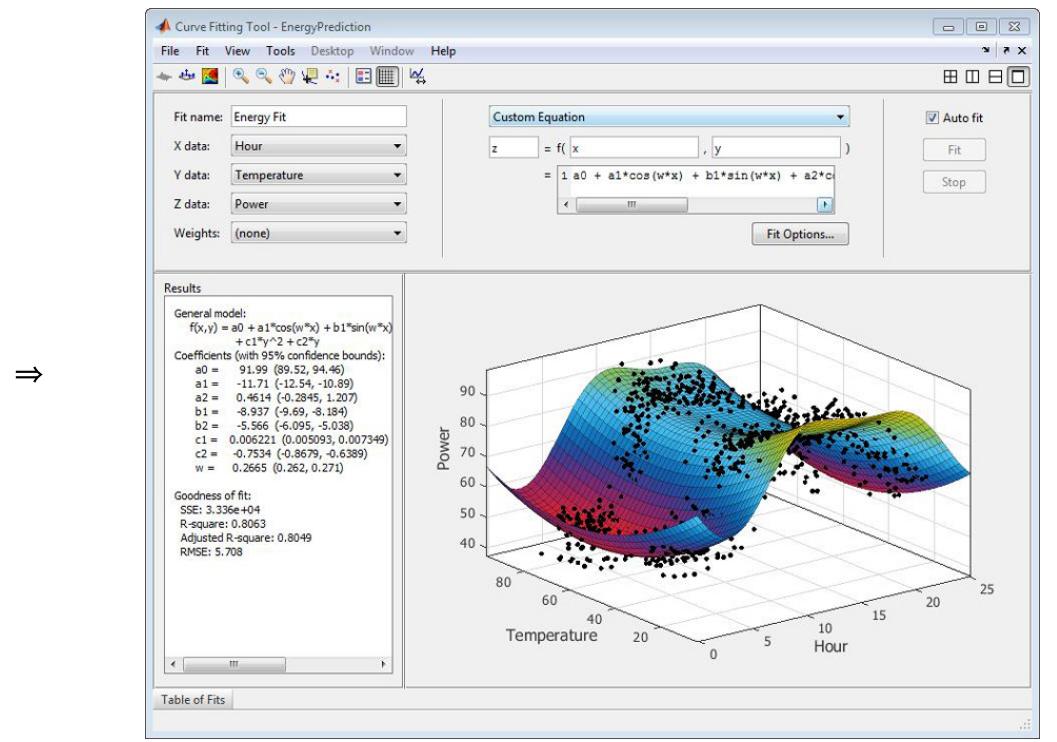
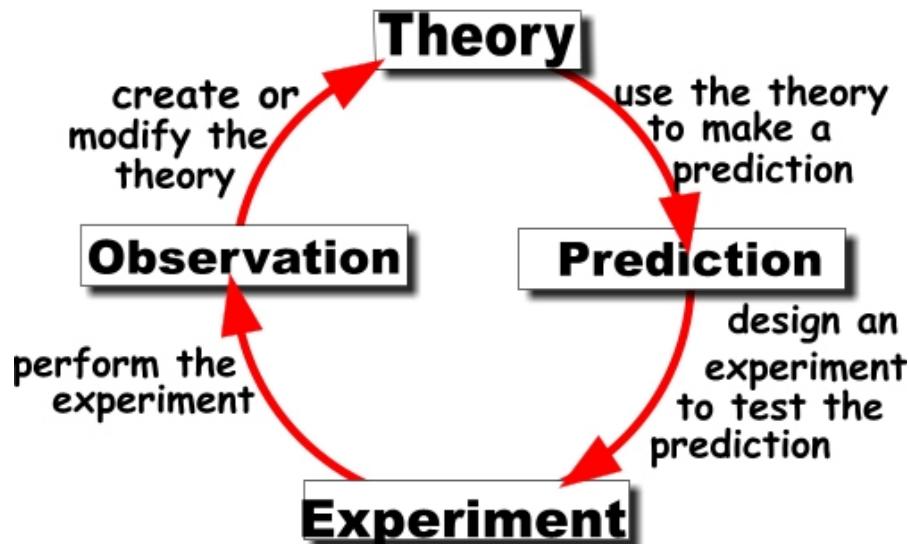
- Ou plus exactement : un ensemble d'artefacts



- Modèles "scientifiques" vs modèles "logiciels"
- Assemblages d'outils vs IDM

# 6. Modèles "scientifiques"

Approche "Bottom-Up"



## 7. Modèles "Génie Logiciel"

Approche "Top-Down"

**AIRBUS A300**

**SPECIFICATIONS**

- Passengers : 266
- Entered service : 1984
- Cruising speed : 543mph
- Cruising altitude : 31,000 feet

177ft 5in

147ft 1in

⇒

## 8. Assemblages vs IDM

Architecture classique entre applications du domaine scientifique :

- pipe
- scripting à la unix

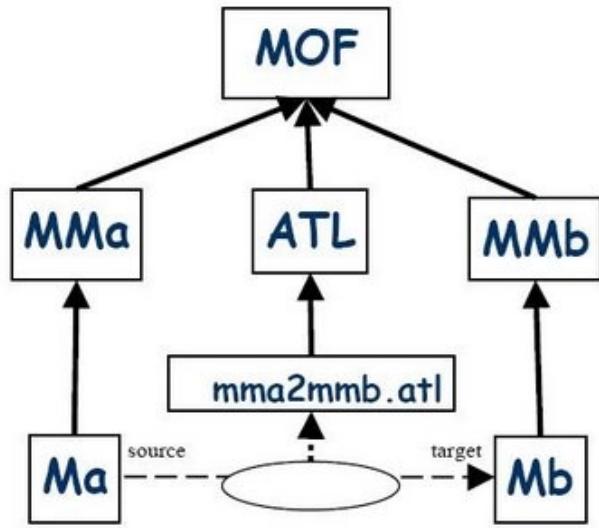
### Exemple tiré de VLE

```
>>> from pyvle import Vle
>>> f = Vle("scale1.vpz","glue"
>>> print f
<pyvle.    instance at 0x7fe231515e60>
>>> f.
'condA', 'condB', 'condScale'
>>> f.                      'condScale'
'InputTimeStep', 'OutputTimeStep'
>>> f.                      'condScale', 'OutputTimeStep'
1.0
>>> f.                      'condScale', 'OutputTimeStep'
>>> f.                      'condScale', 'OutputTimeStep', 0.5
>>> f.                      'condScale', 'OutputTimeStep'
0.5
>>> f.
```

Architecture classique en IDM :

- openData
- métamodèles
- transformation

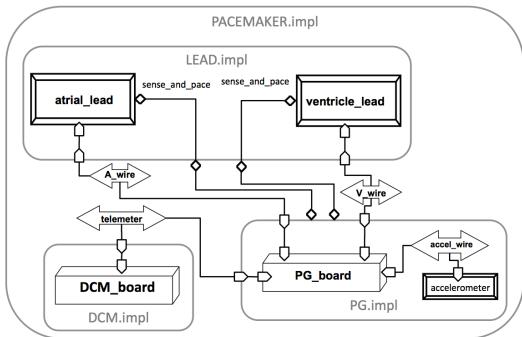
### Exemple en IDM



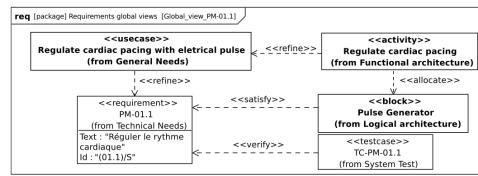
# 9. Notations pour l'Ingénierie Système

Exemples tirés de [SEE-Book] :

