



Implémentation de la méthode CESAM dans System Composer

Webinaire, 5 février 2026

Ibrahim Saddoug

*Ingénieur d'application MBSE
MathWorks France*

Léa LE CAM

*Architecte Système Principal
Responsable Academy
CESAMES*



Agenda

- **Introduction et contexte**
- **Présentation de la méthodologie CESAM**
- **Le MBSE dans l'environnement de MathWorks**
- **L'implémentation de CESAM**
- **Quelques bonnes pratiques**
- **Q&A**

Pourquoi intégrer CESAM dans System Composer ?

**Accélération du
déploiement MBSE**

**Réduction des erreurs et des omissions
méthodologiques**

**Amélioration de la collaboration
et de la traçabilité des décisions**

**Capitalisation de l'expertise
CESAM dans l'outil**

Formation

CESAMES

**CESAMES a pour mission
d'améliorer la performance
opérationnelle et la maîtrise
des systèmes complexes
sur tout le cycle de vie**



Accompagnement pragmatique mixant conseil,
coaching, formation et assistance technique

35

Architectes
chevronnés,
certifiés, issus de
l'industrie

Reconnus sur toutes
les étapes depuis la
transformation jusqu'à
la mise en œuvre dans
les projets

Nos partenaires



Groupe français référent de l'approche "système" MBSE

Origine
académique
mondialement
reconnue



Approche
méthodologique
pragmatique et
collaborative



La plus grande
communauté
autour du MBSE

18.500 professionnels
10.500 formés/certifiés



Gains significatifs et mesurables

-20 à -30%
sur la durée des
projets et le coût
de l'ingénierie

-50 à -70%
sur les réserves
critiques aux
passages de jalon

Nos secteurs industriels



CESAMES

NOS PRINCIPAUX CLIENTS



SAFRAN
GROUP

SAFRAN
AIRCRAFT ENGINES

AIRBUS

AIRBUS
HELICOPTERS

dgac



SAFRAN
ELECTRONICS & DEFENSE

AIRBUS
DEFENCE & SPACE

MBDA
MISSILE SYSTEMS

arianeGroup



GROUPE RENAULT

STELLANTIS

Valeo

FORVIA
faurecia



ALSTOM

Europe's Rail

RATP
GROUP

SNCF



edf

Schneider
Electric

VINCI
ENERGIES

framatome



somfy

HUAWEI

IDEMIA

BOUYGUES
CONSTRUCTION

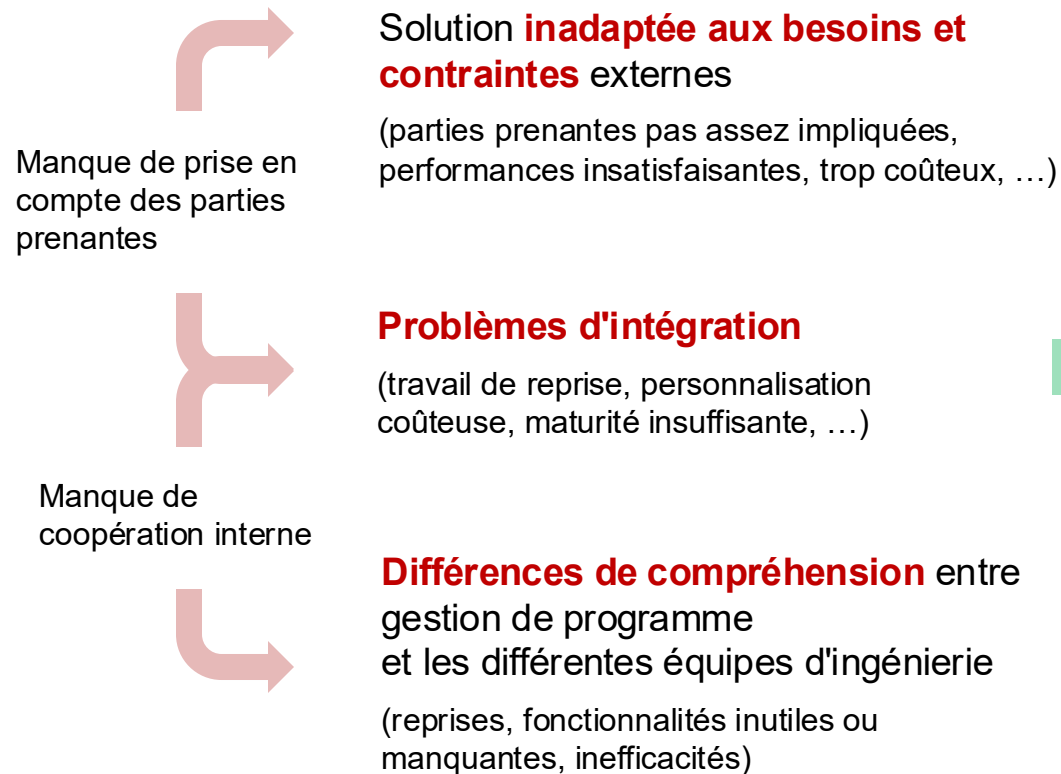
GROUPE ADP

SystemX
INSTITUT DE RECHERCHE
TECHNOLOGIQUE

Écueils observés dans l'ensemble des secteurs

MOTIVATIONS DE L'ARCHITECTURE SYSTÈME

En réponse à des **écueils typiques de conception et d'intégration** rencontrés dans les systèmes complexes ...



... la mise en œuvre d'une approche système apporte **la valeur** suivante :

Gérer et maîtriser **la complexité**, grâce à la connaissance et l'appréhension des nombreuses **dépendances internes** et **externes**

Mieux répondre **aux besoins et aux contraintes** des parties prenantes tout en étant **plus rentable**

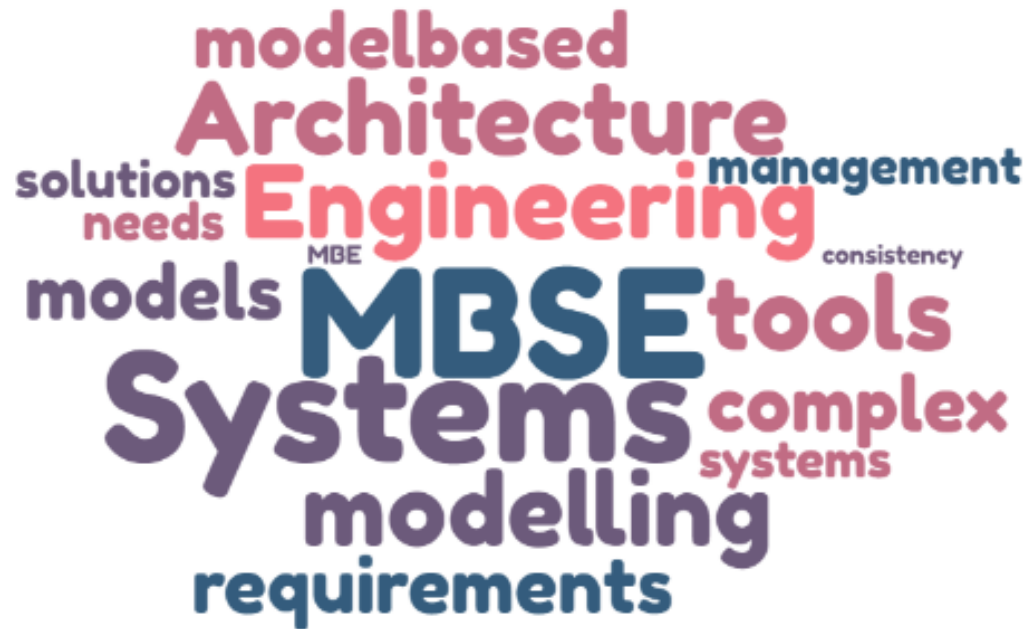
Utiliser **la valeur** et **le risque** comme paramètres clés de conception

Aligner les parties prenantes et l'équipe projet sur une **vision partagée** de la manière dont le système fonctionnera, sera déployé et exploité

Être **challenge** efficacement par ses pairs

Qu'est-ce (vraiment) le MBSE ?

VERS LE MBSE



- MBSE, Architecture Systèmes, Modélisation Systèmes, etc : de nombreux termes sont actuellement utilisés, parfois pour représenter des activités similaires, parfois non.
- Le terme **MBSE** est souvent utilisé comme un mot fourre-tout dans lequel nous avons tendance à tout mettre (y compris ce que nous ne comprenons pas).
- Cependant, elle implique des types de **disciplines différents** (modélisation, architecture, etc.), avec **des enjeux différents**, et ne pas les percevoir peut entraîner des difficultés dans son déploiement.

