

# Modélisation et simulation d'une architecture d'entreprise

## Application au contexte des Smart Grids

Rachida SEGHIRI, EDF R&D, CentraleSupélec

Directeur de thèse : Frédéric Boulanger, CentraleSupélec

Co-encadrante : Claire Lecocq, Télécom SudParis

Co-encadrant : Vincent Godefroy, EDF R&D

4 juillet 2016



CentraleSupélec

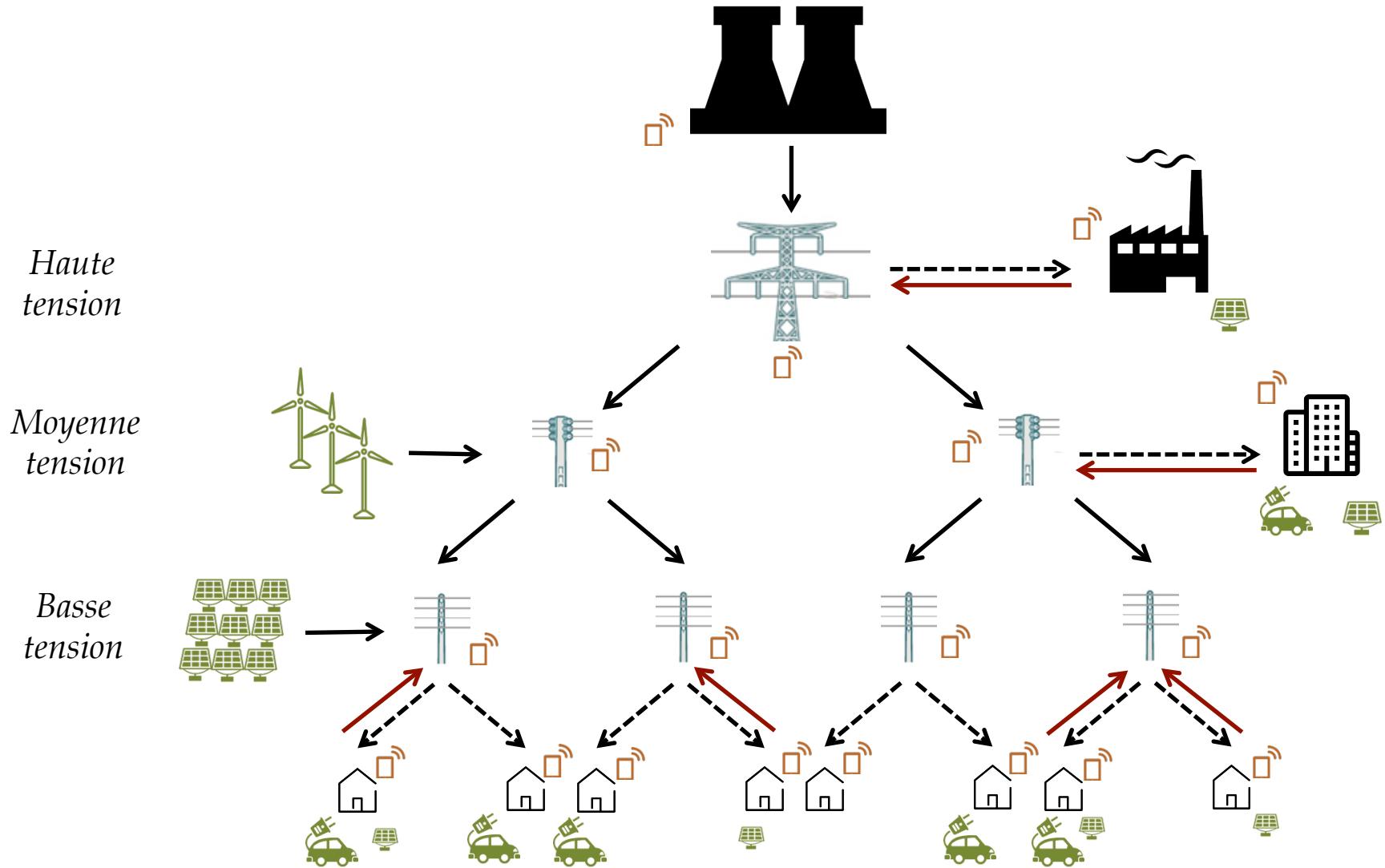


# Sommaire

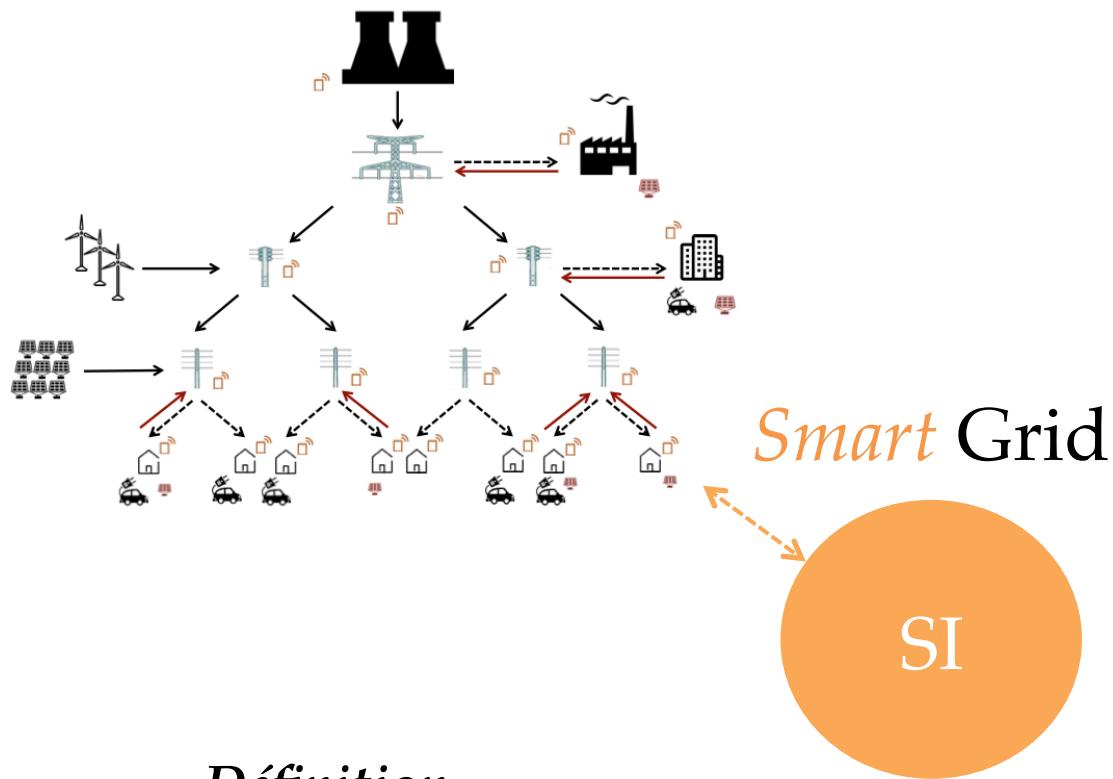
1. Introduction  
Smart ? Grid
2. Problématique
3. État de l'art  
Système d'Information  
Architecture d'Entreprise  
Ingénierie Dirigée par les Modèles
4. Contributions  
ExecuteEA  
EAT-ME
5. Validation  
Gestion d'une flotte de véhicules électriques
6. Bilan
7. Perspectives

# Introduction

Le système électrique en devenir



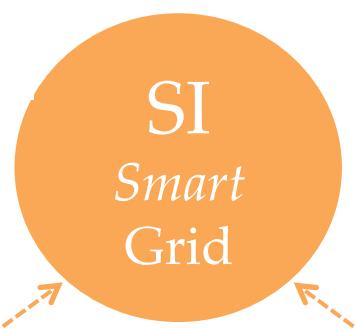
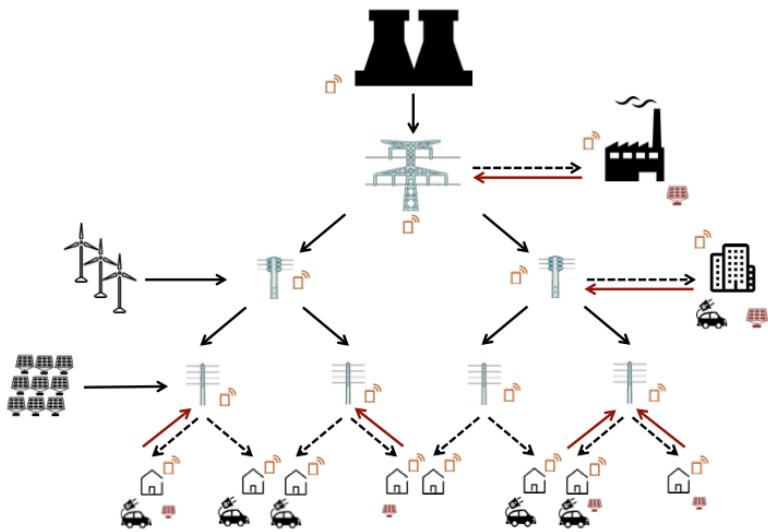
# Introduction



