

# **SysML et cohérence pédagogique en CPGE**

---

Vincent CRESPEL et Marc DÉRUMAUX

Professeurs en Classes Préparatoires aux  
Grandes Écoles (filière PSI)

Lycée Saint-Louis – PARIS 6

# Quelques pistes de réflexion

- Spécificités des formations en Sciences Industrielles de l'Ingénieur en CPGE selon les filières
- Quels outils d'Ingénierie Système en CPGE ?
- Le langage SysML répond-il aux besoins de cette formation préparatoire aux études d'ingénieur ?
- Cadre du programme et des concours
- Recommandations aux formateurs.

# Spécificités des SII en CPGE

- Quatre filières scientifiques avec des SII en CPGE (auquel on peut ajouter ATS, formation post BTS)

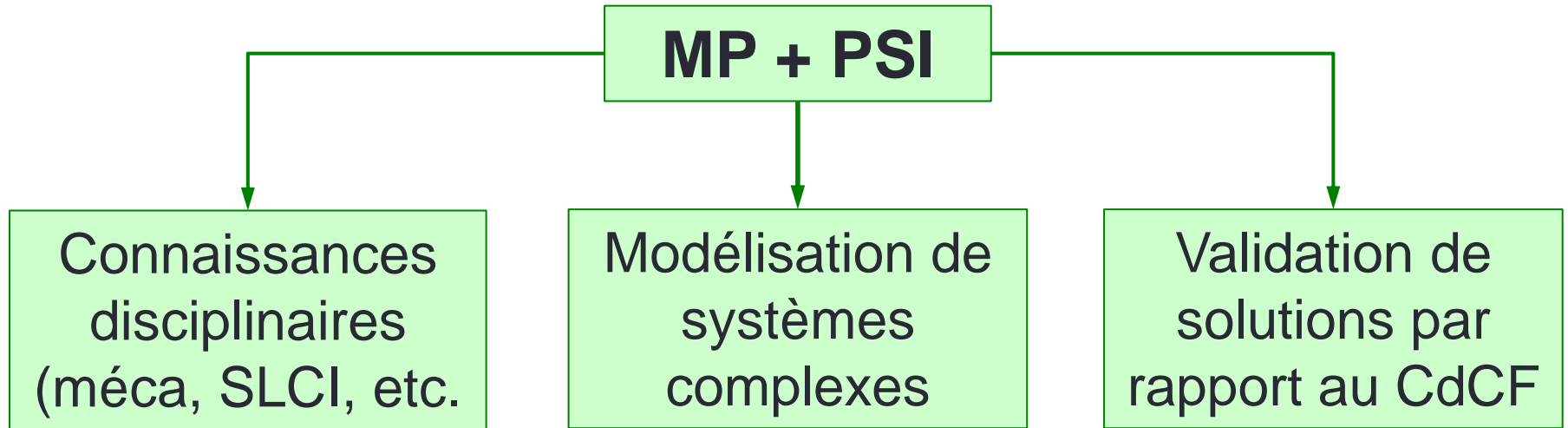
**MP** : cours + TD  
... mais pas de TP !