Qu'est-ce que le MBSE ?

VERS LE MBSE

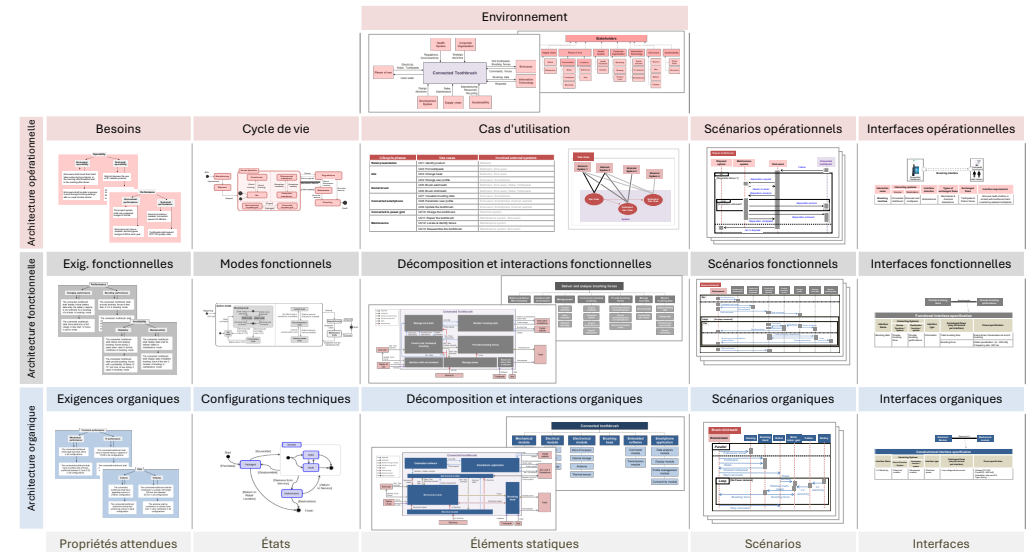
MBSE signifie **Model-Based Systems Engineering**
(ingénierie système basée sur les modèles)

- **Ingénierie système?**

L'objectif de l'ingénierie système est de formaliser et de **maîtriser la conception et la validation de systèmes complexes**, systèmes dont la complexité rend impossible toute gestion qui ne soit ni globale ni structurée.

- **Basé sur un modèle?**

Il s'agit d'une approche **outillée** de l'ingénierie système, axée sur l'**utilisation de modèles comme principal moyen d'échange d'informations**, plutôt que sur l'échange d'informations basé sur des documents.



Modèle d'un système

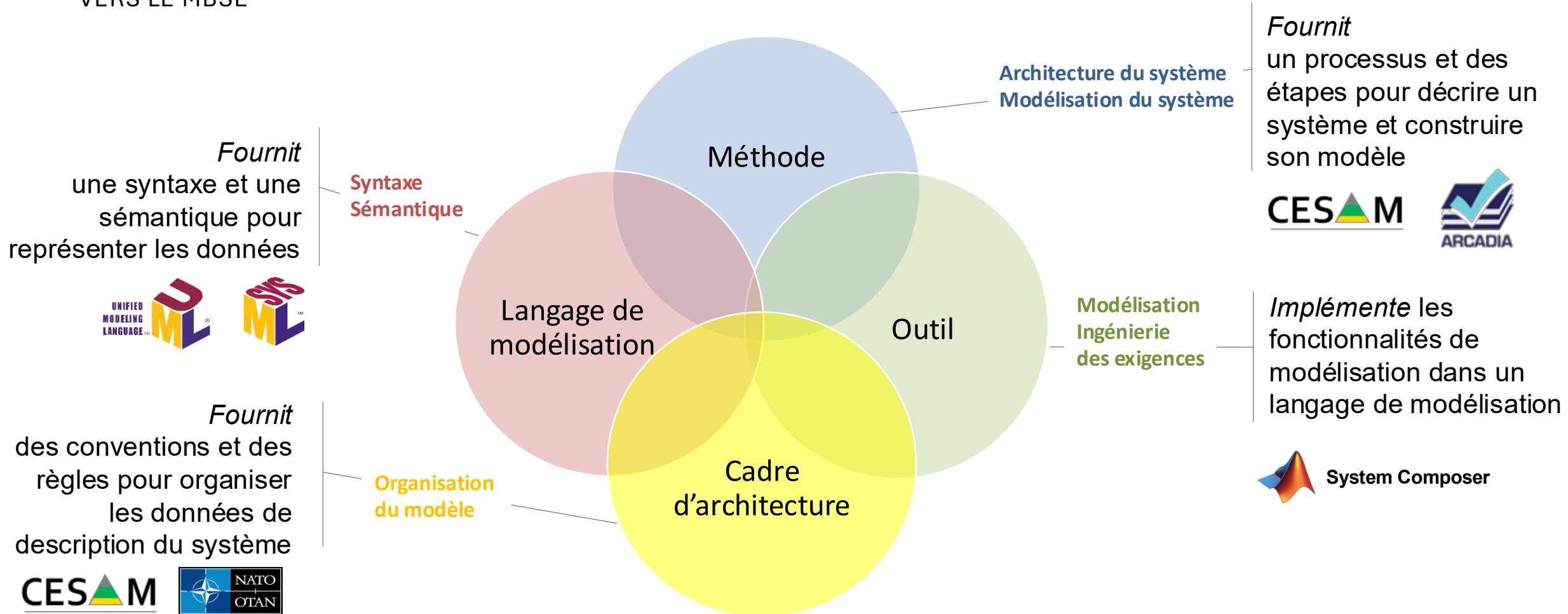
Constitué de **vues** (= représentations d'un système selon une perspective donnée) liées entre elles

***L'ingénierie système basée sur les modèles (MBSE)** est l'application formalisée de la modélisation, pour soutenir les activités de définition des exigences du système, de conception, d'analyse, de vérification et de validation, tout au long de son cycle de vie.*

Source : INCOSE

Le MBSE repose sur 4 piliers

VERS LE MBSE



Le MBSE s'appuie sur **4 piliers**, intrinsèquement corrélés, qui impactent le processus de modélisation et doivent être choisis en fonction des objectifs de modélisation.

Un cadre en 3 visions « ou couches »

LE CADRE CESAM

Vision opérationnelle

Pourquoi

Quels **services** le système rend-il à son environnement?

