

A close-up photograph of a person's hands interacting with an electrical control panel. The person's left hand is pointing at a green circuit board component within the panel. Their right hand is holding a smartphone that displays a green screen with the text "Please activate Bluetooth on device." and a small image of the same control panel. The background shows various components of the electrical panel, including a "ON" switch and a label "MT22-30 H1".

# Le Model-Based Design pour la conception de produits de protection électrique

**Benoit LEPRETTRE**

*Group Master Expert – Model-Based Design, Metering & Protection algorithms*

Matlab Expo – Montrouge, France – June 2018

# Qu'est ce qu'un disjoncteur industriel ?

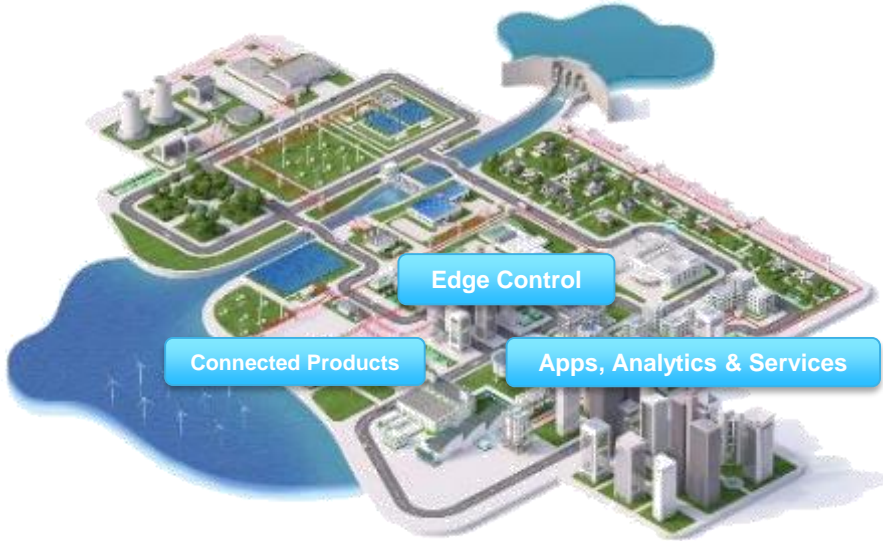
*Distribuer l'énergie en toute sécurité*

- **Protection de l'installation**
  - détecter un défaut
  - interrompre le courant
    - dans le temps annoncé
    - de manière sûre
- **Enrichissement fonctionnel**
  - **Mesures**
  - Communication
  - Analytics



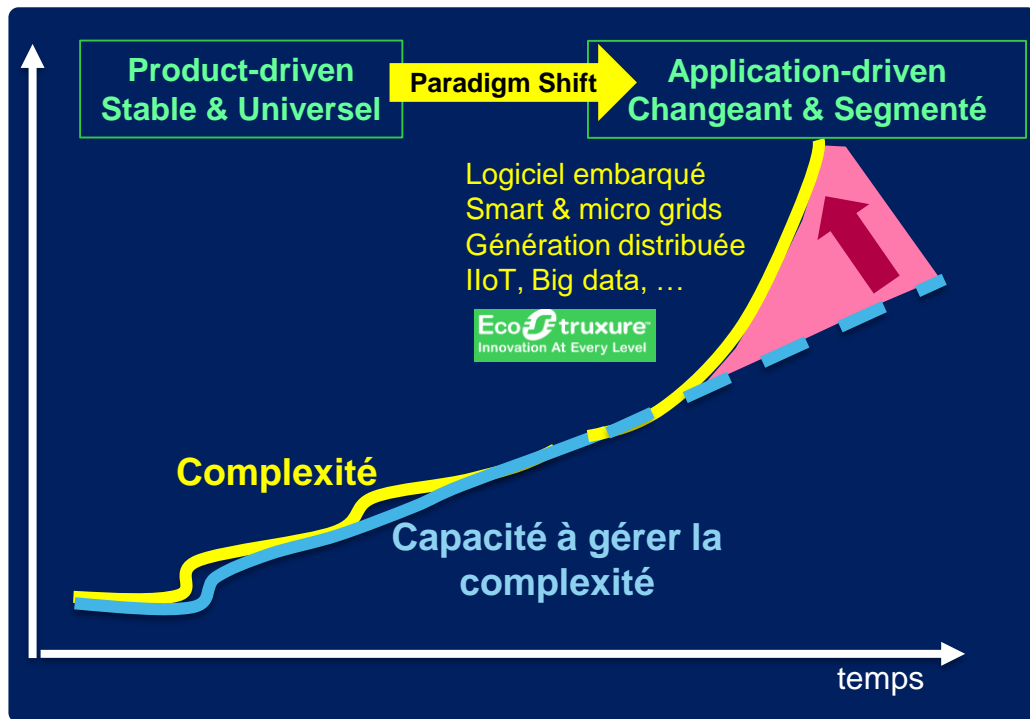
# L'évolution de la distribution électrique