**PT** : cours + TD +  
TP + TIPE + BE

**PSI** : cours + TD +  
TP + TIPE

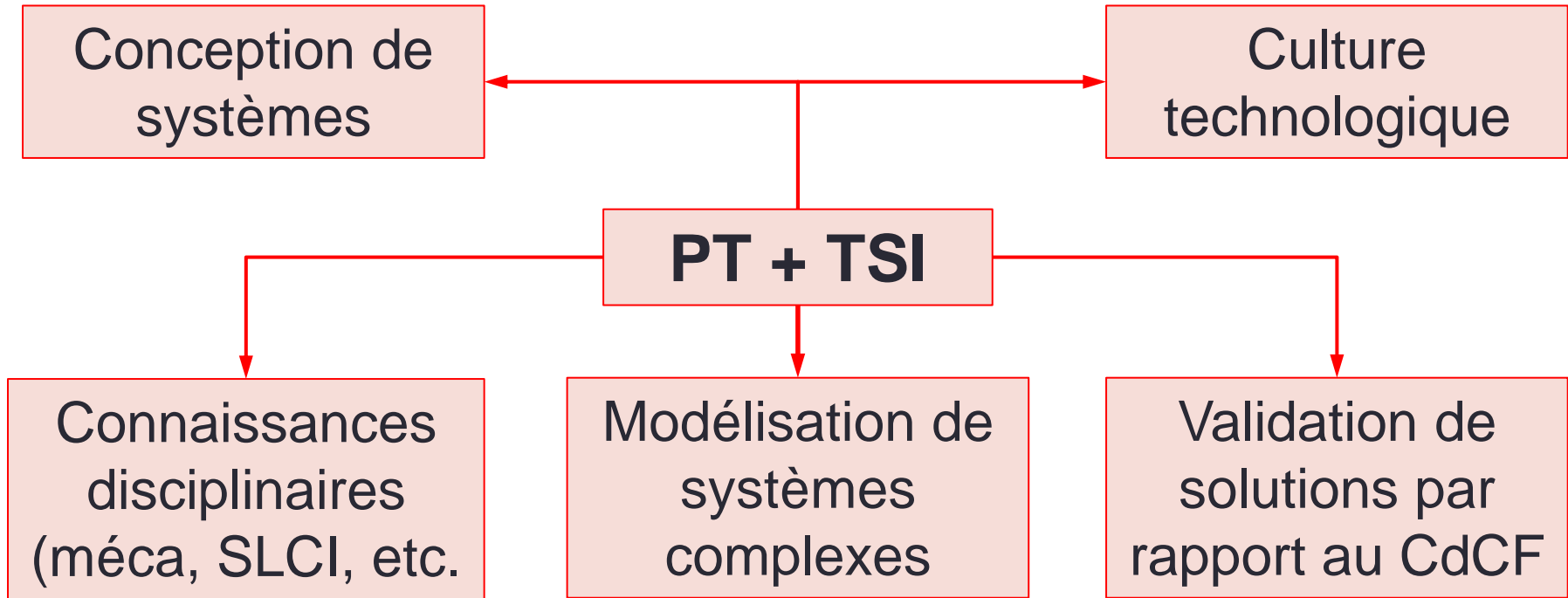
**TSI** : cours + TD +  
TP + TIPE + projets

# Spécificités des SII en CPGE



Dans ces deux filières (la MP sans TP, la PSI avec), un cadre d'Ingénierie Système est *simulé* et les étudiants suivent alors une *démarche de validation*.

# Spécificités des SI en CPGE



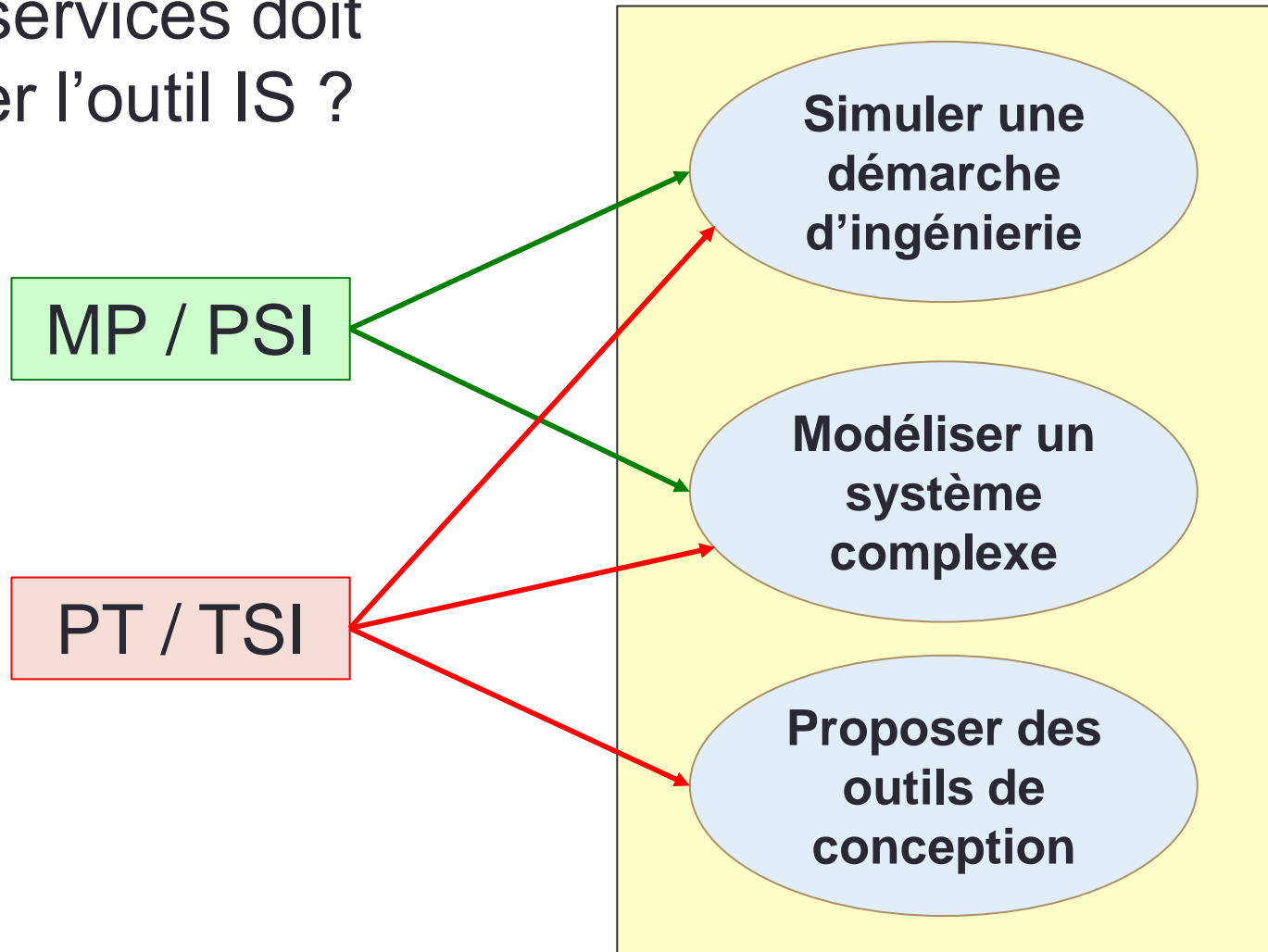
Dans ces deux filières, il est possible de *mettre en place une véritable démarche d'Ingénierie Système pour la conception de systèmes techniques.*