Vision fonctionnelle

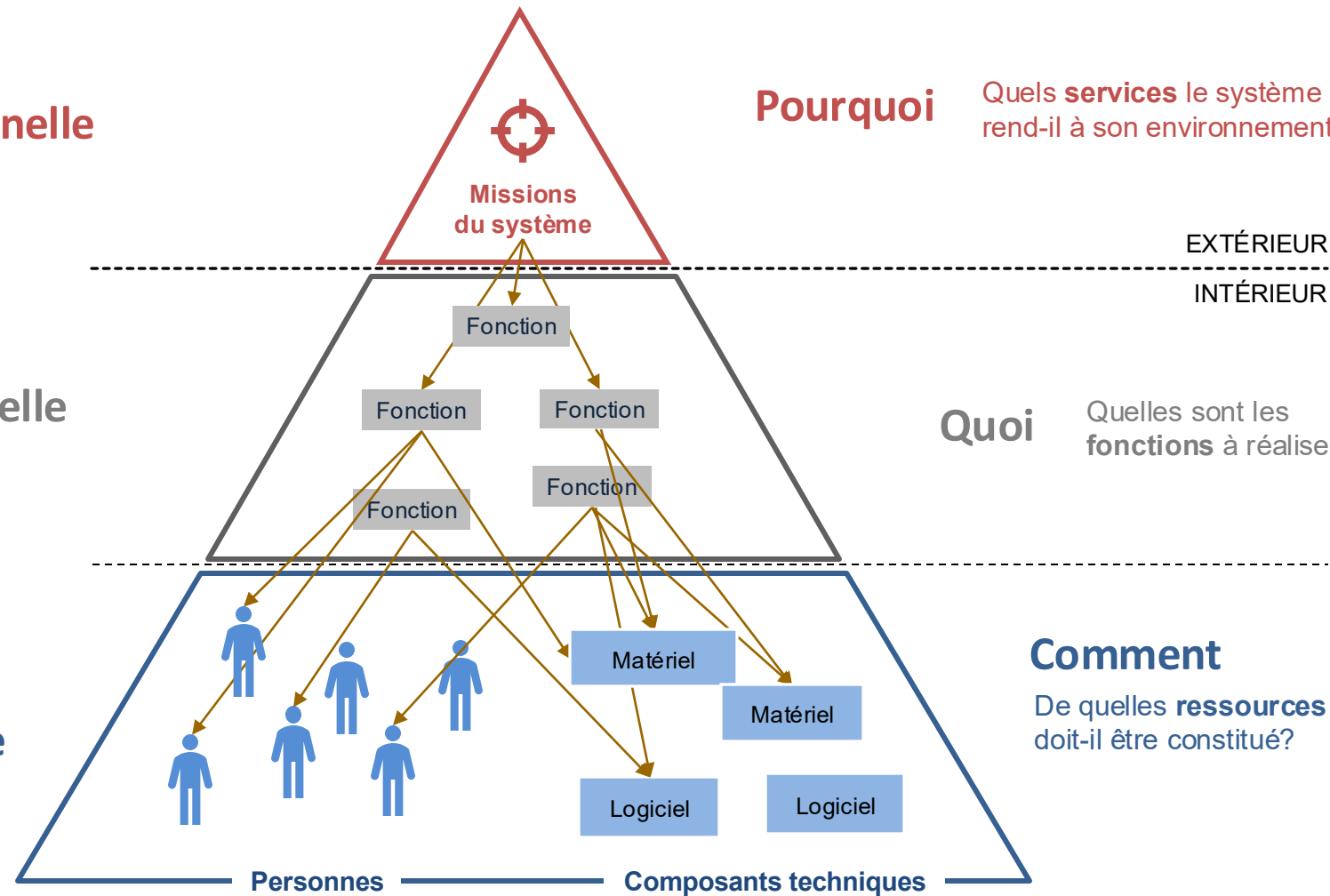
Quoi

Quelles sont les **fonctions** à réaliser?

Vision organique

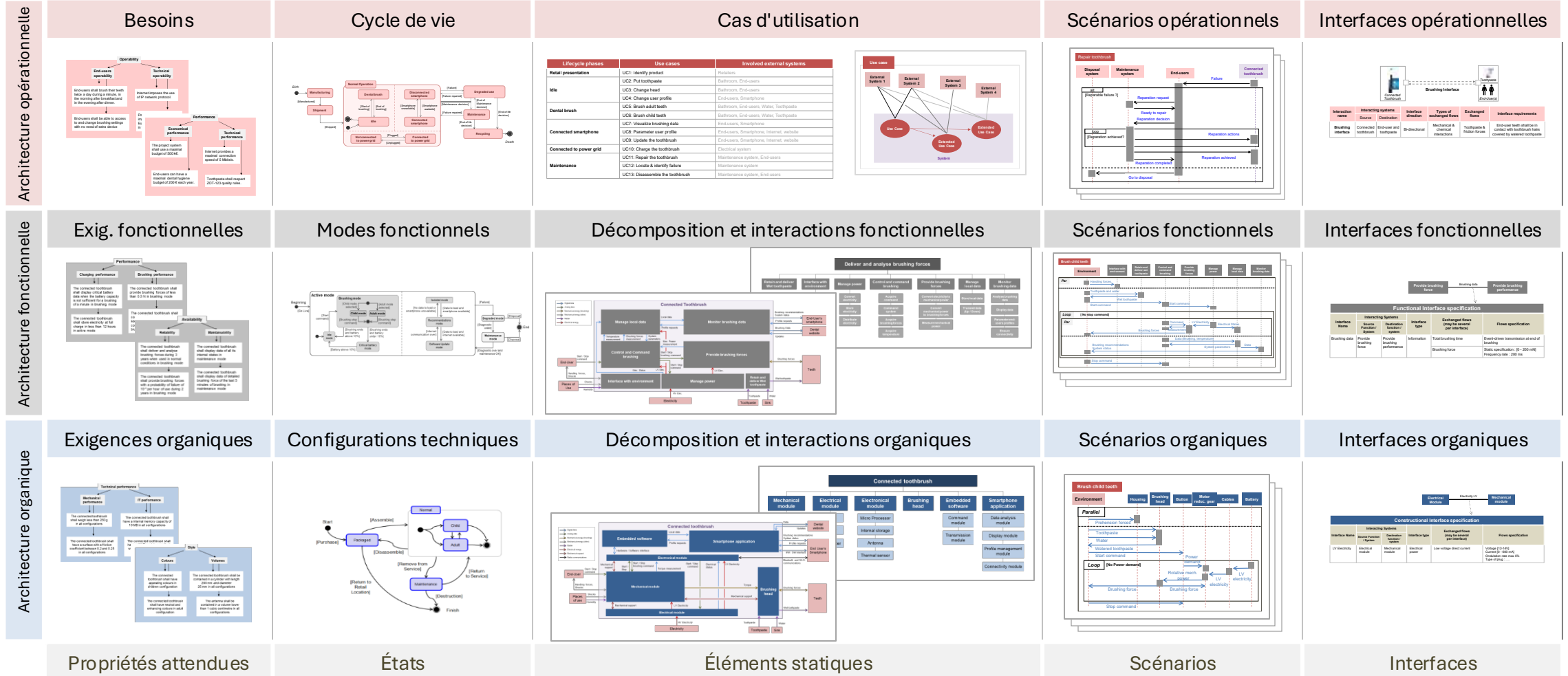
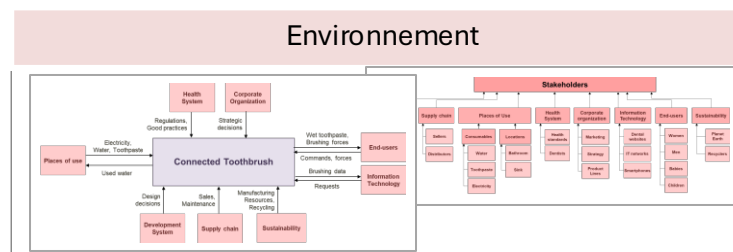
Comment

De quelles **ressources** doit-il être constitué?



Tout système peut être analysé à l'aide de **trois** visions architecturales...

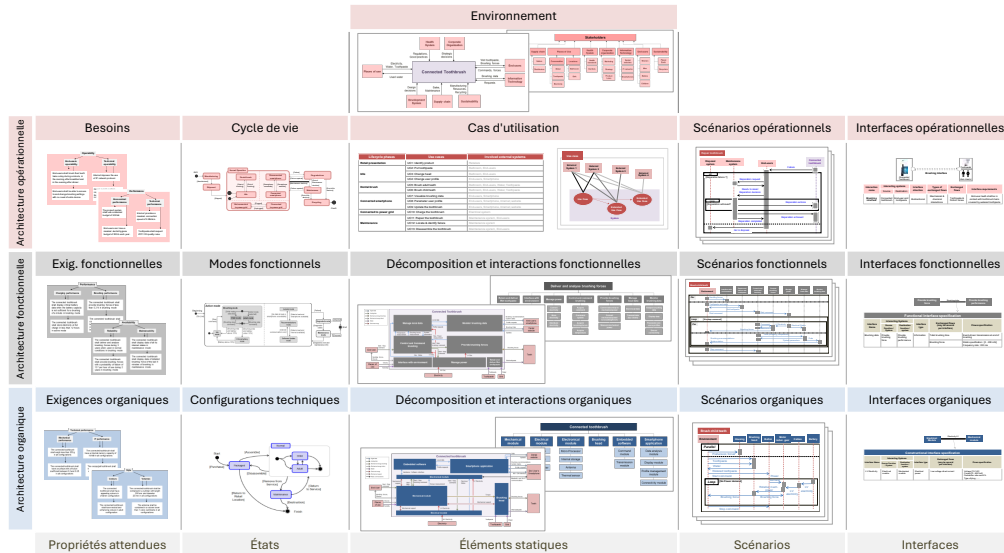
LE CADRE CESAM



... et de **cinq** aspects. Le cadre représente l'ensemble maximal de vues pouvant être réalisées.