Décarbonée, décentralisée, digitalisée



# Gérer un « saut quantique » en termes de complexité

La *digitalisation*: une opportunité à mettre en oeuvre



## Notre vision *EcoStruxure*<sup>TM</sup>

Produits multifonctions, connectés, dans un écosystème digital

## Complexité accrue

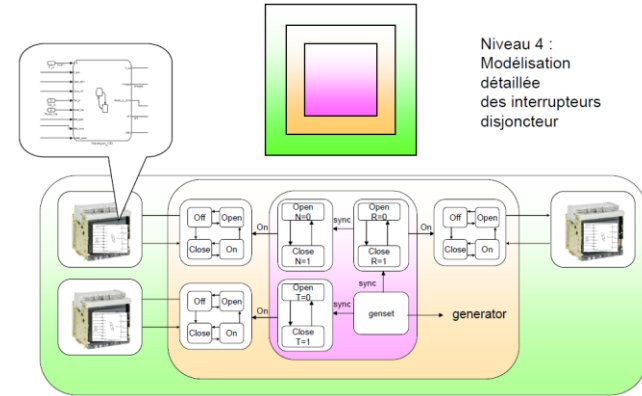
- Plus difficile de spécifier
- Plus difficile de concevoir

La modélisation : une aide essentielle pour gérer la complexité.

# Modélisation de produits électriques chez Schneider Electric

## Buildings Business – Historique

- **2012 : présentation Alain Ret sur la modélisation pour l'Ingénierie Systèmes**
  - Comportement haut niveau
  - Interactions système / utilisateur
  
- **2018 : La modélisation bientôt au cœur de la conception de tous nos systèmes**
  - Modélisation des chaînes de mesure
  - Comparaison d'architectures
  - Vers une approche « système » de la conception
  - Vers la génération de code

