



Intégration de systèmes à logiciel prépondérant

Groupe « Modélisation des systèmes
complexes »

22/10/2007

Yann Pollet

Conservatoire National des Arts et Métiers

Chaire d'intégration des systèmes

Plan de l'exposé

- Un survol de l'Ingénierie des Systèmes....
- Les besoins en modélisation
- Perspectives de recherche....

« Complexité » des systèmes

Maîtrise de l'infra-structure socio-technologique actuelle \Rightarrow systèmes informatisés de plus en plus complexes

\Rightarrow **Hétérogénéité, Distribution, Interaction**

Défis multiples :

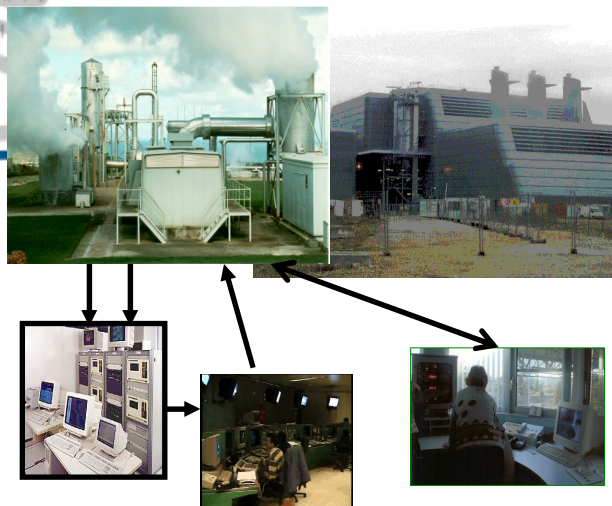
- intégration de composants hétérogènes
- estimation des coûts de développement et d'exploitation
- pilotage des activités du projet
- maîtrise de la maintenance et des évolutions,



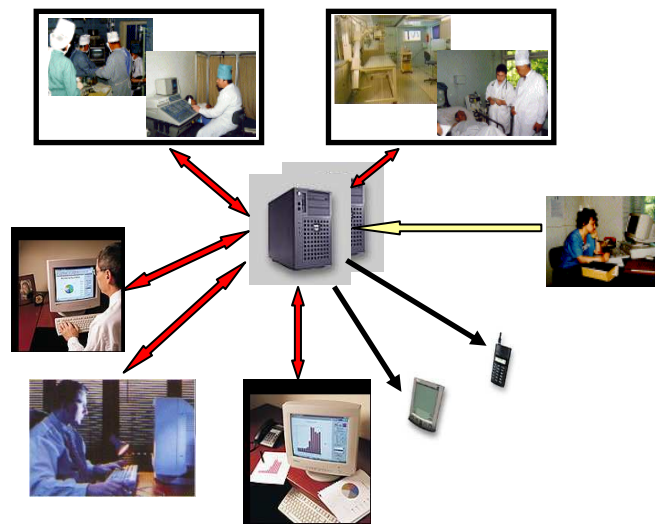
Métier d'intégrateur de systèmes :

- « Architecte concepteur » \Rightarrow *dimension technique*
- Réalisation dans le cadre contractuel d'un projet \Rightarrow *dimension « managériale »*

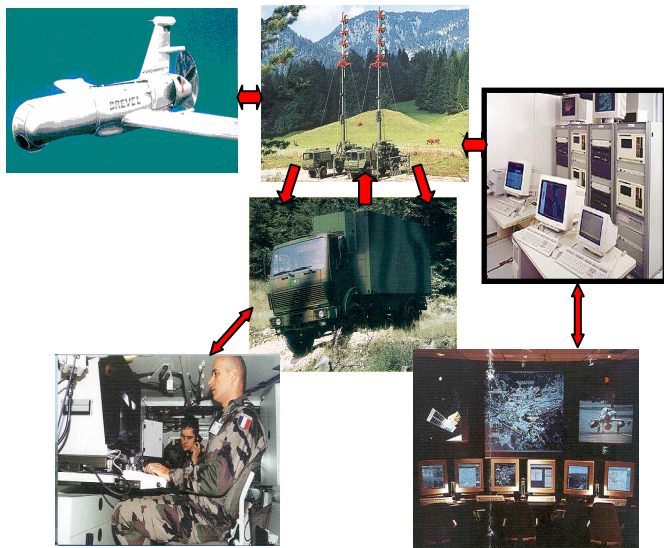
Exemples...



