

Thèse de Jean-Philippe Auzelle

**Proposition d'un cadre de modélisation
multi-échelles d'un Système d'Information
en entreprise centré sur le produit.**

11 mars 2009

Directeur : G. Morel
Co-directeur : H. Panetto

UMR 7039



Nancy-Université

Co-directrice : F. Mayer

EA 1147



1. Introduction : vision Ingénierie Système de la modélisation en entreprise

2. Système entreprise à faire : formalisation d'un SdSI

3. Système-projet pour faire et son ingénierie : proposition d'une ISBM

4. Cas d'étude : ISBM d'un système de traçabilité à l'A IPL

5. Conclusions & perspectives

Entreprise : vision Système ... d'Information

Introduction

Le S à F

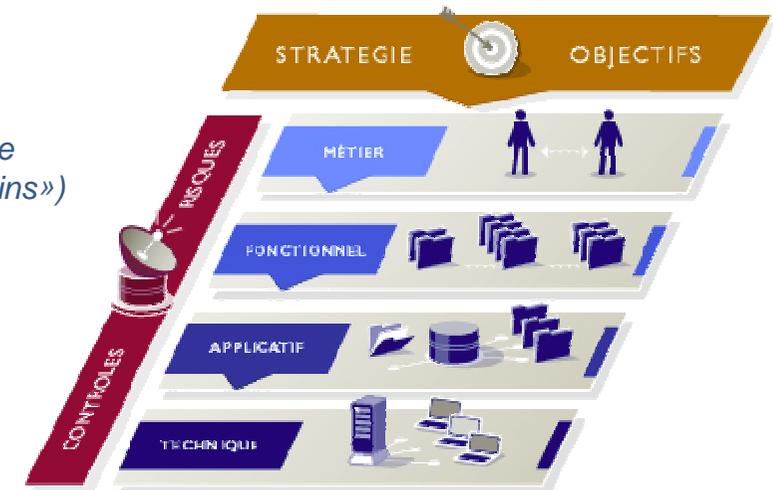
Le S p F

Cas d'étude

Conclusion

• Entreprise : vision système

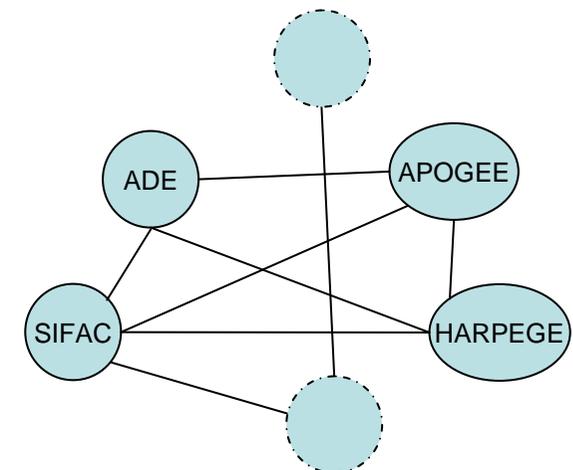
- *Constat de (Baptiste et al. 2007)*
 - Déploiement de **partenariats d'entreprises** pour le développement de produits à forte valeur ajoutée et/ou pour leur production («supply chains»)
 - Évolution du paradigme d'intégration vers **l'interopérabilité** des organisations, des processus et des outils informatiques de gestion
 - **Outils interconnectés**, souvent hétérogènes, en vue d'une activité collaborative – durable ou éphémère – de création de valeur.(...)



Source: <http://www.mega.com/>

• Système-Entreprise: vision Interopération de Composants

- **Interoperation of Components:** *The essence of interoperation is that it is a relationship between systems, where systems are the entities in the above definition. Relationships are implemented by systems » (Carney et al. 2005)*
- **COTS** (Commercial off-the-shelf) : Software or Hardware components generally technology or computer products, that are **ready-made** and available for sale, lease, or license to the general public. (inspiré de Wikipedia)
- **AD-HOC:** Components designed for a **specific problem** or task, non-generalisable and which cannot be adapted to other purposes. (inspiré de Wikipedia)
- **Interoperation de Composants du SI de l'Entreprise UHP :** au moins 40 applications de gestion (Composants : COTS & AD-HOC)



Systeme Entreprise : vision Systeme de Systemesd'Information

Introduction

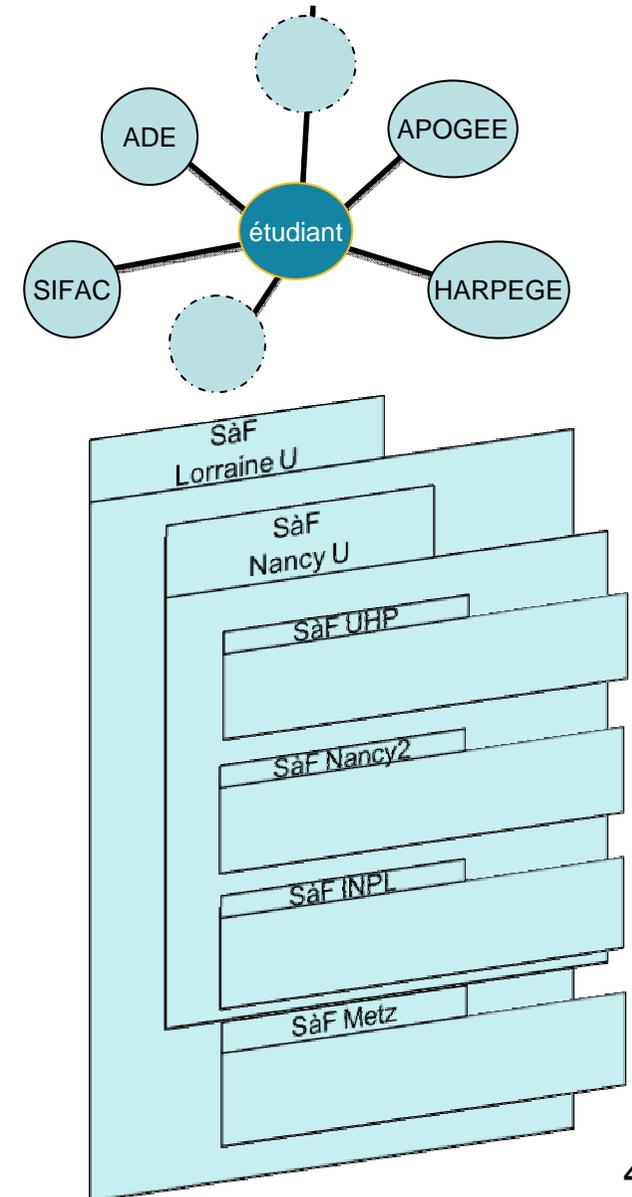
Le S à F

Le S p F

Cas d'étude

Conclusion

- **SI du Système Université Henri Poincaré : vision interopération centrée sur la finalité**
 - *Paradigme Systèmes Contrôlés par le Produit:*
 - interprétation du paradigme « Holonic Manufacturing Systems » (HSM) de l'initiative « Intelligent Manufacturing Systems » (IMS)
 - travaux du projet Européen « FP6/PABADIS'PROMISE ».
 - Rendre le produit interactif afin d'organiser de façon plus collaborative l'interopérationalité des différents systèmes hétérogènes de pilotage et de gestion (APS, ERP, MES, CRM).
 - *Interopération de Composants du SI de l'Entreprise UHP :* l'étudiant (avec sa CLE) devient le pivot des interopérations entre les applications de gestion.
- **SI du Système-Université de Lorraine : vision Système de Systèmes (d'Information)**
 - *Fédération de Nancy Université :* UHP, INPL, Nancy II
 - *Fédération de Lorraine Université :* UHP, INPL, Nancy II, Paul Verlaine.
 - *Système à Faire :* « Le système est un concept, une abstraction, le résultat de sa réalisation est un produit (Produit-Système). Un système peut être réalisé en un ou plusieurs exemplaires. Ces exemplaires peuvent éventuellement différer, selon des variantes prévues par la définition du système. » (AFIS 2005)
 - *Système de Systèmes :* « Un système de Systèmes est un assemblage de systèmes pouvant potentiellement être acquis et/ou utilisés indépendamment, pour lequel le concepteur, l'acquéreur et/ou l'utilisateur cherche à maximiser la performance de la chaîne de valeur globale, à un instant donné et pour un ensemble d'assemblages envisageables. » (Luzeaux and Ruault 2008)