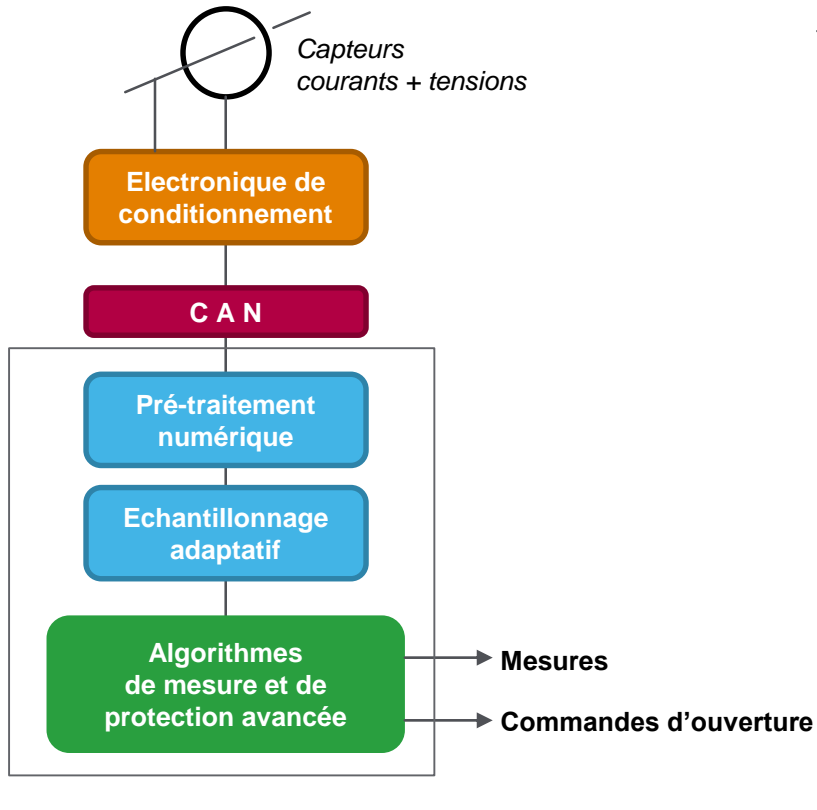


Life Is On

**Schneider**  
Electric

# Chaîne de mesure

Protection et mesure par des algorithmes embarqués

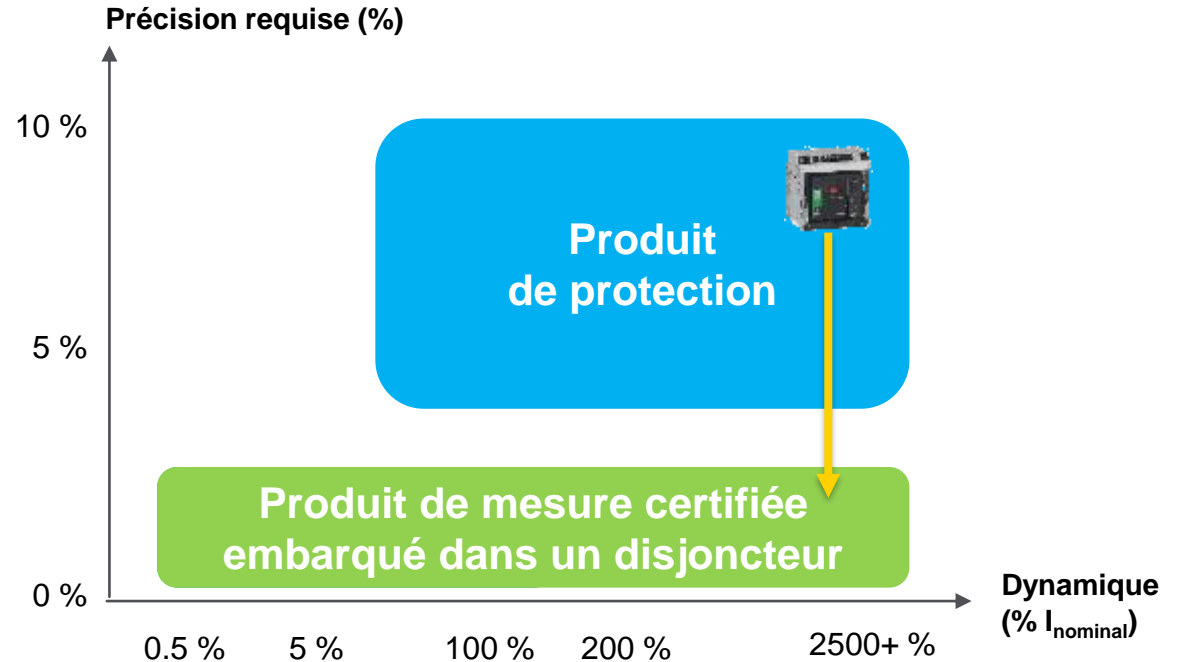


# Mesure certifiée dans un disjoncteur industriel

*Un défi technique