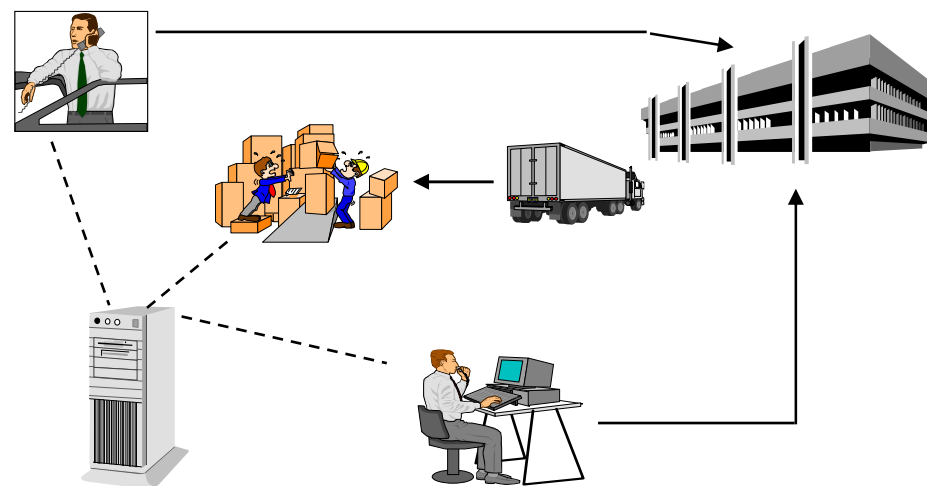
Système de conduite industriel



Système de santé régional



Système d'observation



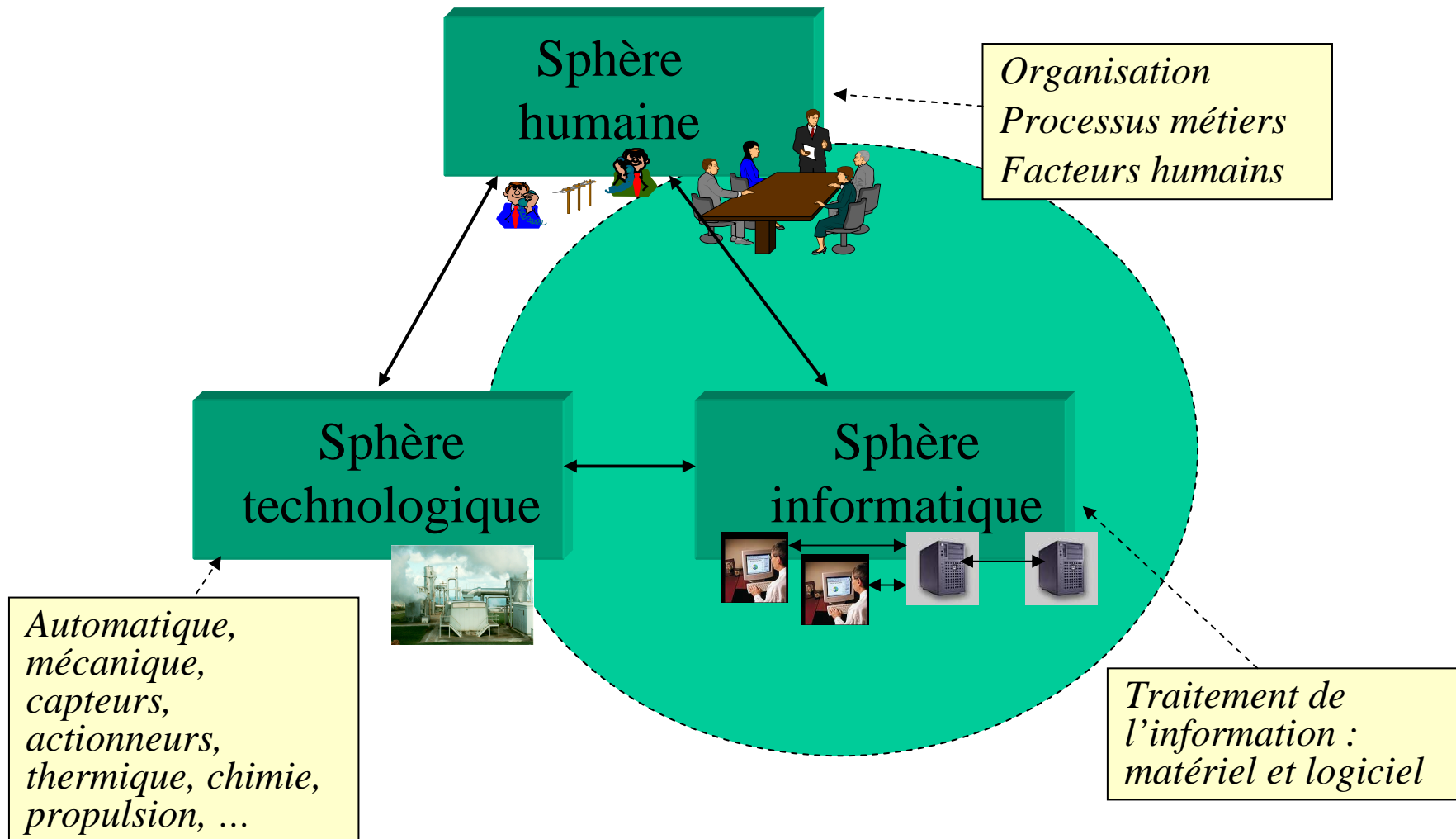
« Entreprise étendue »

Les systèmes : autres exemples

- Système de conduite de production industrielle
- Système de transport automatique
- Système de communication par satellites
- Systèmes de gestion de la relation client
- Pilote automatique d'un avion
- Réseau de monétique
- Réseau de surveillance et de prévision
- Informatique embarquée dans une automobile
- Centrale nucléaire
- Système d'Information et de Communication
- Système d'information d'entreprise multi-sites
- Annuaire électronique