Systeme de Systemes d'Entreprise : critères retenus

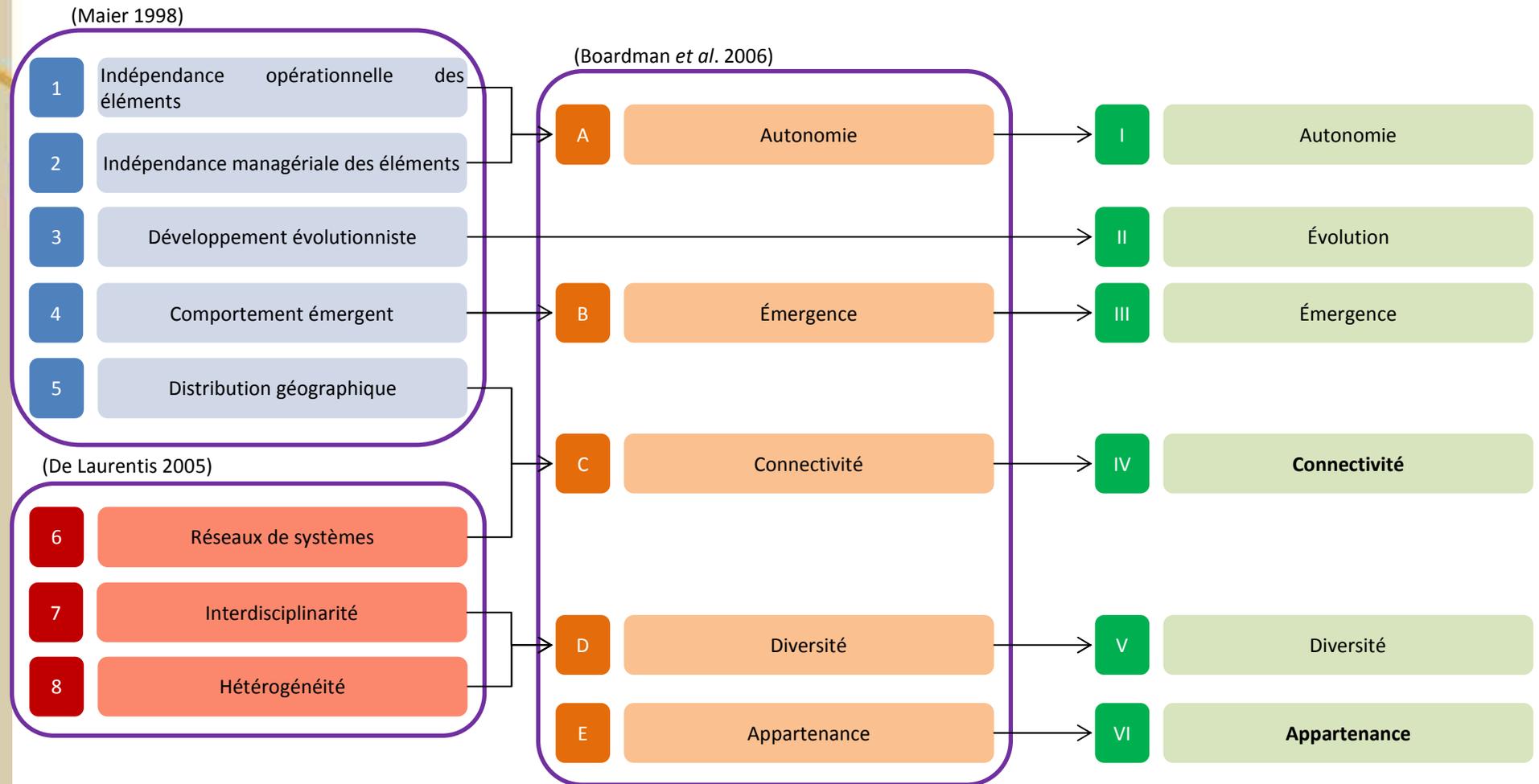
Introduction

Le S à F

Le S p F

Cas d'étude

Conclusion



Systeme Entreprise : vision Ingenierie Systeme

Introduction

Le S à F

Le Sp F

Cas d'étude

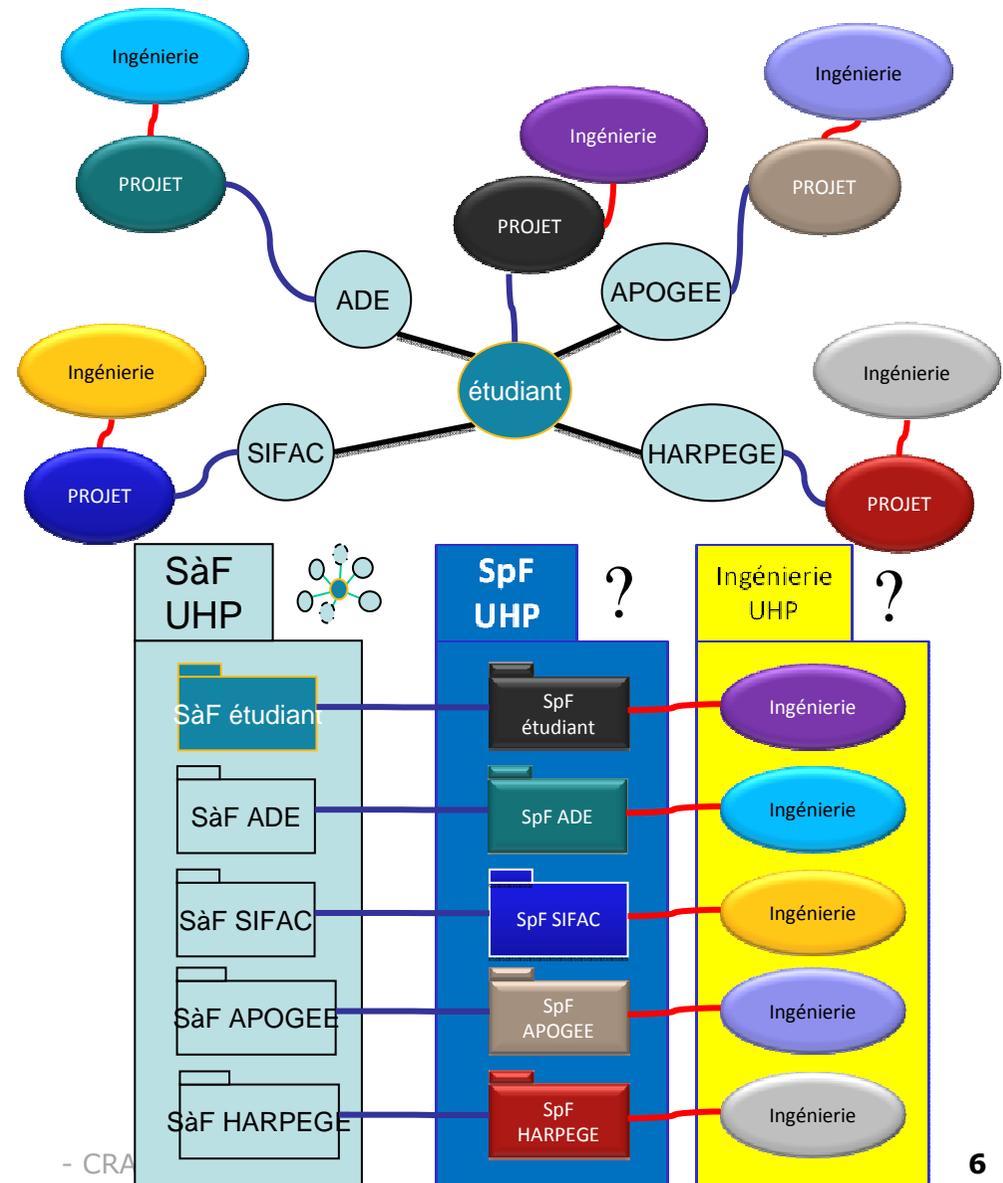
Conclusion

Systeme-Entreprise : vision Ingenieries de Systemes

- **Constat de (Chapurlat 2007)**
 - Manque de tâche de modélisation, de maintenance et de gestion de modèles dans l'entreprise.
 - Modèles bâtis à la demande et considérés à priori comme inutilisables en dehors du périmètre du projet pour lequel il ont été construits.
 - Externalisation du travail de modélisation.
 - Résultats difficilement exploitables par les acteurs de l'entreprise.

Systeme-Entreprise: vision Ingenierie Systeme

- **Systeme (projet) pour Faire :** « Pour organiser, exécuter et coordonner toutes les activités qui conduisent à la réalisation et à la mise à disposition du système à faire ., il est nécessaire de mettre en place un système doté de ressources humaines et techniques : le système pour faire ou projet. » (AFIS 2005)
- **Ingenierie Systeme (Ingenierie d'UN Systeme):** « L'Ingenierie Systeme est une démarche méthodologique coopérative et interdisciplinaire qui englobe l'ensemble des activités adéquates pour concevoir, développer, faire évoluer et vérifier un ensemble de produits, processus et compétences humaines apportant une solution économique et performante aux besoins des parties prenantes et acceptable par tous (inspirée de IEEE 1220). Cet ensemble est intégré en un système, dans un contexte de recherche d'équilibre et d'optimisation sur tout son cycle de vie. » (AFIS 2006)



Systeme Entreprise : vision Ingénierie Systeme Basée sur des Modèles ... de SI

Introduction
Le S à F
Le Sp F
Cas d'étude
Conclusion

- **Multitude de cadres de Modélisation**

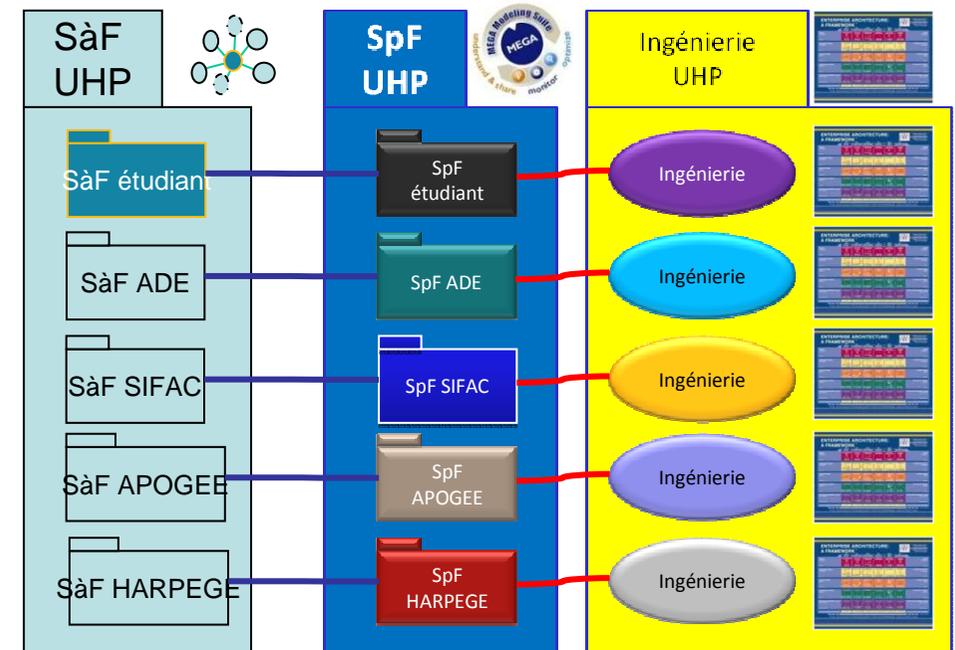
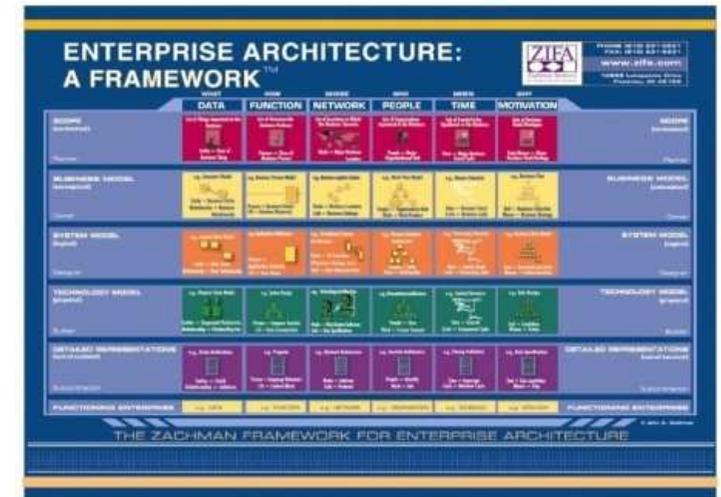
- Spécifiques pour l'interopérabilité (Chen 2005)
- Génériques (ISO 15704)(ISO/CEN-19439)
- Spécifiques pour les SI (Sowa and Zachman 1987)

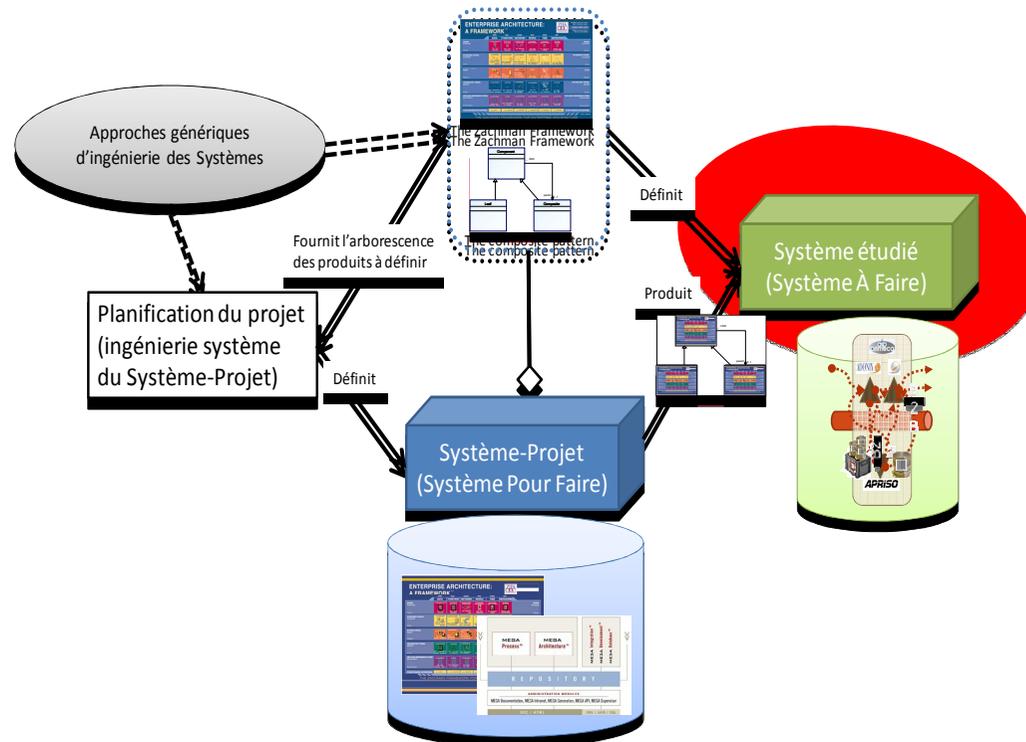
- **Ingénierie Systeme : vision Basée sur des Modèles**

Model-based systems engineering (MBSE) is the formalized application of modeling to support system requirements, design, analysis, verification and validation activities beginning in the conceptual design phase and continuing throughout development and later life cycle phases (INCOSE-TP-2004-004-02, Version 2.03, September 2007).

- **Ingénierie Systeme : vision Basée sur un Modèle de SI de Modèles de SI**

- **1^{er} Objectif** : proposer une ingénierie « à minima » pour la MOA et la MOE de rang 1, afin d'obtenir un Système-à-Faire-Entreprise et participant à la capitalisation des « savoir-faire » d'ingénieries des Systèmes-Projet d'entreprise
- **2^{ème} Objectif** : proposer une ingénierie pour rendre interopérable un SI centré sur la finalité du Système-Entreprise → l'étudiant. (le produit, le service ...)
- **3^{ème} Objectif** : proposer un prototype d'outillage de modélisation récursive, multi-échelles et multipoints de vues, guidée par le cadre de modélisation → le multi-Zachman.



