



# **Introduction à l'ingénierie des système basée sur les modèles (2)**

# L'ingénierie systèmes basée sur les modèles

L'approche MBSE facilite les éléments suivants :

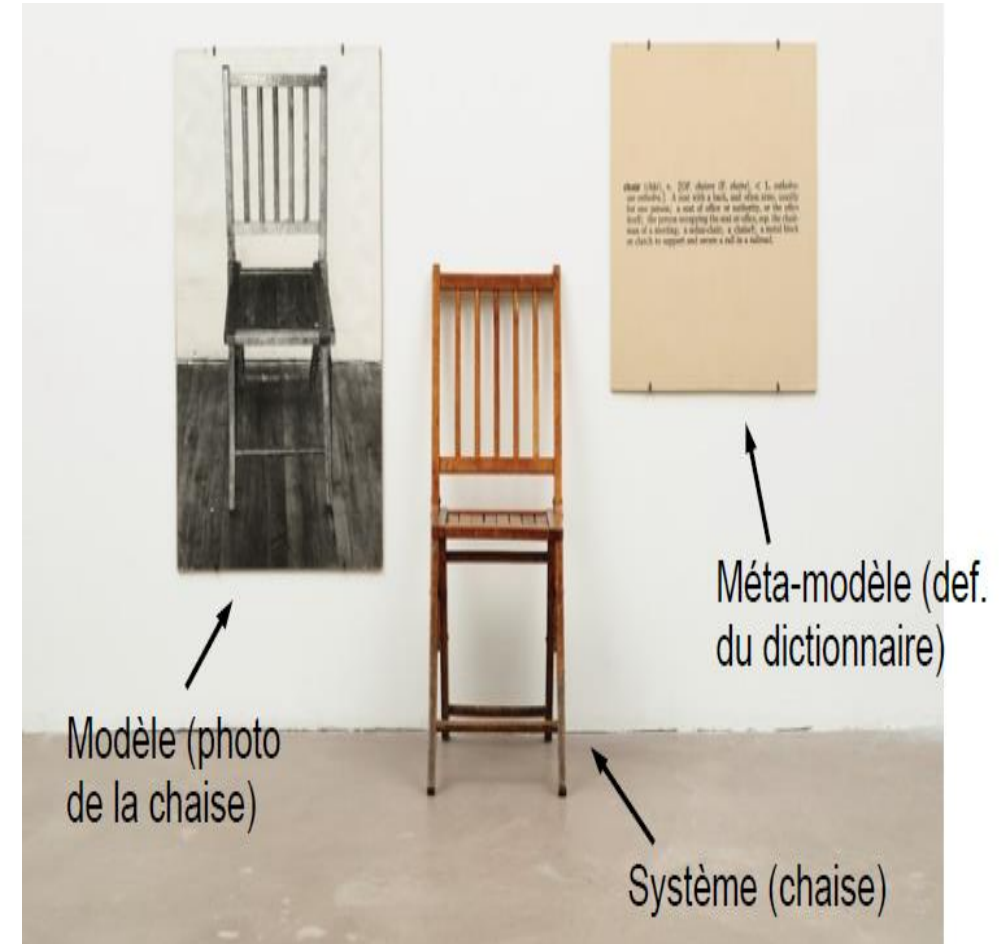
- Identifier des incertitudes.
- Utiliser les modèles comme moyens de communication pour partager des idées sur la conception du système entre les différentes parties impliquées dans le projet.
- Utiliser également les modèles comme guides lors des phases d'implémentation du système.