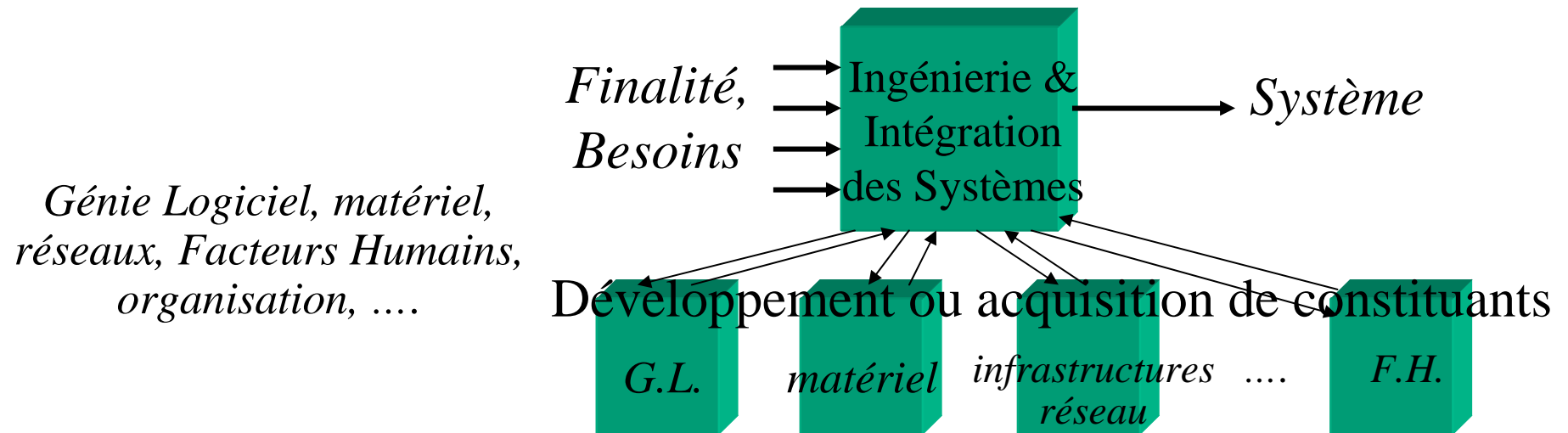


Les Systèmes à Logiciel Prépondérant

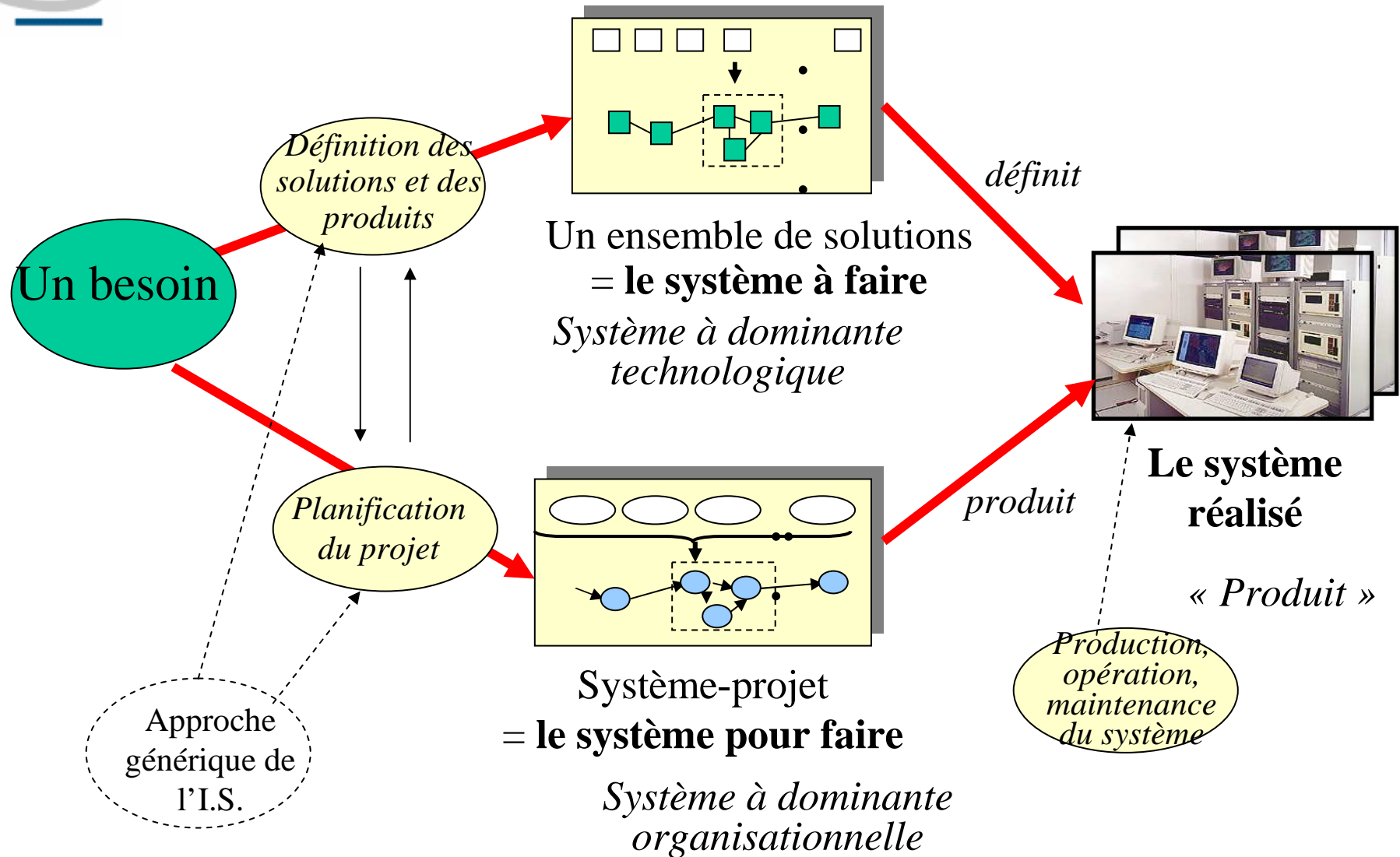


Qu'est ce que l'Ingénierie et l'Intégration de Système ?

- Une démarche générique appliquée aux systèmes informatisés
- développement dans le respect de **Fonctionnalités** attendues, de **Coût, Délai, et Qualité**
 - intégration de technologies multiples et hétérogènes
 - conception de système par intégration de diverses technologies, non les technologies elles-mêmes

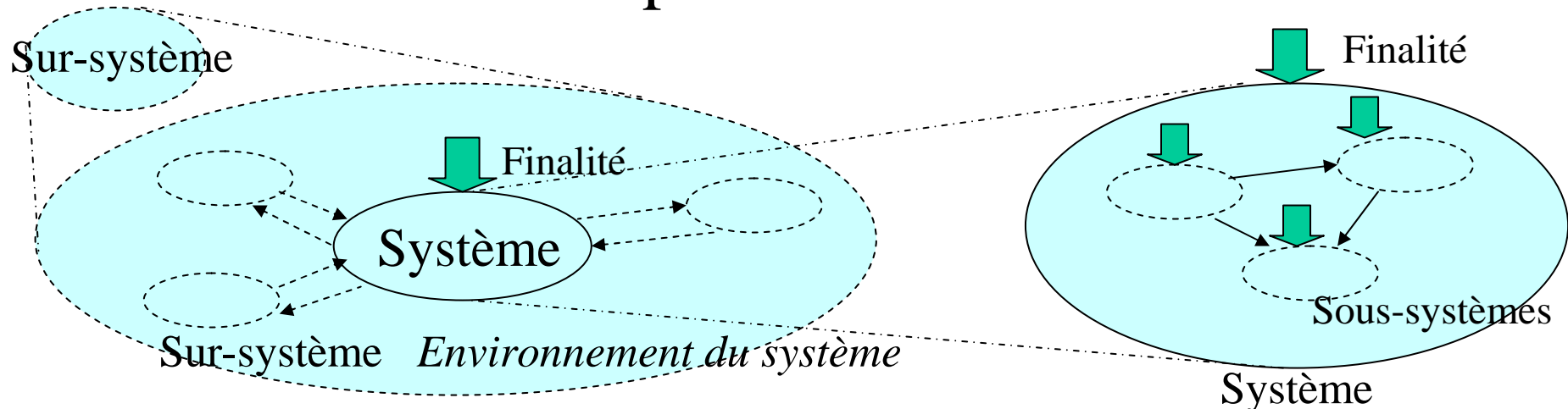


Les systèmes de l'I.S.