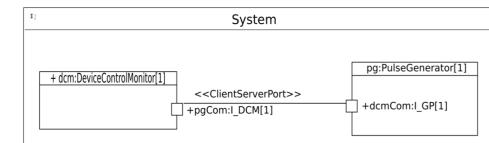
AADL



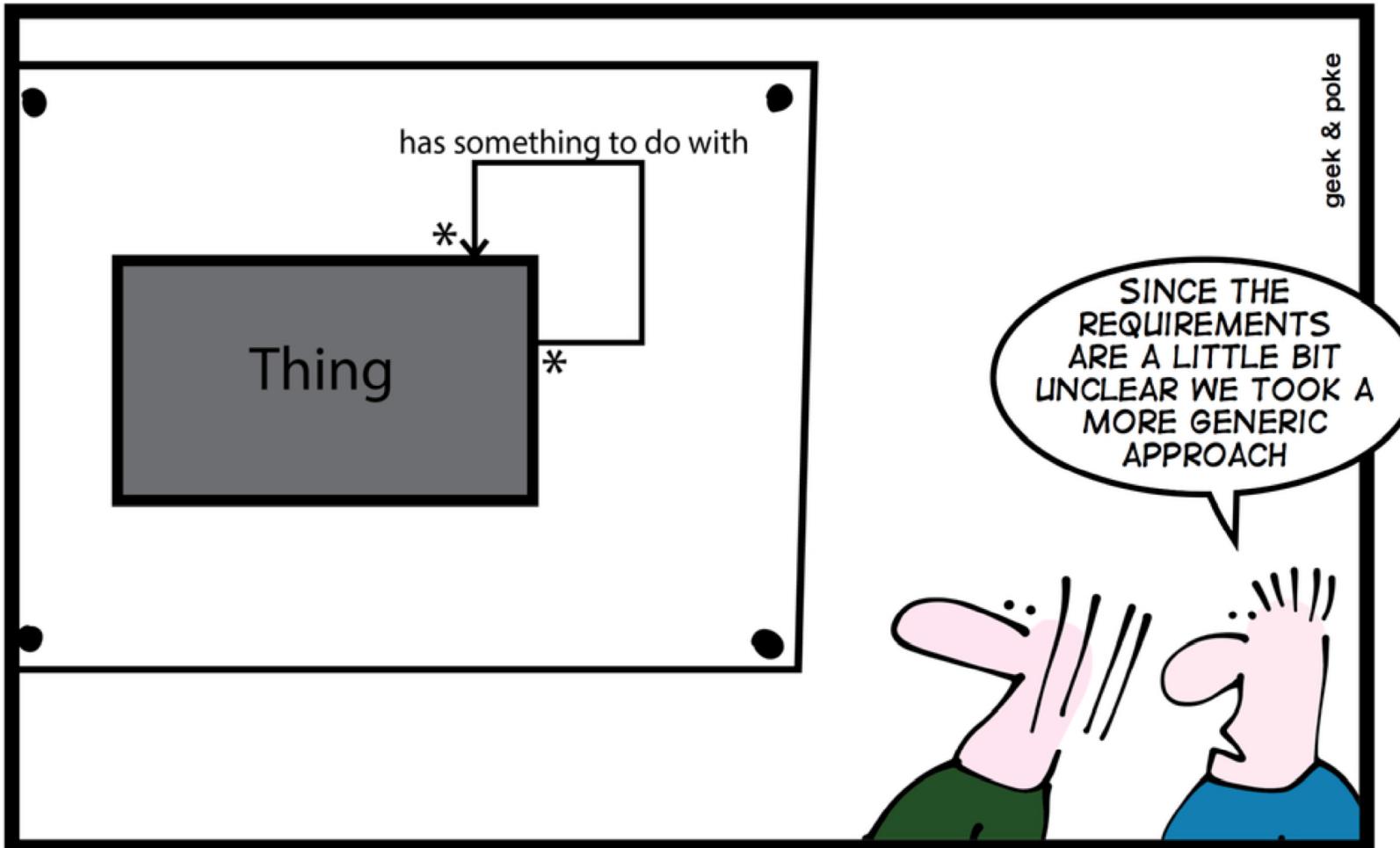
SysML



Marte



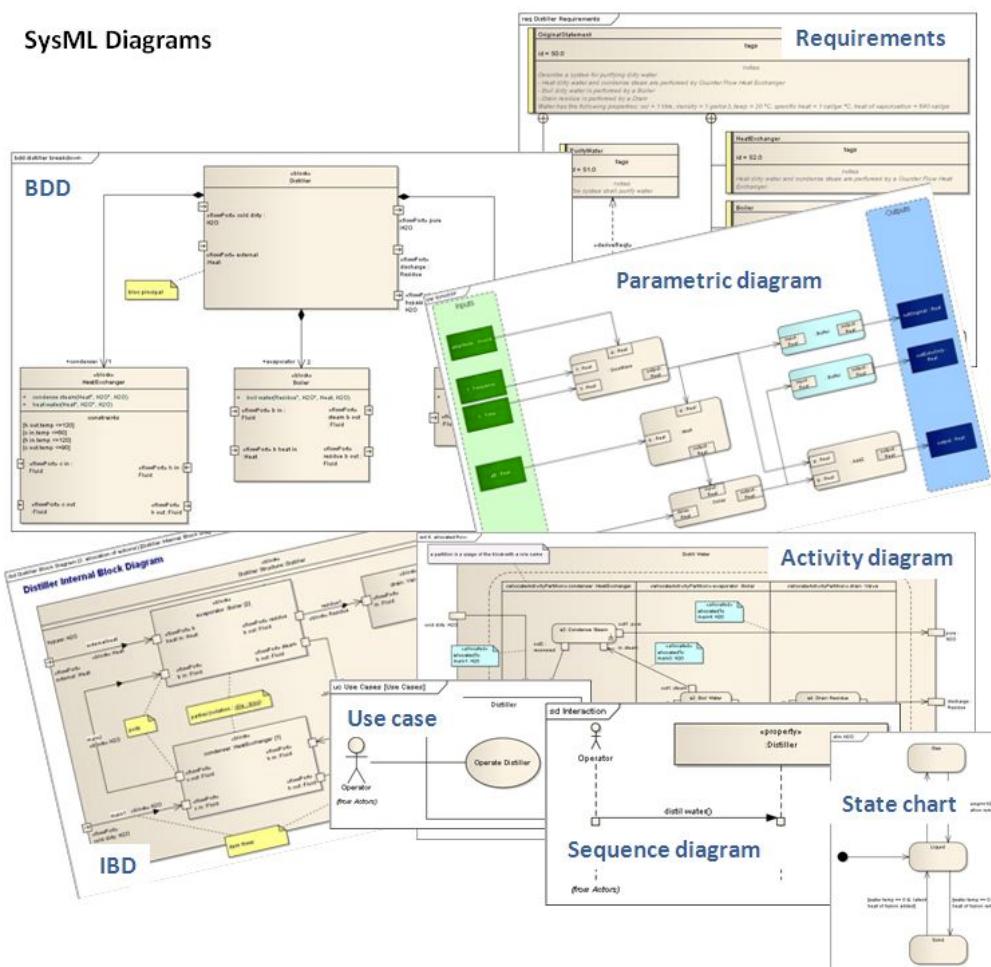
## 10. SysML (minimalist)



HOW TO CREATE A STABLE DATA MODEL

## 11. SysML (maximalist)

## SysML Diagrams



## 12. C'est quoi SysML?

- Date de naissance non officielle : 2001!
- Première spécification adoptée à l'OMG™ : 19 septembre 2007
- Version actuelle : 1.3 (12/06/2012)
- Paternité : OMG™ / UML™ + INCOSE
- Auteurs principaux :
  - Conrad Bock
  - Cris Kobryn
  - Sanford Friedenthal
- Logo officiel :



# 13. SysML, c'est...

- Un ensemble de 9 types de diagrammes :
    - Diagrammes structuraux
      - Diagrammes de définition de blocks (**bdd**)
      - Diagrammes internes de blocks (**ibd**)
      - Diagrammes paramétriques (**par**)
      - Diagrammes de packages (**pkg**)
    - Diagrammes comportementaux
      - Diagrammes de séquence (**seq**)
      - Diagrammes d'activité (**act**)
      - Diagrammes de cas d'utilisation (**uc**)
      - Diagrammes d'états (**st**)
    - Diagramme d'exigence (**req**)
  - Un profil UML™, c'est à dire une **extension** de cette notation
  - Une notation de plus en plus enseignée et connue et qui servira donc de plus en plus de **référence** à la modélisation des systèmes
-

## 14. SysML, ce n'est pas...

- Une méthode ou une démarche de développement de système
  - Un outil
  - Un remplaçant aux outils et langages existants
-

# 15. Pourquoi une nouvelle notation ?

Il existe une notation qui se veut "unifiée" pour les modèles : UML™. Néanmoins cette notation est peu adaptée pour l'Ingénierie Système :