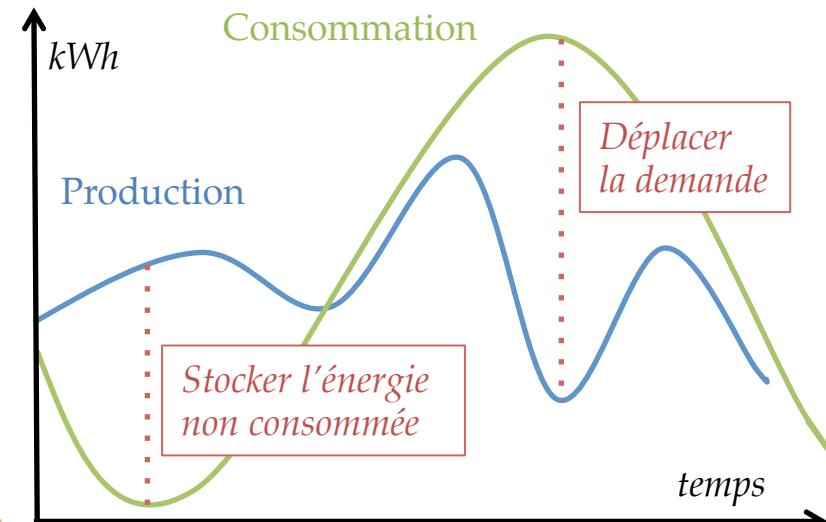
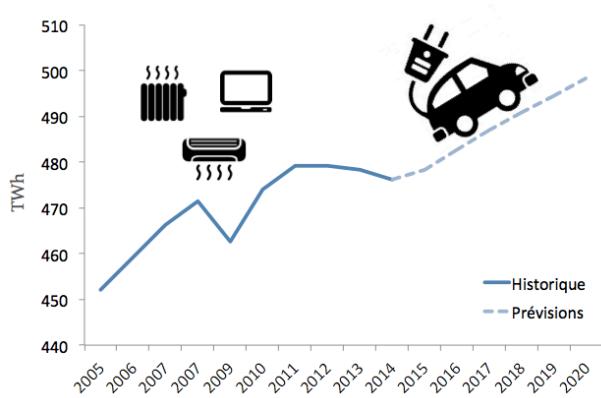
## *Définition*

Un Smart Grid est un réseau électrique **intelligent** qui permet **d'optimiser** la production, la distribution et la consommation d'électricité grâce à l'introduction des **technologies de l'information et de la communication** sur le réseau électrique.  
[Commission de Régulation de l'Énergie]

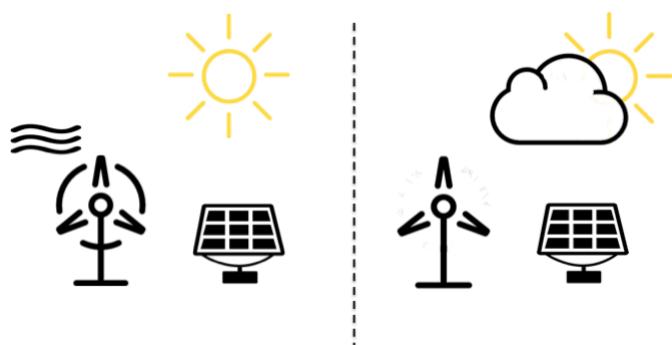
# Introduction



Piloter la demande ✓



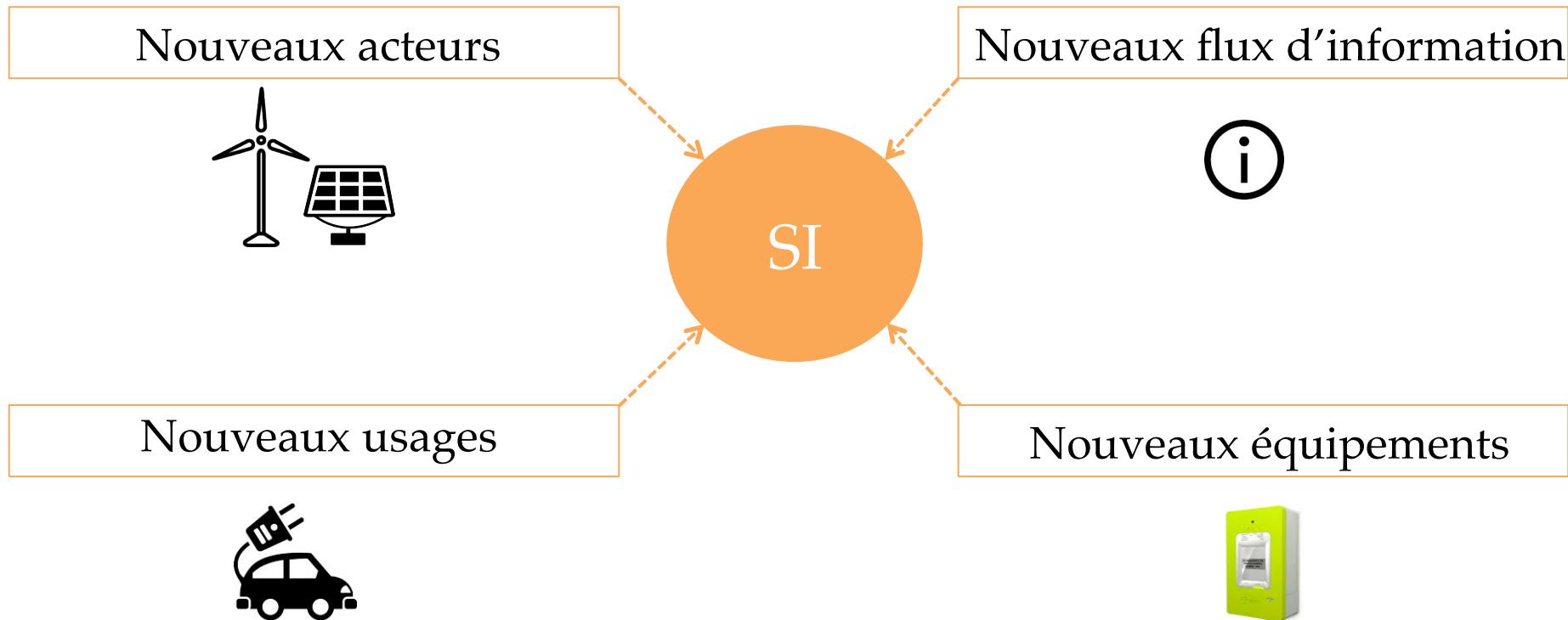
Raccorder efficacement les EnR ✓



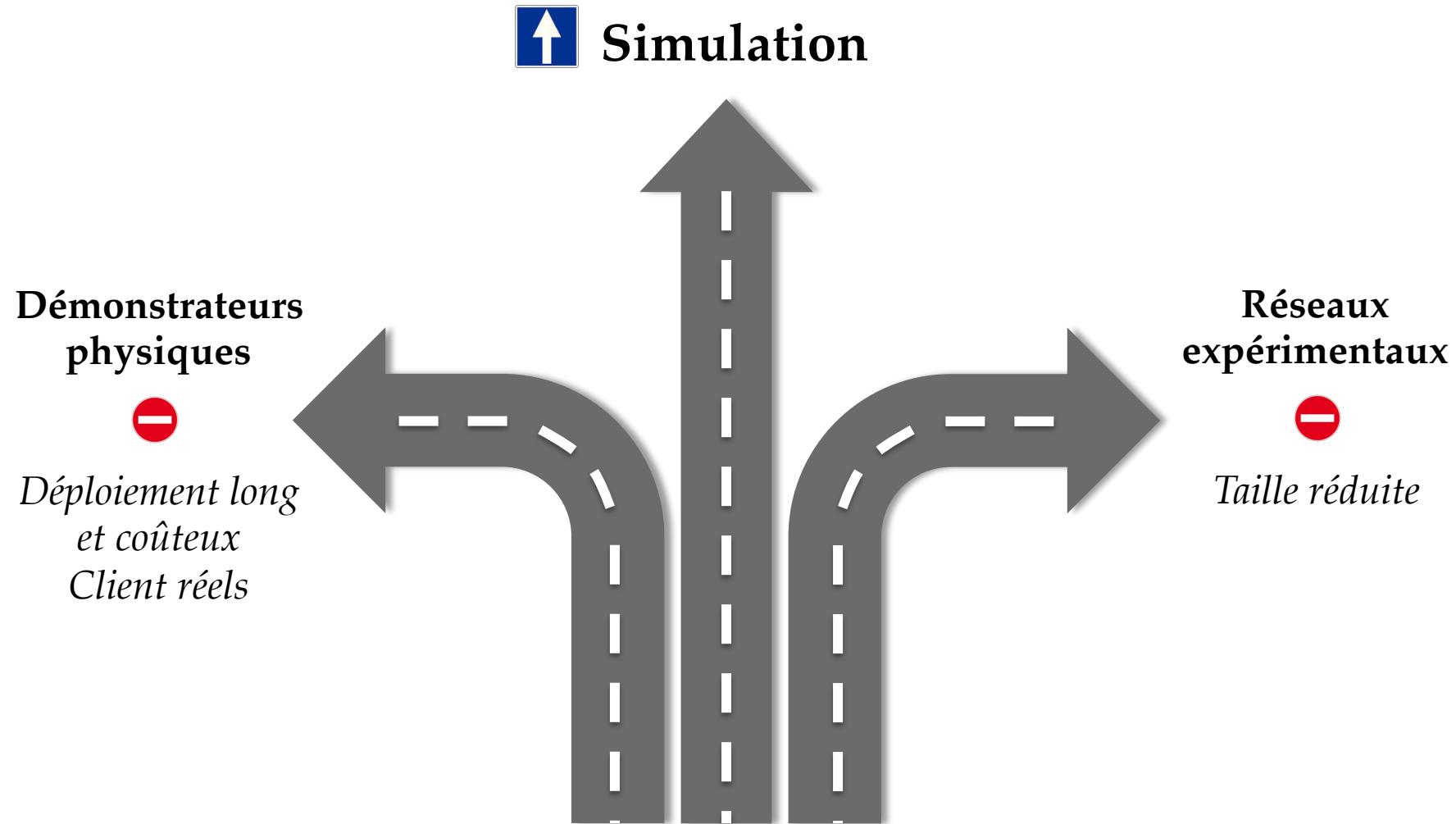
# Sommaire

1. Introduction  
Smart ? Grid
2. Problématique
3. État de l'art  
Système d'Information  
Architecture d'Entreprise  
Ingénierie Dirigée par les Modèles
4. Contributions  
ExecuteEA  
EAT-ME
5. Validation  
Gestion d'une flotte de véhicules électriques
6. Bilan
7. Perspectives