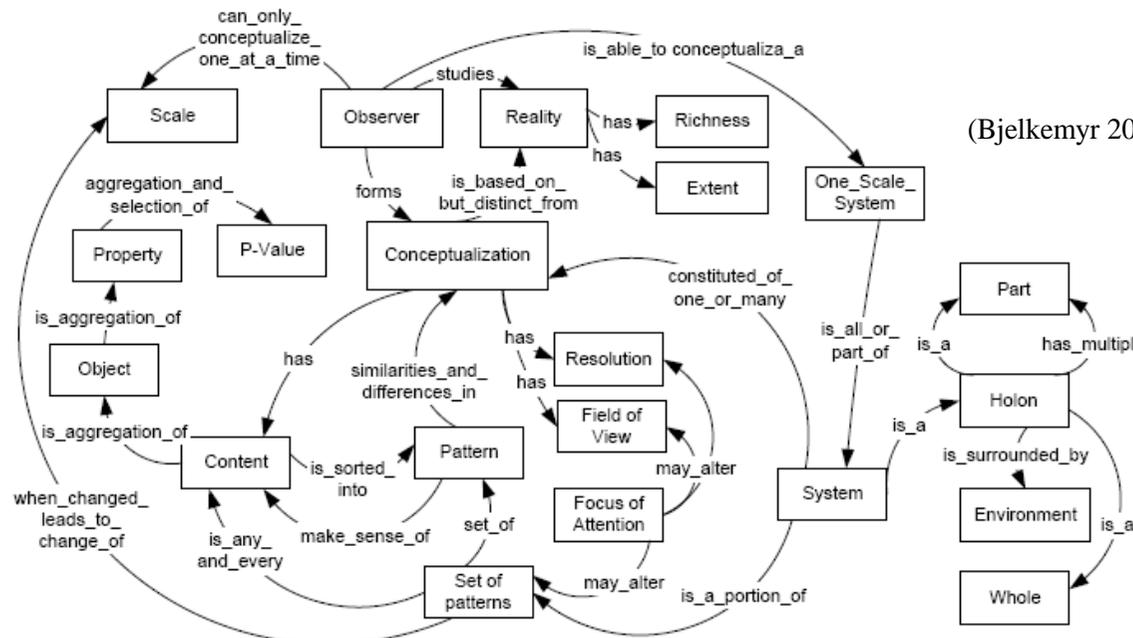


Systeme-Entreprise à Faire...

Systeme-Entreprise À FAIRE: Formalisation d'un SdSI

• Définition d'un Système

- (Morin 1977; Penalva 1997) « Un système est une unité globale d'interrelations entre éléments, activités et individus, organisée pour une finalité dans un environnement. »
- (INCOSE 2006) "A system is a construct or collection of different elements that together produce results not obtainable by the elements alone. (...)"
- (Kuras 2006) "The currently accepted definition of a system is no longer adequate. It is no longer sufficiently general, and too much is left implicit in its articulation. While the current definition is adequate for "traditional" systems, it is lacking when it is used as the foundation for the engineering of systems associated with the more recent and ambitious efforts."



Systeme-Entreprise À FAIRE: Formalisation d'un SdSI

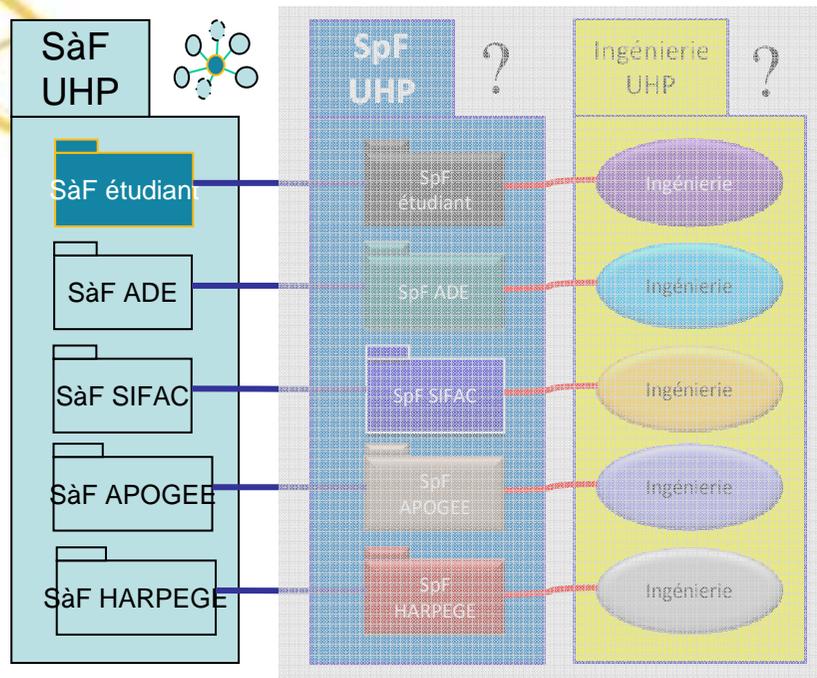
Introduction

Le S à F

Le S p F

Cas d'étude

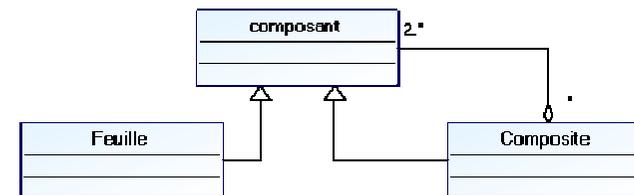
Conclusion



- **Définition multi-échelles d'un système (Kuras 2006)**

$$s^v \in \{S^v\} \mid S^v \equiv \{E_i; REL_j\}_{I^v J^v}; H^v$$

- **Construction récursive d'un système basée sur Gamma et al. 1995**



Inspiré du pattern composite

Systeme-Entreprise À FAIRE : Formalisation d'un SdSI

- Définition des éléments et des relations (selon Vernadat 2007) d'un système à UNE échelle donnée « V » (Kuras 2006)

$$S^v \equiv \{E_i; REL_j\}_{I^v J^v}$$

• $E_i = ($

Component System

 ;

Fully integrated system

 ;

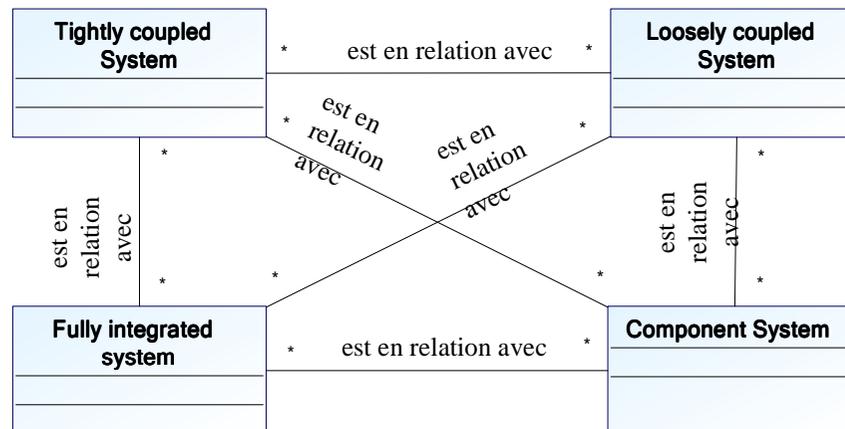
Tightly coupled System

 ;

Loosely coupled System

)

• $REL_j =$

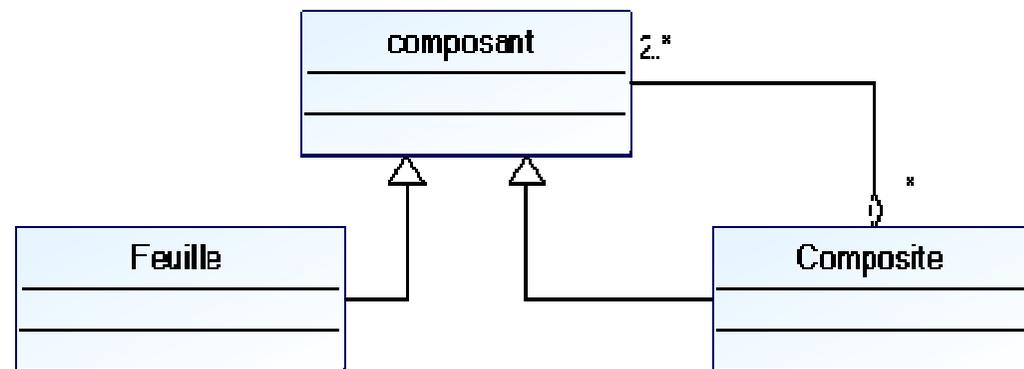


Systeme-Entreprise À FAIRE : Formalisation d'un SdSI

- Construction d'un filtre (selon Gamma et al. 1995) de formalisation d'un SdSI (selon Kuras 2006)

$$S^v \equiv \{E_i; REL_j\}_{I^v, J^v}; H^v$$

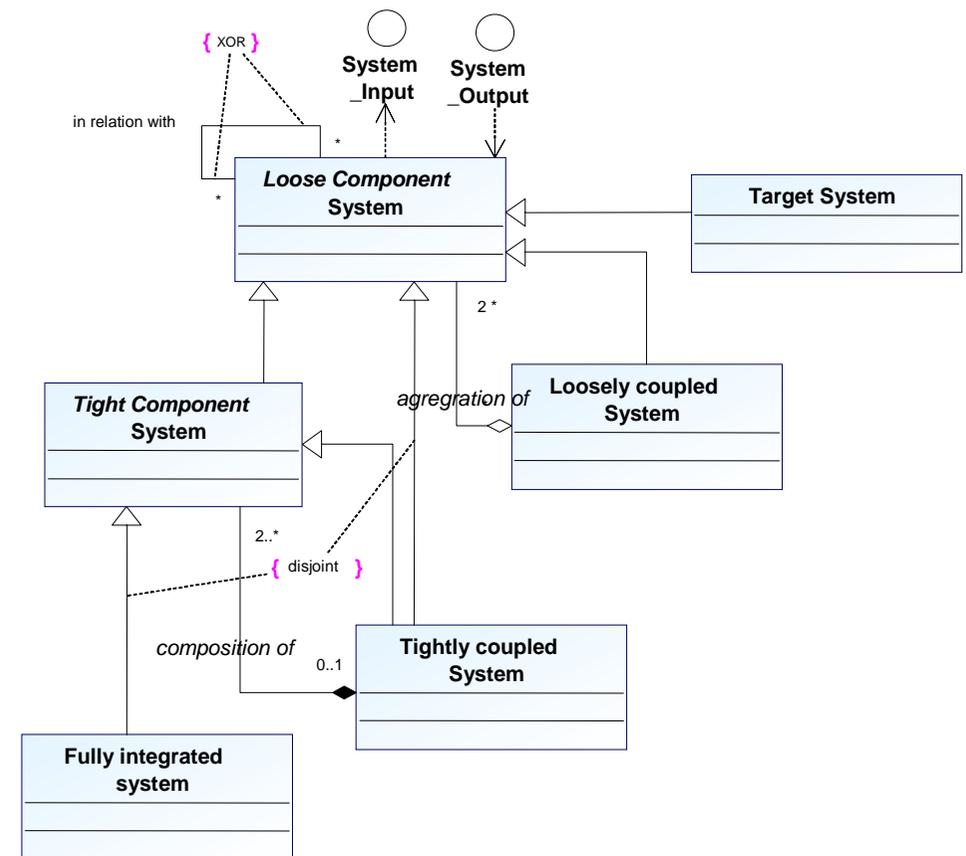
$H^v =$

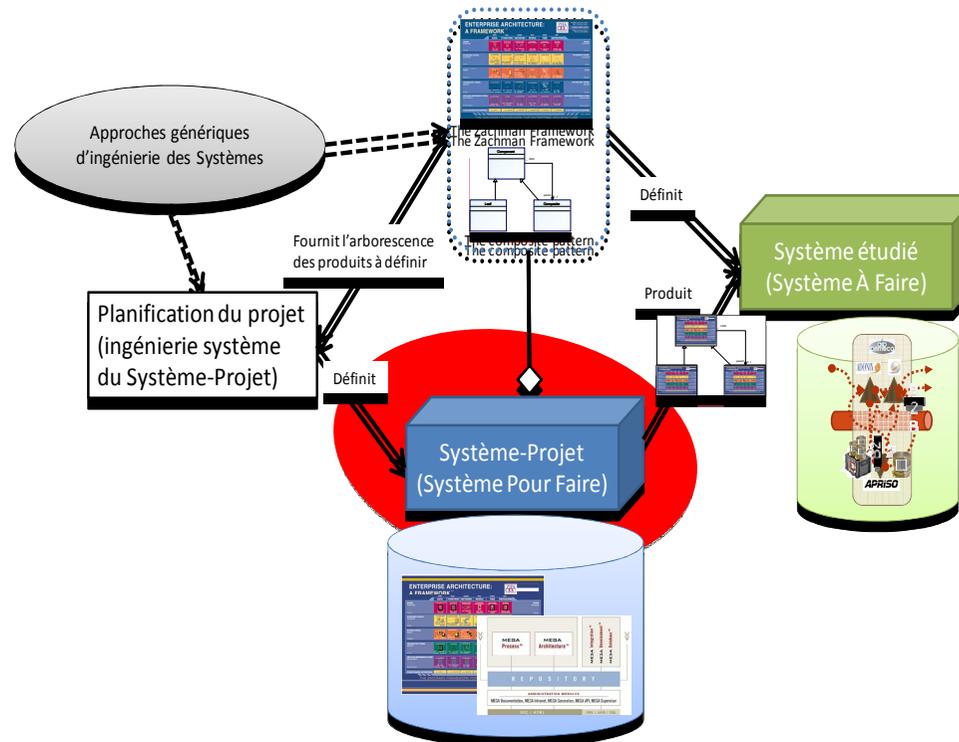


Systeme-Entreprise À FAIRE : Formalisation d'un SI

- Proposition d'un méta-modèle d'un SI à Faire « récursif et multi-échelles »