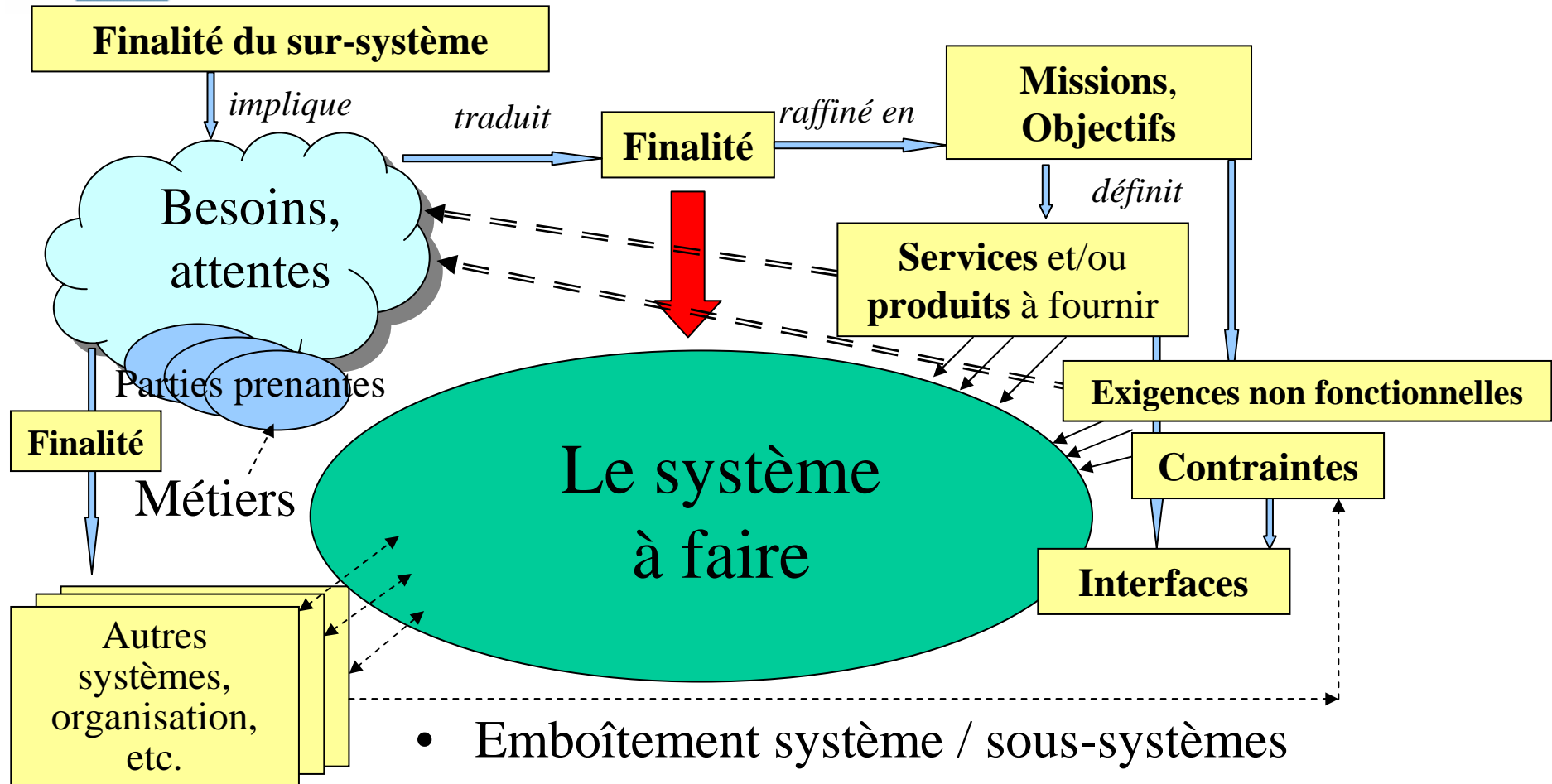


Points de vue interne et externe

- Approche externe = boîte noire \Rightarrow Le système est dans un *environnement*
 - Le système a une *finalité* (« *pour quoi?* »)
 - Le système fournit des *services* à l'environnement
- Approche interne = boîte blanche
 - \Rightarrow le contenu représente une « solution »