# SI du Smart Grid : évolutions



# Nécessité de simuler avant de déployer



Les Smart Grids : un domaine **ultra sensible**

# Simulation des Smart Grids : trois domaines

Infrastructure  
électrique



Infrastructure  
télécom



**Simulation  
Smart Grid**



Système  
d'Information



# Problématique de recherche

Simulation du SI



Modélisation du SI



Architecture d'Entreprise

Méthodes, modèles et outils pour simuler  
une architecture d'entreprise



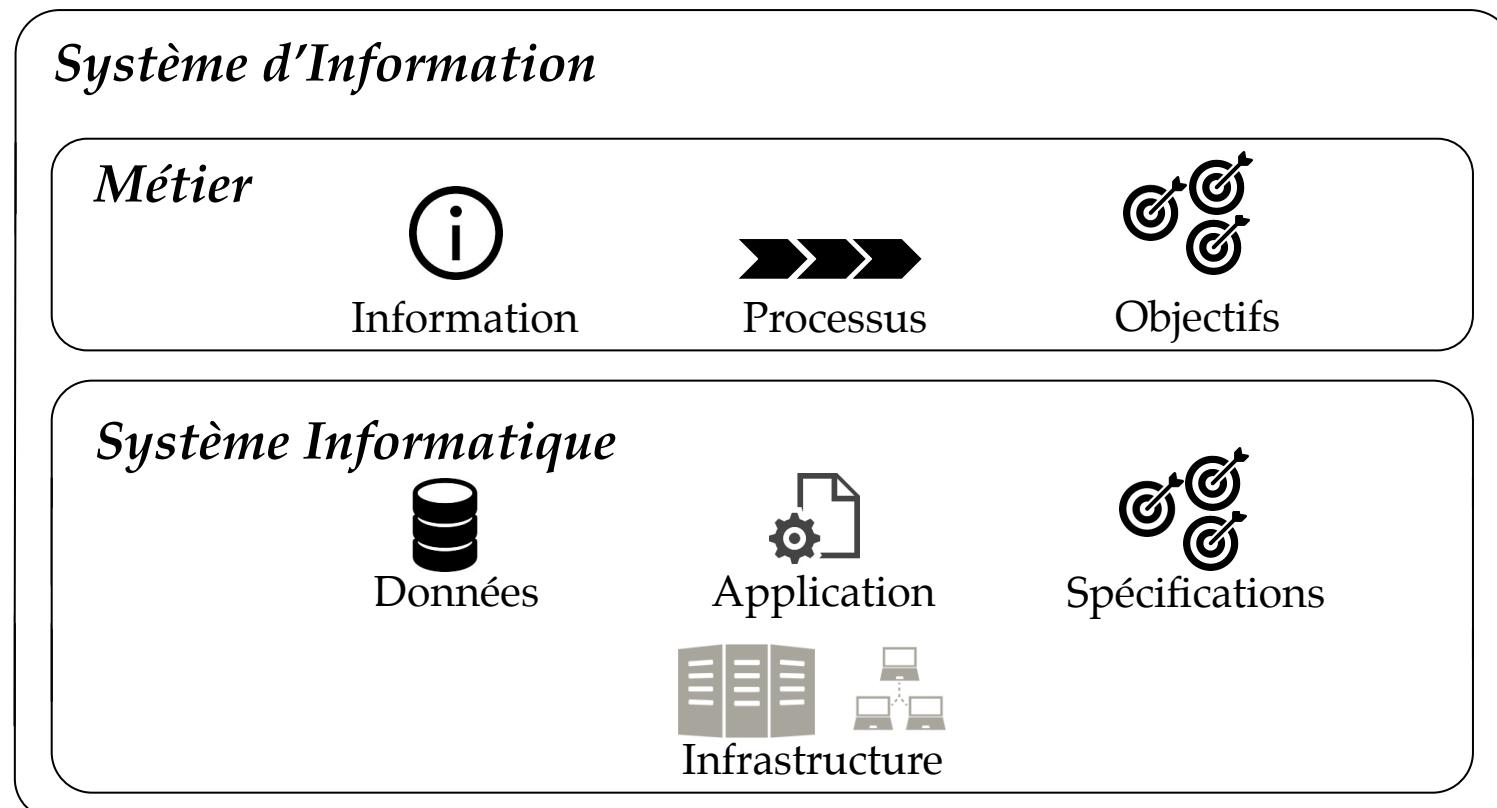
# Sommaire

1. Introduction  
Smart ? Grid
2. Problématique
3. État de l'art  
**Système d'Information**  
**Architecture d'Entreprise**  
Ingénierie Dirigée par les Modèles
4. Contributions  
ExecuteEA  
EAT-ME
5. Validation  
Gestion d'une flotte de véhicules électriques
6. Bilan
7. Perspectives

# Système d'Information

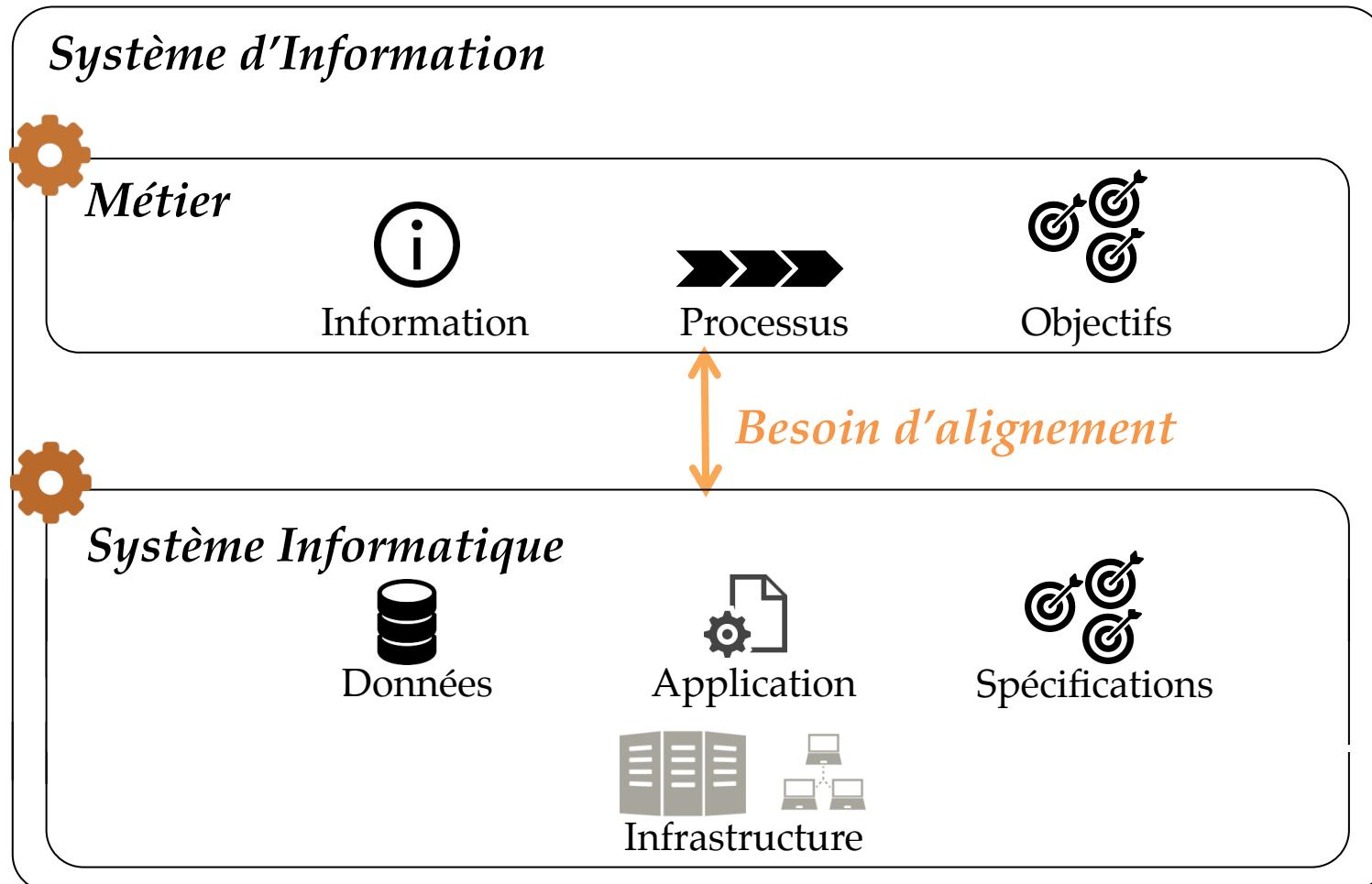
## Définition

Un Système d'Information est un ensemble organisé de ressources : matériel, logiciel, personnel, données, procédures, permettant d'acquérir, traiter, stocker, communiquer des informations (texte, images, sons, etc.) dans et entre des organisations. [Reix et al., 1995]



# Du besoin d'architecture

Changements rapides  
du métier et des technologies



# Architecture d'Entreprise

## A framework for information systems architecture

by J. A. Zachman

*With increasing size and complexity of the implementations of information systems, it is necessary to use some logical construct (or architecture) for defining and controlling the interfaces and the integration of all of the components of the system. This paper defines information systems architecture by creating a descriptive framework from disciplines quite independent of information systems, then by analogy specifies information systems architecture based upon the neutral, objective framework. Also, some preliminary conclusions about the implications of the resultant descriptive framework are drawn. The discussion is limited to architecture and does not include a strategic planning methodology.*

The subject of information systems architecture is beginning to receive considerable attention. The increased scope of design and levels of complexity of information systems implementations are forcing the use of some logical construct (or architecture)

enterprise-oriented approaches. Such flexibility in managing business change in the management of business ever, there also is merit in the smaller, suboptimal systems design systems are relatively economical, mented, and easier to design and m

In either case, since the technology uting" large amounts of computing packages to remote locations, some (or architecture) is imperative because without structure is chaos. Th the business from disintegrating, formation systems architecture is b option and more a necessity for es order and control in the investment systems resources. The cost involved of the business depending increasing information systems require a disciplined

## Enterprise Architecture: The Issue of the Century

By  
John A. Zachman

Copyright 1996 Zachman International  
(This is the unedited version of an article that appeared in the March '97 issue of Database Programming and Design magazine.)