$$S^v \equiv \{E_i; REL_j\}_{I^v, J^v}; H^v \equiv$$



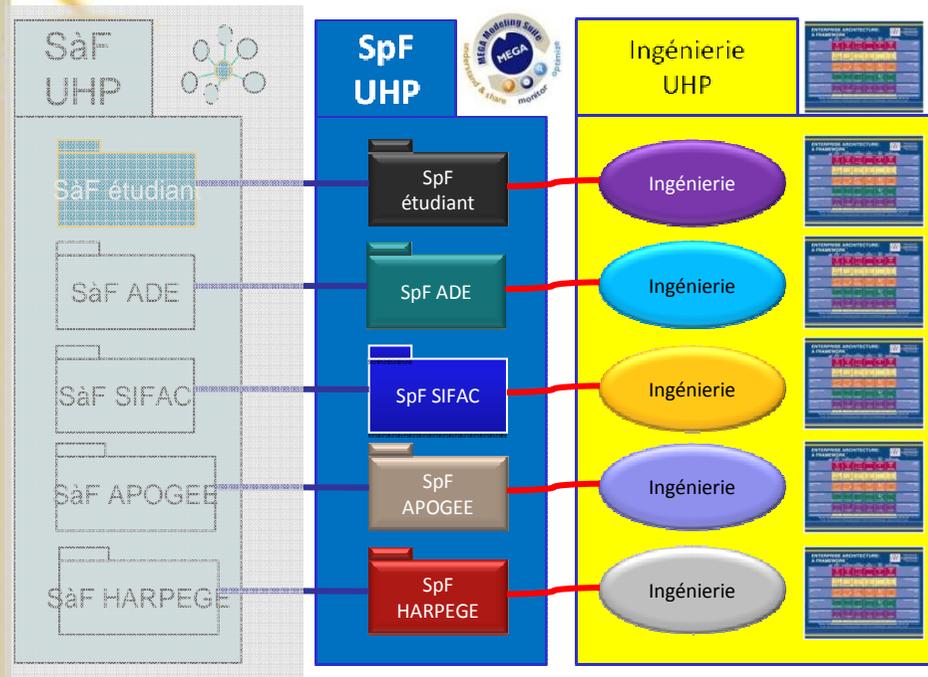


ISBM

du Système-Projet pour Faire

Systeme-Projet Pour FAIRE : Ingénierie Système Basée sur les Modèles d'un SdSI

Introduction
Le S à F
Le Sp F
Cas d'étude
Conclusion



- **Exigences d'une IS de SdSI :**
 - Multi-points de vue
 - Récursivité
 - Multi-échelles
- **Propriétés d'un cadre de modélisation de Zachman :**
 - Multi-points de vue (lignes)
 - 1 échelle (colonnes)
 - Multi-Modèles (cellules)
- **ISBM basée sur le cadre de modélisation Zachman :**
 - Multi-points de vue
 - Multi-Modèles
 - Récursivité
 - Multi-échelles
 - Relations Multi-Modèles

Systeme-Projet Pour FAIRE : Ingénierie Système Basée sur les Modèles d'un SdSI

Introduction

Le S à F

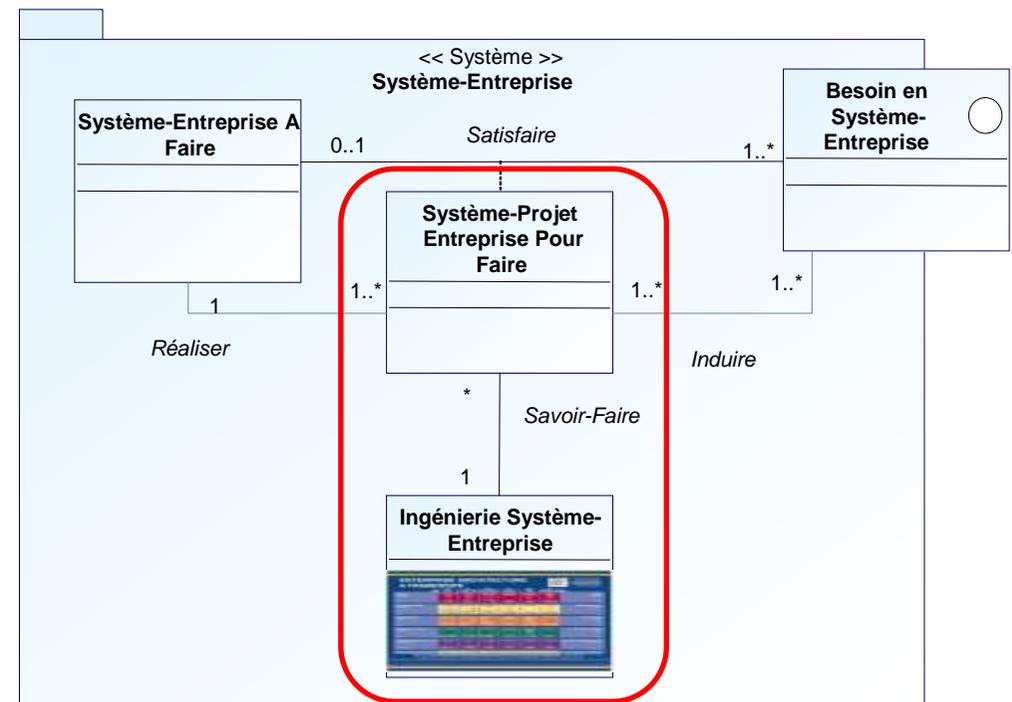
Le S p F

Cas d'étude

Conclusion

- Proposition d'un méta-modèle d'un Système-Entreprise multi-points de vue d'ingénierie à UNE échelle donnée « V » (Kuras 2006)

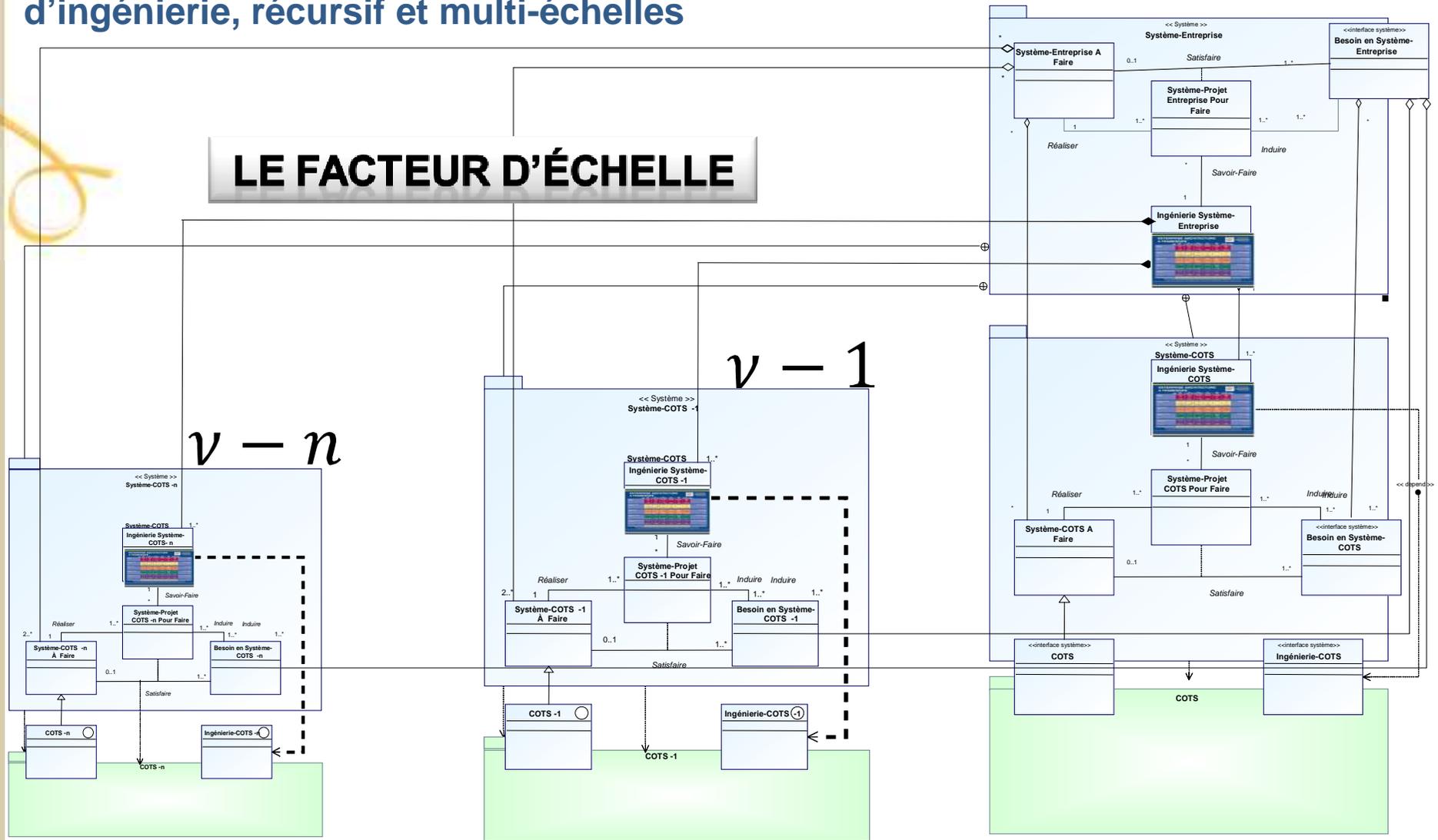
$$S^v \equiv \{E_i; REL_j\}_{I^v, J^v}; H^v \equiv$$



Systeme-Projet Pour FAIRE : Ingénierie Système Basée sur les Modèles d'un SdSI

- Proposition d'un méta-modèle d'un Systeme-Pour-Faire multi-points de vue d'ingénierie, récursif et multi-échelles