# L'ingénierie systèmes basée sur les modèles

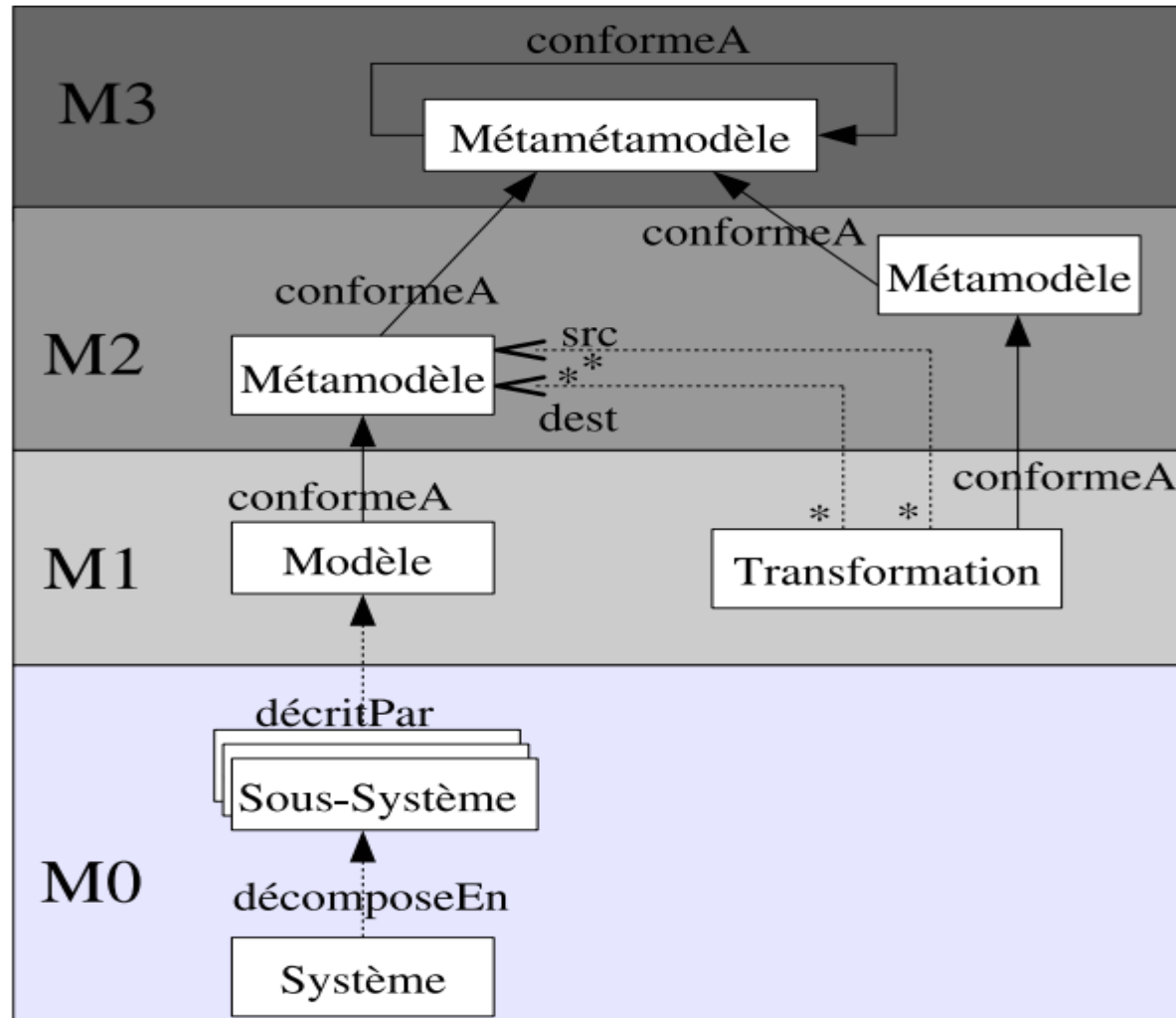
- Les modèles explicatifs cherchent à fournir une représentation fidèle du monde réel en rendant compte des relations et des mécanismes sous-jacents.
- Les modèles prédictifs anticipent le comportement futur d'un système.
- Les modèles prédictifs, qu'ils soient physiques, structurels, ou comportementaux, offrent des anticipations sur les caractéristiques physiques, l'organisation des éléments, et le fonctionnement futur d'un système à venir.
- Les modèles structurels servent à déterminer la configuration des divers éléments du futur système, tandis que les modèles comportementaux visent à définir le fonctionnement dynamique anticipé de ce système à venir.