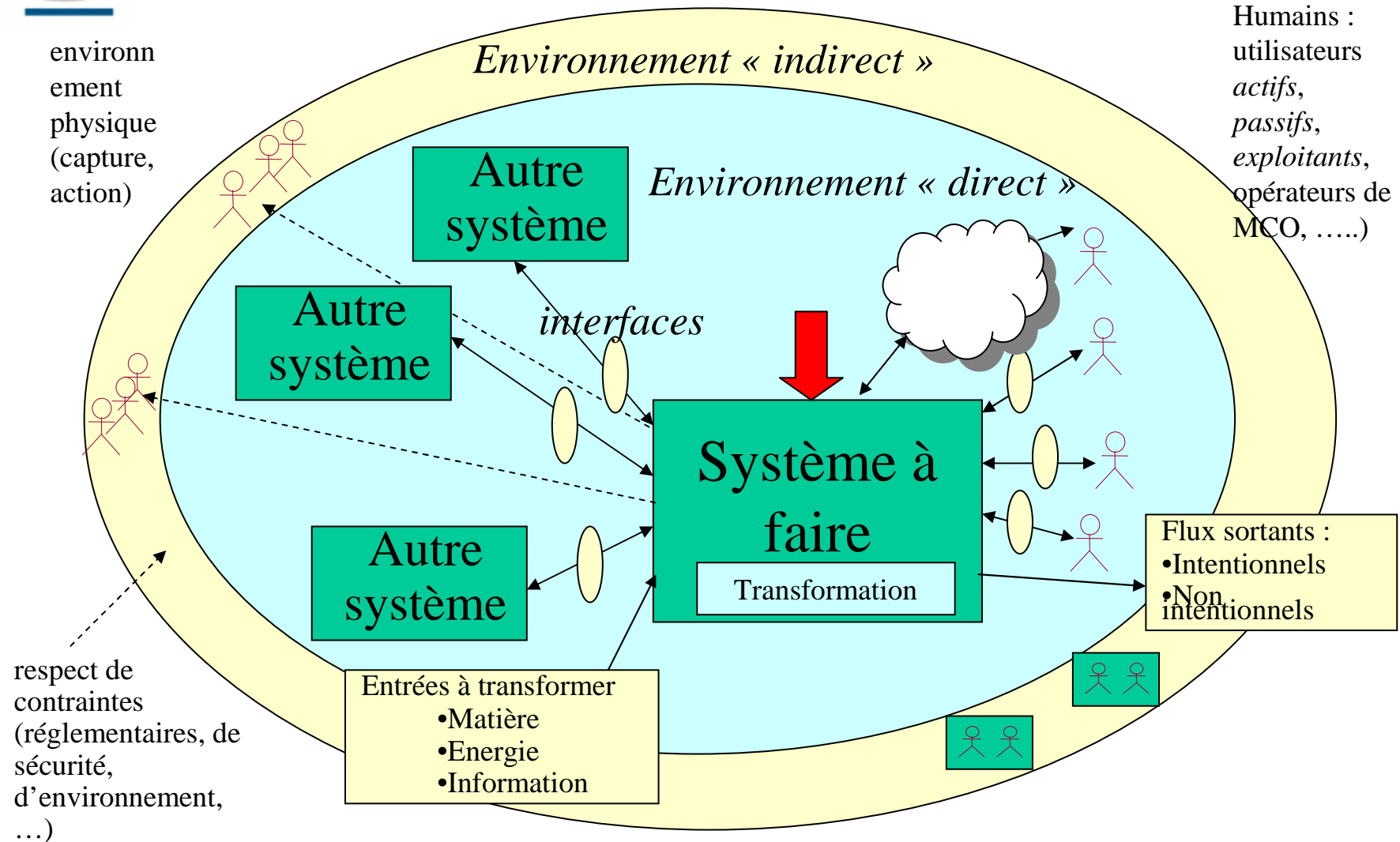


La vision externe



- Emboîtement système / sous-systèmes
- Récursivité de la démarche (MOA1, MOA2, ..., MOE, réalisation)