Introduction
Le S à F
Le Sp F
Cas d'étude
Conclusion

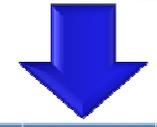
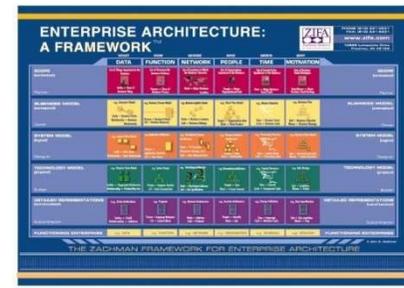
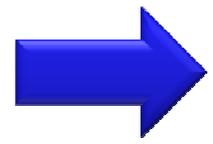
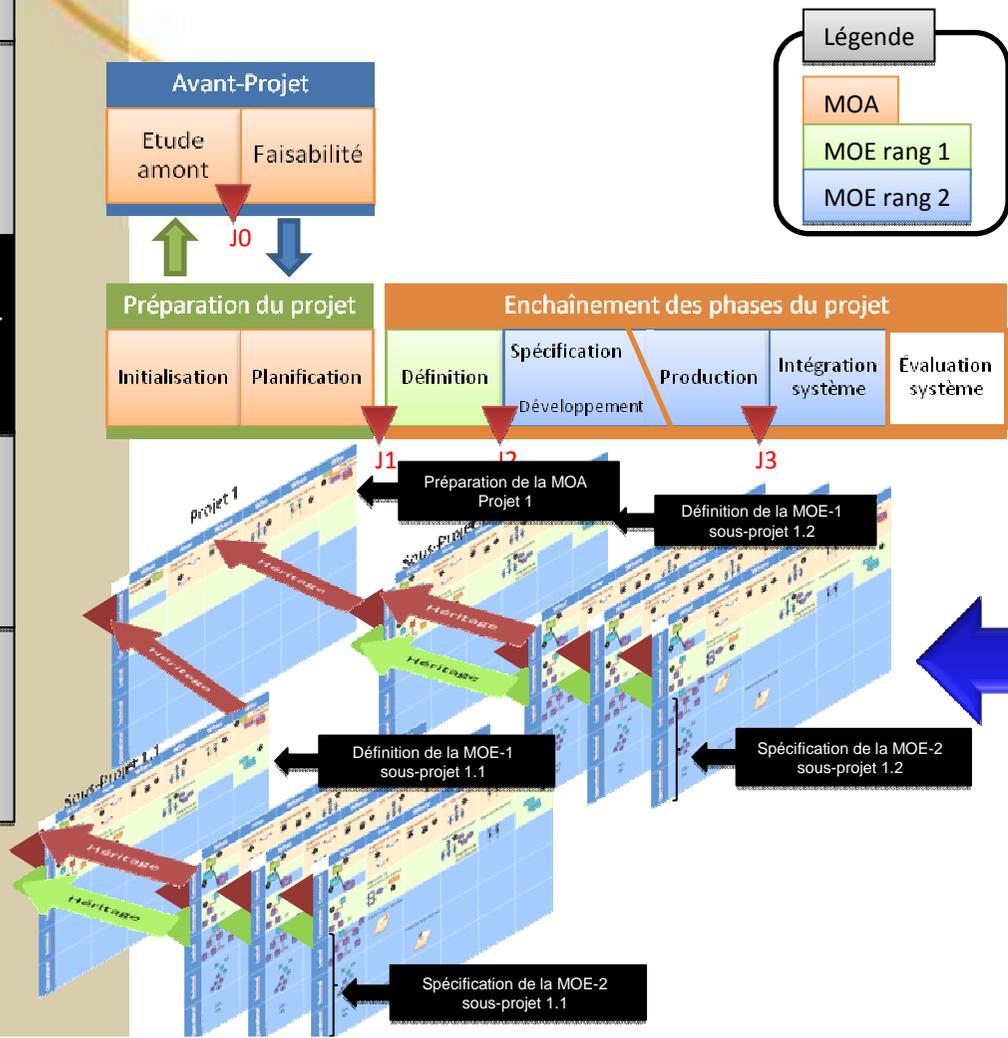


- CRAN -

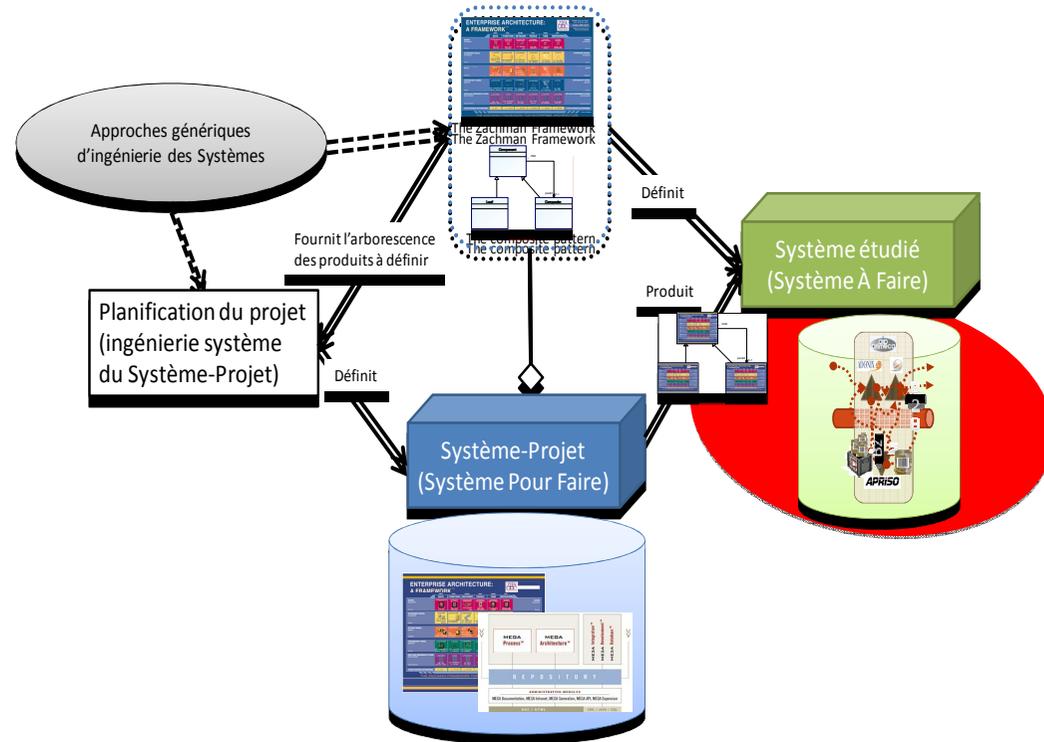
Systeme-Projet Pour FAIRE : Ingénierie Système Basée sur les Modèles d'un SdSI

Introduction
Le S à F
Le Sp F
Cas d'étude
Conclusion

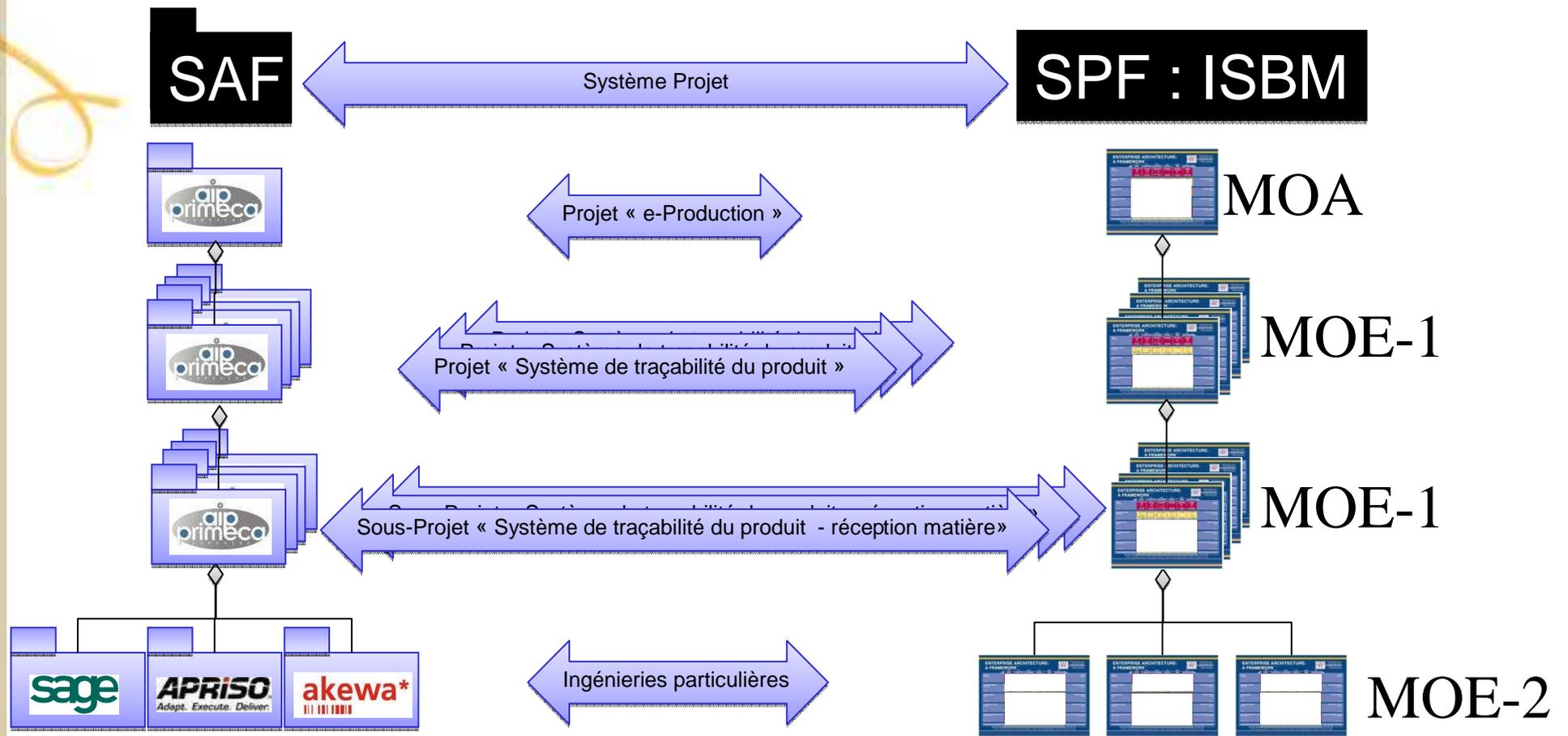
- Proposition d'une démarche d'ISBM par dérivation d'invariants de modèles inter-Zachman(s)



	What	How	Where	Who	When	Why
Contextual (MOA)	2	Diagramme de vue de Processus	Diagramme de sites	DCU - rôles fonctionnels	Diagramme de séquence	1
Conceptual (MOE-1)	5	Diagrammes de mise en oeuvre de processus		Organigramme des acteurs	Diagramme de séquence	7
Logical (MOE-2)	4	Diagramme d'archi. applicative		Diagramme de cas d'utilisation		
Technical (réalisateur)	3		Diagramme d'archi. technique			
Operational (Operational)	6	Fichiers plats XSLT XML				