majeur, résolu grâce à la conception à base de modèles*

- **Défis particuliers**

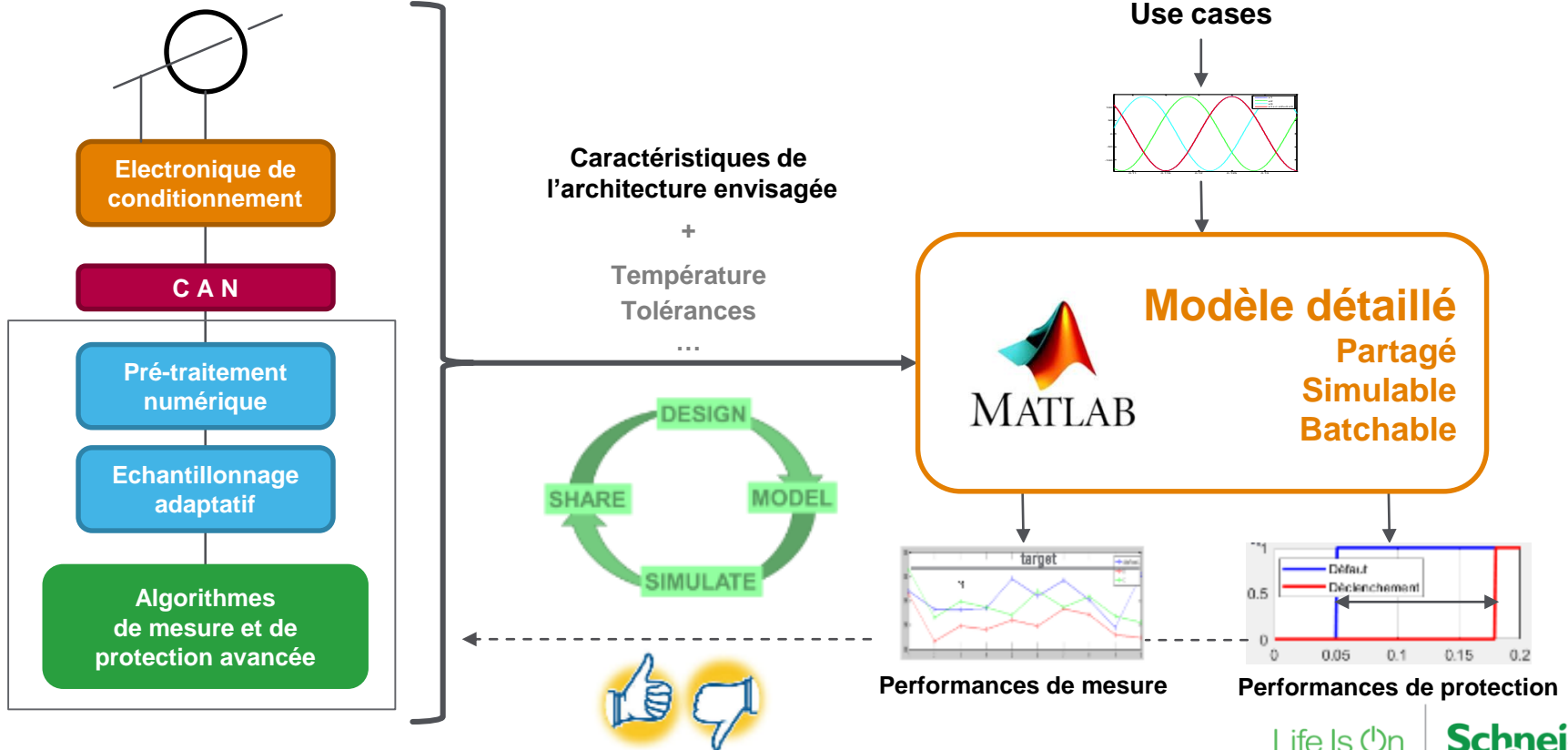
- Dynamique importante
- Perturbations à bas niveau
  - Non-linéarité, etc
- Séparation des fonctions
  - Parties critiques
  - Parties non critiques