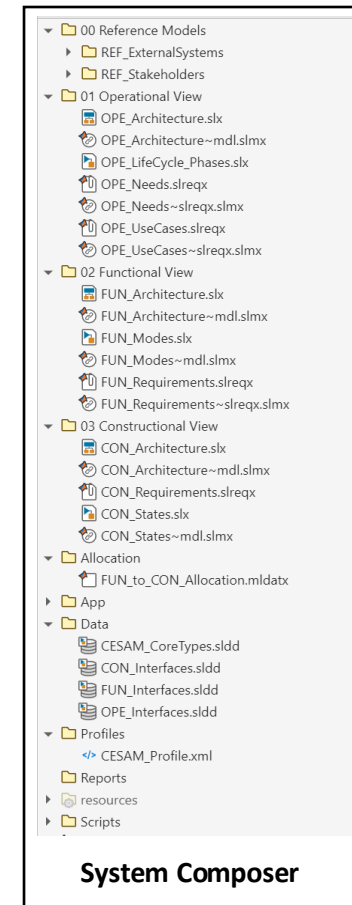
Modèle système

VERS UNE INGÉNIERIE SYSTÈME BASÉE SUR DES MODÈLES



Structure agnostique des outils : Cadre d'architecture système

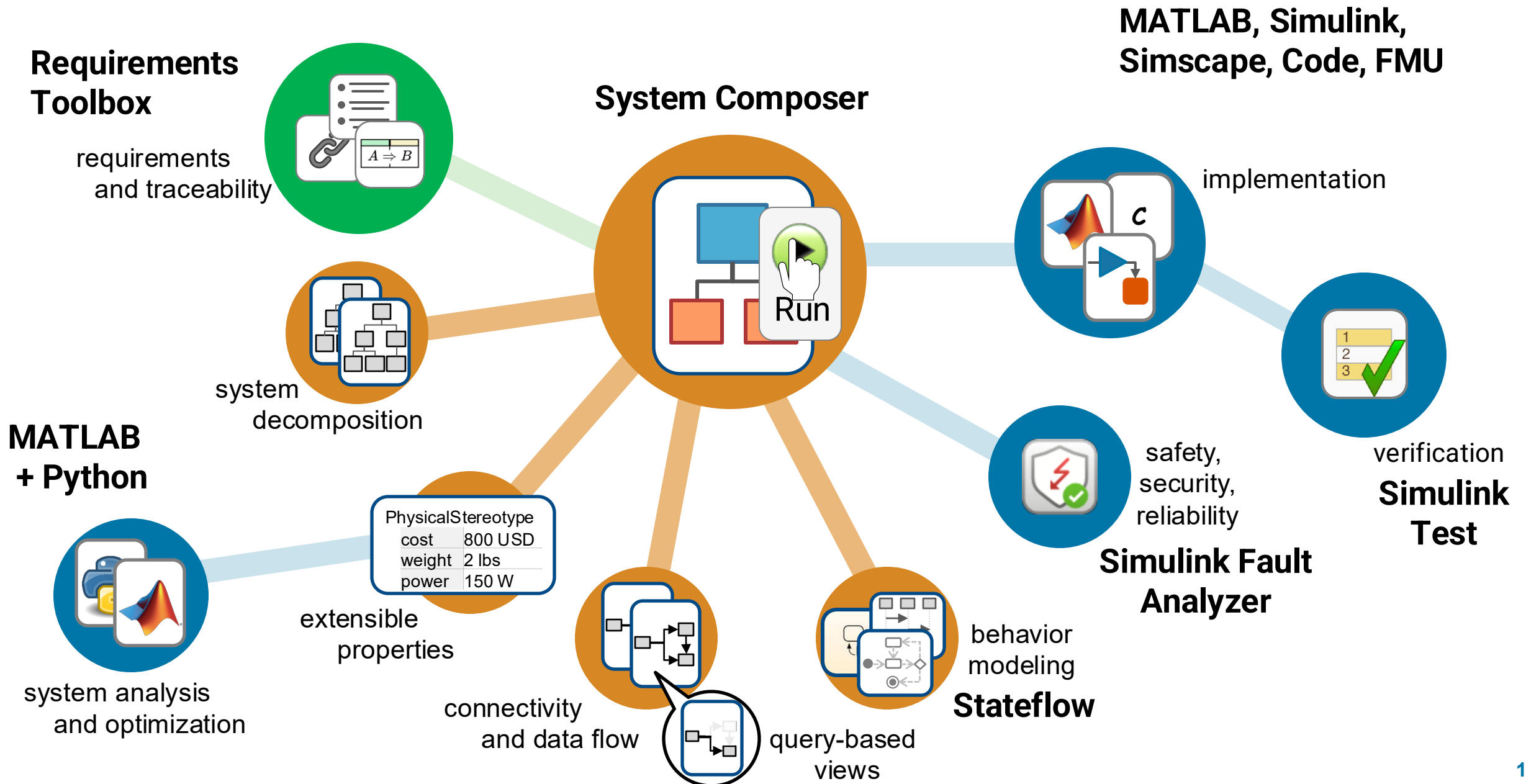
Un **modèle système** est organisé avec une **structure** qui permet de trouver, de lier et de gérer correctement la cohérence de tous ses artefacts.



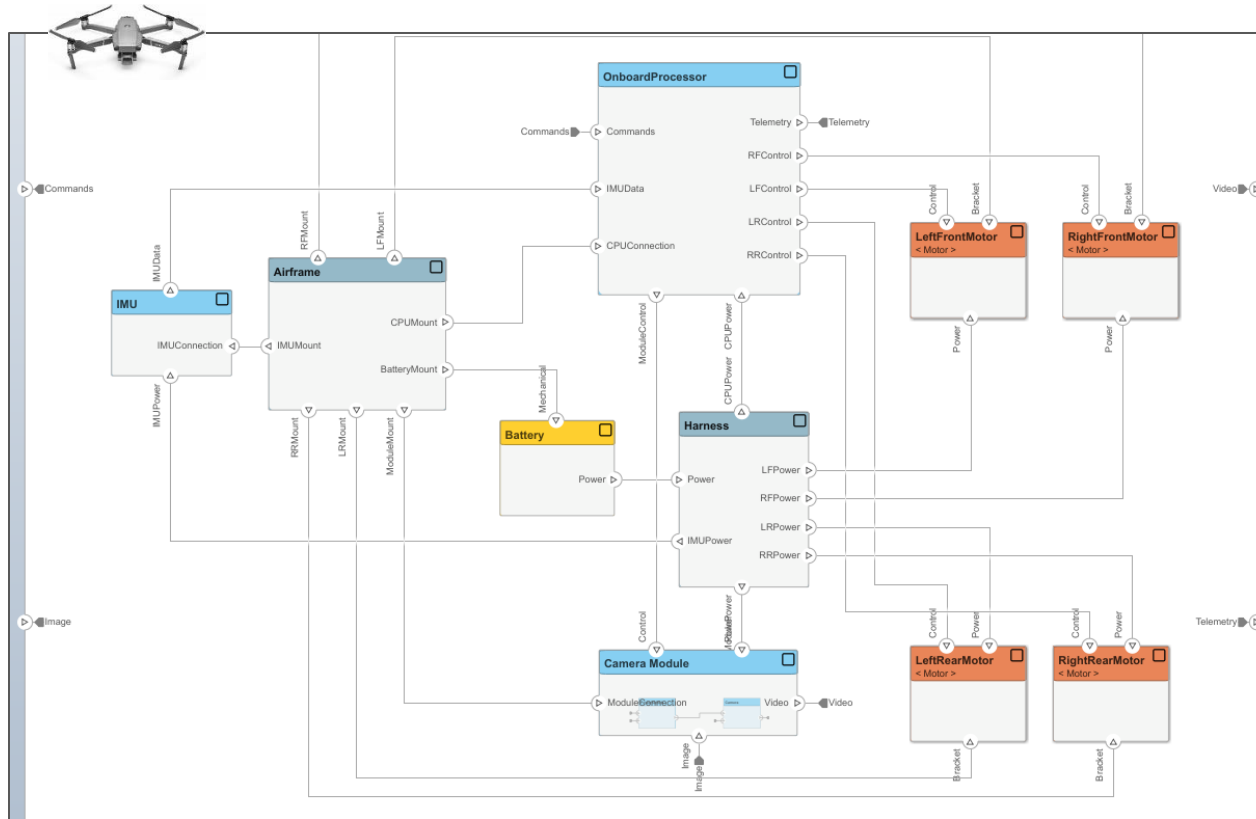
Structure implémentée dans System Composer

Le cadre d'architecture système, avec sa nature indépendante des outils et du langage, est un moyen naturel d'organiser un modèle système.