# Récapitulatif

- La définition de la chaise dans le dictionnaire est un métamodèle.
- Une photo de la chaise est un modèle.
- La chaise en elle même est un système.

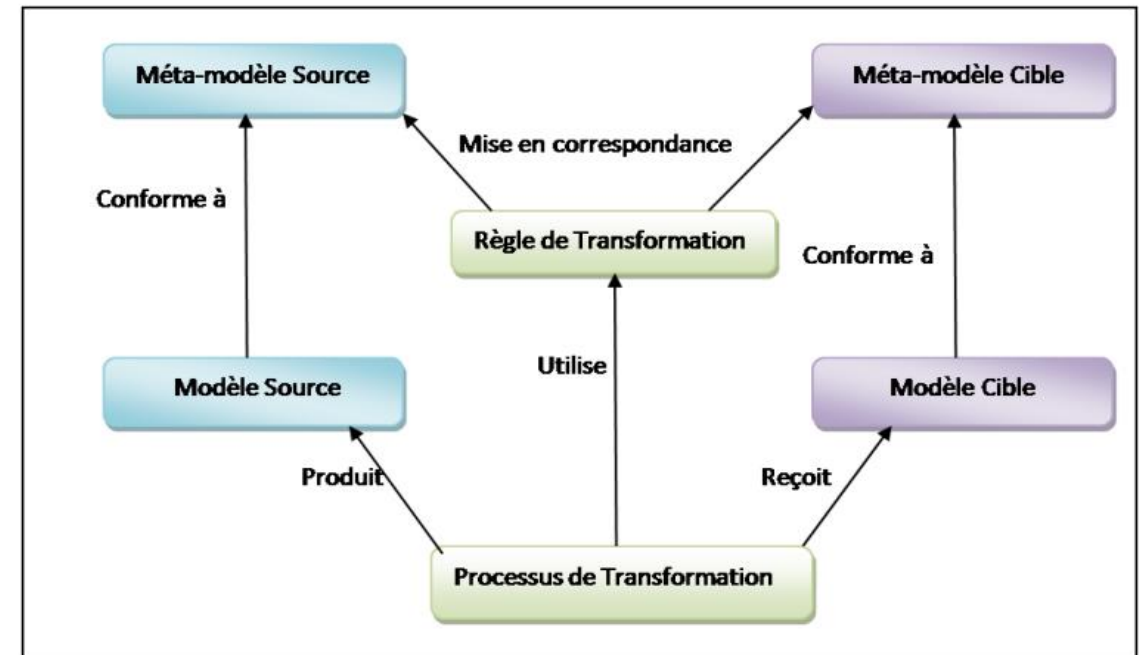


# Architecture en 4 couches



# Approches et outils de Transformation

- Les transformations de modèles sont au cœur de l'approche de l'ingénierie basée par les modèles.
- Pour réaliser des transformations de modèles, ces derniers doivent être exprimés dans un certain langage de modélisation ou méta-modèle.