### Introduction

The Information Age is unfolding just as predicted by many of the sociological prognosticators of this Century. Information issues are in everyone's mind and on multitudes of lips. It is hard to pick up a newspaper or current affairs magazine without seeing a feature on the Internet, Web Pages, E-Mail, Television Terminals or some other new technology. In fact, technology innovation is relentless and escalating and technology stocks continually drive the stock market to high after high. There is no field of human endeavor that is exempt from the onslaught of information technology.

At the same time, in the midst of this information frenzy, the Information Systems community is in a state of disarray ... down-sized, out-sourced, over-worked, package-replaced, stressed-out and decentralized. The credibility of I/S is in a steep decline. Everything we have built in the past 50 years (the "legacy"), and everything we are doing in the present to satisfy current demand, are perceived by management to be hopelessly inadequate.

In the last two years, Warren Selko of IBM CGI has interviewed CEOs and CIOs of 108 Fortune 500-type Enterprises and has uncovered substantial and unprecedented frustration. The stress levels are out-of-sight and CIO tenure is tenuous at best. One CEO said, "I would out-source that thing (I/S) in a heart-beat!" On a scale of 1 - 10, they

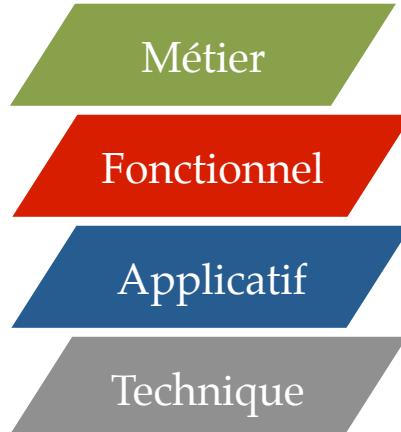
## Définition

Une architecture d'entreprise est un ensemble pertinent d'artefacts de conception ou de représentations descriptives pour décrire une entreprise de manière à ce que cette entreprise soit créée en respectant certaines exigences et à ce qu'elle soit facilement maintenue tout au long de son cycle de vie. [Zachman, 1997]

# Conception d'une architecture d'entreprise

## Une multitude de cadres d'EA

- Objectif commun : une vue **globale** et **cohérente** du SI (métier + IT)
- Approches par **points de vue** pour séparer les préoccupations des parties prenantes dans différentes vues
- **Pas de consensus** sur un seul cadre

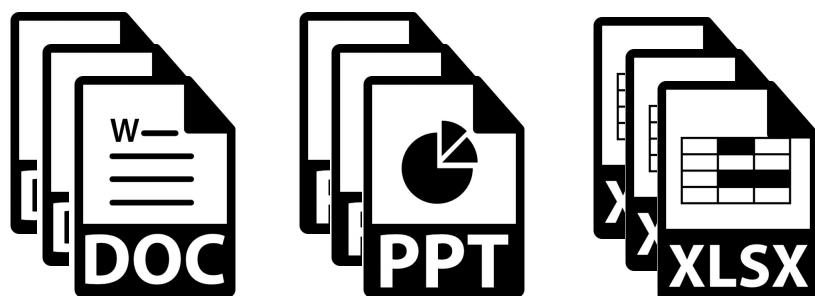
	<i>Zachman</i>	<i>TOGAF</i>	<i>RM-ODP</i>	<i>Club Urba-EA</i>
<i>Points de vue</i>	Exécutifs Management	Métier Information	Entreprise Information	
	Architecte Ingénieur Technicien	Applicatif Technique	Traitement Ingénierie Technique	

# L'EA : une pratique informelle

*L'Architecture d'Entreprise*

=

Support de **communication** et **schéma directeur** au sein de l'entreprise



Artefacts **informels**



Architecte d'Entreprise

# Sommaire

1. Introduction  
Smart ? Grid
2. Problématique
3. État de l'art  
Système d'Information  
Architecture d'Entreprise  
**Ingénierie Dirigée par les Modèles**
4. Contributions  
ExecuteEA  
EAT-ME
5. Validation  
Gestion d'une flotte de véhicules électriques
6. Bilan
7. Perspectives

# Ingénierie Dirigée par les Modèles

Problématique majeure du génie logiciel :

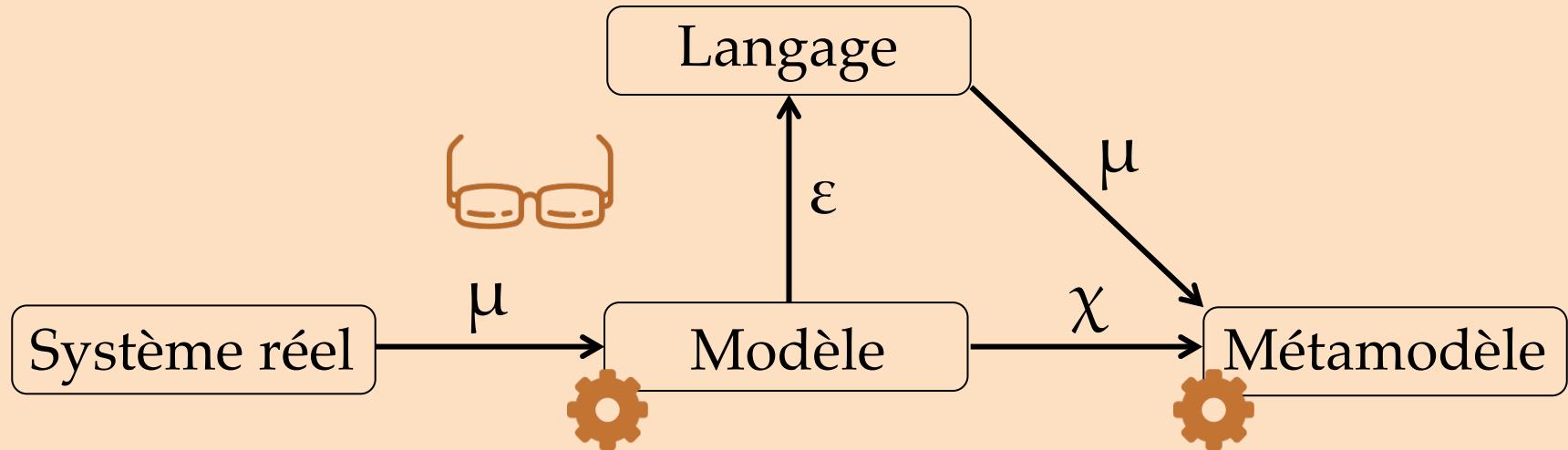
« Comment réaliser une implantation de qualité avec des besoins qui évoluent ? »



Artefacts de spécification et de conception manipulables par une machine

Des modèles « contemplatifs » aux modèles « productifs »

# IDM pour des modèles productifs



$\mu$  : Représenté par

$\chi$  : Conforme à

$\varepsilon$  : Appartient à



Analyse  
Transformations

**IDM**

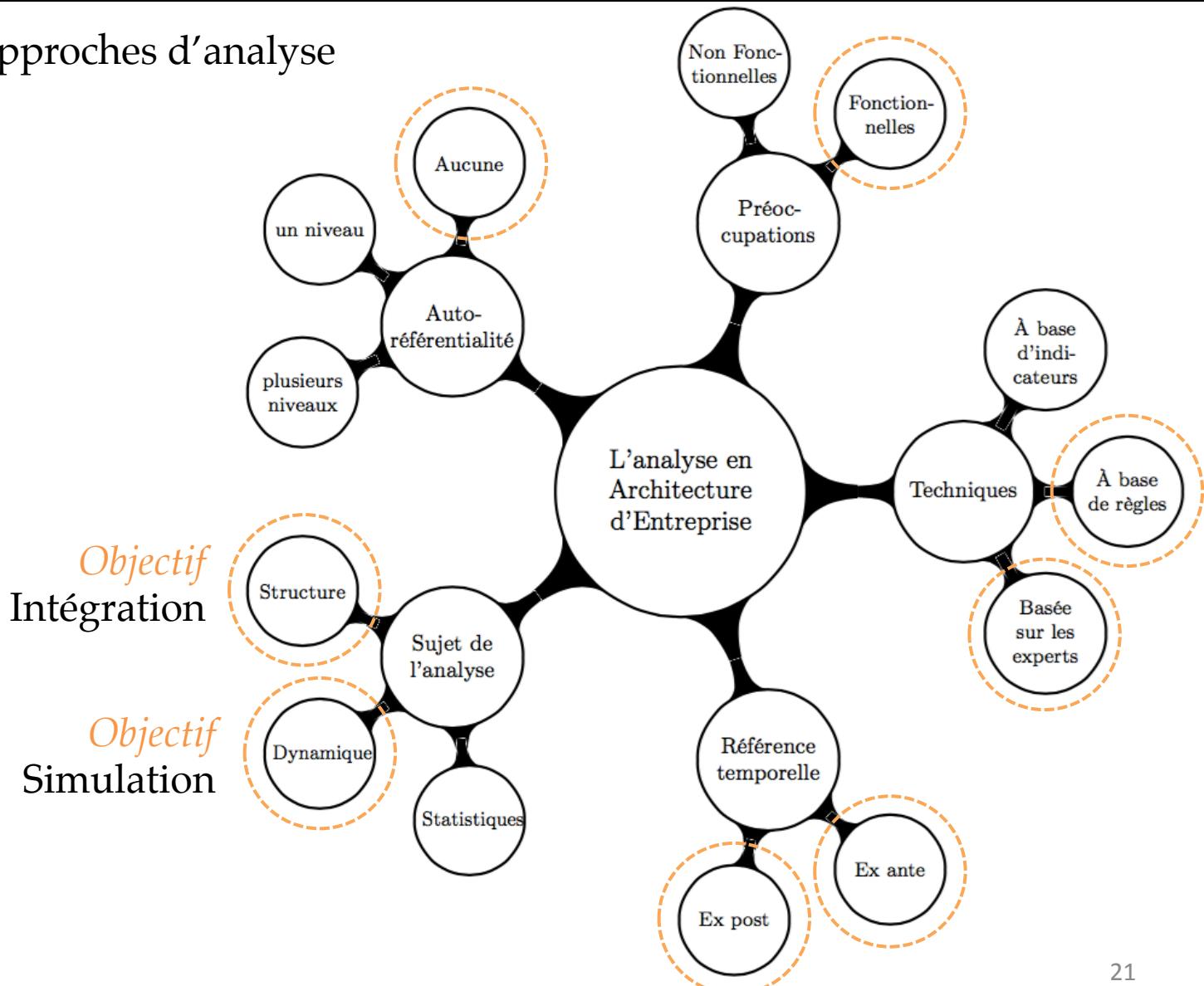
# IDM pour l'Architecture d'Entreprise

Usage des modèles comme artefacts productifs **peu répandu** en EA [Kulkarni et al., 2013] :