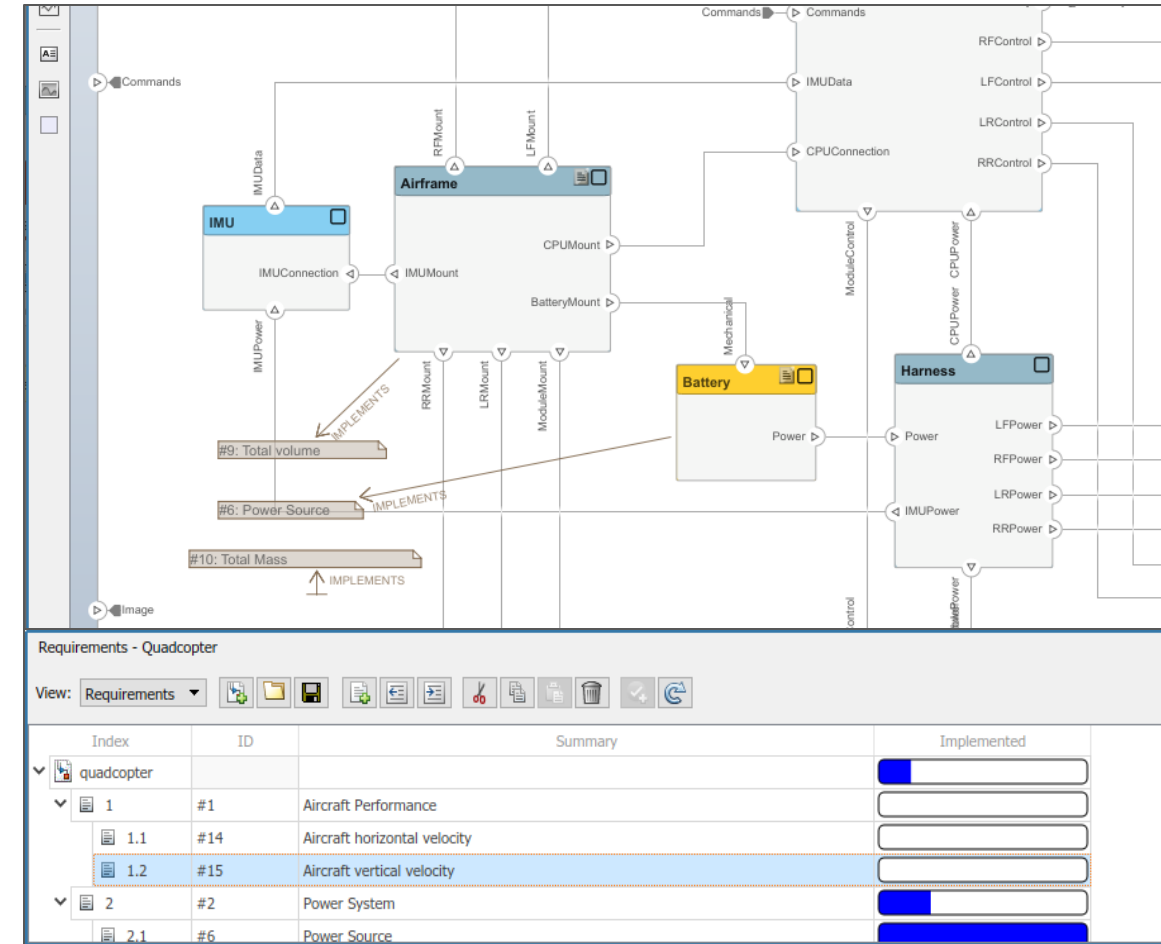
Ingénierie Système – MBSE chez MathWorks



Définir l'architecture et l'enrichir progressivement

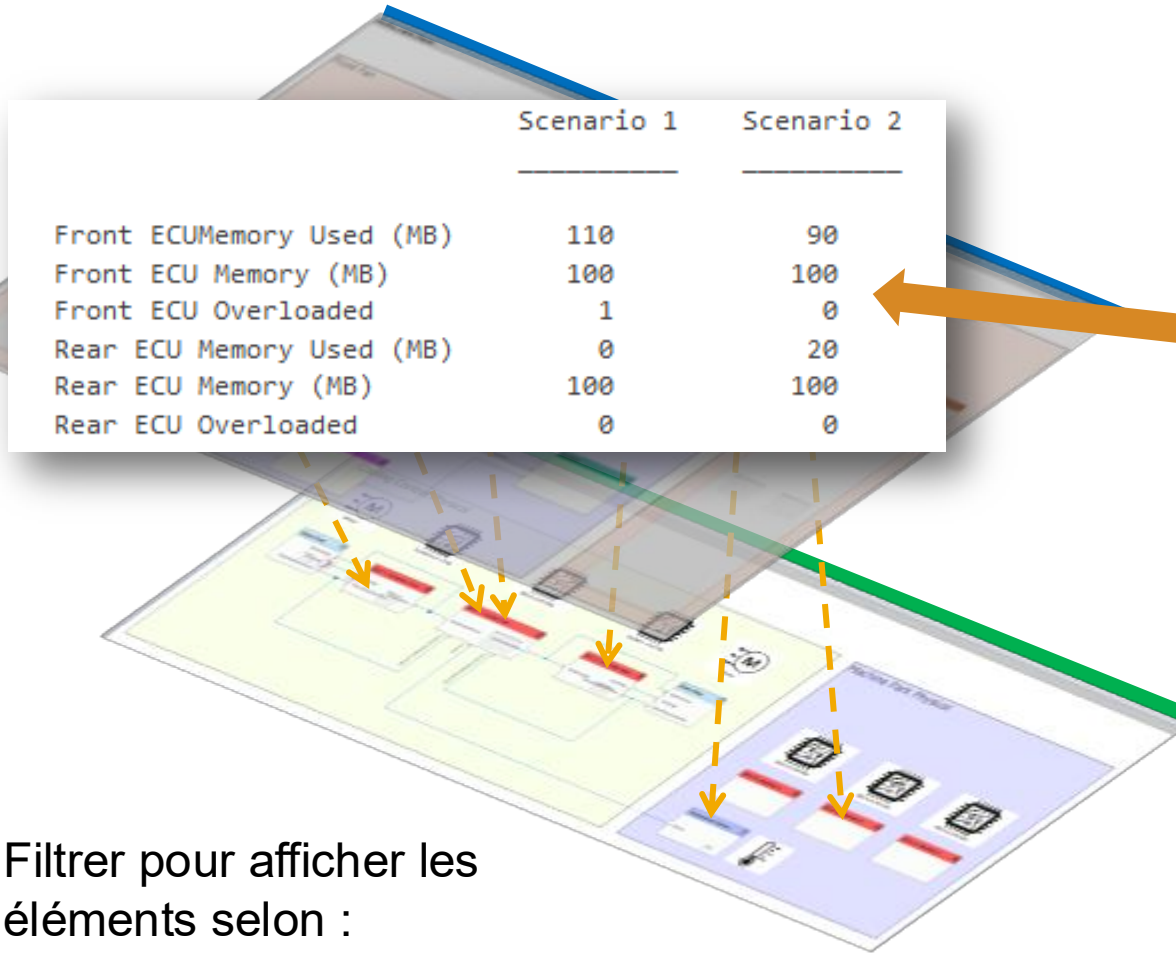


Définir l'architecture et l'enrichir progressivement



Tracer vos exigences et les affiner au même rythme que l'évolution de l'architecture

Allocation des éléments d'architecture



- Filtrer pour afficher les éléments selon :
 - Le type
 - Le stéréotype
 - L'allocation (ou non)

Allocation Editor

ALLOCATIONS

☐ Allocated
 ☐ Un-Allocated

ALLOCATION SET BROWSER

- Functional_to_Logical
 - Scenario 1
- Logical_to_Physical
 - Scenario 1

Scenario 1

SCENARIO	REFRESH	ROW FILTER
Machine_Platform		
MCU 1: Control Un		
SoC 2: Controller F		
Motor Front		
Motor Rear		
SoC 1: Controller F		
Temperature Sensc		
MCU 4: Machine C		
MCU 2: Machine A		
MCU 3: Machine B		
Machine Logical_Diagram		
Cooling Unit		
MachineB1		
Fan Controller		
MachineB3		
MachineA		
Front Cooling Unit		
Front Cooler		
Motor		
MachineB2		
MachineC		
Rear Cooler		
Motor		
Temp Sensor		