- UML 1.x était complètement inadaptée :
  - Principalement pour les systèmes d'information
  - Peu de liens entre les diagrammes
  - Peu de liens entre les modèles et les exigences
- UML 2.x n'est pas beaucoup mieux si ce n'est :
  - Implication des ingénieurs systèmes pour sa définition
  - Introduction du diagramme de structure composite

En conclusion UML™ est une bonne base :

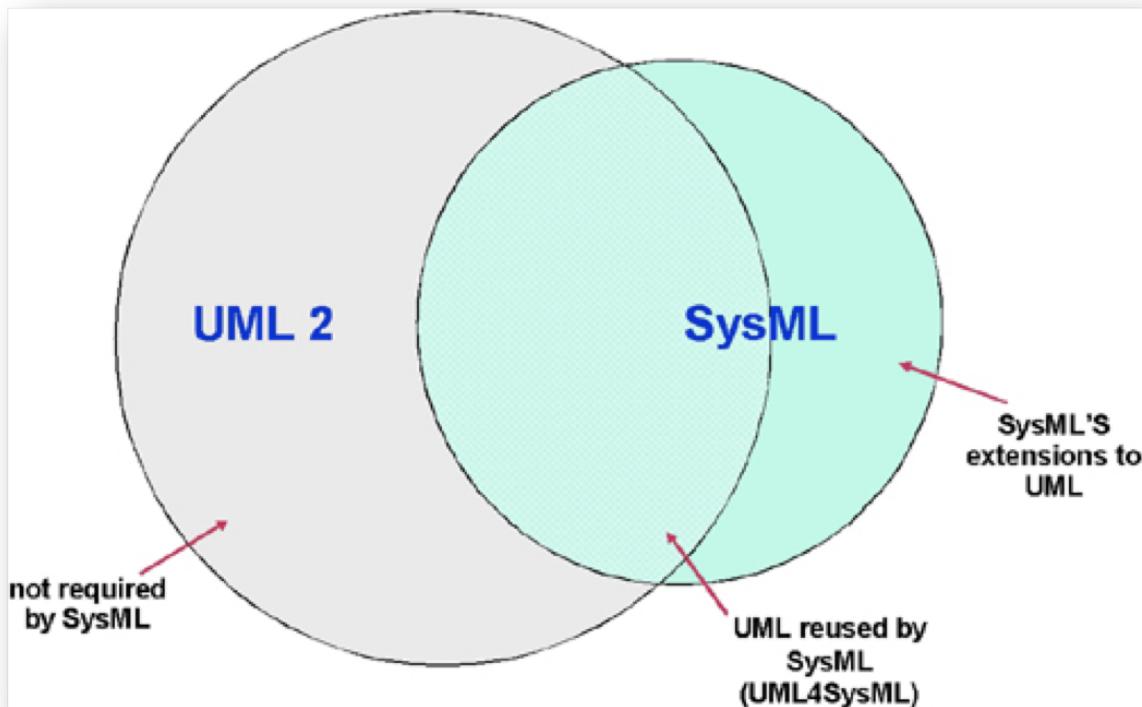
- Standard *De facto* en génie logiciel
- Fournit beaucoup de concepts utiles pour décrire des systèmes (même complexes)
- Stable et extensible (grâce notamment au mécanisme de *profile*)
- Beaucoup d'outils disponibles

Mais...

- Manque de certains concepts clés d'Ingénierie Système
- Vocabulaire beaucoup trop « software » pour être utilisé par les ingénieurs systèmes (concept de **classe** ou d'**héritage** par exemple)

- Trop de diagrammes (13 sortes)
-

## 16. Différence avec UML



# 17. Qui est "derrière"?

## Industrie

American Systems, BAE Systems, Boeing, Deere & Company, EADS Astrium, Eurostep, Israel Aircraft Industries, Lockheed Martin, Motorola, NIST, Northrop Grumman, oose.de, Raytheon, Thales, ...

## Vendeurs d'outils

Artisan, EmbeddedPlus, Gentleware, IBM, Mentor Graphics, PivotPoint Technology, Sparx Systems, Vitech, ...

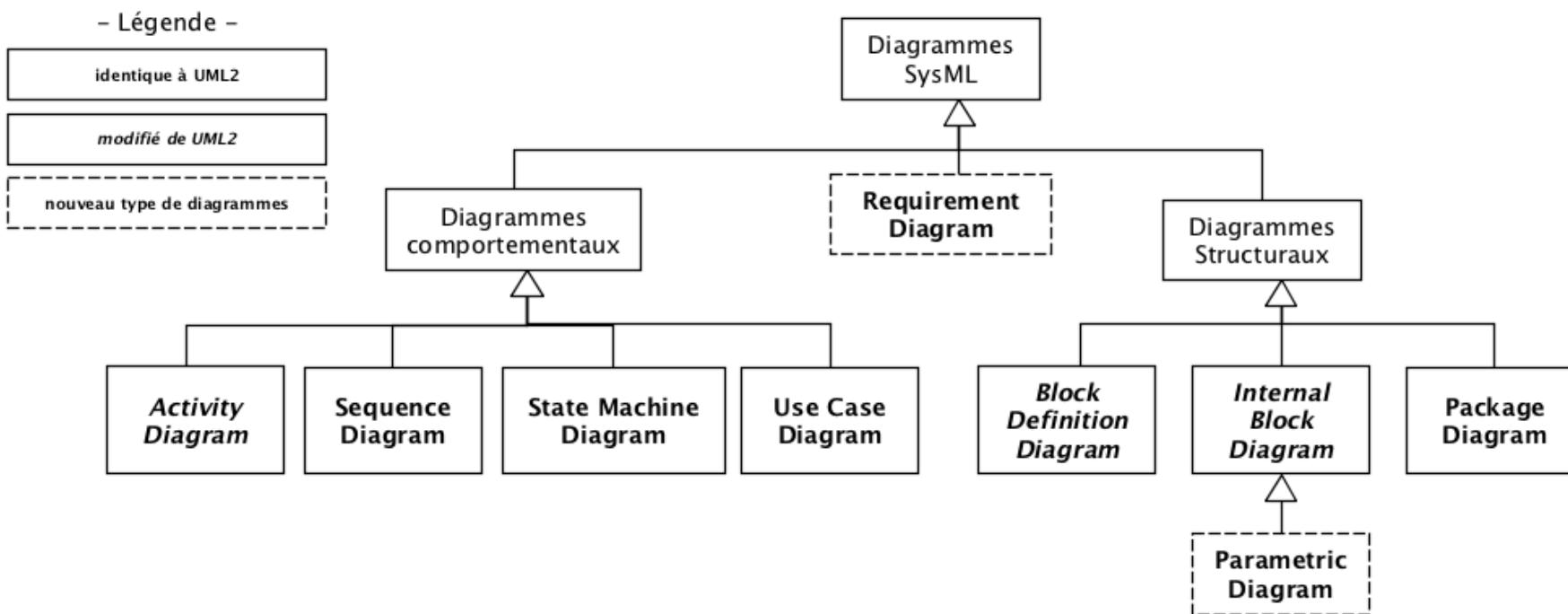
## Autres organisations

AP-233, INCOSE, Georgia Institute of Technology, AFIS, ...