# Spécificités des SII en CPGE

- *Démarche de validation d'une solution existante* (dans les filières MP + PSI) + *proposition de solutions techniques* (dans les filières PT + TSI)
- *Créativité limitée* (PSI), parfois *inexistante* (MP) ... ou *véritable démarche d'IS illustrée* (PT et TSI)
- *Outils de simulation omniprésents* aux épreuves écrites d'admissibilité (courbes à analyser, etc.) et, pour les filières PSI, PT et TSI, lors des épreuves orales d'admission en TP

# Quels outils d'IS pour les CPGE ?

- Quels services doit apporter l'outil IS ?



# Quels outils d'IS en CPGE ?

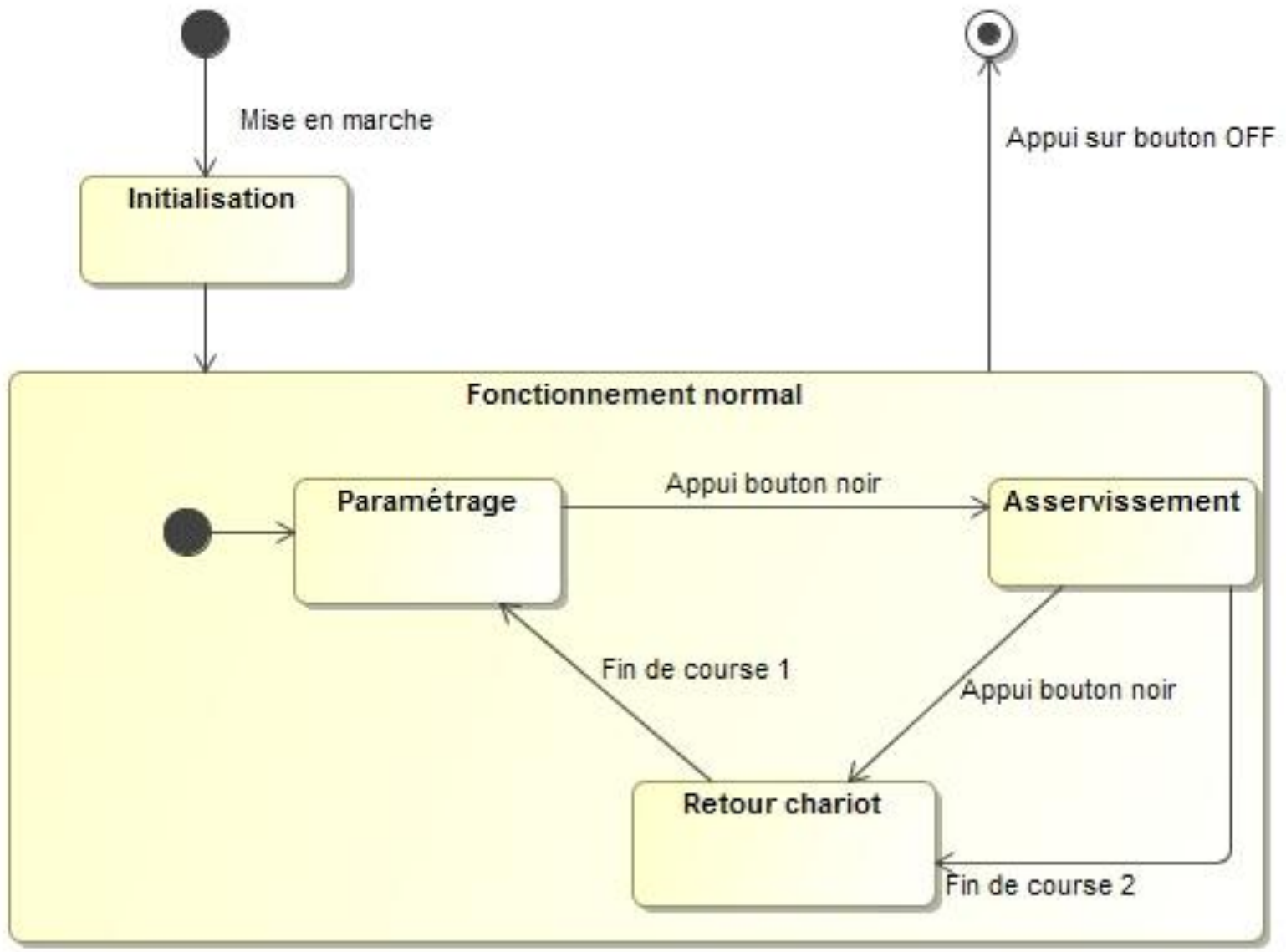
## Proposer des représentations graphiques des concepts faciles à appréhender