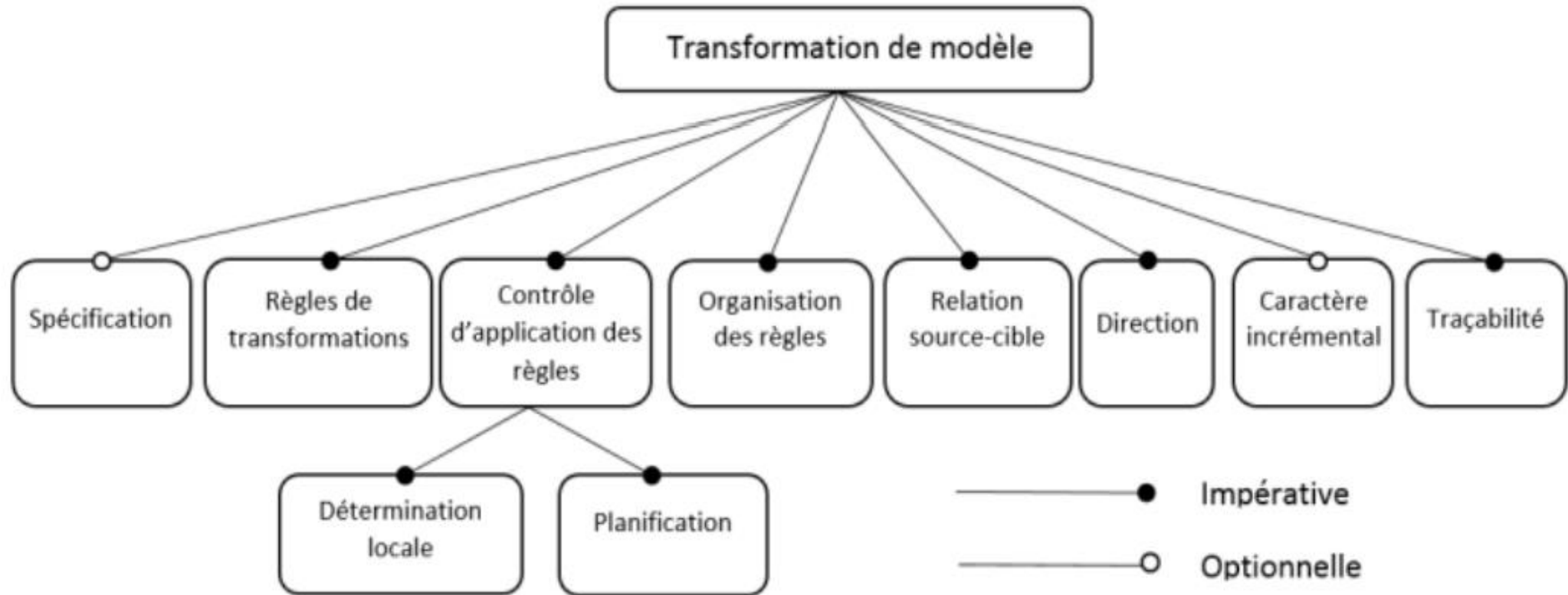


# Approches et outils de transformation

La transformation de modèles implique la création d'un ou de plusieurs modèles cibles en respectant leur méta-modèle, à partir d'un ou de plusieurs modèles sources conformes à leur propre méta-modèle. On la désigne comme:

- Endogène lorsque les modèles sources et cibles respectent le même méta-modèle (source et cible se trouvent dans le même espace technologique).
- Exogène lorsqu'elle s'effectue entre deux méta-modèles différents (source et cible appartiennent à deux espaces technologiques distincts).

# Les caractéristiques de transformation





# Types de transformation

- Les transformations verticales.
- Les transformations horizontales.
- Les transformations obliques.

# Les transformations verticales

- Une transformation est dite **verticale** lorsque la source et la cible sont définies à des niveaux d'abstraction différents.
- La réduction du niveau d'abstraction dans une transformation est appelée raffinement. À l'inverse, l'abstraction correspond à une augmentation du niveau.

# Les transformations horizontales

- On qualifie une transformation de **horizontale** lorsque son modèle source et son modèle cible sont situés au même niveau d'abstraction.
- Cela implique l'application d'une modification à la représentation source, pouvant prendre la forme d'un ajout, d'une mise à jour, d'une suppression ou d'une restructuration d'informations.

# Les transformations obliques

- Une transformation oblique intègre à la fois des aspects horizontaux et verticaux.
- Ces transformations sont généralement utilisées par les compilateurs qui optimisent le code source avant la génération du code exécutable.