Le système et son environnement



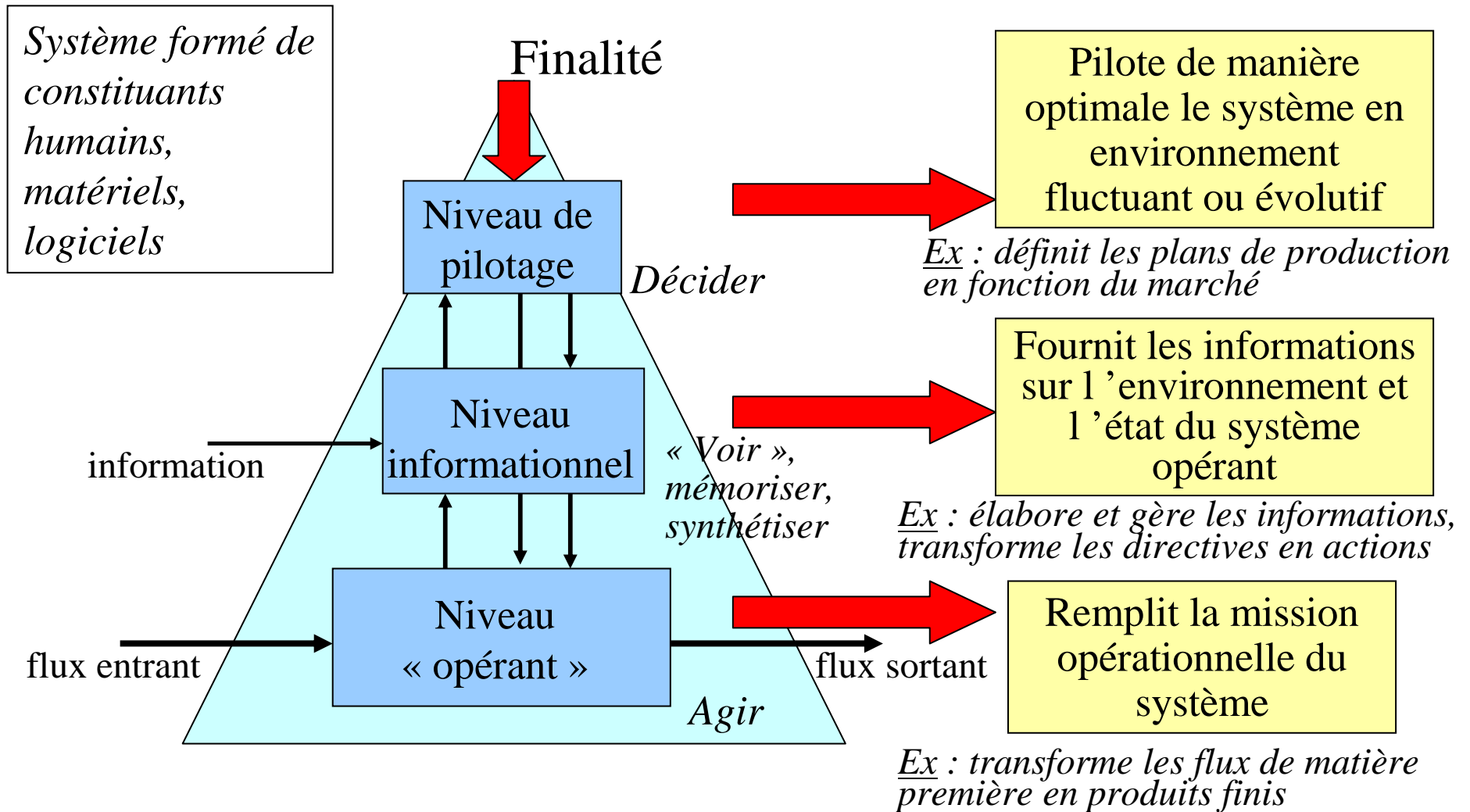
Exigences s'appliquant à un système

Finalité ⇒ fourniture de services à l'environnement direct

⇒ **Exigences** sur le Système à faire

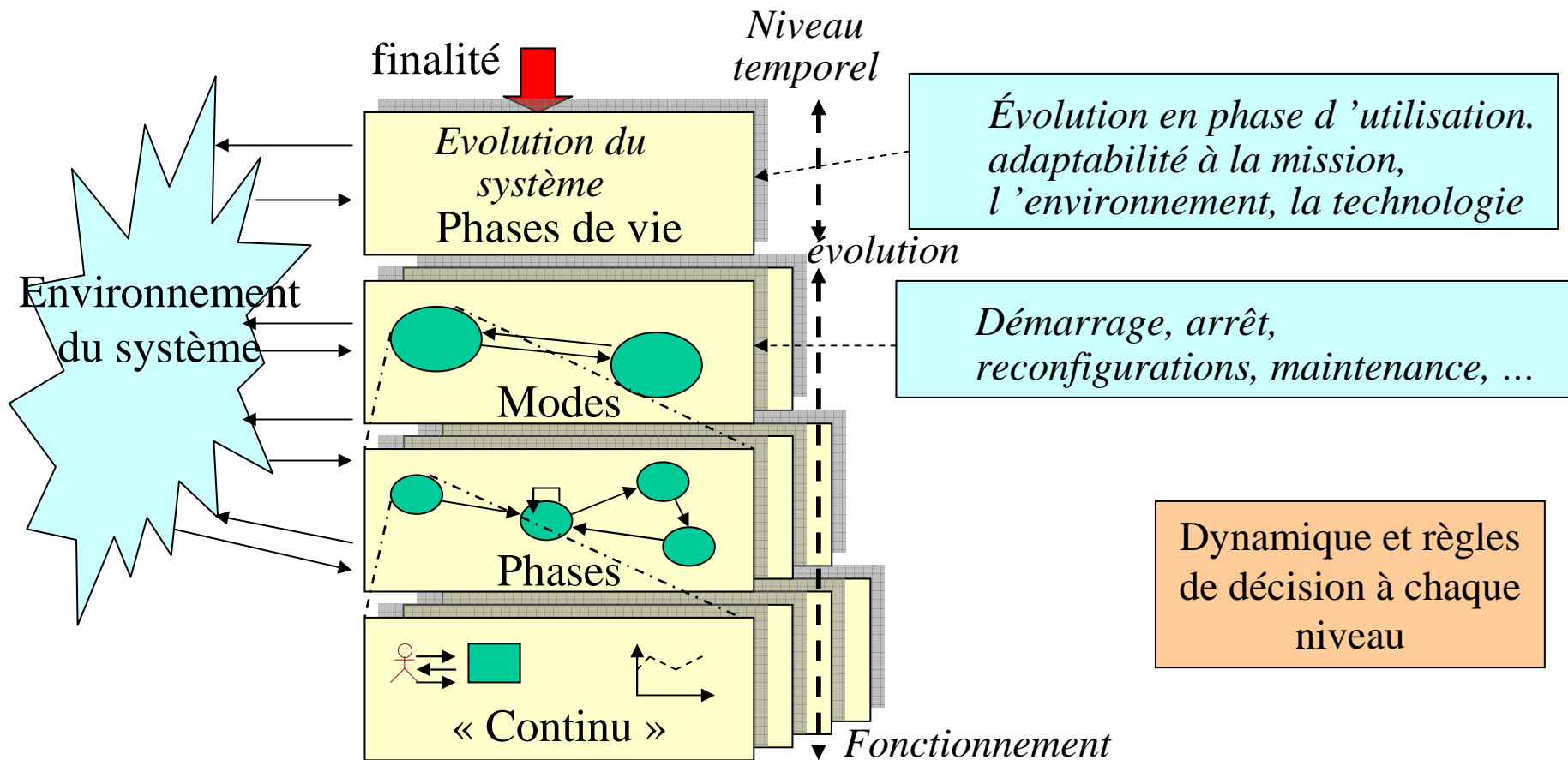
- **Exigences fonctionnelles** ⇒ ce que doit **FAIRE** le système ⇒
Fonction de services (interactives, actives, réactives)
- **Exigences non fonctionnelles** ⇒ ce que doit **ETRE** le
système
 - ⇒ **FURPSE** (Functionality, Usability, Reliability,
Performance, Serviceability, Evolutivity) (ISO CEI 9126)
- **Contraintes de l'environnement *direct*** (milieu physique, ...)
- **Contraintes de l'environnement *indirect***
 - ⇒ facteurs **PESTEL** (Politique, Economique, Social,
Technologique, Environnemental, Légal)

Décomposition générale d'un système finalisé

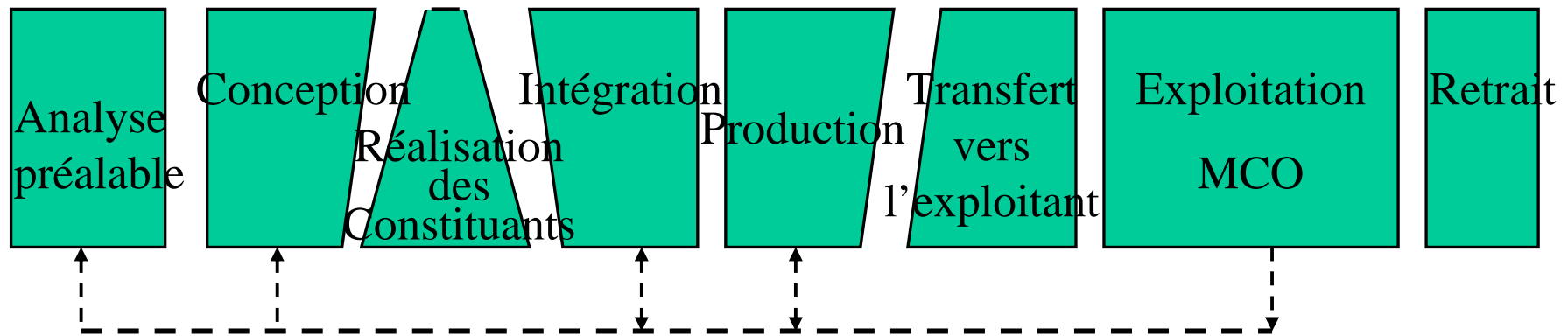


Systeme et temps

Décomposition temporelle \Rightarrow Description du fonctionnement suivant différents « niveaux d'invariance »