- Langage concis et manipulable par une machine pour l'EA, **mais n'adresse que la structure** [Clark et al., 2011]
- Automatisation de la manipulation des modèles pour la création et la visualisation d'architectures d'entreprise, **mais pas l'analyse** [Brunelière, 2013]
- Métamodèle pour la simulation de modèles d'EA, **mais uniquement l'aspect non fonctionnel** [Manzur et al., 2015]

# Positionnement des contributions de la thèse

Classification des approches d'analyse  
[Buckl et al., 2009]



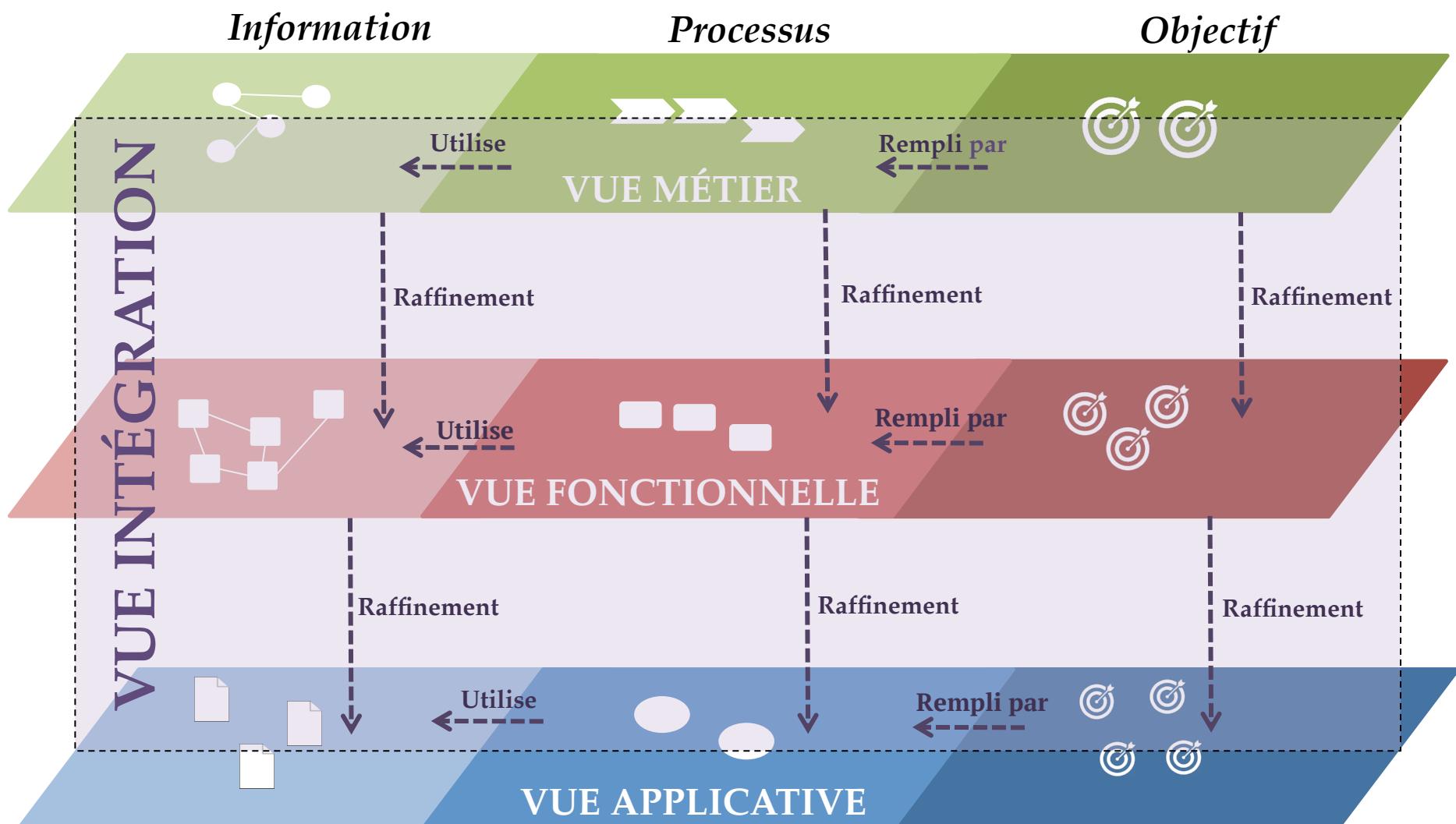
# Sommaire

1. Introduction  
Smart ? Grid
2. Problématique
3. État de l'art  
Système d'Information  
Architecture d'Entreprise  
Ingénierie Dirigée par les modèles
4. Contributions  
**ExecuteEA**  
**EAT-ME**
5. Validation  
Gestion d'une flotte de véhicules électriques
6. Bilan
7. Perspectives