ROW FILTER

☐ Allocated
 ☐ Un-Allocated

COLUMN FILTER

Utilisation des profils, stéréotypes et propriétés

Définir des profils avec des stéréotypes, propriétés et styles

Stereotypes

Styling

Properties

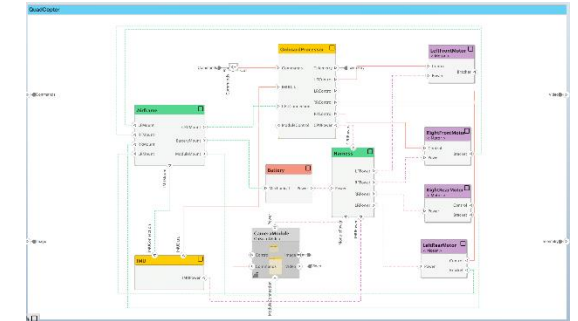
Property name	Type	Name	Unit	Default
1 ImplementationLang...	enumeration	ImplLanguage	n/a	Unset
2 WCET	double	n/a	ms	0
3 Latency	double	n/a	ms	0

Spécifier des stéréotypes et des propriétés pour les composants, ports, connecteurs et interfaces

Specify properties

NAME	VALUE
▼ Main	
Name	Door Lock Controller
Stereotype	Add...
▼ SoftwareCompon...	Select
ImplementationL...	Simulink
WCET	30 ms
Latency	0 ms
Cost	20 USD
ASIL_Level	QM
Development_Eff...	2.5

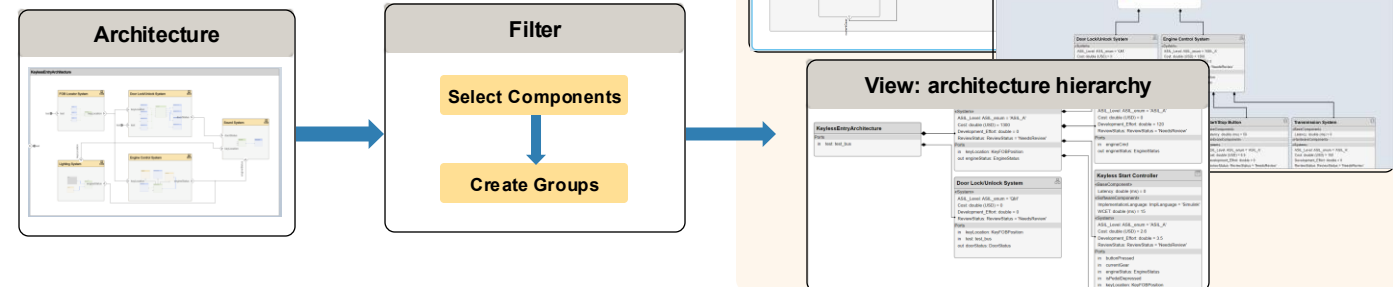
Styling sémantique (automatique)



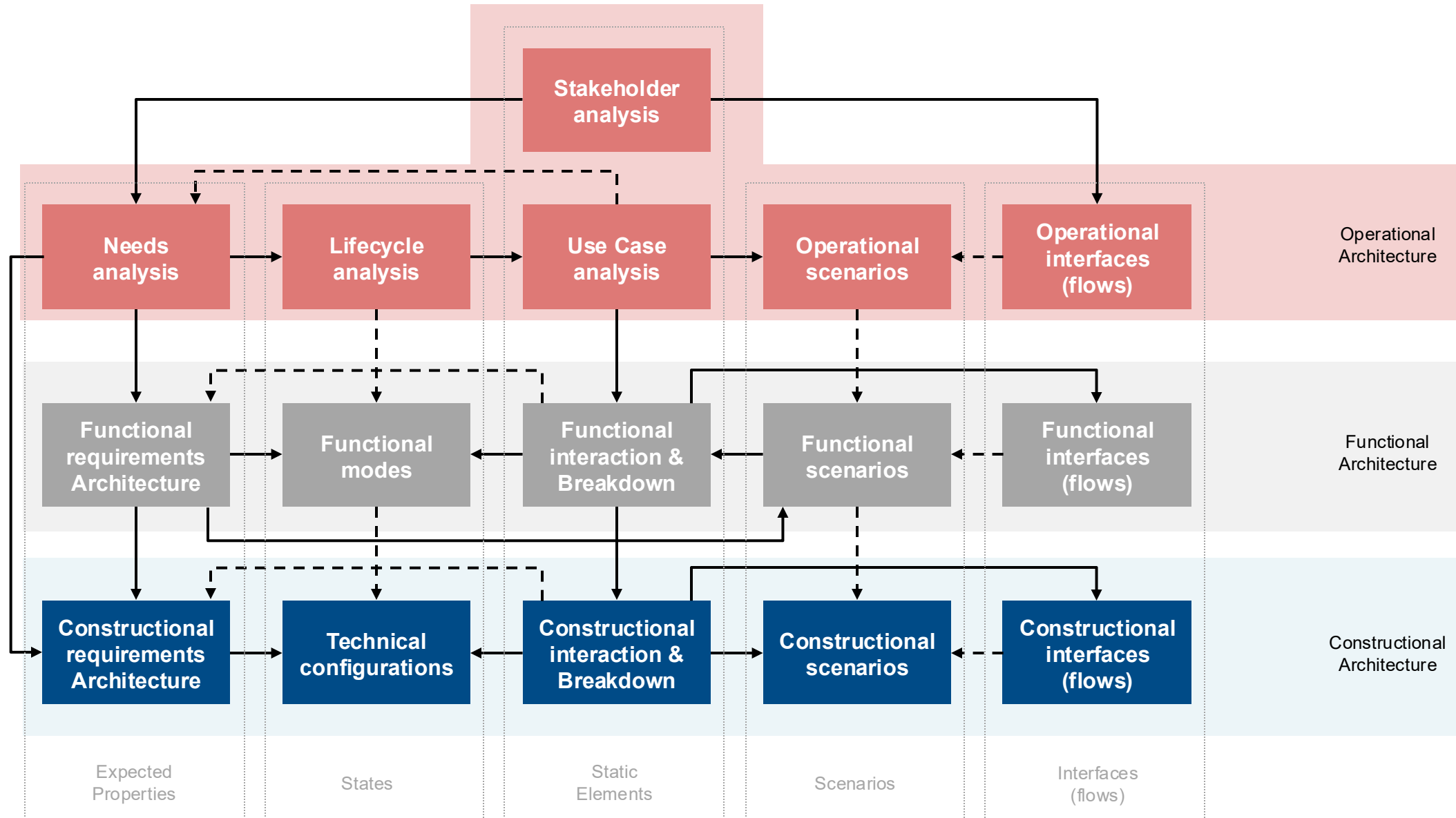
Effectuer des analyses

Instances	Latency	ASIL_Level	Cost	Development Effort
KeylessEntryArchitecture	0	UNDEFINED	2010.77	247.6
Door Lock/Unlock System	0	UNDEFINED	44	15.3
Door Lock Controller	0	QM	20	2.5
Driver Front Door Lock Actuator	0	UNDEFINED	4	3.2
Driver Rear Door Lock Actuator	0	UNDEFINED	4	3.2
Front Driver Door Lock Sensor	0	QM	2	0
Front Pass Door Lock Sensor	0	QM	2	0
Pass Front Door Lock Actuator	0	UNDEFINED	4	3.2
Pass Rear Door Lock Actuator	0	UNDEFINED	4	3.2
Rear Driver Door Lock Sensor	0	QM	2	0
Rear Pass Door Lock Sensor	0	QM	2	0