# Les approches de transformation des Modèles

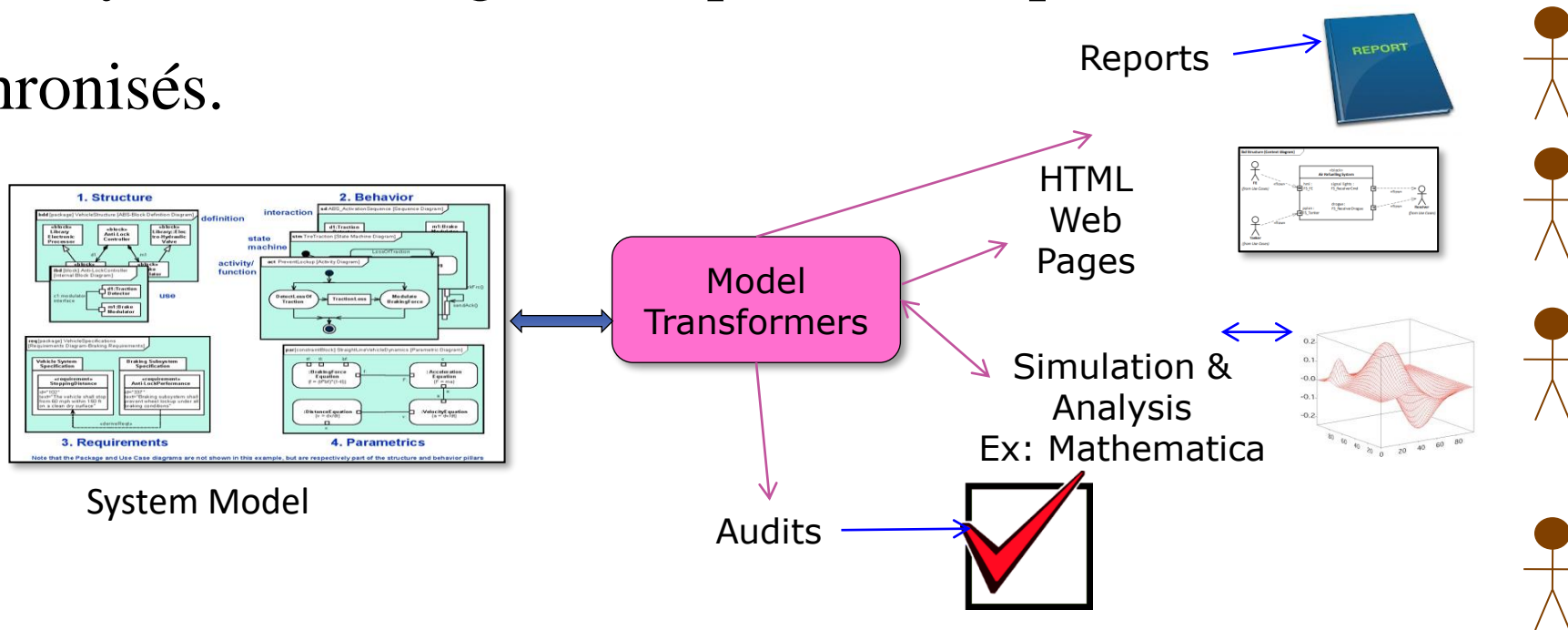
- **Les transformations Modèles vers Modèles.**
  - Approche par manipulation directe
  - Approche relationnelle
  - Approche basée sur les transformations de graphes
  - Approche basée sur la structure
  - Approche hybride, Exemple: ATL.
- **Les transformations modèles vers code.**

# Que signifie la MBSE pour les projets ?

- Implications de la MBSE pour les projets
  - Livrable.
  - Calendrier du projet/Jalons.
  - Organisation du Projet.
  - Processus (par exemple, Conception, Revues, Gestion de Configuration, Gestion de Modèles, Méthodologie).
  - Infrastructure.
  - Mesures.

# MBSE & Livrable

- Le projet doit toujours produire des livrables pour chaque partie prenante.
- Certains documents peuvent être générés automatiquement à partir du modèle système. Cela garantit que la conception et les documents restent synchronisés.