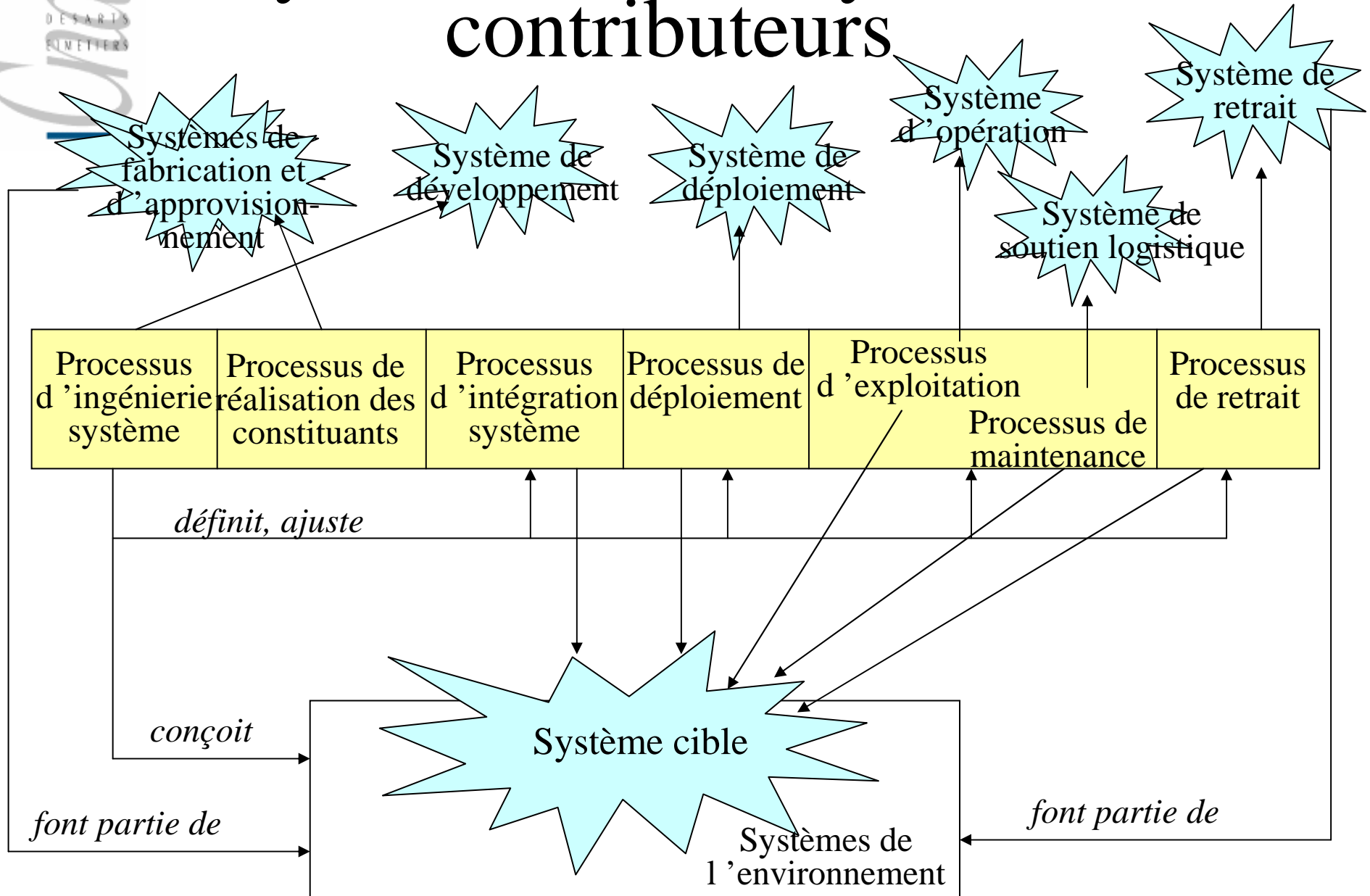


Le cycle de vie d'un système



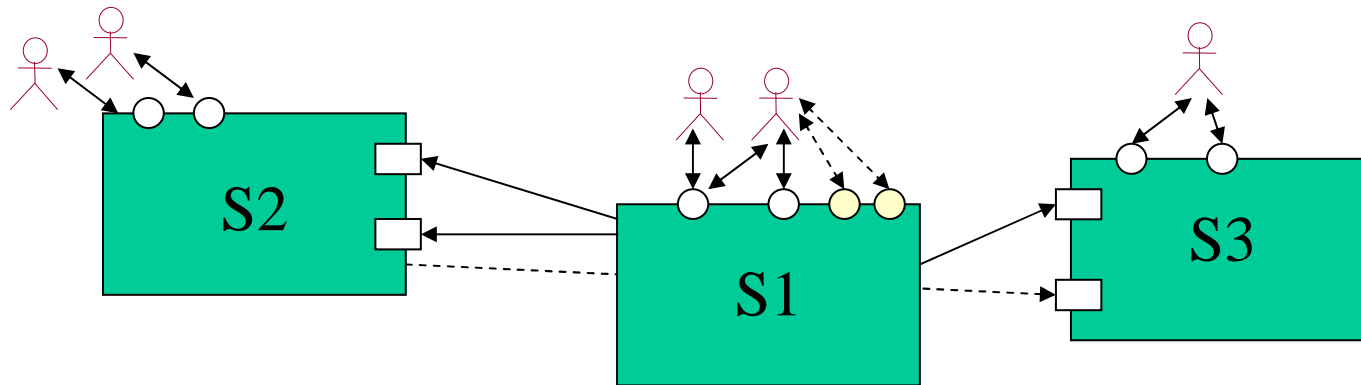
- Cycle de vie « nominal »
- Cycles de vie avec itérations

Systeme cible et systemes contributeurs



Des systèmes de systèmes...

- Les systèmes interagissent avec des systèmes déjà existants et forment des **Systemes de Systemes** \Rightarrow émergence de nouveaux services