# Conception à base de modèles

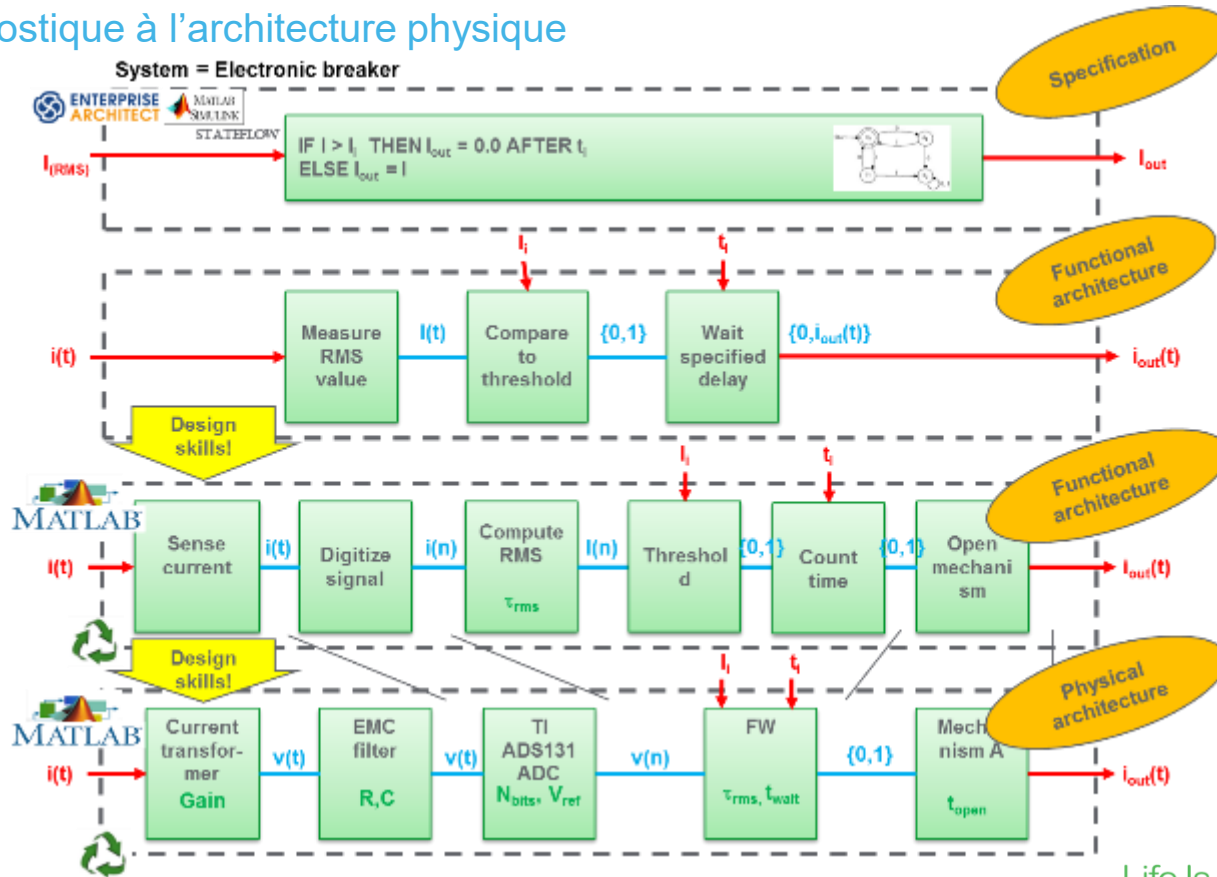
2012 – 2017





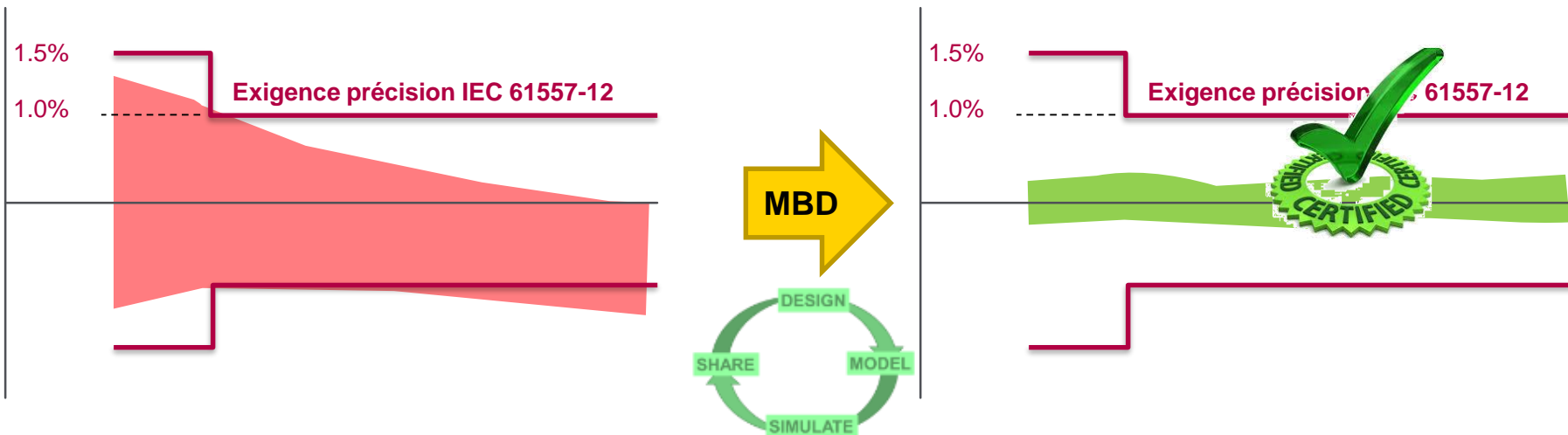
# Un exemple simple de raffinement

## De l'exigence agnostique à l'architecture physique



# Un exemple d'apport de la modélisation

Une vision claire du futur produit, partagée par tous les acteurs



- Vérification / validation des choix de conception à l'aide du modèle