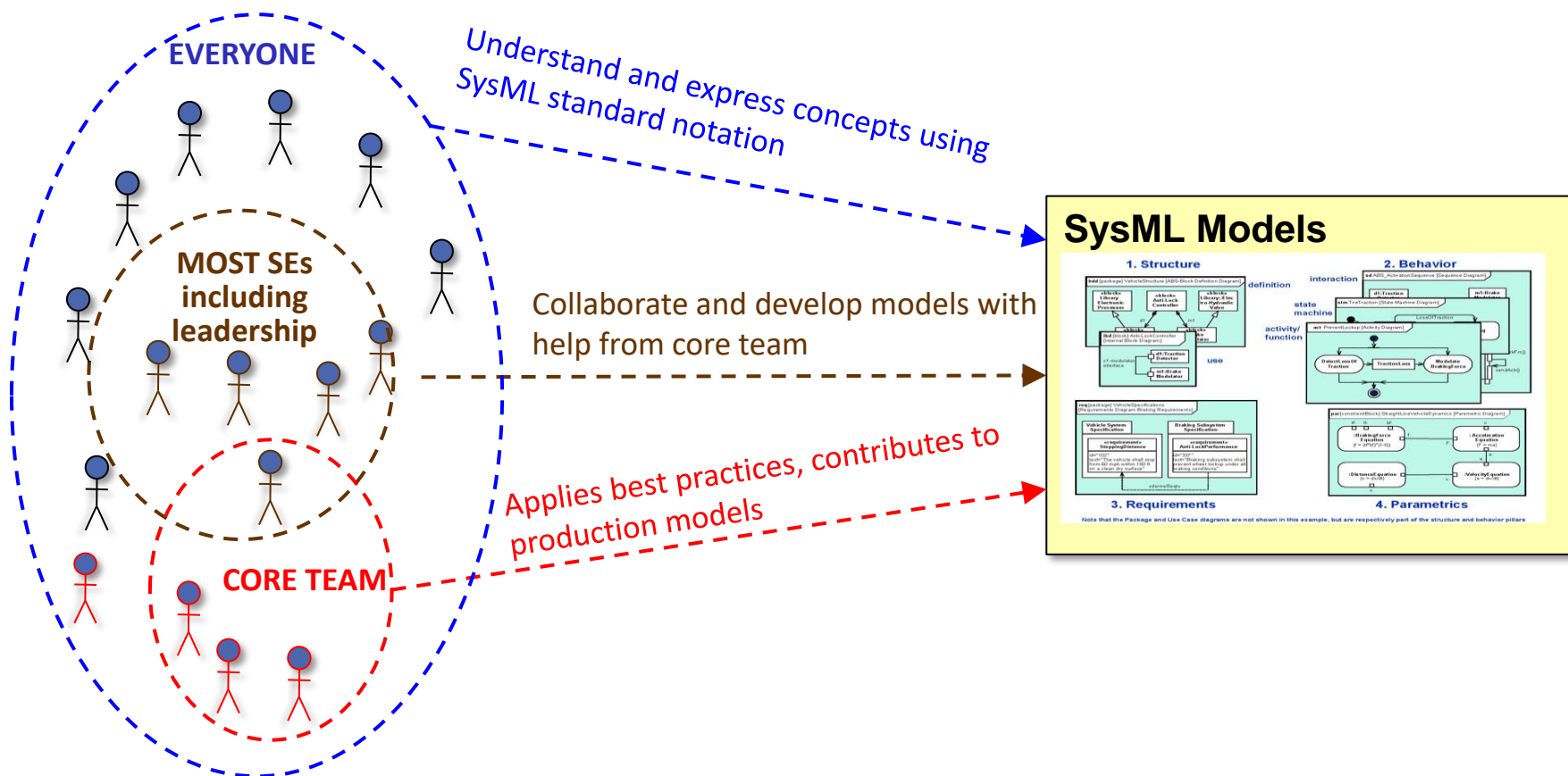
# MBSE & Calendrier du projet/jalons

- Déploiement de l'infrastructure et formation de la main-d'œuvre:
  - Déploiement de l'infrastructure.
  - Formation des parties prenantes.
- Intégration du développement des modèles dans le calendrier de développement du système:
  - Alignement avec le calendrier de développement du système.