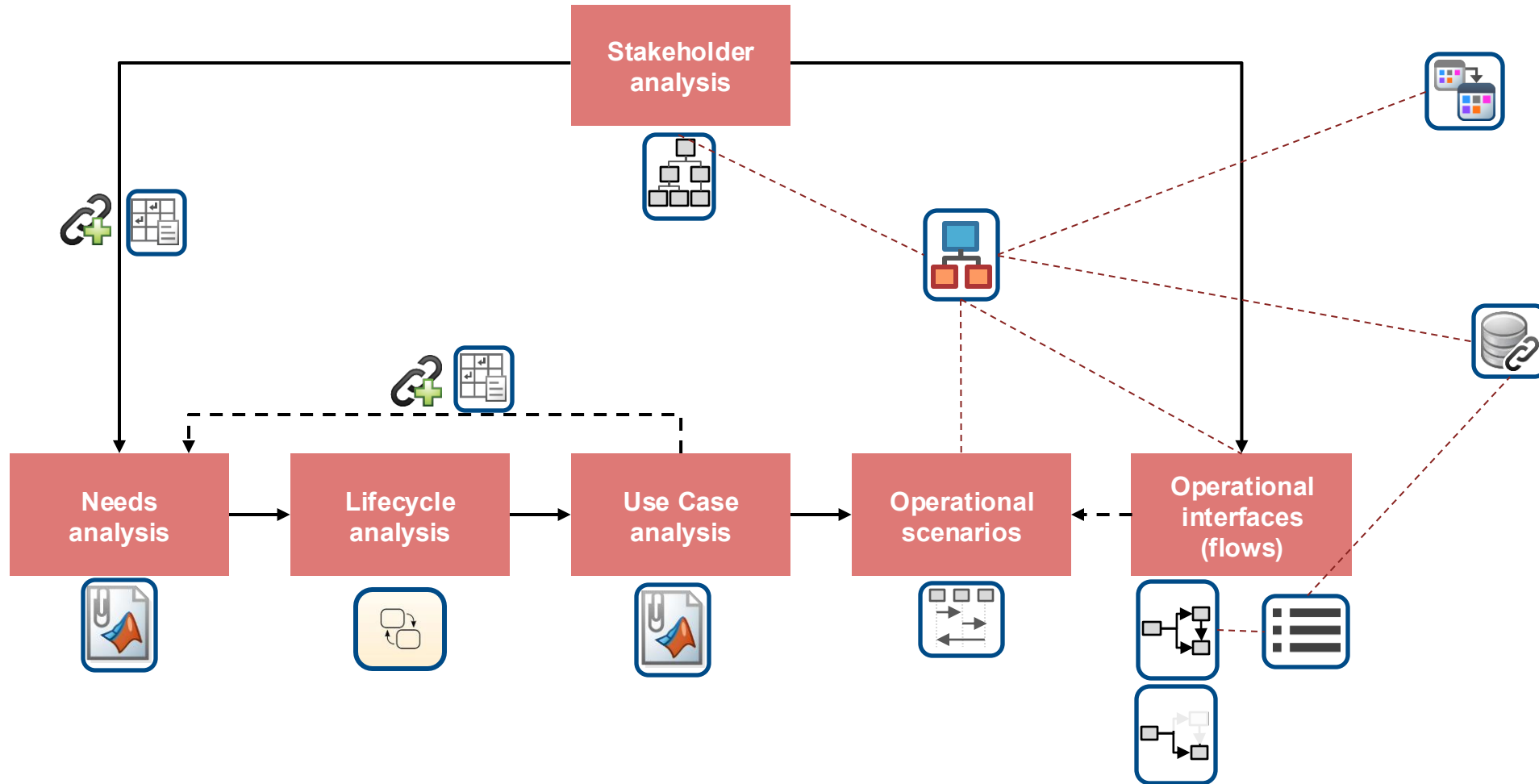
Créer des vues automatiques



Analyse opérationnelle dans l'environnement MathWorks

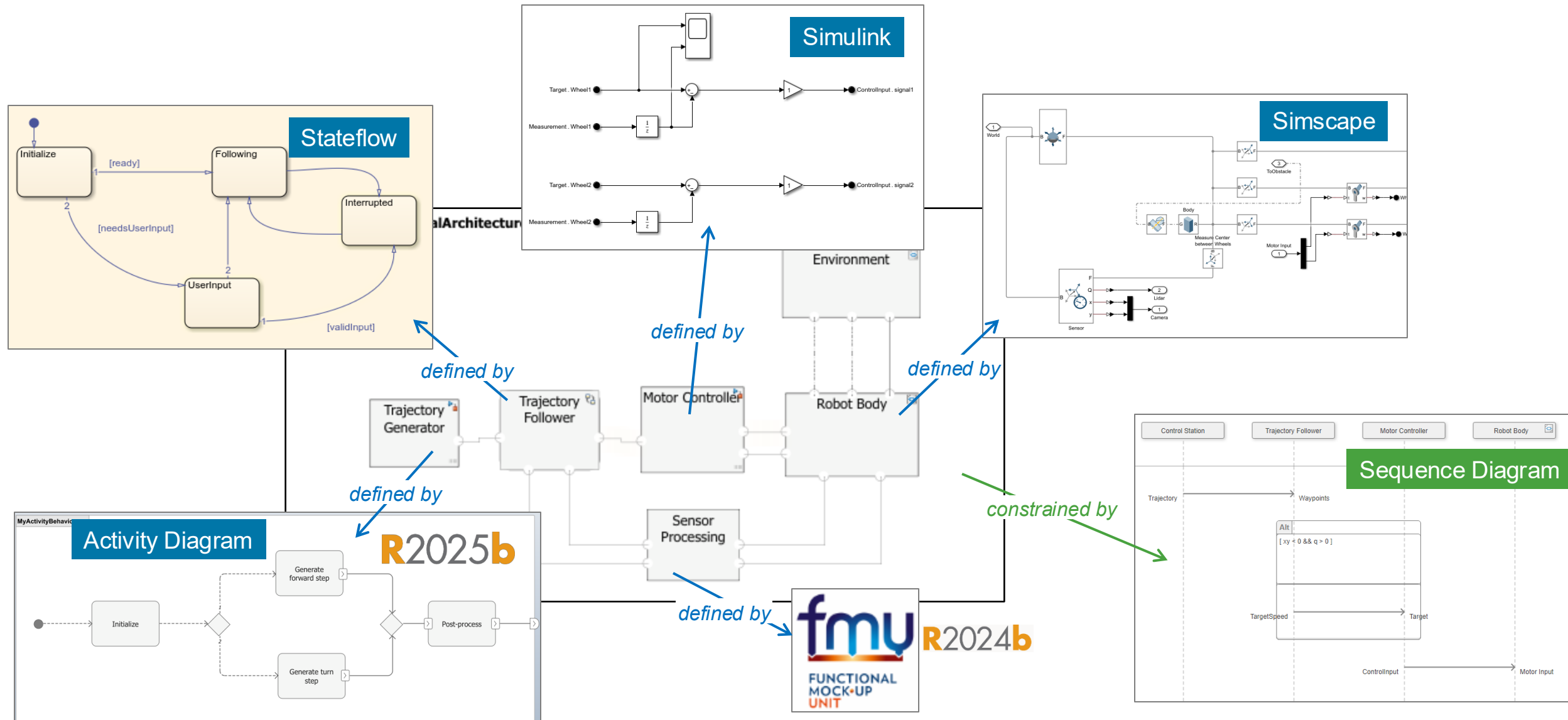


Analyse opérationnelle dans l'environnement MathWorks

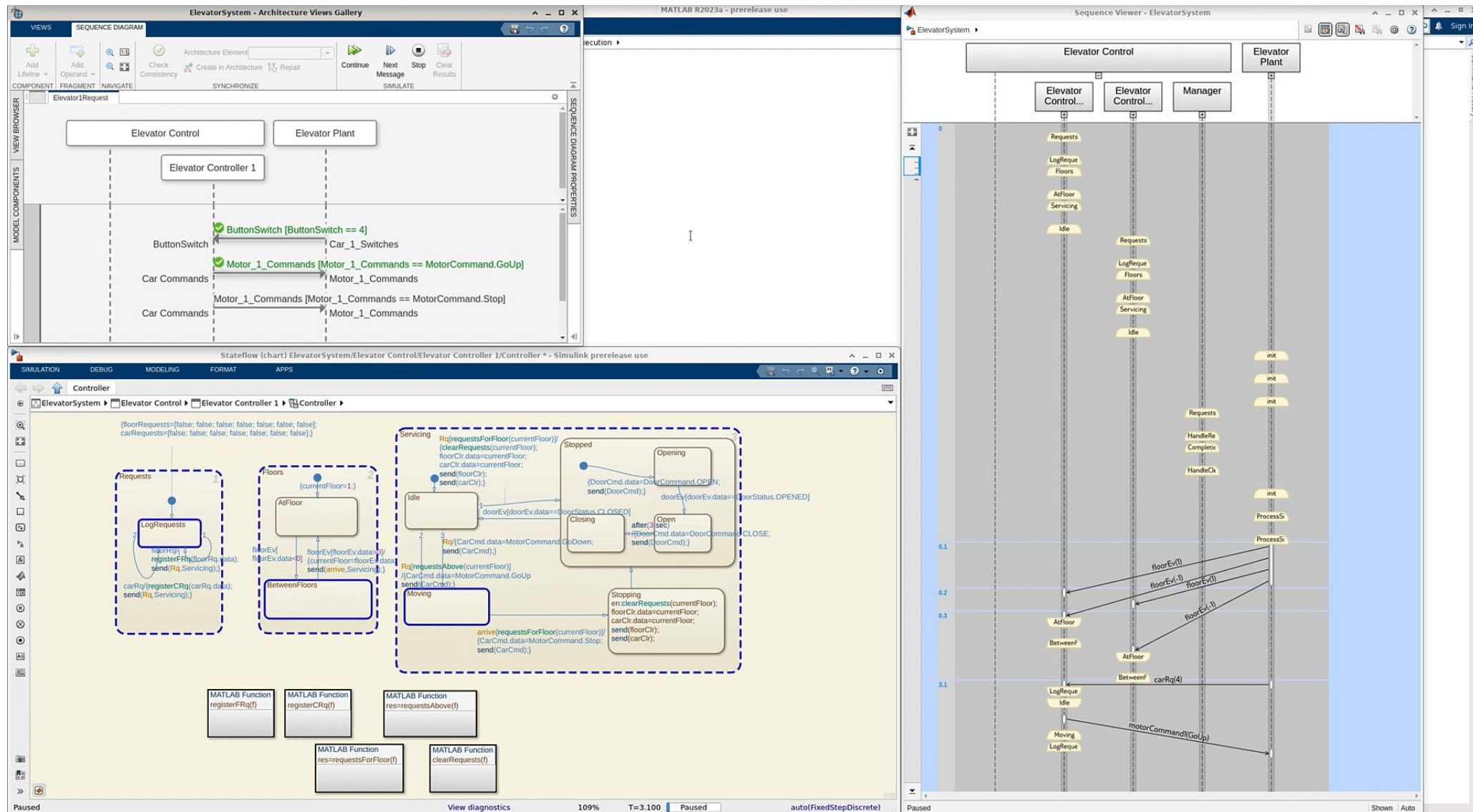


Démonstration

Les langages de comportement s'intègrent dans l'architecture système



Simulation – Analyser les scenarios



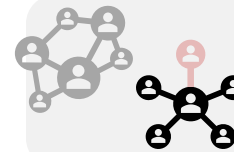
Modéliser n'est qu'un point de départ

BONNES PRATIQUES D'ARCHITECTURE



Consacrer le juste effort à l'architecture système

- ✓ Construire chaque vue avec une mentalité coût/valeur
- ✓ Modéliser n'est pas une fin en soi (bien au contraire)
- ✓ Considérer l'architecture système comme une activité de réduction des risques



Aligner le projet avec le système

- ✓ Aligner l'organisation sur le produit pour éviter l'inverse
- ✓ Pousser aux usages de l'architecture par le projet
- ✓ Communaliser tout ce qui doit être commun!



Utiliser l'architecture système de manière collaborative et ouverte

- ✓ Travailler de manière itérative et progressive
- ✓ Manier l'art de l'atelier!
- ✓ Garder à l'esprit que la vision d'un système évolue avec le niveau de compréhension



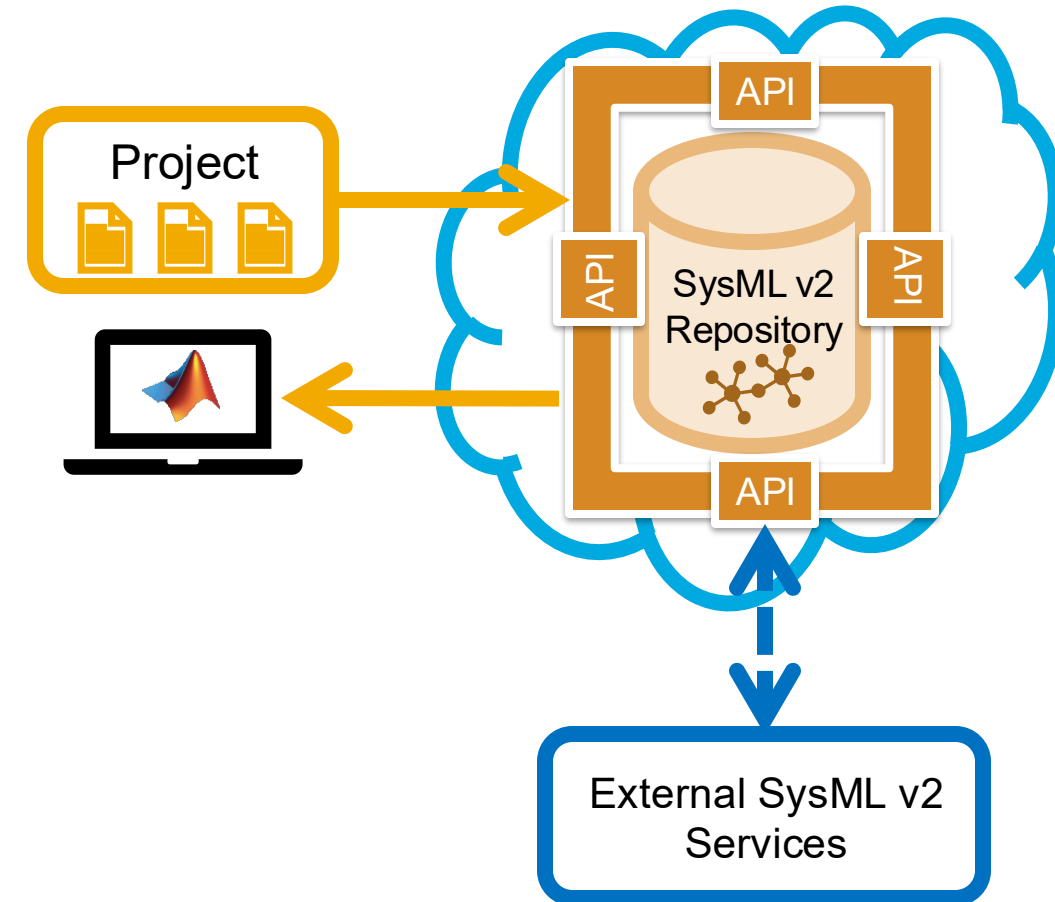
Avoir le souci de se mettre à la place de chaque interlocuteur

- ✓ Manier l'abstraction
- ✓ Structurer à l'aide de patterns d'architecture
- ✓ Optimiser le rendu visuel pour favoriser l'impact et la compréhension

Modéliser n'est qu'un point de départ : l'essentiel du travail de l'architecte consiste à transformer ce modèle en une **architecture partagée**, utile et réellement utilisée, grâce à des **bonnes pratiques** ancrées dans le **pragmatisme**, l'**écoute** et la **collaboration**

MathWorks se prépare à supporter le standard SysML v2

- Travaillez dans System Composer aujourd'hui et soyez prêts pour SysML v2 !
 - System Composer est aligné avec les concepts de SysML v2
- L'interopérabilité est notre priorité