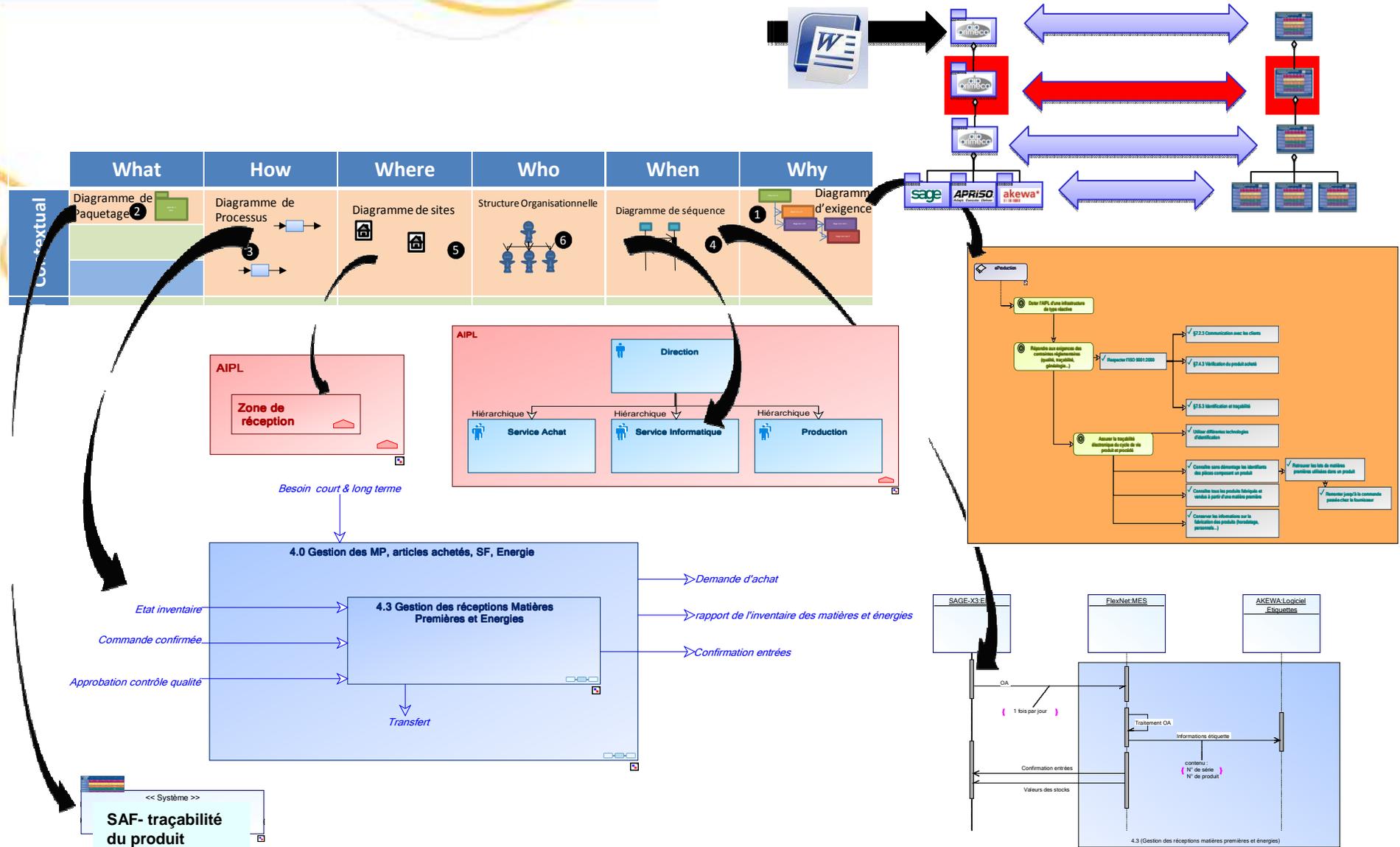


ISBM : mise en œuvre sur une étude de cas d'un Système à Faire

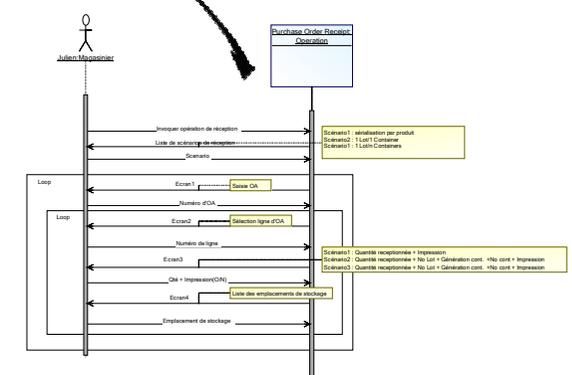
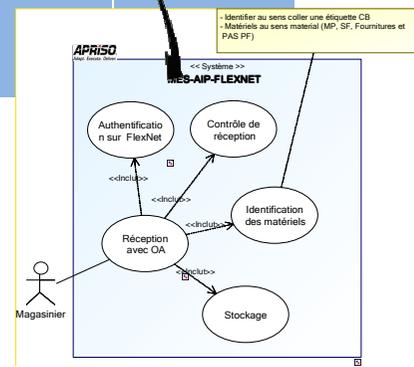
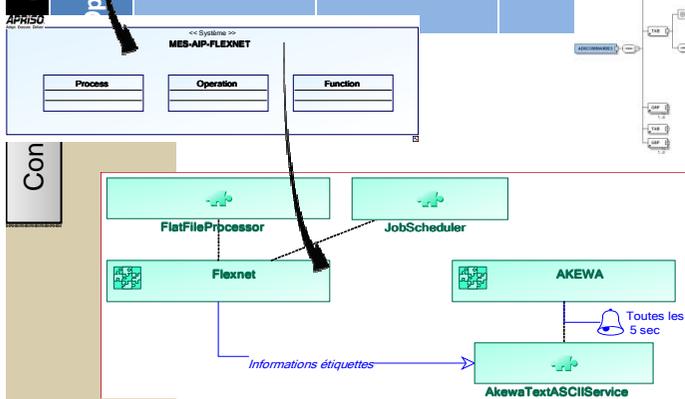
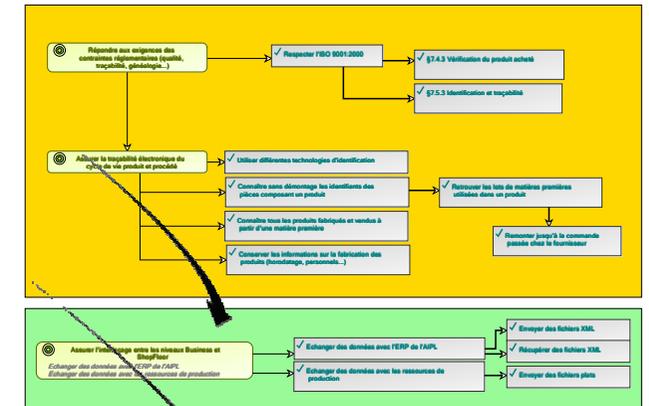
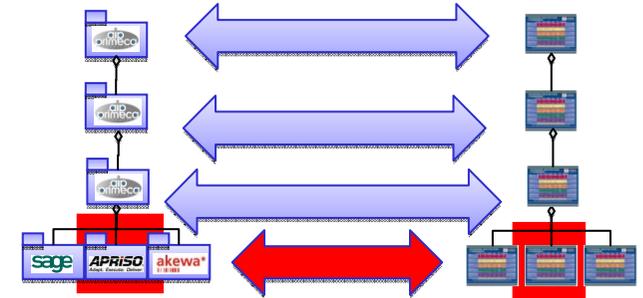
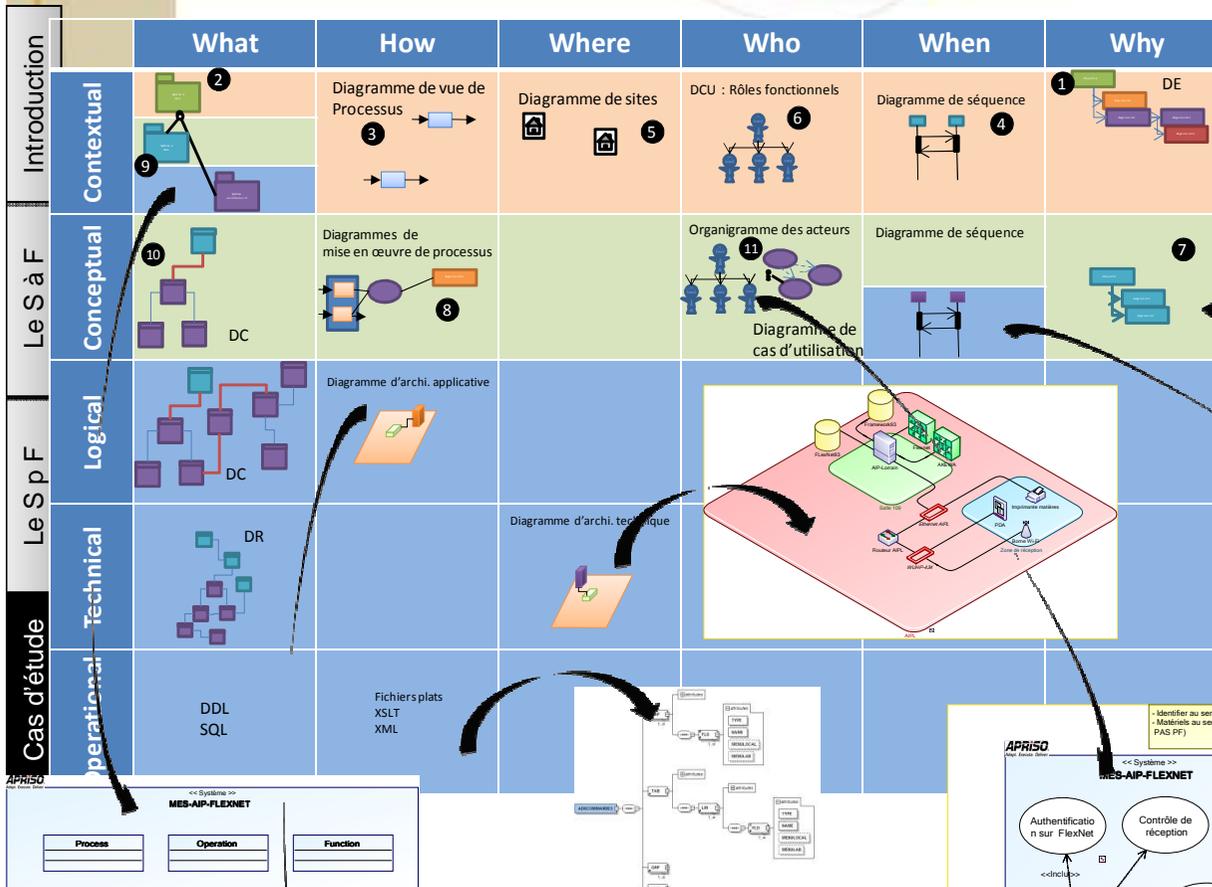