- Identification claire et partagée des points faibles de la chaîne de mesure
- Concentration des efforts de R&D sur les actions à impact maximal

# Retours sur la conception à base de modèles

Des gains reconnus malgré des difficultés à surmonter



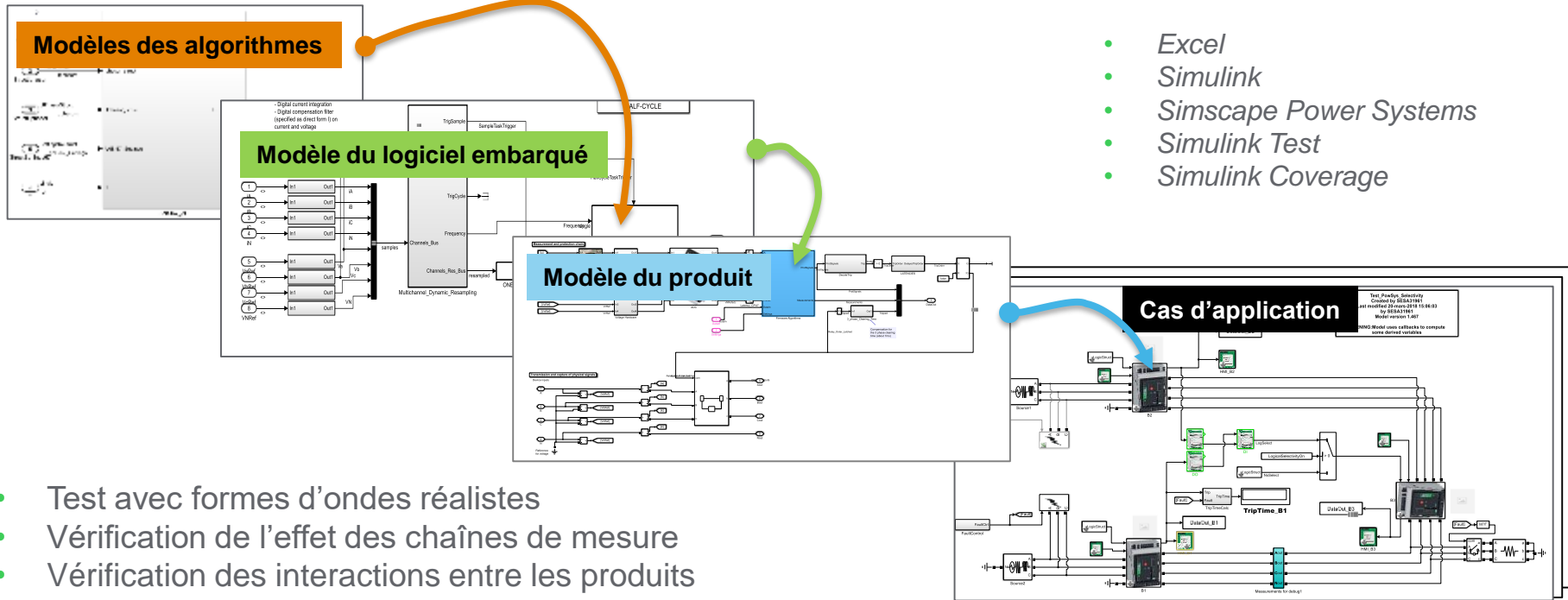
- Meilleure spécification
- Exploration des concepts facilitée
- Allocation des actions plus juste
- Meilleure communication vers le projet
- Gestion de la connaissance plus facile