---

# 18. Différents diagrammes

Les 9 diagrammes SysML



# 19. Outils SysML

Voici une liste non exhaustive :

- TOPCASED
  - Papyrus
  - Artisan
  - Rhapsody
  - Modelio
  - MagicDraw
  - ...
-

## 20. Etat actuel

- Adoption de plus en plus large
    - Nombreuses industries
    - Militaires
  - Enseigné massivement
    - dans le cycle ingénieur (N7, ISAE, Masters)
    - au **bac STI2D** depuis 2011
    - en **prépa** dès cette rentrée 2013
-

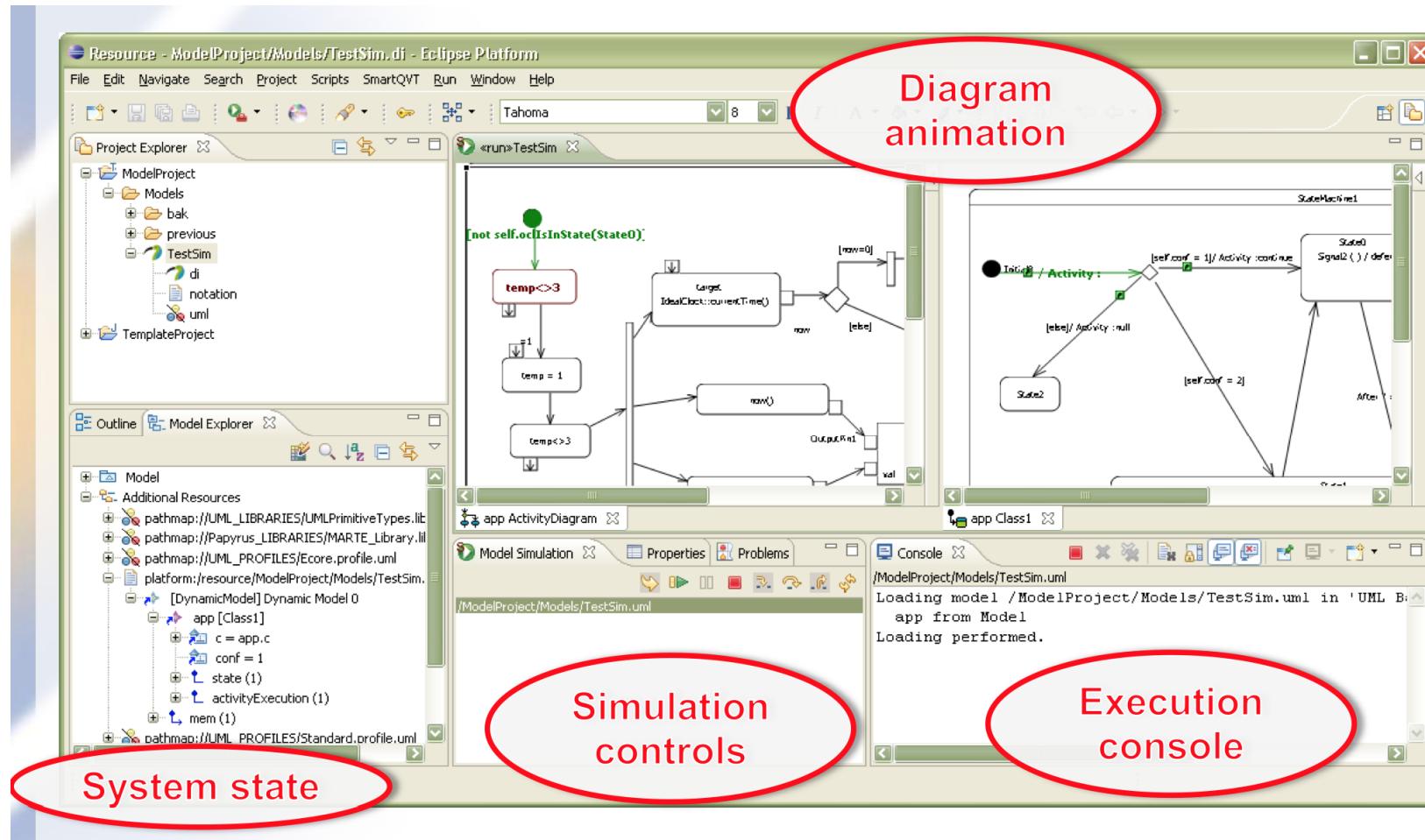
# 21. Enjeux et retours industriels

- Architecture d'entreprise
    - Grands groupes (DODAF/MODAF)
    - Armée (*Systems of Systems*)
  - Ingénieurs métiers (Maths, Physique, etc.)
    - Couplages MATLAB, Harmony Process
    - SysML+Modelica
    - SysML+Simulink
  - RT&E
    - SysML+SystemC
    - SysML+VHDL
    - SysML / MARTE
-

## 22. Domaines principaux

- DSL
    - AUTOSAR, EAST-ADL (Automobile)
    - Aéronautique
    - Transports & Automotive
    - Médical (certification aussi!)
    - *Systems on Chips*
  - Animation de modèles
    - ALF
    - IFx-Omega
    - AVATAR
-

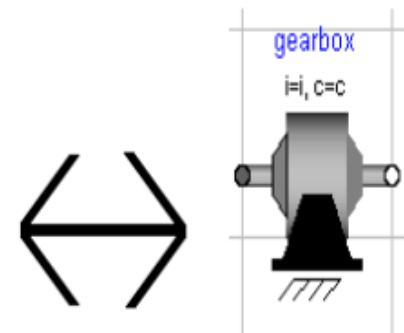
# 23. SysML et Simulation



## 24. Exemple : SysML4Modelica

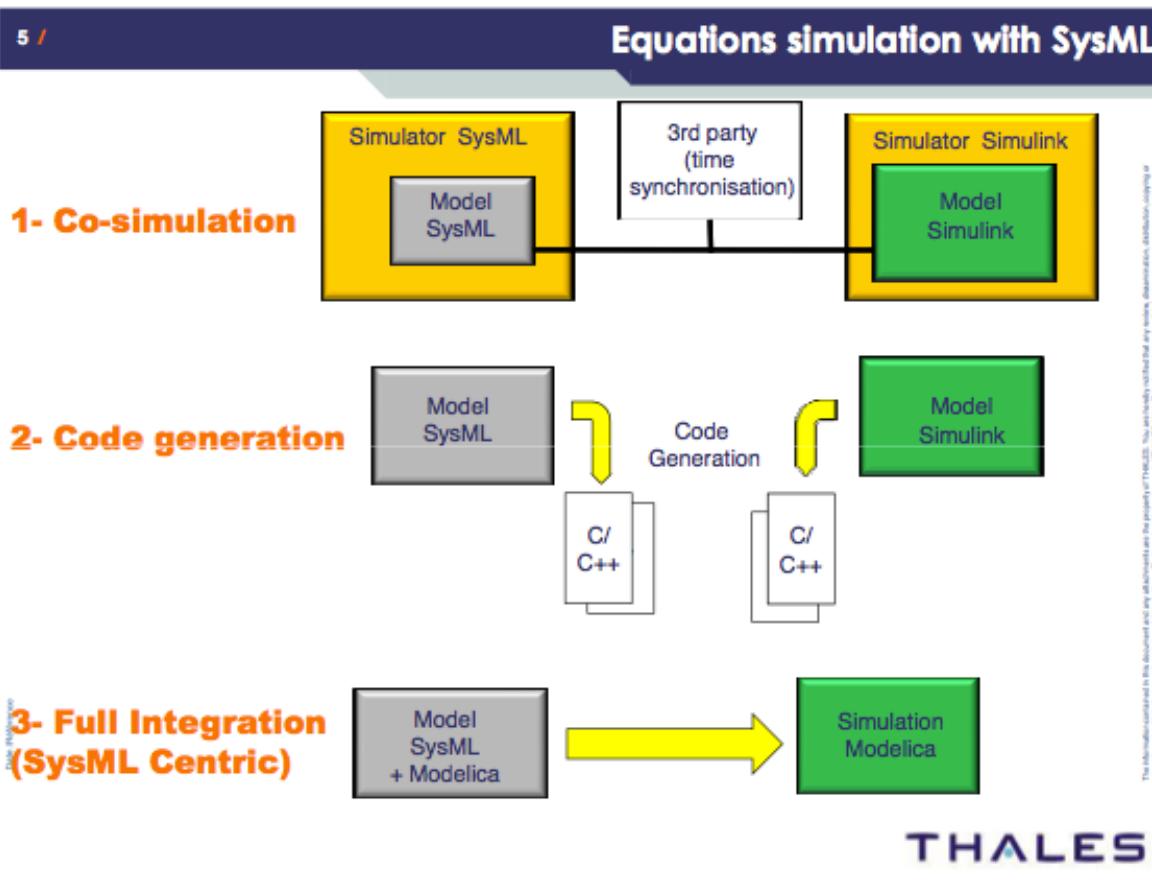
- Standard OMG

```
1 model Gearbox "Realistic model of a gearbox (based on LossyGear)"
2   extends Modelica.Mechanics.Rotational.Interfaces.PartialTwoFlangesAndSupport;
3   parameter Real ratio(start=1) "transmission ratio (flange_a.phi/flange_b.phi)";
4   Modelica.SIunits.Angle phi_rel(start=0, stateSelect=stateSelect, nominal=1e-4);
5   equation
6     phi_rel = flange_b.phi - lossyGear.flange_b.phi;
7     w_rel = der(phi_rel);
8     a_rel = der(w_rel);
9     connect (flange_a, lossyGear.flange_a)
...
11 annotation (Icon(coordinateSystem(preserveAspectRatio=true, extent={(-100,-100),(100,100)}), graphics={
12   Rectangle(extent={(-100,10),(-60,-10)}, lineColor={0,0,0},
...
14 end Gearbox;
```