Étude de cas : Phase de Préparation du projet par la MOA

Introduction
Le S à F
Le S p F
Cas d'étude
Conclusion



Étude de cas : Phase de Spécification du projet par la MOE de rang 2



Étude de cas : conclusion sur la mise en œuvre

Introduction

Le S à F

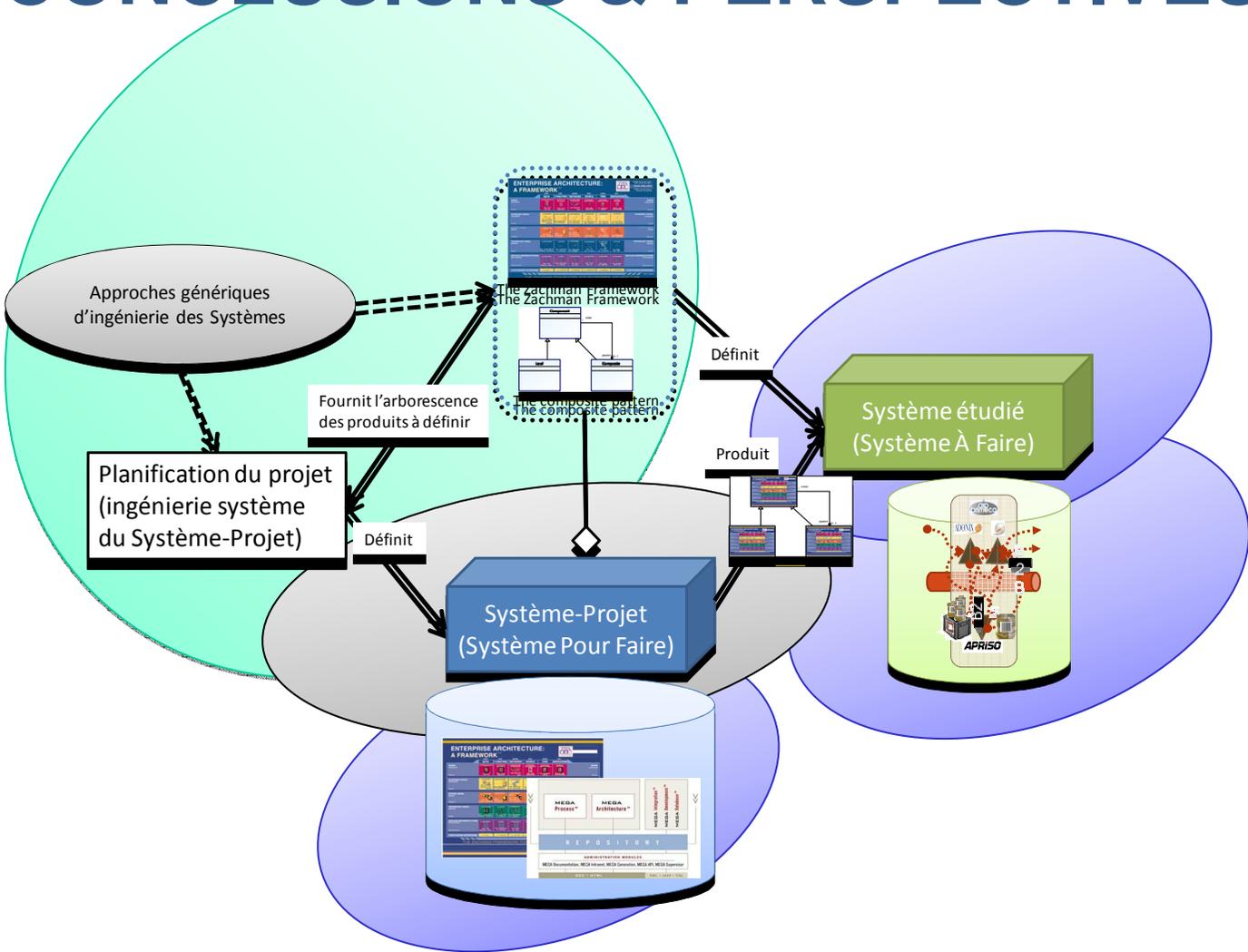
Le S p F

Cas d'étude

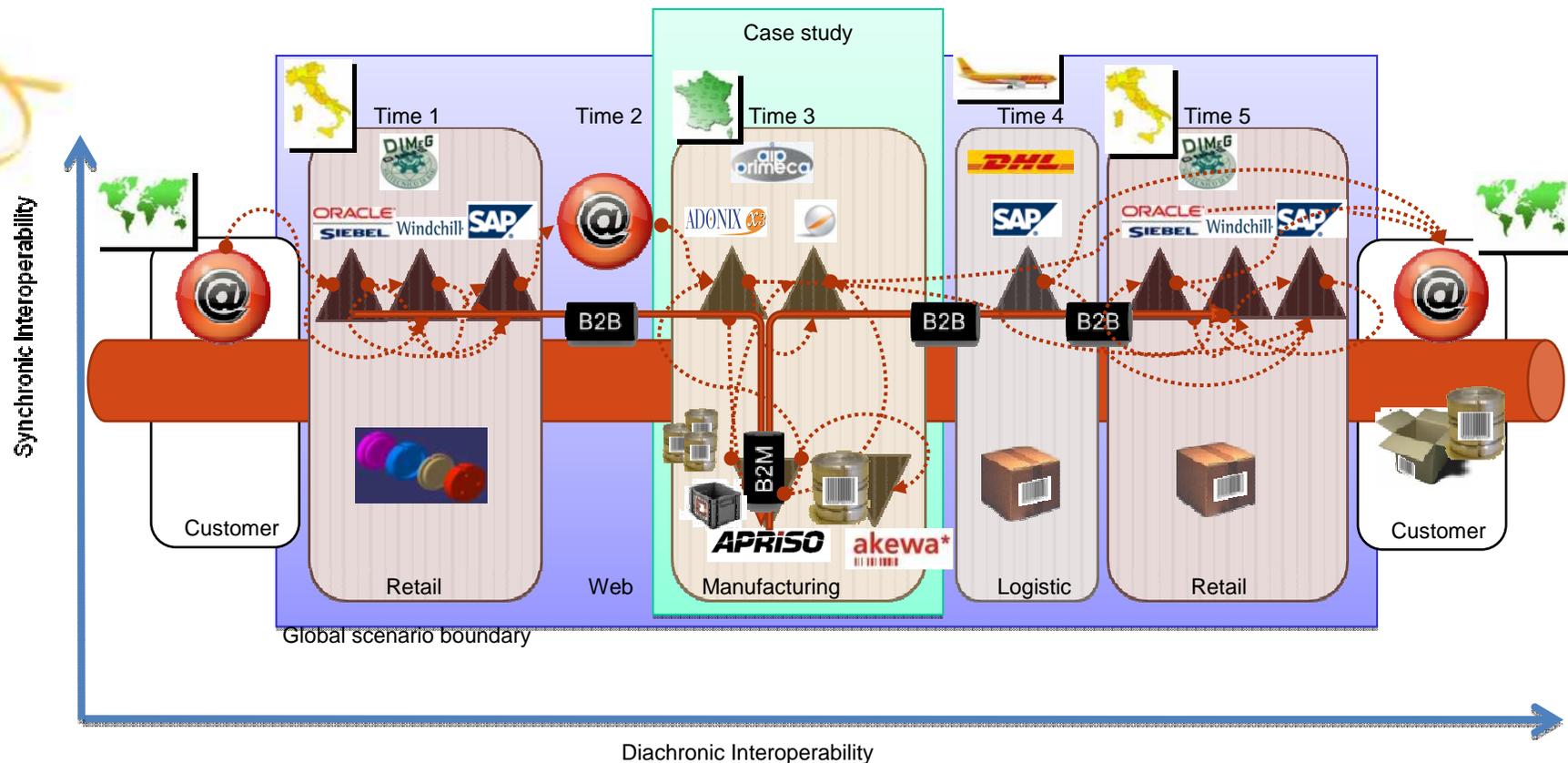
Conclusion

- **Retours d'expérience :**
 - MOA : niveau contextuel de Zachman / 5 jours
 - MOE-1 : niveau conceptuel de Zachman / 10 jours
 - MOE-2 : niveaux logique et technologique de Zachman / 15 jours
 - Implémentation grandement facilitée par le cadre rigoureux de Zachman.
 - Référentiel commun – cohérence des modèles (MEGA) : règles de modélisation respectées.
 - Début de la capitalisation des savoir-faire sur le sous-projet « traçabilité ».
 - Spécification mieux ciblée des besoins en formation particulière aux technologies employées : configuration des Web Services sur l'ERP (1 jour chez l'éditeur)
- **Mais :**
 - Pas de début de modélisation si les besoins exprimés par le donneur d'ordres n'ont pas été traduits en un diagramme des exigences : point d'initialisation de la modélisation.
 - Blocages surtout relatifs aux technologies employées.
- **Néanmoins :**
 - Pas de mesure effective de la performance de la tâche de modélisation (Rodriguez et al. 2008)

CONCLUSIONS & PERSPECTIVES



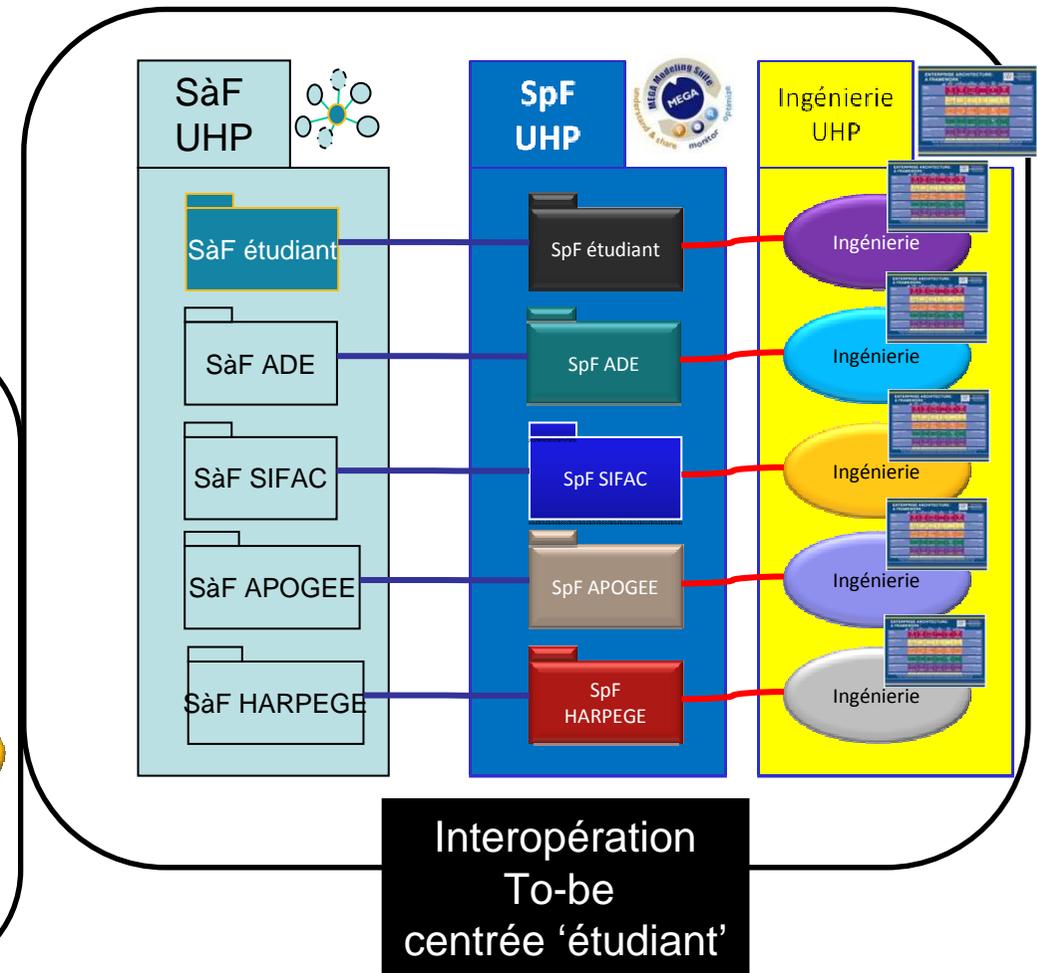
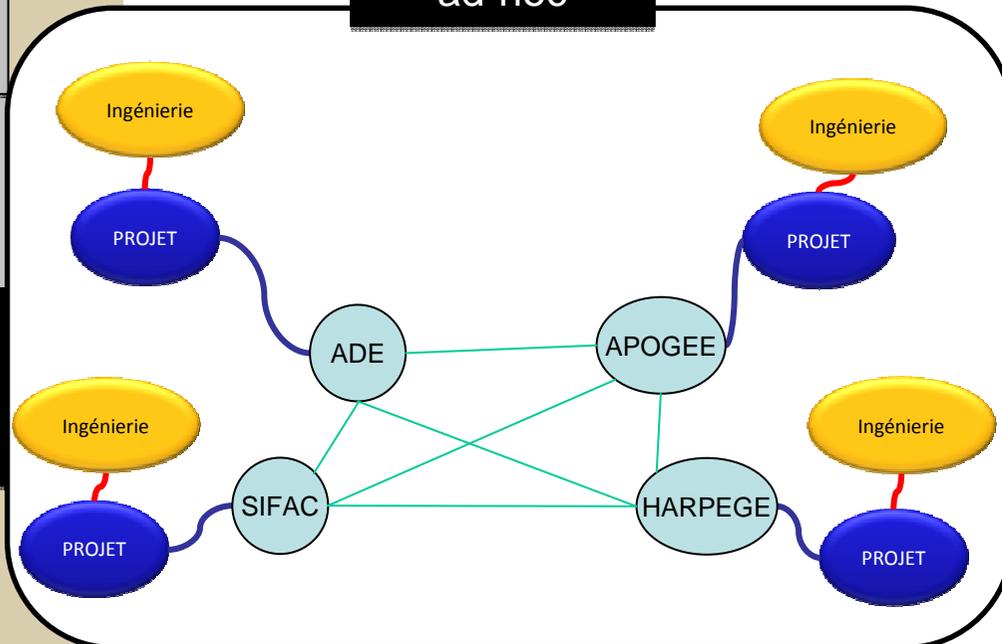
Comment appliquer une vision IS pour Faire interopérer des composants d'entreprise en UN Système-Entreprise ?



Scénario de systèmes d'entreprises contrôlés par le produit

- **ISBM d'un SdSI UHP centré sur l'étudiant**
- Contexte : Responsabilités et compétences élargies de l'Université

**Interopération
As-is
ad-hoc**



Directeur de thèse : G. Morel
Co-directeur de thèse : H. Panetto
Co-directrice de thèse : F. Mayer

Thèse de Jean-Philippe Auzelle

Merci de votre attention,...