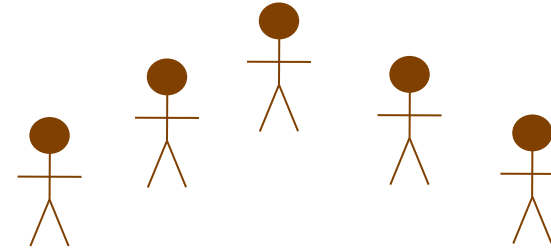
# MBSE et Organisation du Projet

- Tout le monde a besoin de formation, mais pas à la même profondeur.
- Des niveaux de formation différents pour des niveaux de modélisation différents



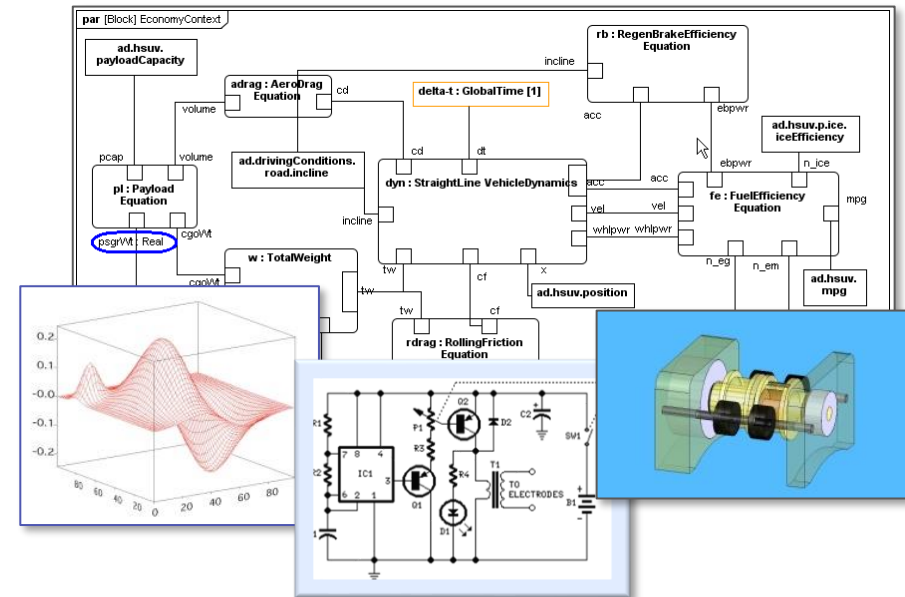
# MBSE & les parties prenantes de projet

## Reviewers



- Influence sur les parties prenantes.
- Exploiter le modèle.
- Concentration sur les vues du modèle système.

## Models



# MBSE & Infrastructure

MBSE nécessite une infrastructure spécifique pour être mise en œuvre efficacement.

Voici les éléments nécessaires :

- Outils de modélisation système.
- Formation (en modélisation et en utilisation des outils).
- Normes (guide de style de modélisation, gestion des modèles).
- Méthodologie.

# MBSE & Mesures de Projet

- Plus facile d'obtenir des données à partir des modèles et de mettre à jour les mesures.
- Exemples de mesures:
  - Qualité de la conception.
  - Progrès de la conception et des efforts de développement.
  - Effort estimé pour achever la conception et le développement.
- Autres mesures:
  - Stabilité des exigences et des changements de conception dans le temps.
  - Taux potentiel de défauts.

# Points à considérer lors de l'évaluation d'un modèle de système

- Signification du modèle:
  - La notation de modélisation est-elle assez expressive pour le domaine ?
  - Reflète-t-il les connaissances conventionnelles du domaine ?
  - La sémantique des éléments du modèle est-elle sans ambiguïté ?
  - Les questions pertinentes sur le domaine peuvent-elles être répondues ?
- Correction logique du modèle :
  - Soutient-il le "raisonnement" sur le modèle ?
  - Le modèle est-il complet ?
  - Soutient-il les analyses requises ?
  - Soutient-il le raisonnement sur la conception ?
  - Soutient-il le raisonnement sur les aspects programmatiques ?

# Ingénierie des systèmes