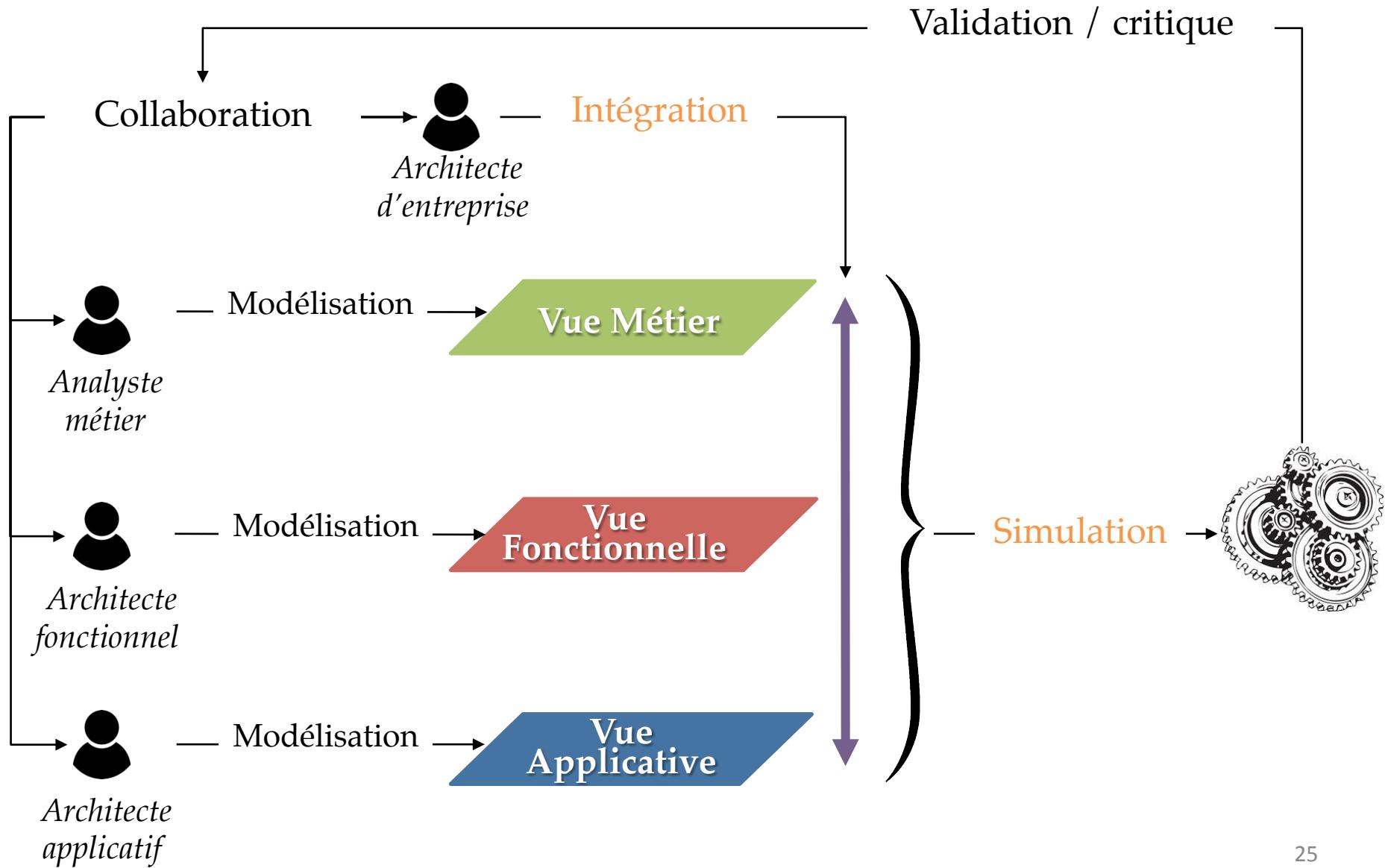
# ExecuteEA : cadre structurant



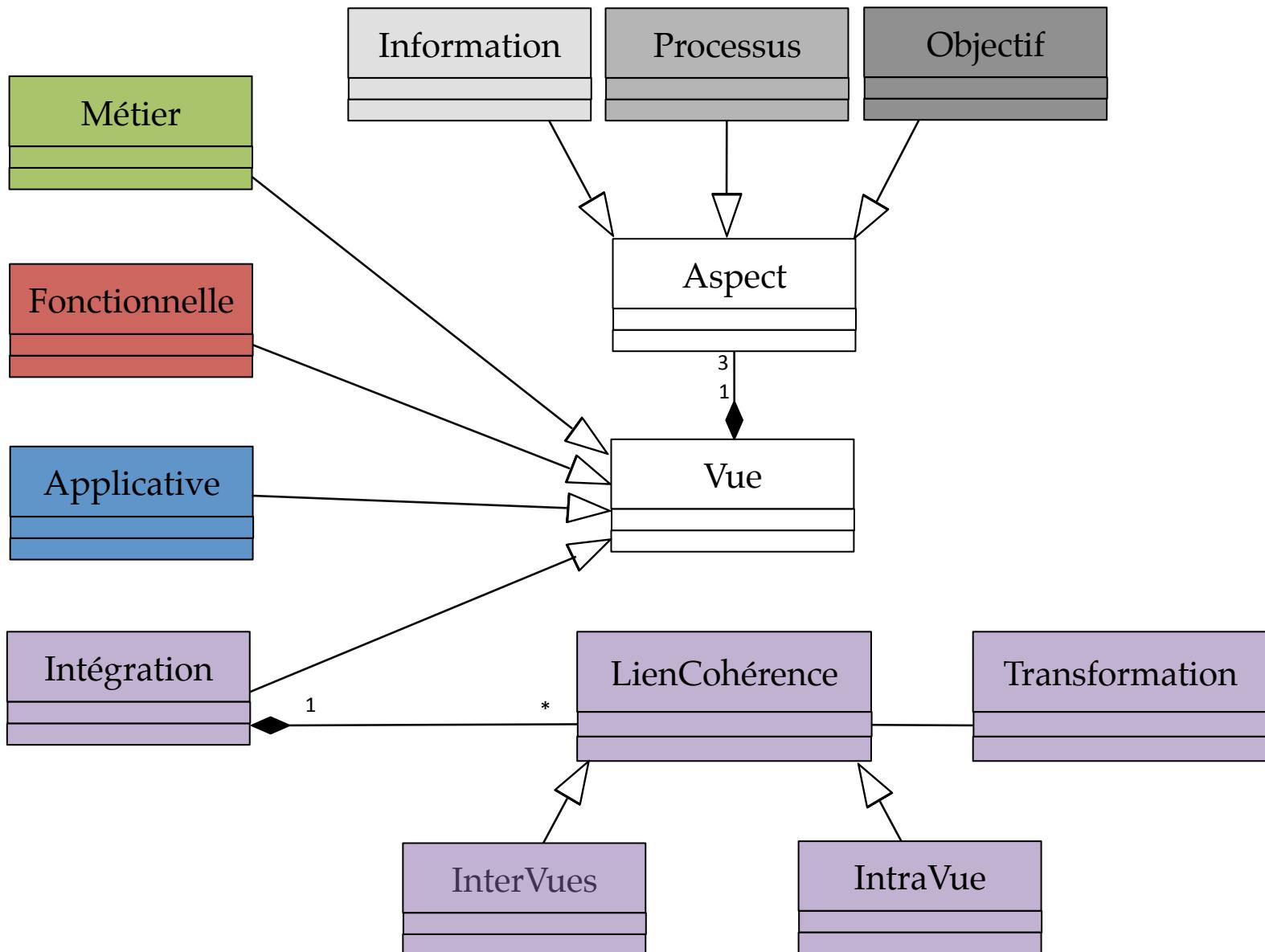
# ExecuteEA : cadre structurant



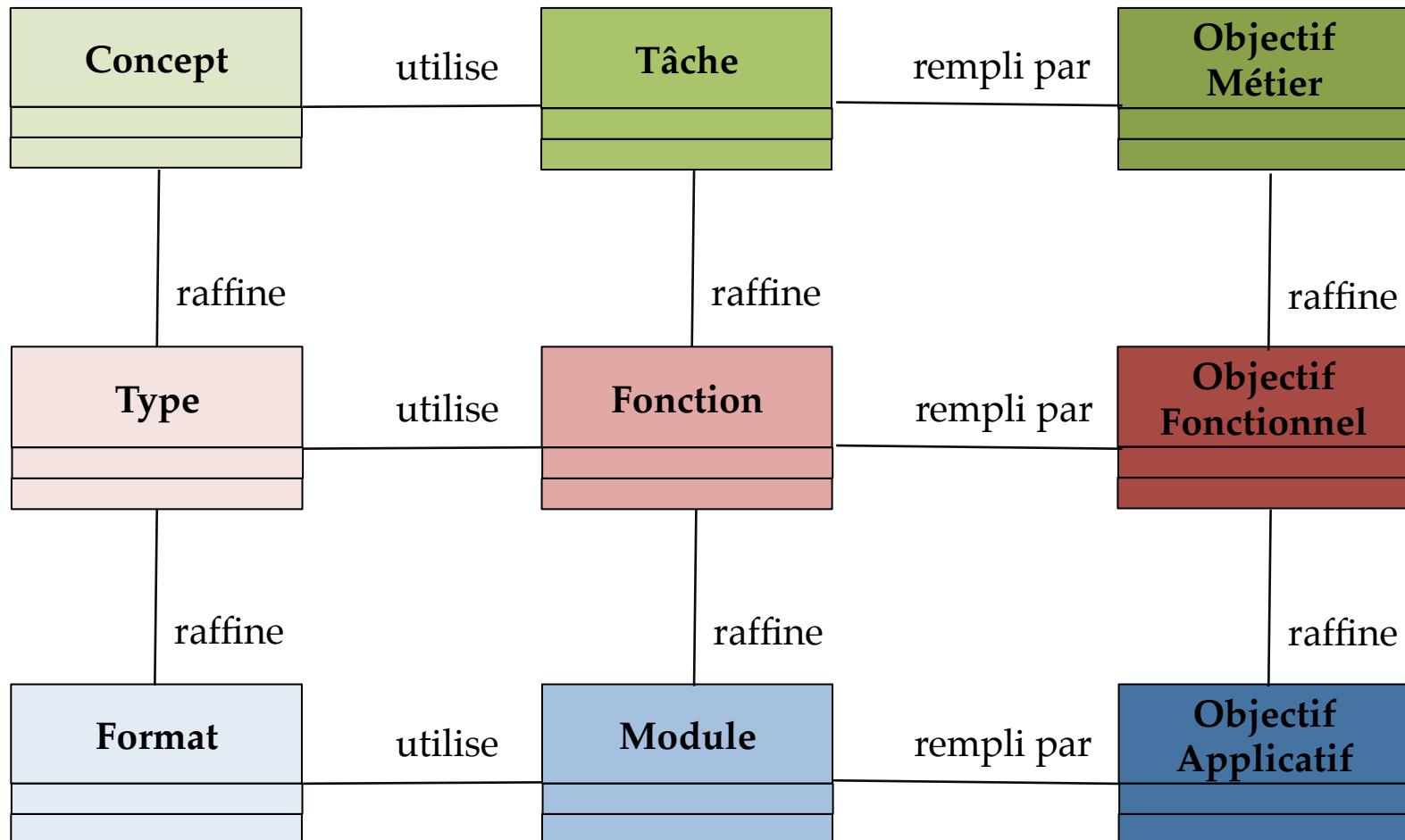
# ExecuteEA : approche conceptuelle



# Métamodèle EAT-ME



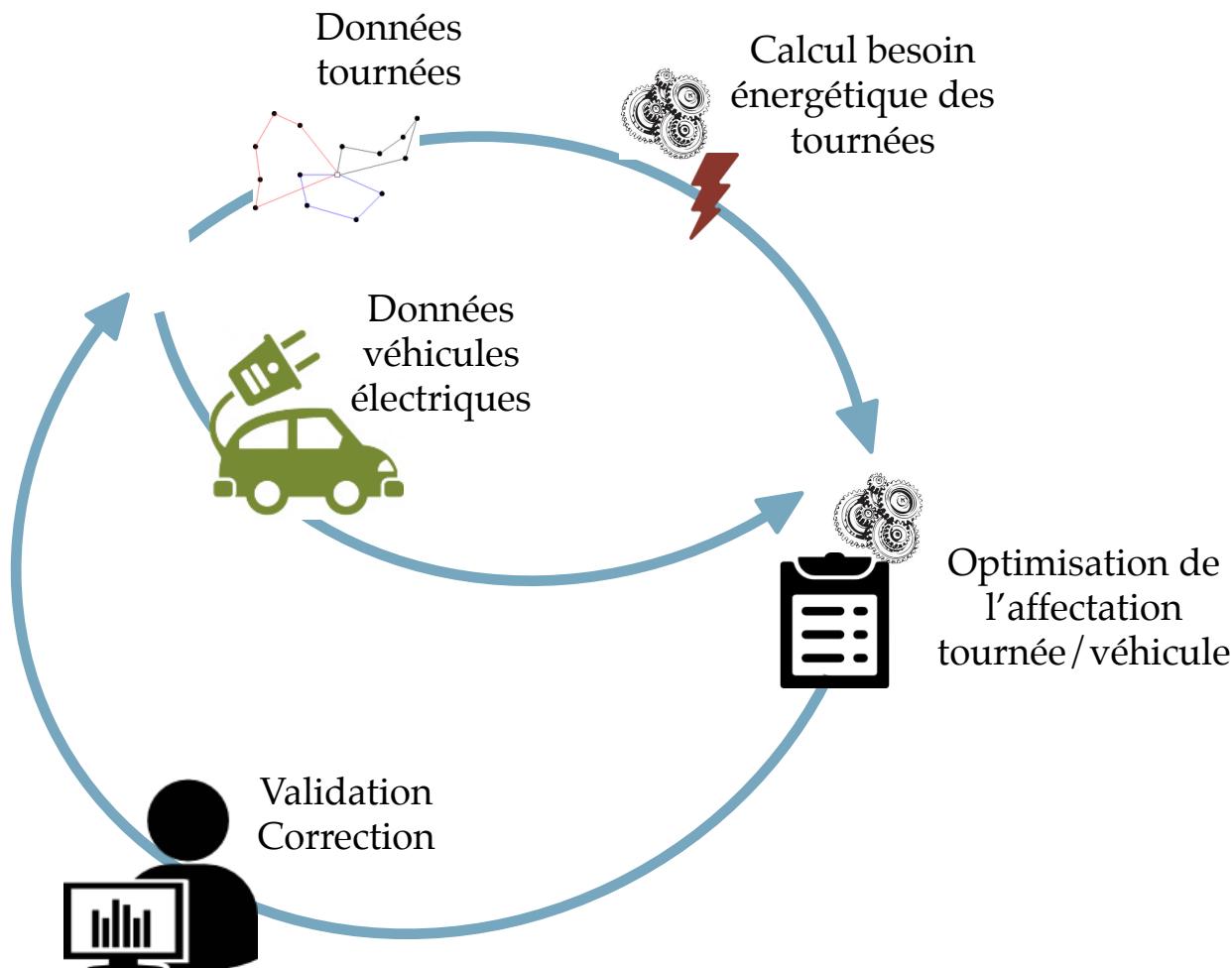
# Métamodèle de la vue Intégration



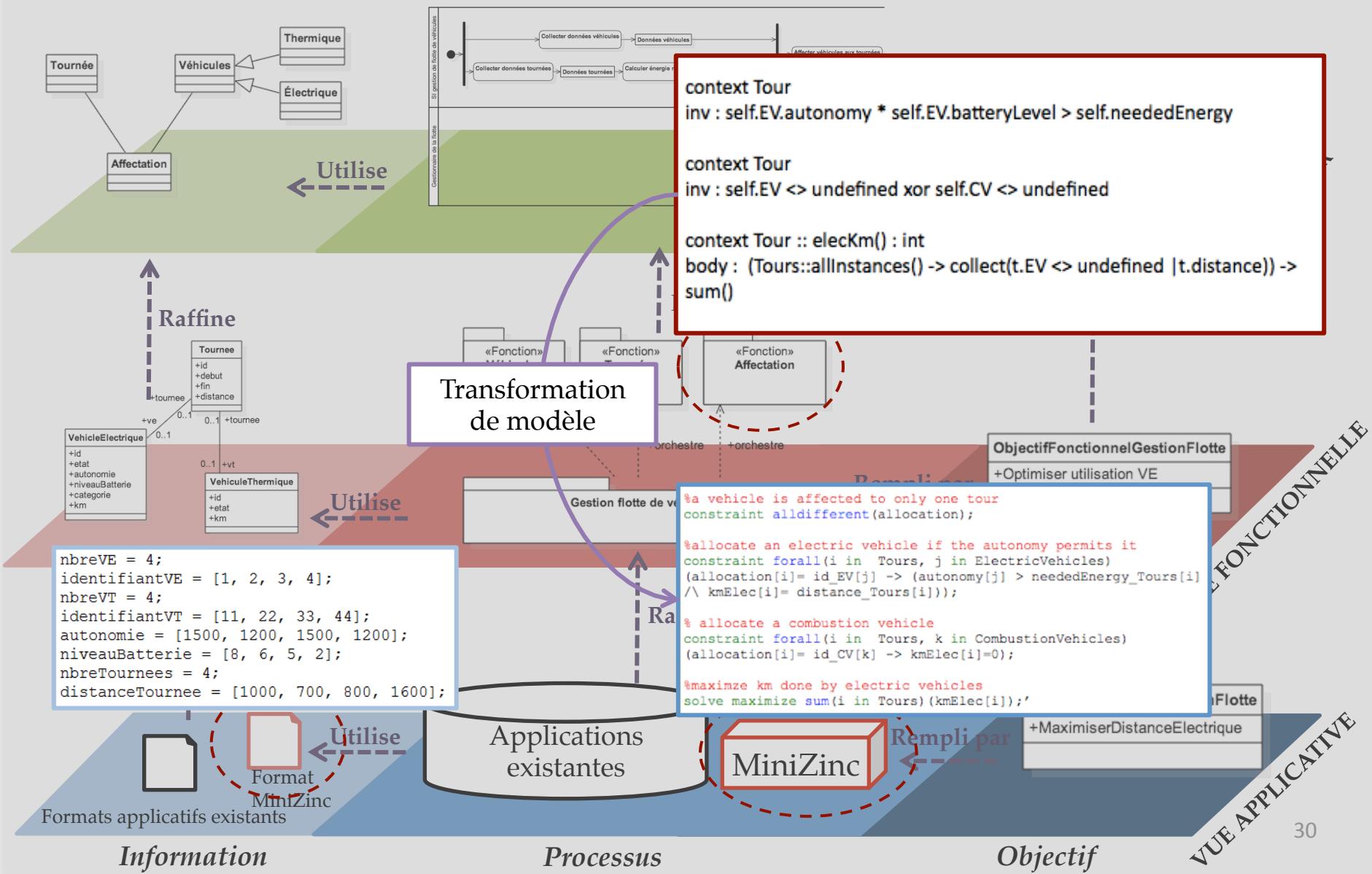
# Sommaire

1. Introduction  
Smart ? Grid
2. Problématique
3. État de l'art  
Système d'Information  
Architecture d'Entreprise  
Ingénierie Dirigée par les Modèles
4. Contributions  
ExecuteEA  
EAT-ME
5. Validation  
**Gestion d'une flotte de véhicules électriques**
6. Bilan
7. Perspectives

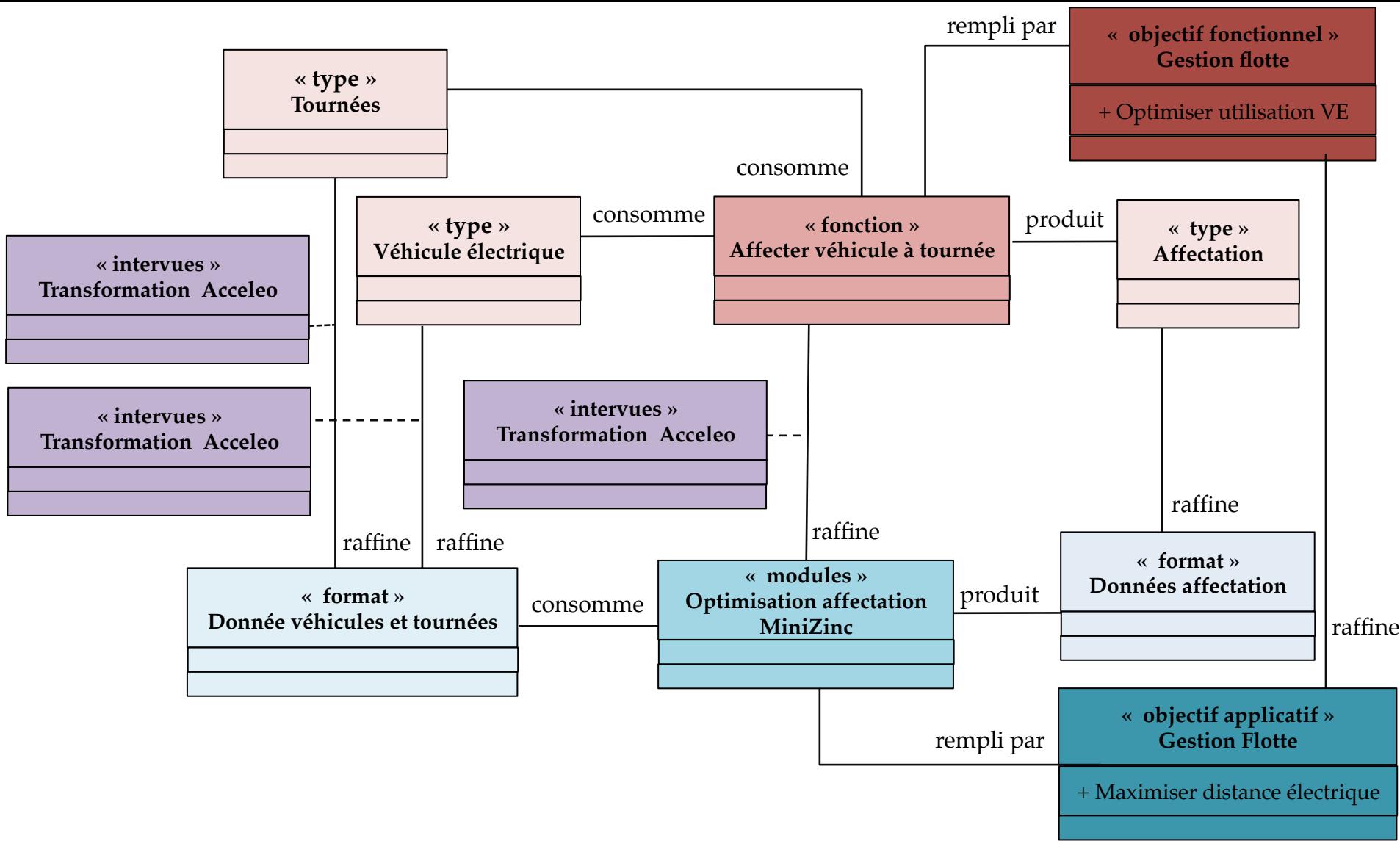
# Cas d'étude : gestion d'une flotte de véhicules électriques



# Mise en œuvre avec *ExecuteEA*



# Intégration et analyse de la structure



# Simulation et analyse du comportement

Simulation avec Papyrus

# Sommaire

1. Introduction  
Smart ? Grid
2. Problématique
3. État de l'art  
Système d'Information  
Architecture d'Entreprise  
Ingénierie Dirigée par les Modèles
4. Contribution  
ExecuteEA  
EAT-ME
5. Validation  
Gestion d'une flotte de véhicules électriques
6. Bilan
7. Perspectives

# Bilan

## *Contributions*

- Un framework **exécutable**, dirigé par les modèles pour **l'intégration** et **la simulation** d'une architecture d'entreprise
- L'IDM comme cadre méthodologique et technologique → **méthodes, modèles et outils** pour :
  - **Unifier** les artefacts issus des différents activités d'EA
  - **Faciliter** leur validation à travers la simulation

## *Validation*

- Cas d'études : Gestion d'une flotte de véhicules électriques
- Modélisation et exécution de l'architecture avec Papyus