UMR 7039



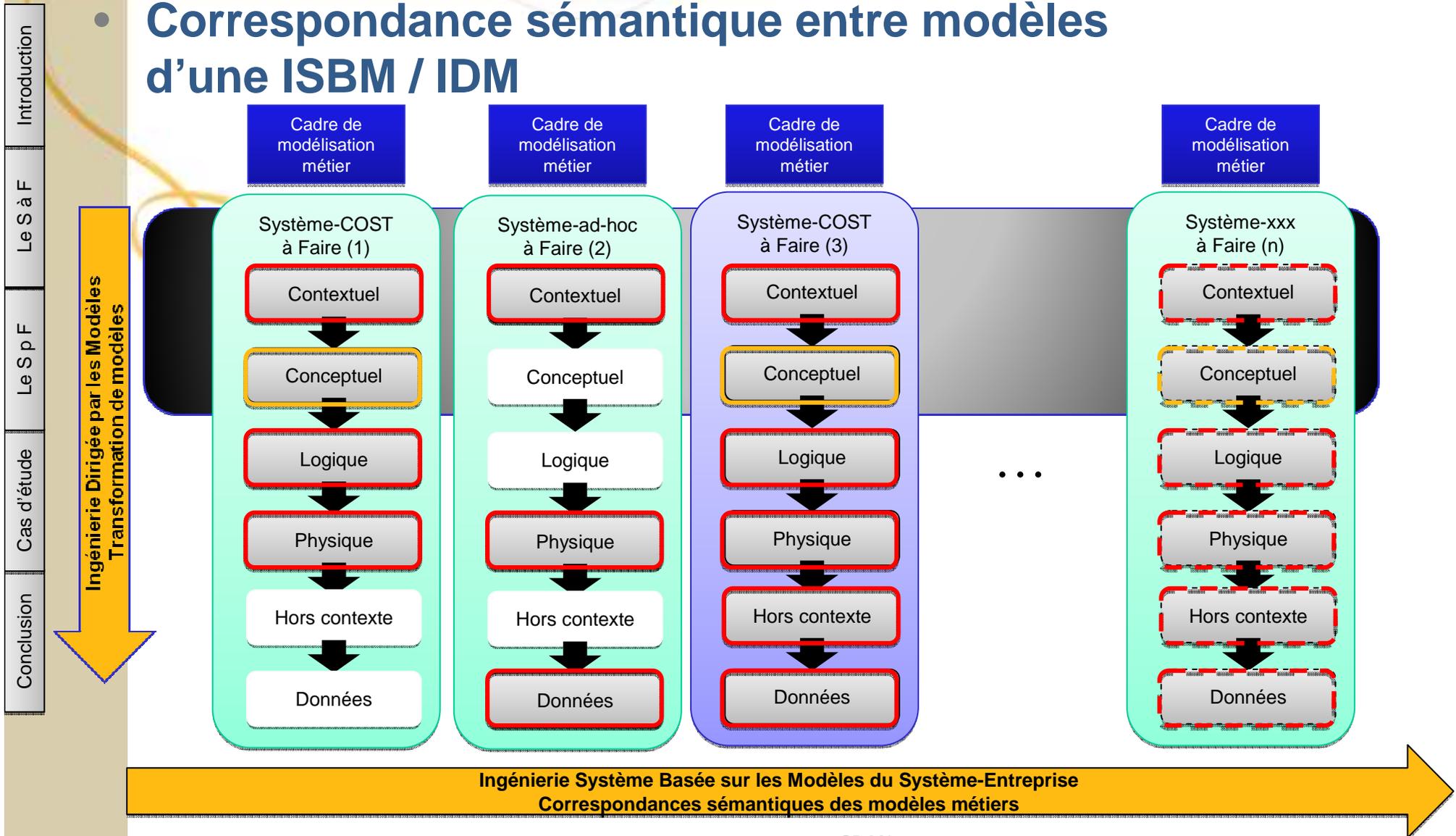
Nancy-Université





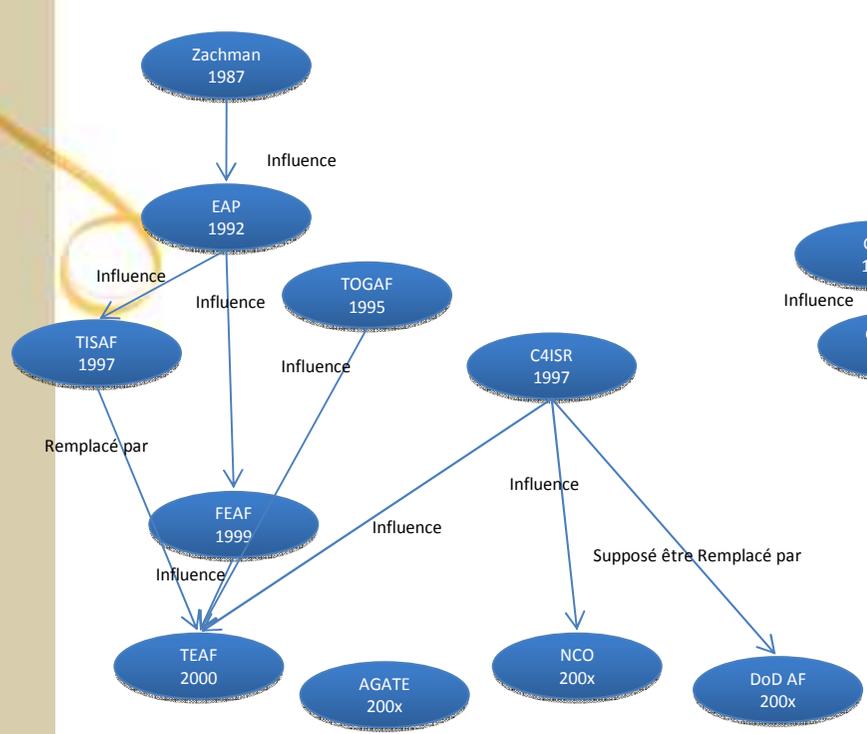
Annexes

- Correspondance sémantique entre modèles d'une ISBM / IDM

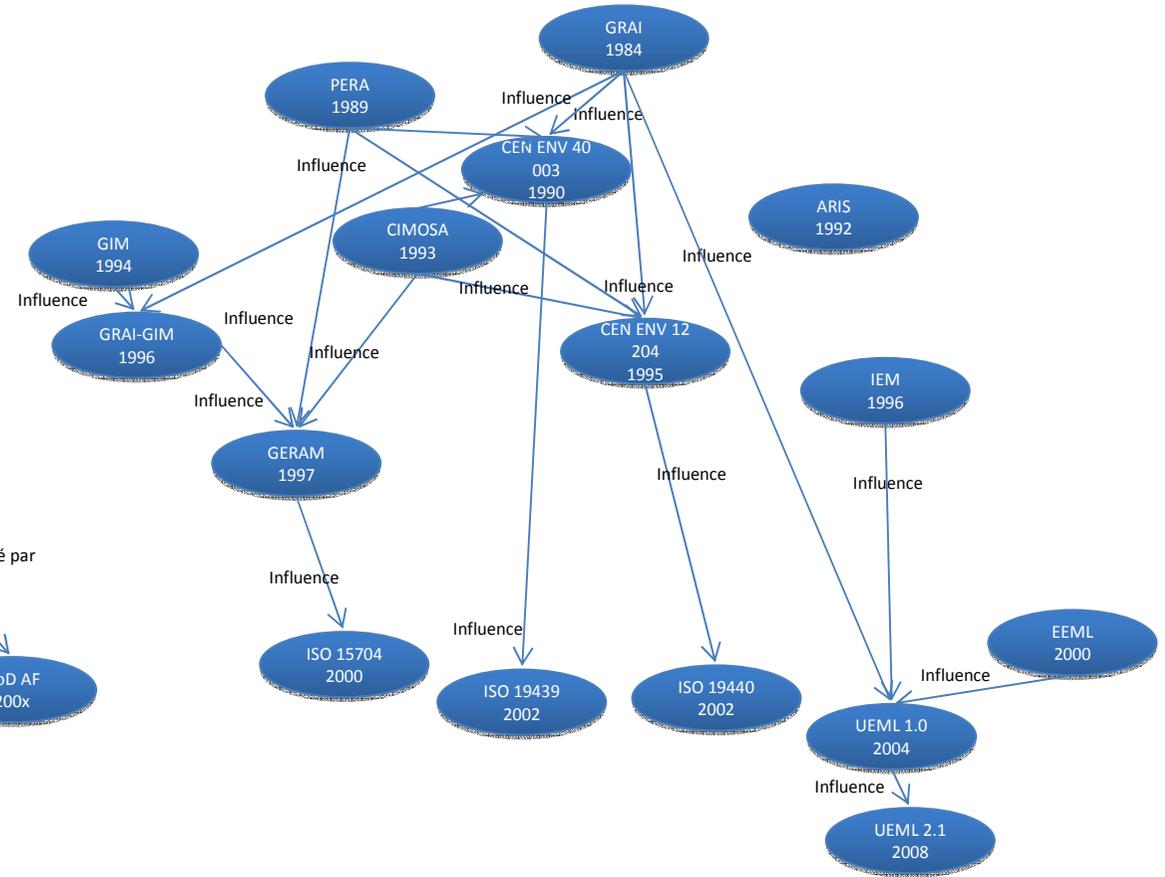


Cadres de modélisation

Introduction
Le S à F
Le S p F
Cas d'étude
Conclusion



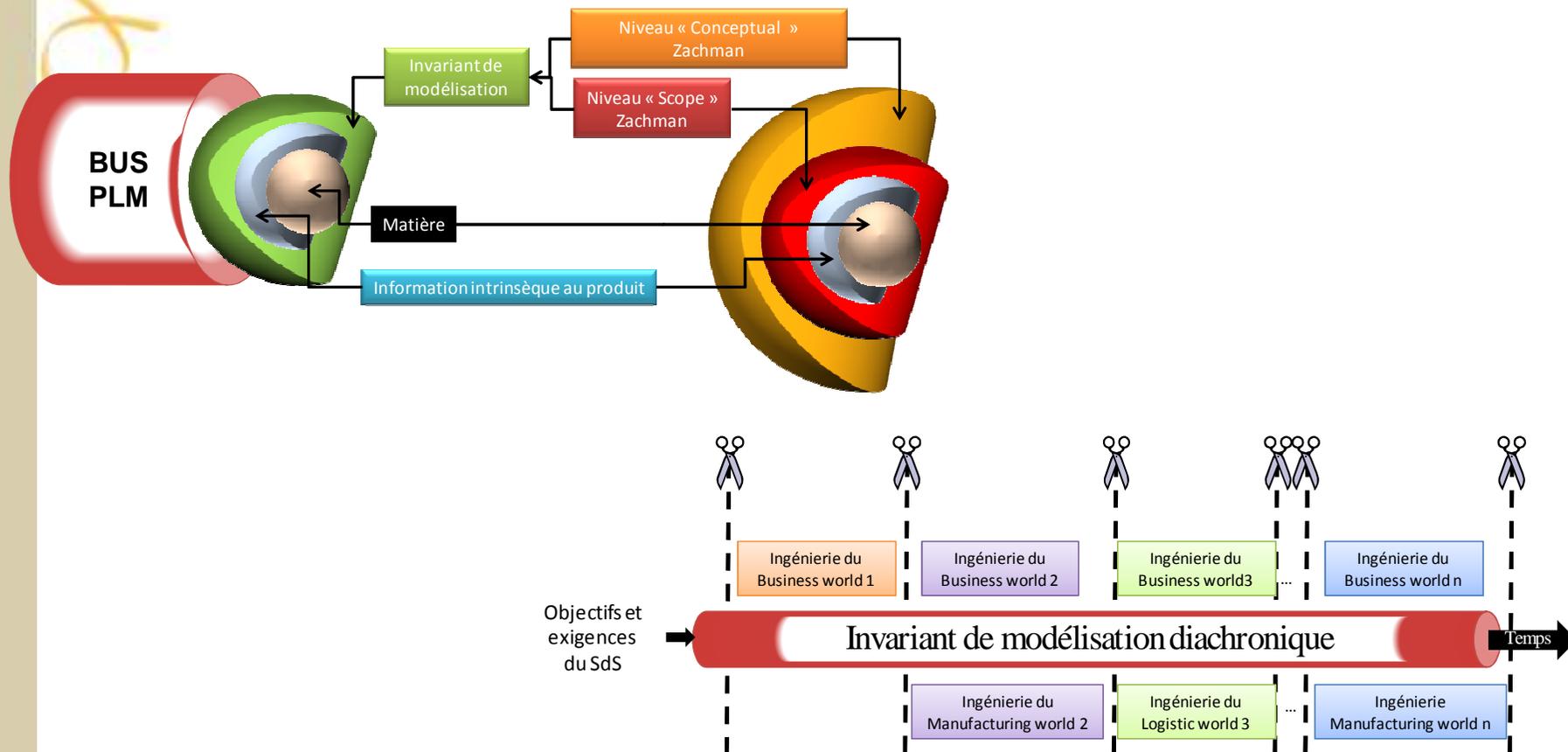
(a)



(b)

Perspectives : Le produit-actif pivot de l'interopération des ingénieries au sein d'un SdS

- Interopération des ingénieries au travers du produit-actif (système interopérant avec son environnement)



Introduction
Le S à F
Le S p F
Cas d'étude
Conclusion
Conclusions