- Choisir la structure la plus *simple* possible à lire ou modifier / compléter (point hors programme mais très utile en formation en CPGE)
- Se limiter, si possible, à une structure graphique (bloc, flèche, etc.) et une idée par diagramme
- Adapter la description du système aux types d'étudiants très différents selon les filières

=> Le langage SysML répond à cette attente si on se limite aux éléments graphiques de base



stm [Machine à Etat] stm01 [ stm01 ]



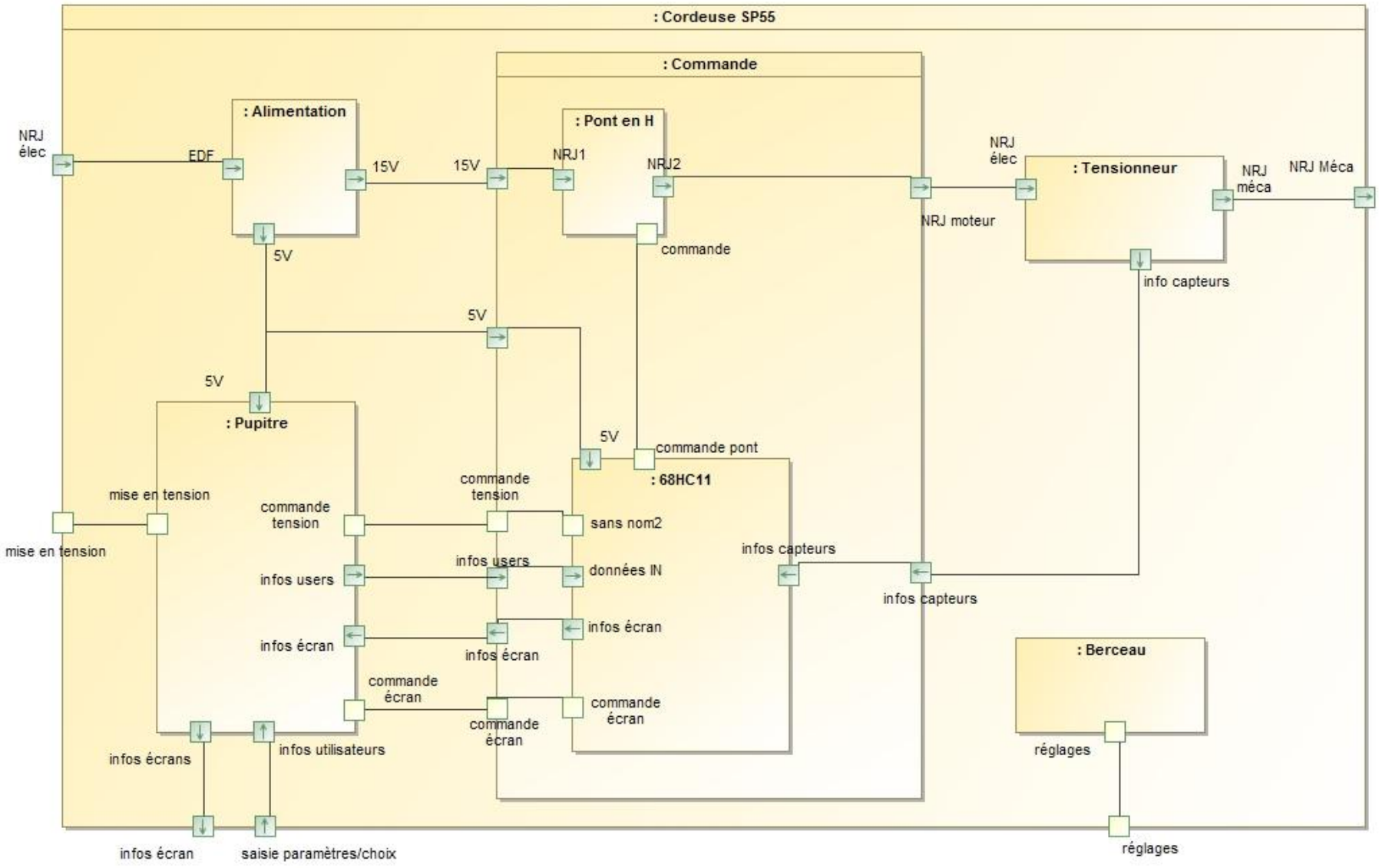
# Quels outils d'IS en CPGE ?