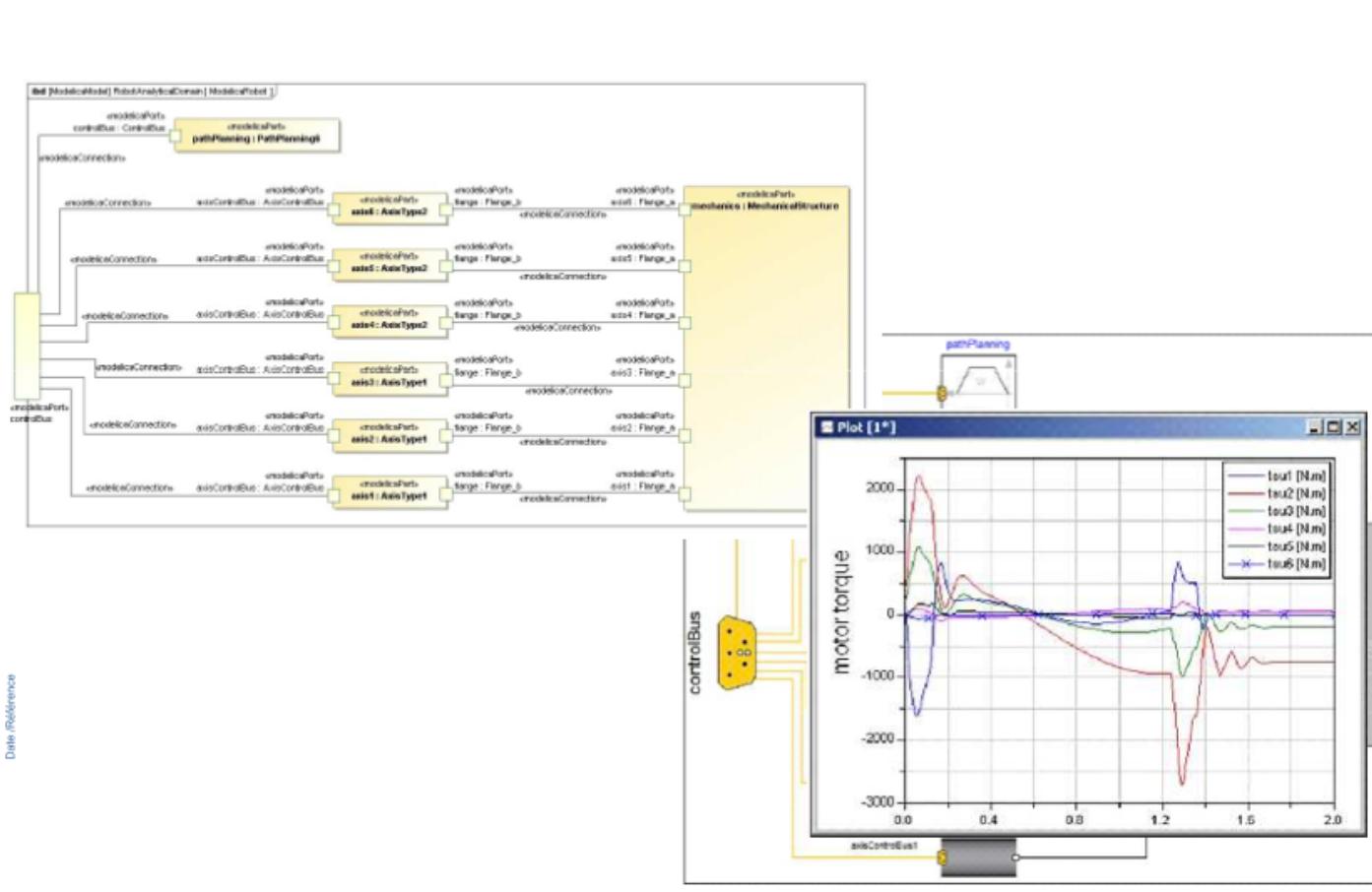
# 25. SysML4Modelica chez Thales

Tiré de la dernière journée SysML Laurent Rioux

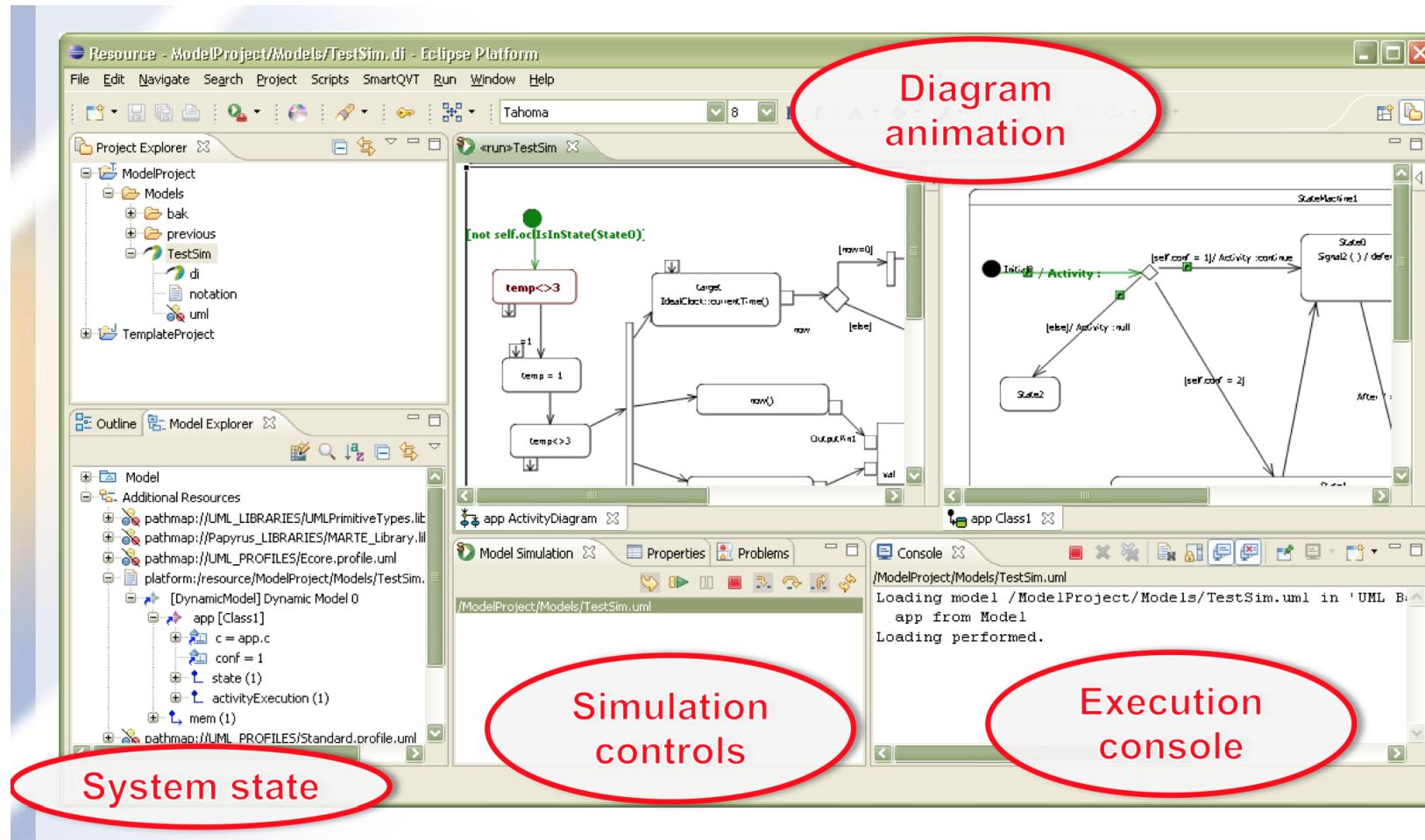


# 26. SysML4Modelica chez Thales

Tiré de la dernière journée SysML Laurent Rioux

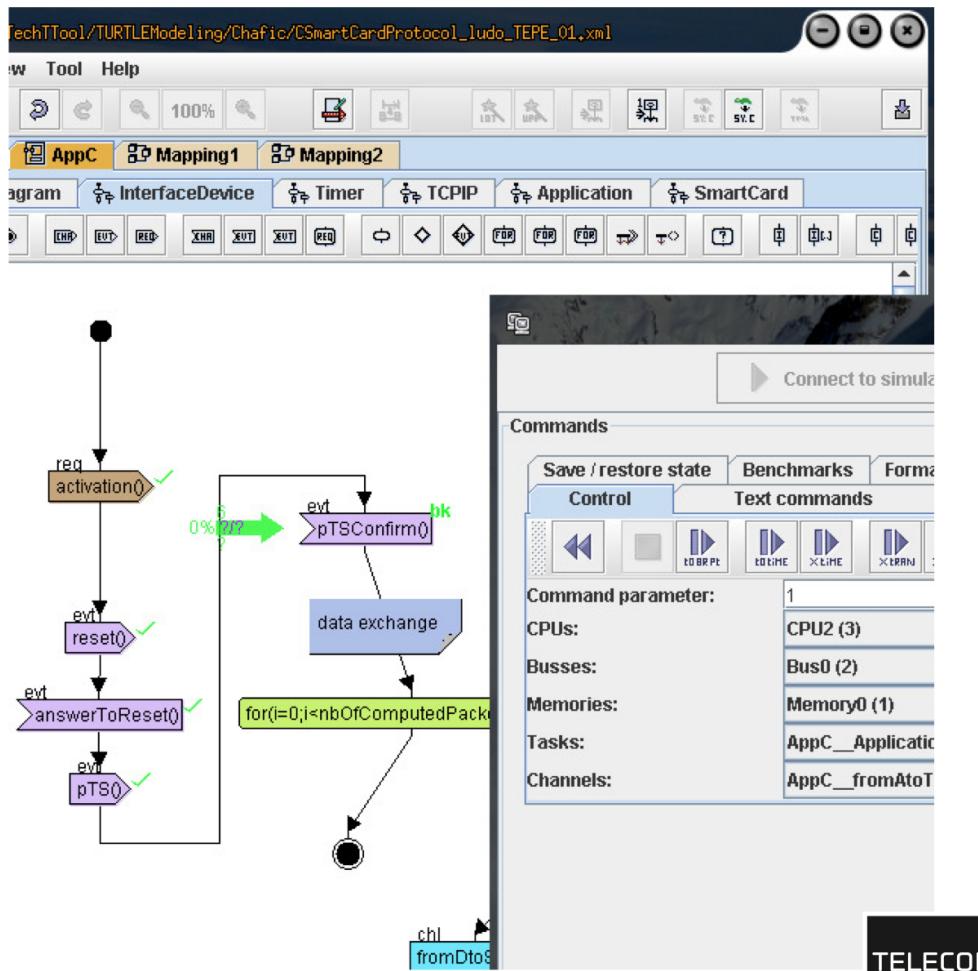


## 27. Illustration Topcased



# 28. Illustration TTool

<http://ttool.telecom-paristech.fr>



## 29. Exemple de retour Airbus

le principal gain cité par **Airbus** sur l'utilisation des modèles en ingénierie des systèmes, c'est la **détection des pb dans les exigences** (incohérences notamment).

*Head of R&D methods and tools - critical and Embedded systems at AtoS*

— Raphaël Faudou

- En IS, ce gain arrive en tête avant la génération documentaire ou la simulation
  - En IS, ce gain arrive loin avant la génération de code (Soft)
-

## 30. Et ensuite?



---

## **31. Du *document-centric* au *model-centric***

- Progrès de l'IDM
    - Outils pour créer des DSL (succès de Xtext par exemple)
    - Outils de transformation de modèles
  - Déjà utilisé dans certains organismes de certification
    - Alstom dans le ferroviaire par exemple
-

## 32. Projets et initiatives

- POLARSYS
  - VeriFME
  - COSINUS
  - SAFE
  - OverSoC
  - HELP
  - SecReSoC
  - ID4CS
  - HECOSIM
  - MOPCOM
  - SoCLib
  - IMOFIS (Obeo Alstom)
  - ...
-