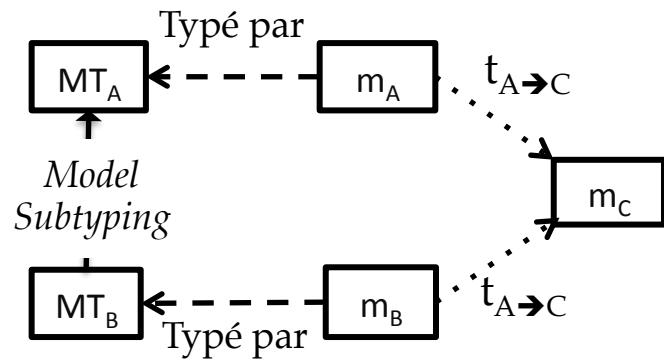
# Sommaire

1. Introduction  
Smart ? Grid
2. Problématique
3. État de l'art  
Système d'Information  
Architecture d'Entreprise  
Ingénierie Dirigée par les Modèles
4. Contribution  
ExecuteEA  
EAT-ME
5. Validation  
Gestion d'une flotte de véhicules électriques
6. Bilan
7. Perspectives

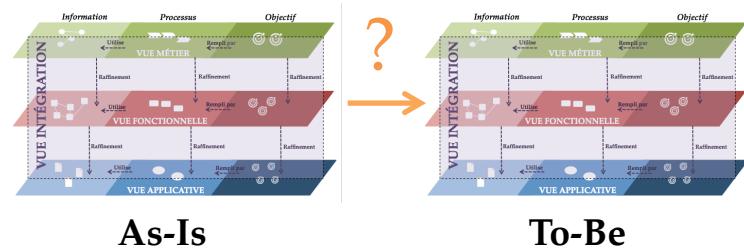
# Perspectives



1 – Intégration de la **vue technique**  
→ **Lancement d'une thèse** en continuité de ces travaux



2 – Cohérence entre modèles et transformations  
→ **Model Typing**

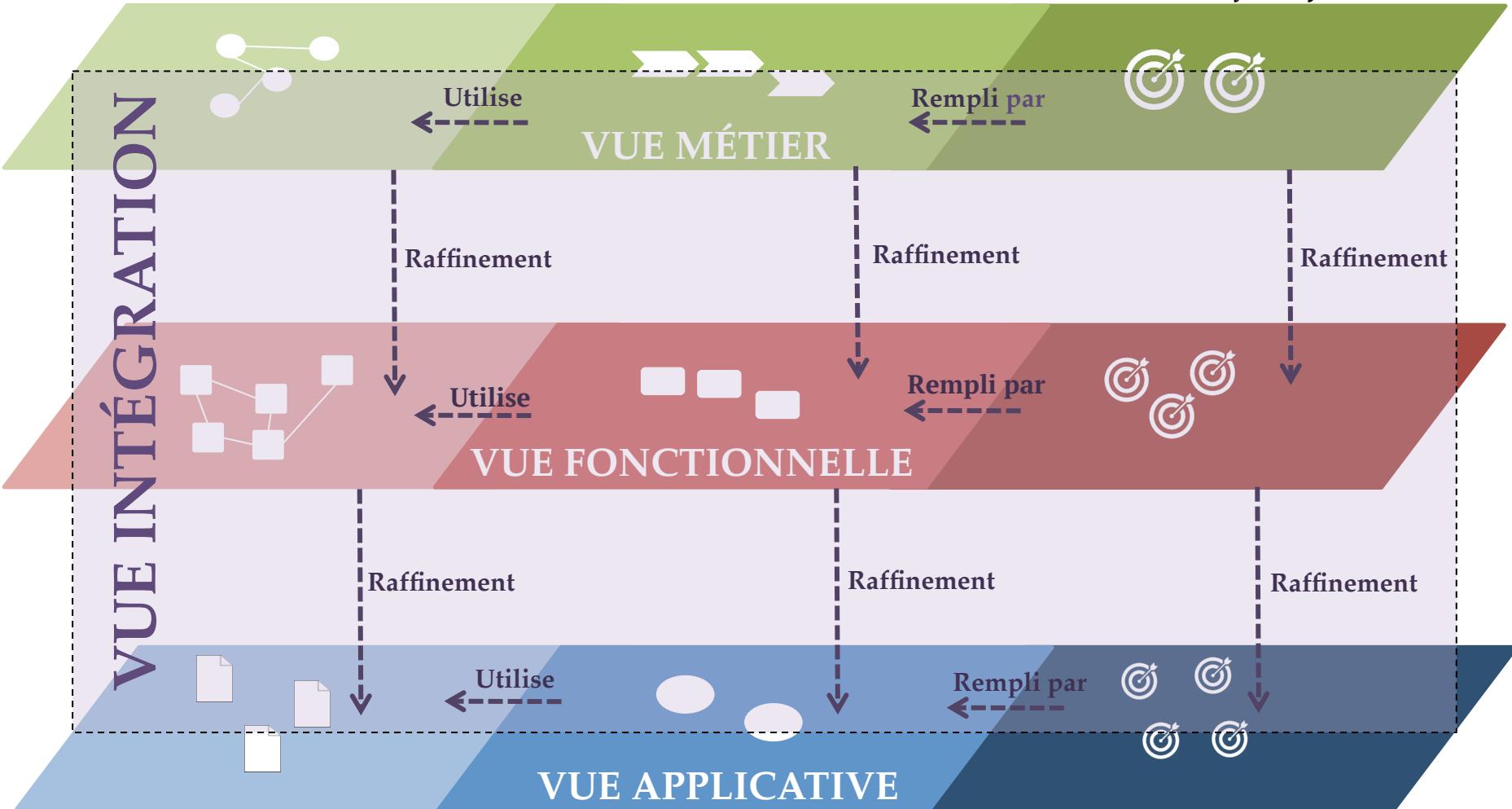


3 – Migration  
→ **IDM** pour le **cycle de vie** d'une architecture d'entreprise

*Information*

*Processus*

*Objectif*



Merci de votre attention

# Du besoin d'architecture

*Architecture d'Entreprise*



## *Système d'Information*



*Métier*



Personnel



Processus



Objectifs



*Besoin d'alignement*



## *Système Informatique*



Application



Serveurs



Base de données



Stockage



Réseaux

*Changements rapides*

# Du besoin d'architecture

*Systèmes Complexes*

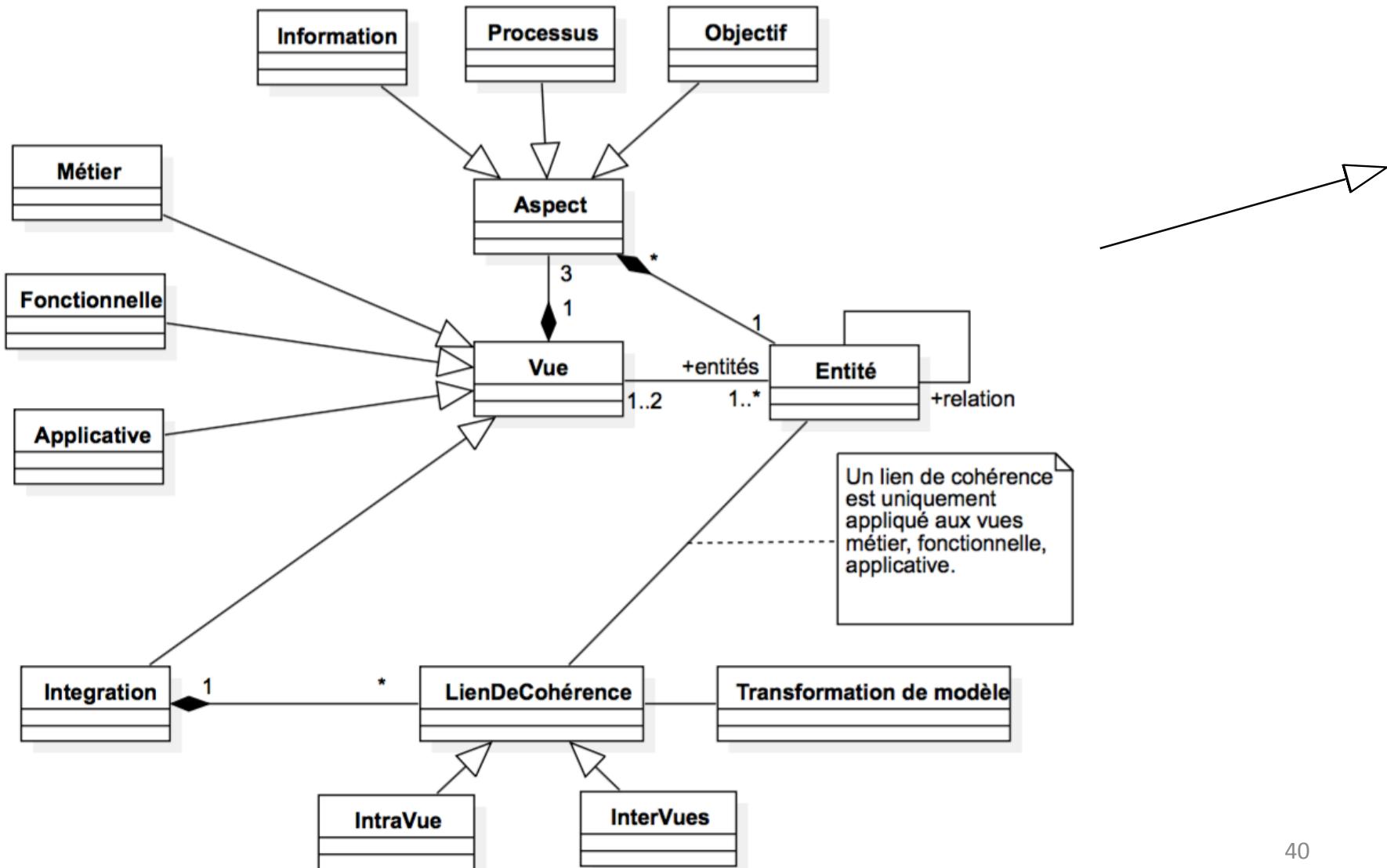


Cabane de Henry David Thoreau



Paris

# Métamodèle EAT-ME



# Intégration et analyse de la structure