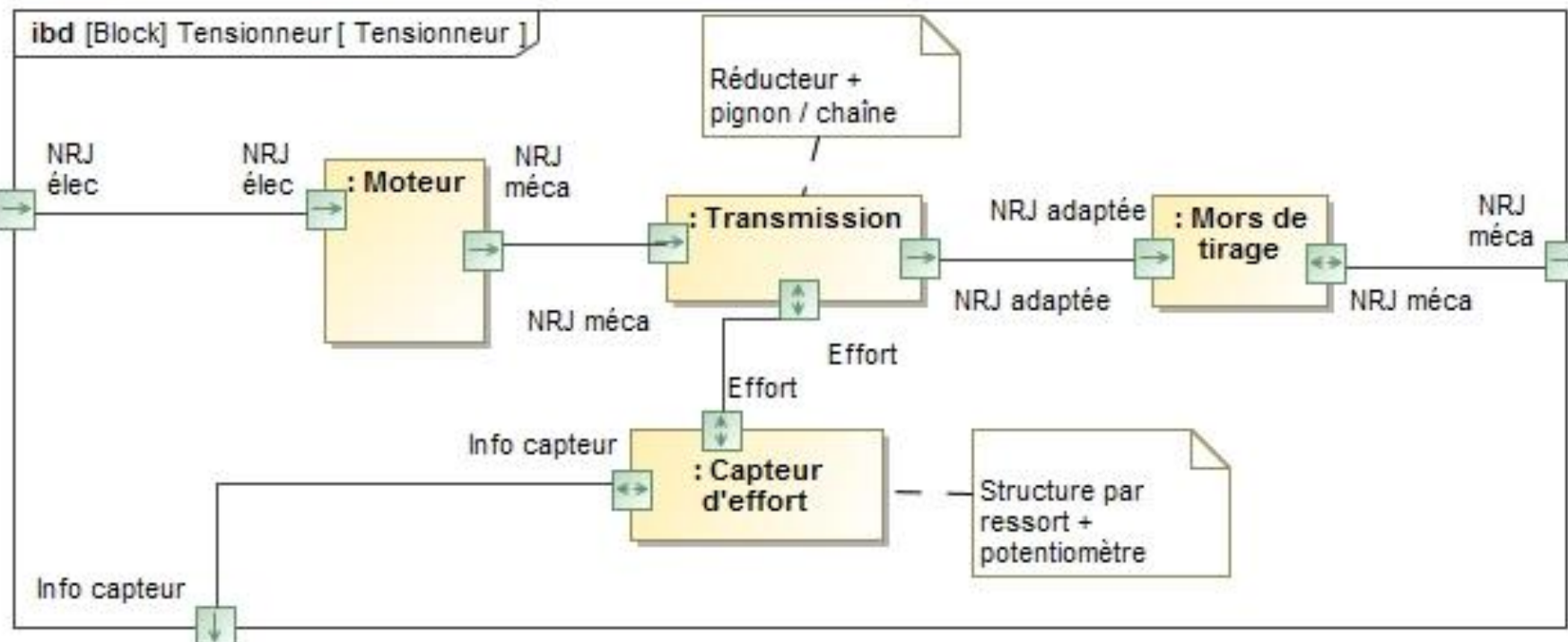
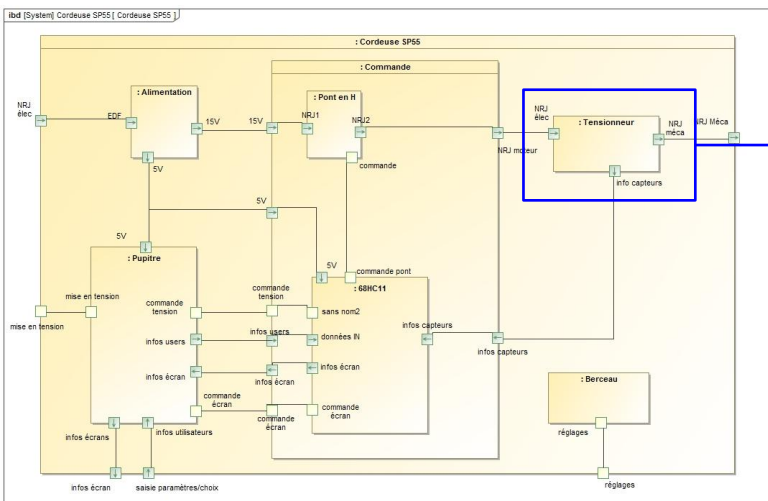
## S'adapter de façon flexible à tout type de problème scientifique et technique