# 33. Quelques retours industriels

## Airbus

Génération de documentations destinés à la certification (Y. Bernard)

## Alstom Transport

SysML en mécanique (A. Gomas), Safety Analysis (E. Soubiran)

## Astrium

SysML et le spatial (D. Lesens)

## Cassidian

Terminaux de Radio-communication (F. Risy)

## CNES

"Personnalisation" de SysML (E. Poupard)

...

{bla}

## 34. Retours industriels (suite)

...

{bla}

### **Continental Mexique**

Modélisation équipements automobiles (J.-M. Bruel)

### **EADS**

Introduction globale et progressive (C. Marchal)

### **Nexter Electronics**

Génération de modèles SysML à partir de documents (E. Panier)

### **Rockwell Collins**

*Safety Assesment* (L. Audouinet)

## 35. Tendances

- Intégration des outils de simulations
    - Génération de jeux de test
    - Annotations (*parametric diagrams*)
    - Animation de modèles
  - Utilisation de SysML comme *lingua franca* de l'IS
    - Langage pivot
    - Langage de glue
  - Animations et dissémination
    - SysML-France
    - Comité Technique MBSE de l'AFIS
    - Bureau Veritas
-

# 36. Défis

## Culturel

Difficulté d'adaptation aux ingénieurs métiers

## SysML

masqué (pivot) ou montré (glue) ?

## Outils

Libres mais industriels (Polarsys)

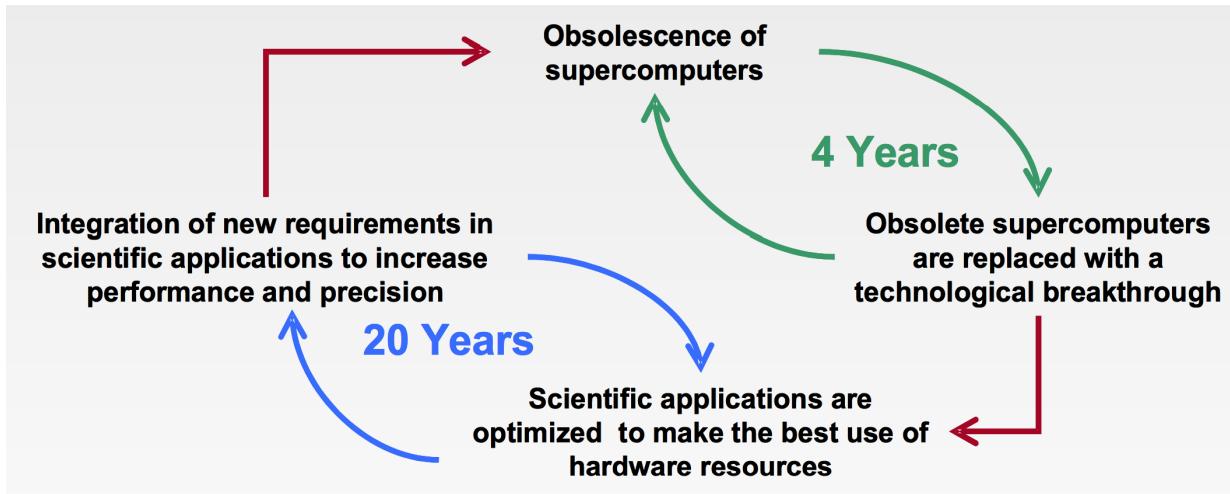
## Formation

Ingénieurs logiciels / Ingénieurs système

---

## 37. Exemple de DSL : HPC au CEA

Problématique des simulations dans le contexte du nucléaire :