- Cohérence documents / modèles
- Difficulté à changer les habitudes !
- Difficulté à prouver le ROI quand tout se passe bien

# Vers une approche « système » de la simulation (2015 – )

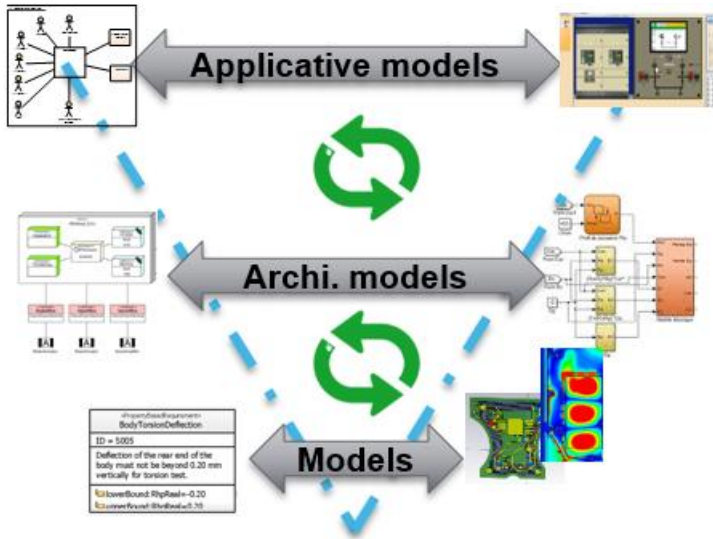
## Vérification des performances des algorithmes dans leur « écosystème »



- Test avec formes d'ondes réalistes
- Vérification de l'effet des chaînes de mesure
- Vérification des interactions entre les produits
- Validation d'applications cibles