- *Pas de questionnement artificiel* pour valider des connaissances de syntaxe (cela était souvent le cas avec l'analyse fonctionnelle)
- Apporter des *évolutions / adaptations* du modèle au fur et à mesure des besoins

=> Le langage SysML répond à cette attente, surtout si une certaine tolérance est acceptée sur la forme, voire le choix, des diagrammes

ibd [System] Cordeuse SP55 [ Cordeuse SP55 ]



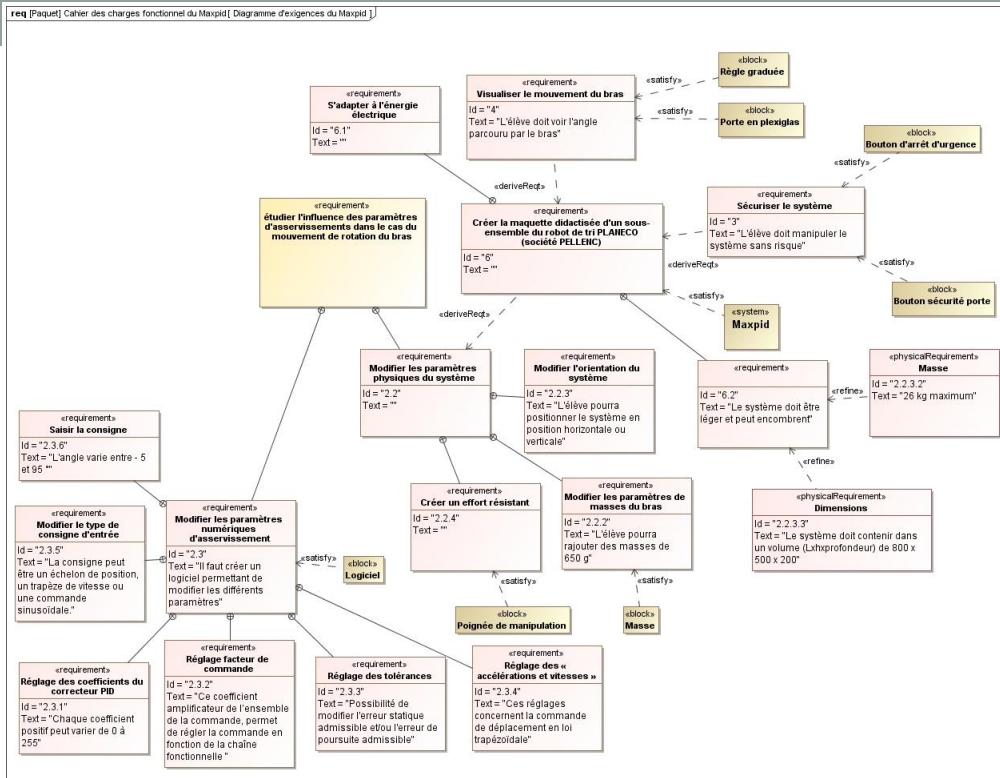


# Quels outils d'IS en CPGE ?

## Permettre de relier les exigences aux solutions techniques et de les décrire

- Lier le *cahier des charges* et les performances associées et la *structure* du système
- Être capable de *décrire simplement la structure* d'un système automatisé et pluri-technique

=> Le langage SysML répond à cette attente et ses développements successifs renforcent ce point



+ « Matrice des exigences »  
(générée par le logiciel)

#	ID	Name	Text
1	2.3.6	Saisir la consigne	L'angle varie entre - 5 et 95 °
2	2.2.2	Modifier les paramètres de masses du bras	L'élève pourra rajouter des masses de 650 g
3	2.2.3	Modifier l'orientation du système	L'élève pourra positionner le système en position horizontale ou verticale
4	2.2.3.2	Masse	26 kg maximum
5	2.2.3.3	Dimensions	Le système doit contenir dans un volume (Lxhxprofondeur) de 800 x 500 x 200
6	2.3.1	Régler des coefficients du correcteur PID	Chaque coefficient positif peut varier de 0 à 255