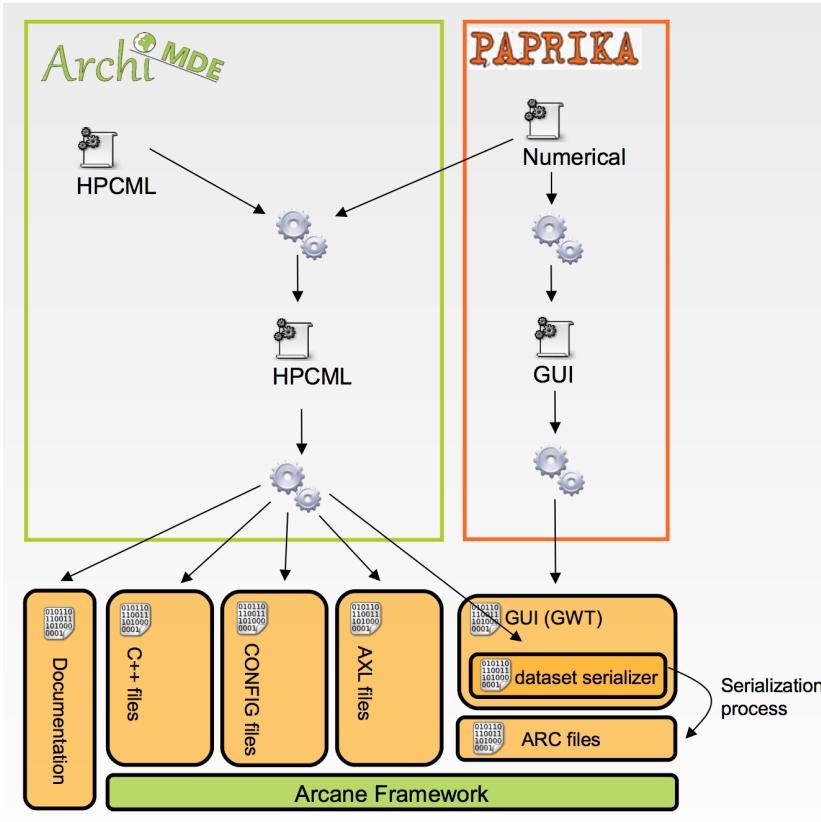


**DSL** : *Domain Specific Language*

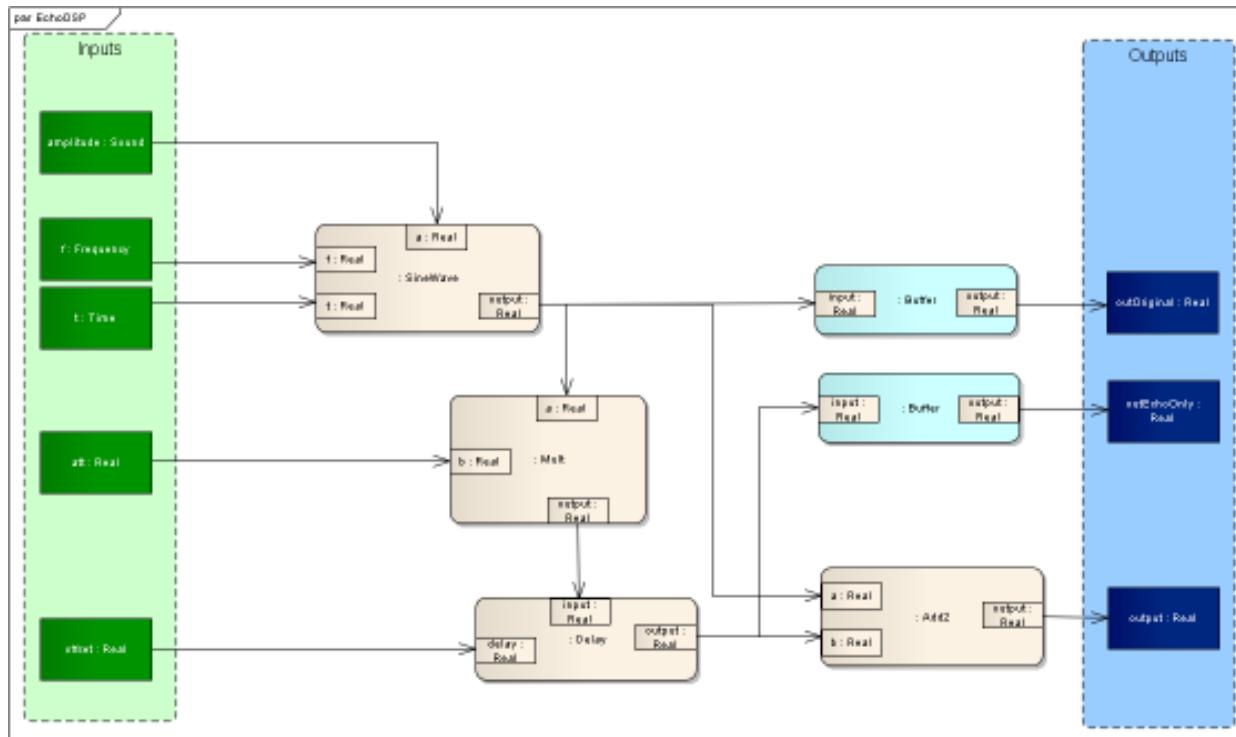
**HPC** : *High Performance Calculus*

**CEA** : *Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives*

## 38. HPC au CEA (solution)

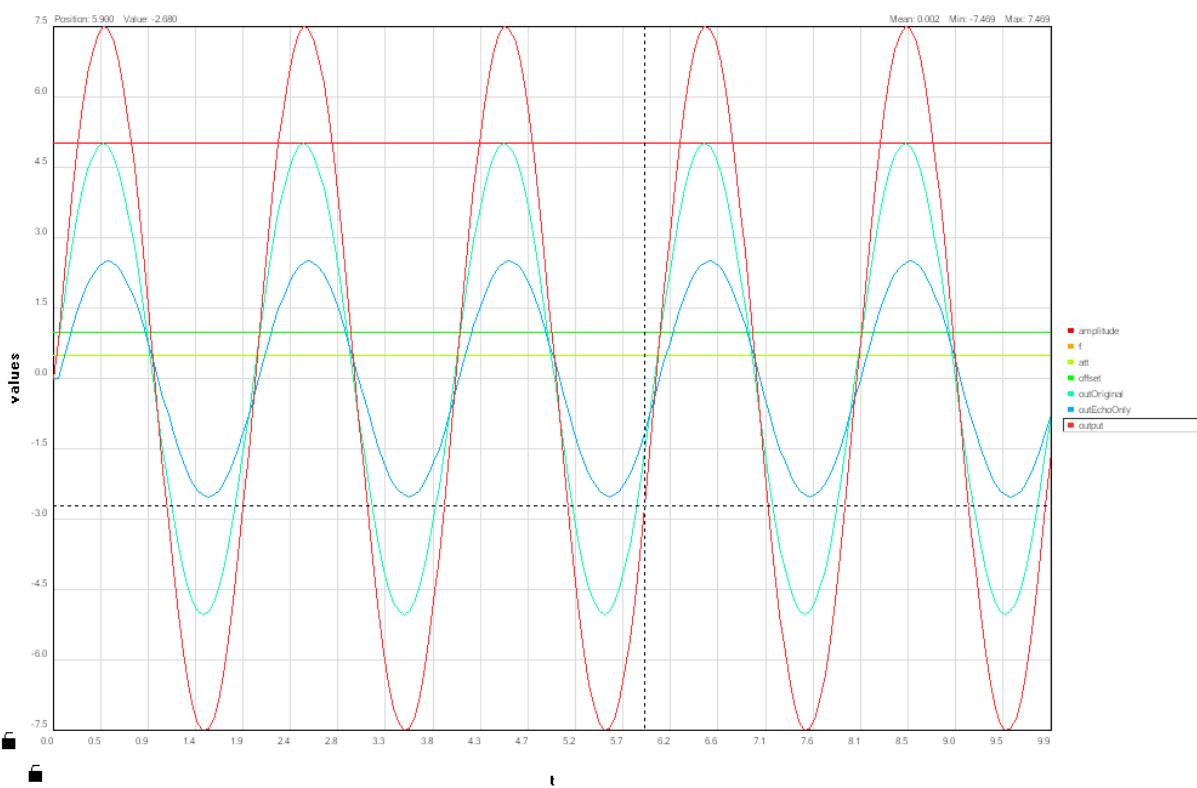


# 39. Diagrammes paramétriques SysML



Exemple avec [Enterprise Architect](#) : injection de VBScript/JavaScript :