# Notre but

Un flux de conception agile à base de modèles, du système aux composants



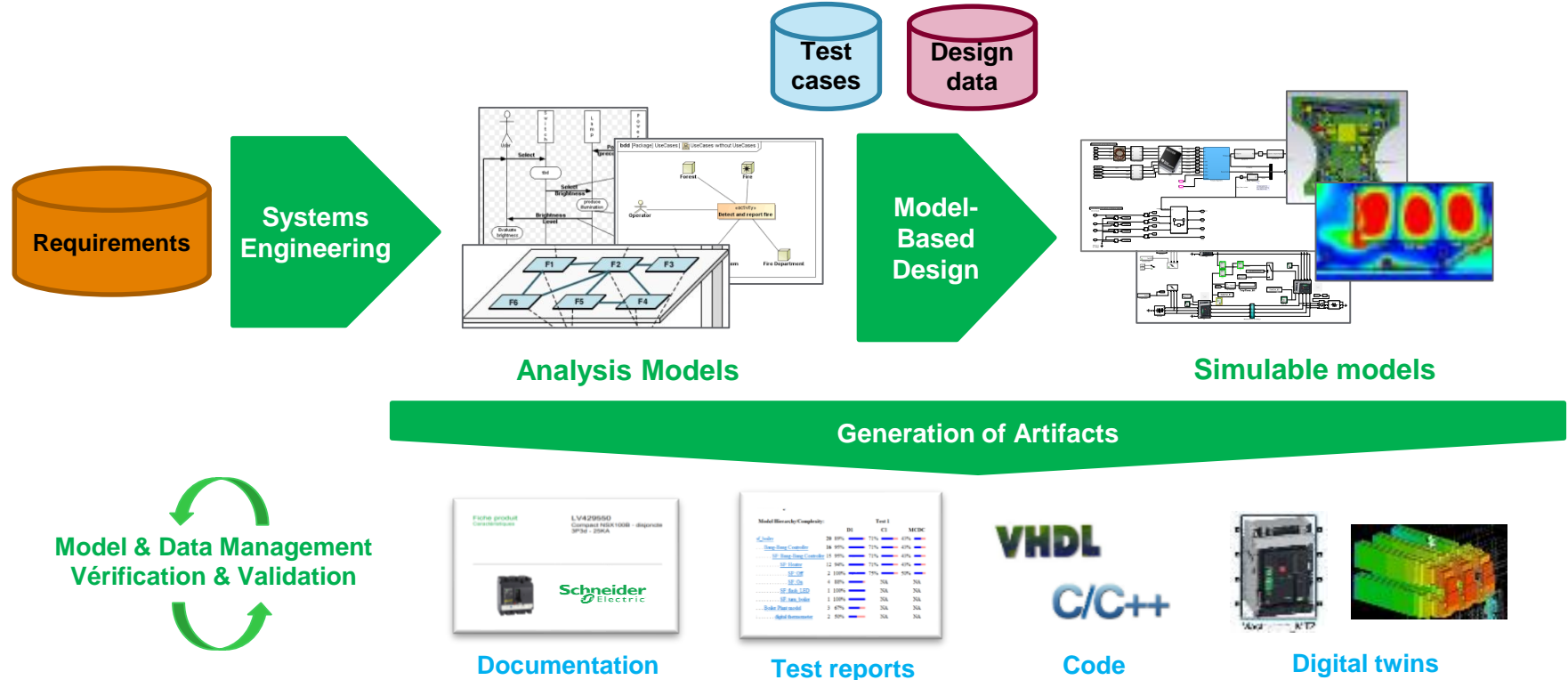
**Model-Based Engineering**  
*Models at every stage & every scale*

- **Défis**

- Traçabilité des données de conception
- Analyse d'impact des changements
- Interactions entre les outils de modélisation
- Compétences méthodes et outils
- Intégration dans les processus internes

# Notre futur flux de travail

Conception agile – Réutilisation, traçabilité, génération



# Retours sur les produits Mathworks

Une chaîne cohérente (avec quelques défauts de jeunesse !)



- Socle de modélisation Simulink / Stateflow de tout premier plan
- Ecosystème cohérent
- Multi-formalisme, multi-physique
- Génération de livrables (code, documentation, rapports) satisfaisante.
- Communauté & support excellents
- Roadmap partagée



- *Simulink Dashboard* limité et manquant de personnalisation
- *Simulink Test* et *Simulink Requirements* encore un peu jeunes
- Quelques bugs



# Conclusion

Les défis de la digitalisation appellent de nouvelles approches et de nouveaux outils



- **EcoStruxure™** : Architecture et plateforme IoT, ouverte et interopérable
- Les outils *MathWorks* font clairement partie de la solution: modélisation produits & systèmes complexes, génération d'artefacts, conception d'analytics, ...