# Quels outils d'IS en CPGE ?

**Permettre une interface rapide et simple avec les logiciels de conception (SolidWorks, Proteus, etc.) et de simulation (Matlab, Scilab, etc.)**

- La simulation et son analyse est au *cœur de la formation* d'un futur ingénieur ou chercheur
- *Structure d'interface* la plus simple à mettre en œuvre et la plus *transparente* possible

=> Le langage SysML peut répondre à ce besoin mais les logiciels sont encore d'un maniement très délicat et perfectible

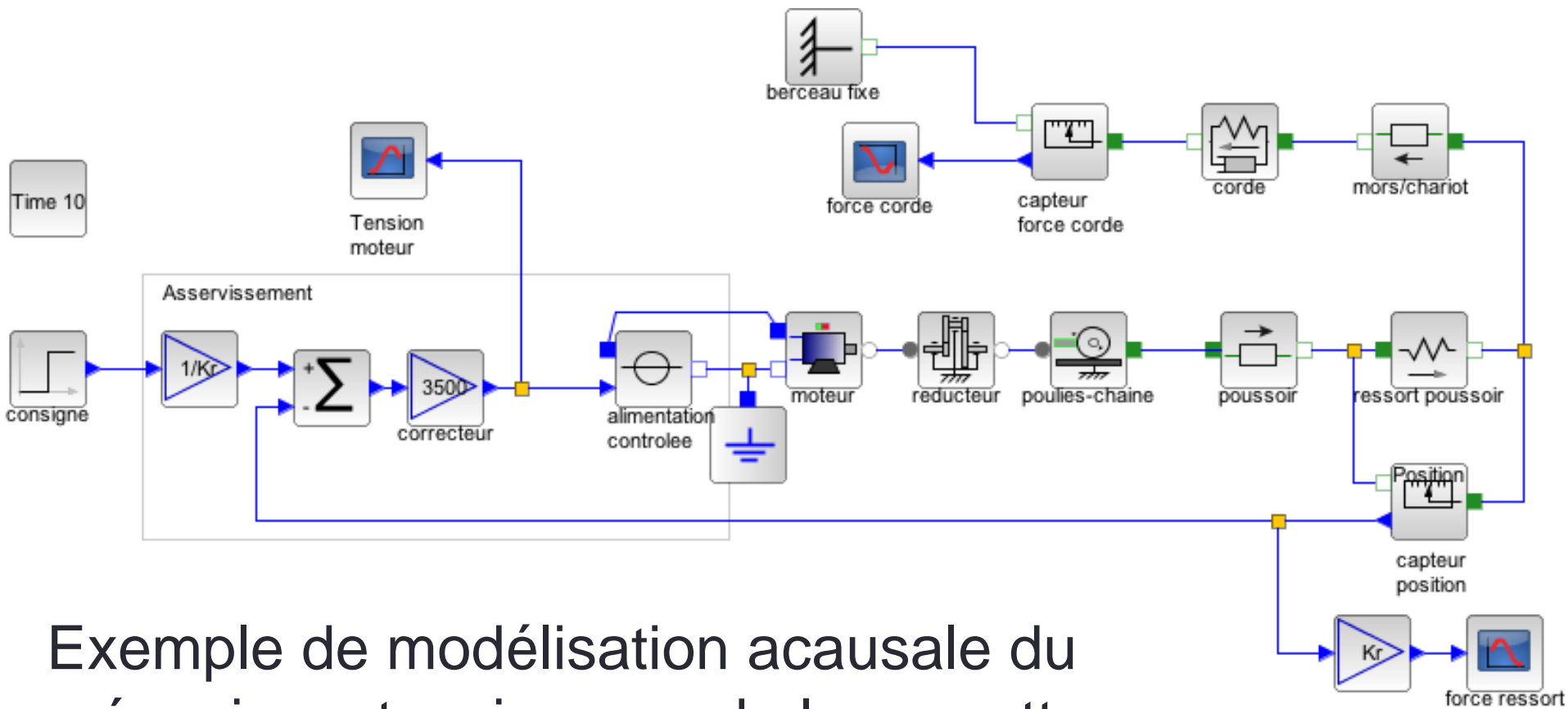
# Quels outils d'IS en CPGE ?