## Simulation Results

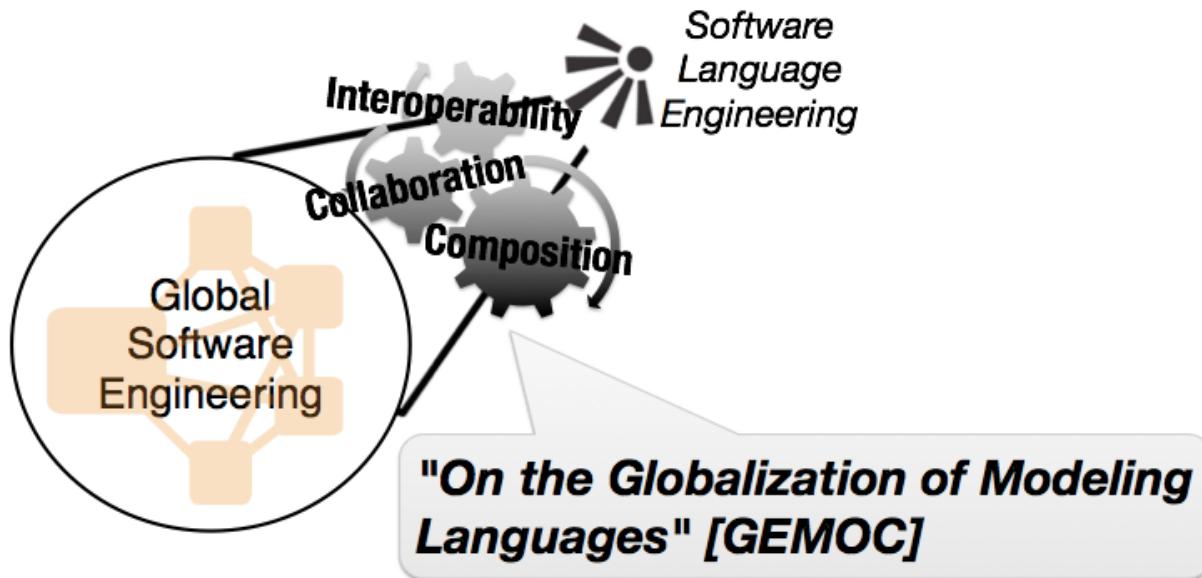


# 40. Modélisation collaborative

- Vue "centralisée"
    - ReMoDD: Repository for Model Driven Development
    - SEMCO: System and software Engineering for embedded systems applications with Multi-COncerns
    - Tools: Papyrus (SVN), Modelio (Teamwork), eclipse (CDO)
  - Vue "répartie"
    - Modelio Constellation
    - eclipse RCP
-

## 41. GEMOC

- Globalization of Modeling Languages
- Plus cet aprem (B. Combemal)
- <http://gemoc.org/>



## 42. Last minute...



### MODÉLISATION SYSML POUR LA VALIDATION D'ARCHITECTURE SYSTÈME (H/F) - Stage apprentissage - MONTEREAU SUR LE JARD

Type de contrat: Stage apprentissage

Localisation: MONTEREAU SUR LE JARD

Publié le: 15 octobre 2013



#### DESCRIPTION DU POSTE

ISI (Informatique – Systèmes d’Information)

Descriptif du stage : Le stagiaire reprendra le modèle SysML du système pour le compléter et effectuer des actions de validation par simulations fonctionnelles. Le développement de scripts logiciels permettra d’exporter les données du modèle pour être utilisées par les concepteurs.

Spécialité(s) : De formation généraliste avec une forte composante informatique, le stagiaire a une expérience en programmation orienté objet (java) ou en UML / SysML.

Connaissances(s) : Des connaissances en ingénierie système sont appréciées.

Durée du contrat : 6 mois

Temps de travail : Temps complet

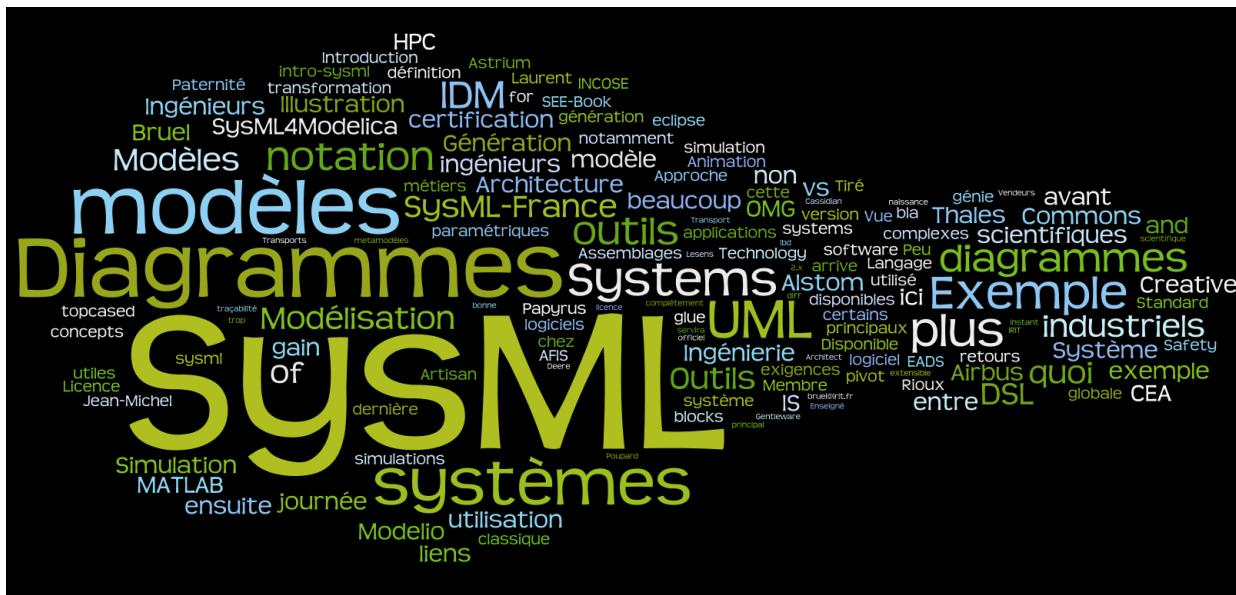
Statut : Etudiant

Niveau d'études min. requis : Bac + 5 Master (M2)/Dip. Ecole Commerce/Dip. Ecole Ingénieur/Mastère/MBA

**POSTULEZ MAINTENANT !**

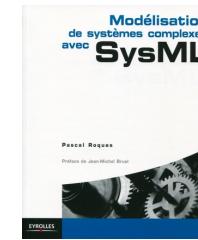
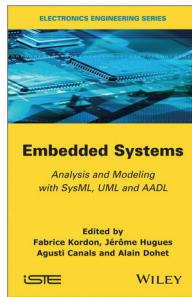
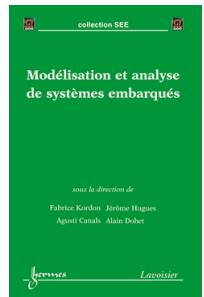
## 43. Que retenir?

- Modèles = *First Class Citizens*
  - Elever le niveau d'abstraction (modèles) pour appréhender :
    - la complexité
    - la communication
    - la qualité globale (traçabilité, ...)



## 44. Références et liens utiles

- [SEE-Book] Modélisation et analyse de systèmes embarqués (Coll. SEE), KORDON Fabrice, HUGUES Jérôme, CANALS Agusti, DOHET Alain, 2013. ISBN : 9782746239005. Disponible [ici](#).
- [PRFC] Modélisation de systèmes complexes avec SysML, Pascal ROQUES, Collection Blanche, mai 2013. Disponible [ici](#).



- Sur l'auteur :
  - Slides disponibles ici : <http://jmb.c.la>
  - Site de SysML-France : <http://www.sysml-france.org/>
  - Contact : [bruel@irit.fr](mailto:bruel@irit.fr)

## 45. SysML-France

- Association loi 1901
- Prochaine journée SysML :
  - **4 février 2014** (juste avant ERTS)
  - Thématique : la simulation!



## 46. About...

Document généré par [Jean-Michel Bruel](#) via [AsciiDoc](#) (version **8.6.8**) de *Stuart Rackham*. La version file:main.deckjs.html[présentation] a été générée en utilisant {deckjsweb} © de *Qingping Hou*. Pour l'instant ce document est libre d'utilisation et géré par la *Licence Creative Commons*.  [licence Creative Commons Paternité - Partage à l'Identique 3.0 non transposé.](#)

Last updated 2013-10-16 22:17:47 CEST