 - Accès aux données des modèles System Composer via les API RESTful SysML v2
- Contactez-nous pour en savoir davantage sur notre bêta.



Pour plus d'informations :

<https://www.mathworks.com/products/sysml.html>

System Composer Onramp

- Un mini-cours gratuit sur les bases de l'utilisation de **System Composer** pour créer et lier des modèles d'architecture **MBSE** avec les modèles **MBD**
- **Vidéos** courtes, **exercices** pratiques et **retour** immédiat
- Disponible depuis Simulink (R2024a ou plus récent) ou directement **en ligne**.
- Au programme:
 - Les **principes fondamentaux** de System Composer
 - La création de **profils** et de **stéréotypes**
 - Le lien entre modèles **d'architecture** et **exigences**
 - L'utilisation des **vues** et des **filtres**
 - La connexion entre System Composer et Simulink pour **valider les tests**



Notre proposition de formation courte

Prochaine session du 8 au 10 avril



OBJECTIFS DE LA FORMATION MBSE: ARCHITECTURE SYSTÈME, LES FONDAMENTAUX – 3 JOURS



L'objectif de la formation d'introduction à l'architecture systèmes est de fournir un aperçu général des **principes fondamentaux** de l'architecture système et des **processus clé d'ingénierie systèmes**.

**Les stagiaires
qui suivent cette formation
doivent être capable de:**



- ✓ **Comprendre comment l'architecture système peut aider tout concepteur de système** à mieux relier les besoins des principales parties prenantes aux choix de conception.
- ✓ **Comprendre les trois vues architecturales** qui sont utilisées pour décrire un système.
- ✓ **Comprendre comment l'architecture système peut servir de cadre** pour certaines analyses avancées (V&V, trade-off, ...) et pour le développement de projets collaboratifs.
- ✓ **Promouvoir un vocabulaire et un processus standard** pour le déploiement de l'architecture système.



Merci !

Ibrahim Saddoug
isaddoug@mathworks.com

Léa LE CAM
lea.lecam@cesames.net