**Permettre de relier les résultats d'une simulation aux exigences par l'analyse des écarts attentes / réalité / simulation, explicitement au programme**

- Prévoir un *lien aisé* si la simulation est faite par un logiciel tiers
- *Fort potentiel du diagramme paramétrique*, pas tout seul, plutôt en lien avec d'autres modèles ou avec, par exemple, l'intégration de Modelica

**=> Le langage SysML peut répondre à ce besoin mais les logiciels sont encore d'un maniement très délicat et perfectible**





Exemple de modélisation acausale du mécanisme tensionneur de la raquette, réalisée sur Scilab / Xcos avec le module Coselica / Simm basé sur le langage Modelica

# Cadre des programmes / concours

- Le langage SysML a été introduit en CPGE à cette rentrée 2013. Premiers concours en avril 2015.
- *Sept diagrammes explicitement au programme* (en pratique, tout pourrait être utilisé selon besoin) et à *la lecture seulement*.
- Pas de positionnement ferme des concours pour le moment : le langage SysML devrait être utilisé :
  - quand il est pertinent pour l'étude proposée
  - et de manière répartie tout au long de l'étude

# Cadre des programmes / concours

- Plusieurs points des anciens programmes étaient perfectibles :
  - analyse fonctionnelle souvent totalement artificielle
  - textes des sujets très longs et souvent trop denses
  - systèmes séquentiels mal explicités
- *Il était absolument nécessaire de repartir sur des bases à la fois plus solides et cohérentes.*
- En ce sens, le SysML est une **chance** en CPGE.

# Cadre des programmes / concours

- Ce qui a été enlevé du nouveau programme :
  - l'analyse fonctionnelle via les diagrammes SADT, FAST, inter-acteurs, etc.
  - la description par le langage Grafcet
- Ce qui est nouveau dans le programme :
  - les systèmes à évènements discrets
  - le contrôle / commande par microcontrôleurs

**Le langage SysML doit nécessairement aider à travailler dans ces nouveaux champs d'étude.**

# Cadre des programmes / concours

- En CPGE, le SysML permet / va permettre de :
  - *réaliser l'union de concepts très disparates*, très difficiles à appréhender globalement par les étudiants avec l'ancien programme
  - *réduire le volume de lecture* pour se concentrer sur la problématique (un diagramme remplace facilement plusieurs lignes de texte)
  - *réaliser la jonction entre simulation et analyse système*, point fondamental en CPGE

# Cadre des programmes / concours

- En CPGE, le SysML permet / va permettre de :
  - *développer des modèles dans les projets de TIPE*, élément très important de la formation (coefficient conséquent aux épreuves orales)
  - *montrer une vraie démarche d'ingénierie* ou de *rétro ingénierie* à des étudiants qui sont :
    - très réactifs et motivés
    - et de futurs ingénieurs ayant à gérer, à terme, des projets industriels conséquents

# Recommandations aux formateurs

- Pour convaincre les professeurs de CPGE, dont certains n'adhèrent pas encore à ce langage :
  - prôner un *usage adapté et pertinent du SysML* en formation (cours, TD, TP, TIPE, BE ou projet)
  - *limiter* les diagrammes à des *structures simples et adaptées* aux différentes filières
  - permettre aux étudiants de *compléter et modifier* des modèles SysML en travaux pratiques ... sans en évaluer la syntaxe pour ne pas retomber dans les travers de l'analyse fonctionnelle

# Recommandations aux formateurs

- Pour convaincre les professeurs de CPGE, dont certains n'adhèrent pas encore à ce langage :
  - *illustrer la structure des systèmes du laboratoire (chaînes fonctionnelles) par le langage SysML*
  - *montrer le lien entre le diagramme de blocs internes (**ibd**) et la simulation via le diagramme paramétrique (**pard**)*
  - *traduire le diagramme d'exigences en tableau*
  - *générer du code et l'implanter sur cible à partir des diagrammes d'état (**smd**) et d'activité (**ad**), ce dernier non explicitement au programme.*



# Recommandations aux formateurs

- Pour convaincre les professeurs de CPGE, dont certains n'adhèrent pas encore à ce langage :
  - montrer la *pertinence* du langage pour :
    - l'*adaptation* du *modèle* aux étudiants des filières (diversité des points de vue apportés par les multiples, diagrammes, « zoom », etc.)
    - la *rapidité d'acquisition et d'analyse des informations* par un *novice* (un étudiants)
    - le *potentiel*, avec l'intégration à venir de Modelica, de SysML pour *réunir modélisation et simulation*

# Recommandations aux formateurs

- Pour convaincre les professeurs de CPGE, dont certains n'adhèrent pas encore à ce langage :
  - *ne pas se focaliser sur les éléments graphiques, accepter des erreurs de forme* mais rester ferme sur le fond et les objectifs de chaque diagramme.
  - indiquer que cela ne remplace pas l'acquisition solide de la démarche scientifique ... et permet même de la positionner plus rigoureusement !

**– Merci de votre attention –**