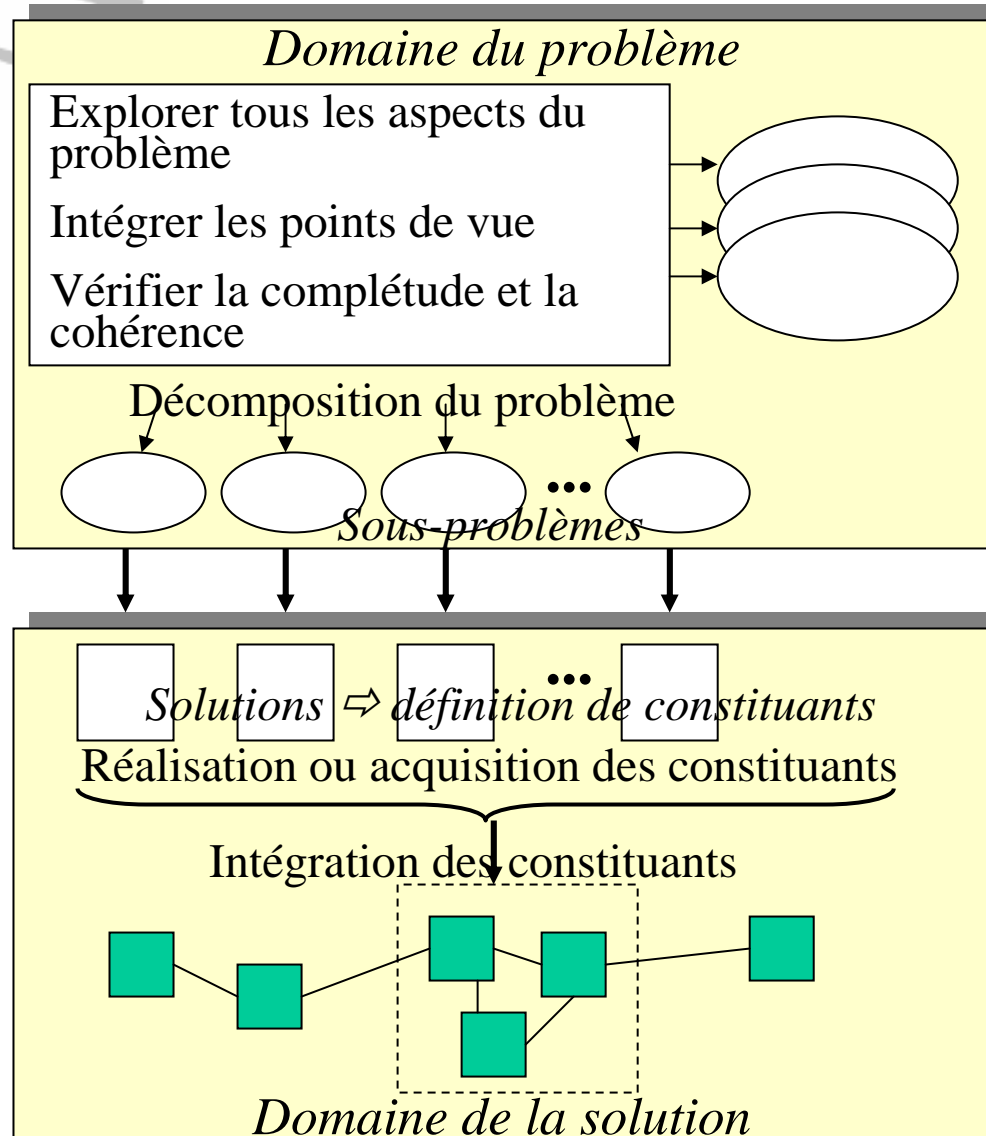


- On peut appliquer la démarche globale de l'I.S. au niveau de l'organisation \Rightarrow **Urbanisation du S.I.**

Intégration entre systèmes

- Réaliser un système par intégration de systèmes commercialisés sur le marché par différents fournisseurs
- Faire inter opérer des systèmes déjà en service
- Résoudre les problèmes d 'hétérogénéité :
 - **fonctionnelle** (pragmatique) : rendre les applications complémentaires (fonctions, dynamique) ⇒ émergence de nouveaux services
 - **sémantique** : rendre cohérente la signification des données
 - **syntaxique** : adapter les formats d 'échanges
 - **lexical et technique** : adapter les infrastructures technologiques

Décomposition d'un système



3 niveaux de travail

Vision contextuelle

Intégration de tous les points de vue
Ingénierie des exigences

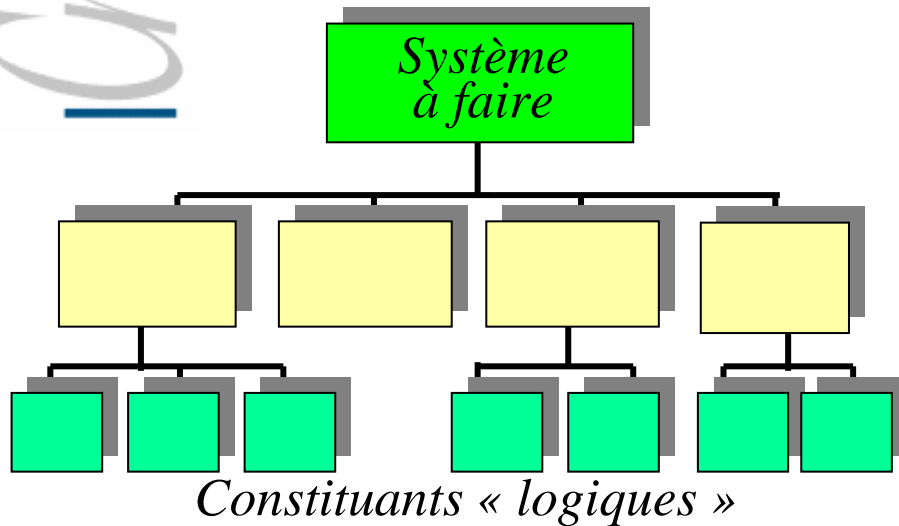
Vision « fonctionnelle »

Décomposition analytique en sous-problèmes

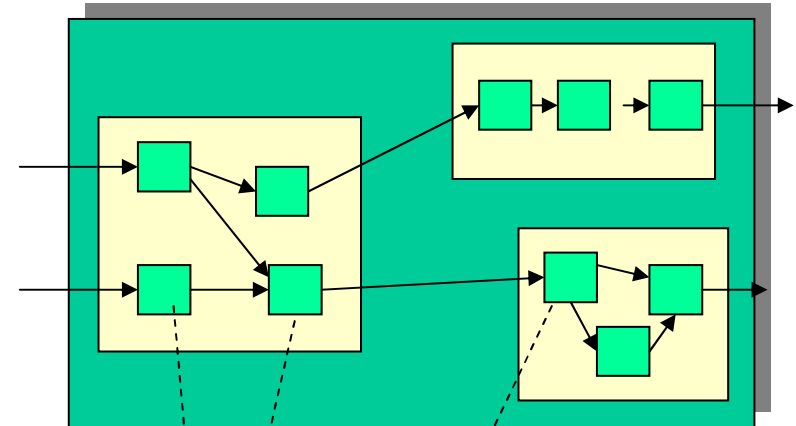
Vision physique

Définition d'une architecture

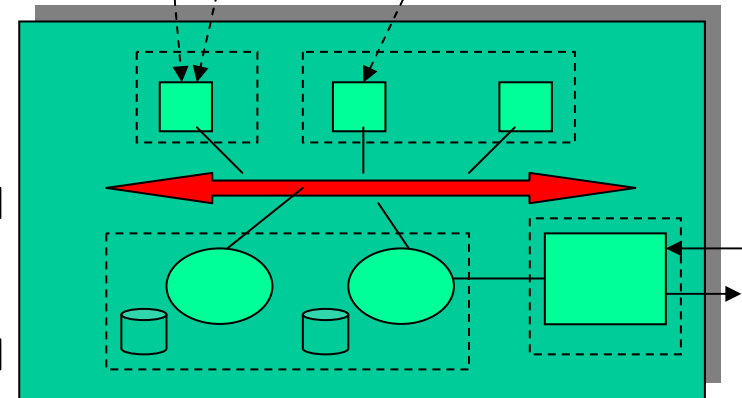
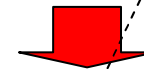
Décomposition et Architecture



Décomposition « logique » (fonctionnelle)



Architecture fonctionnelle



Architecture physique

Architecture organique : *Types de composants, interfaces, interaction, nature des liens, distribution physique sur le matériel, ...*

Architecture technique : *infrastructure logicielle systèmes d'exploitation, matériel, ...*

Modélisation des systèmes

Les besoins en modélisation

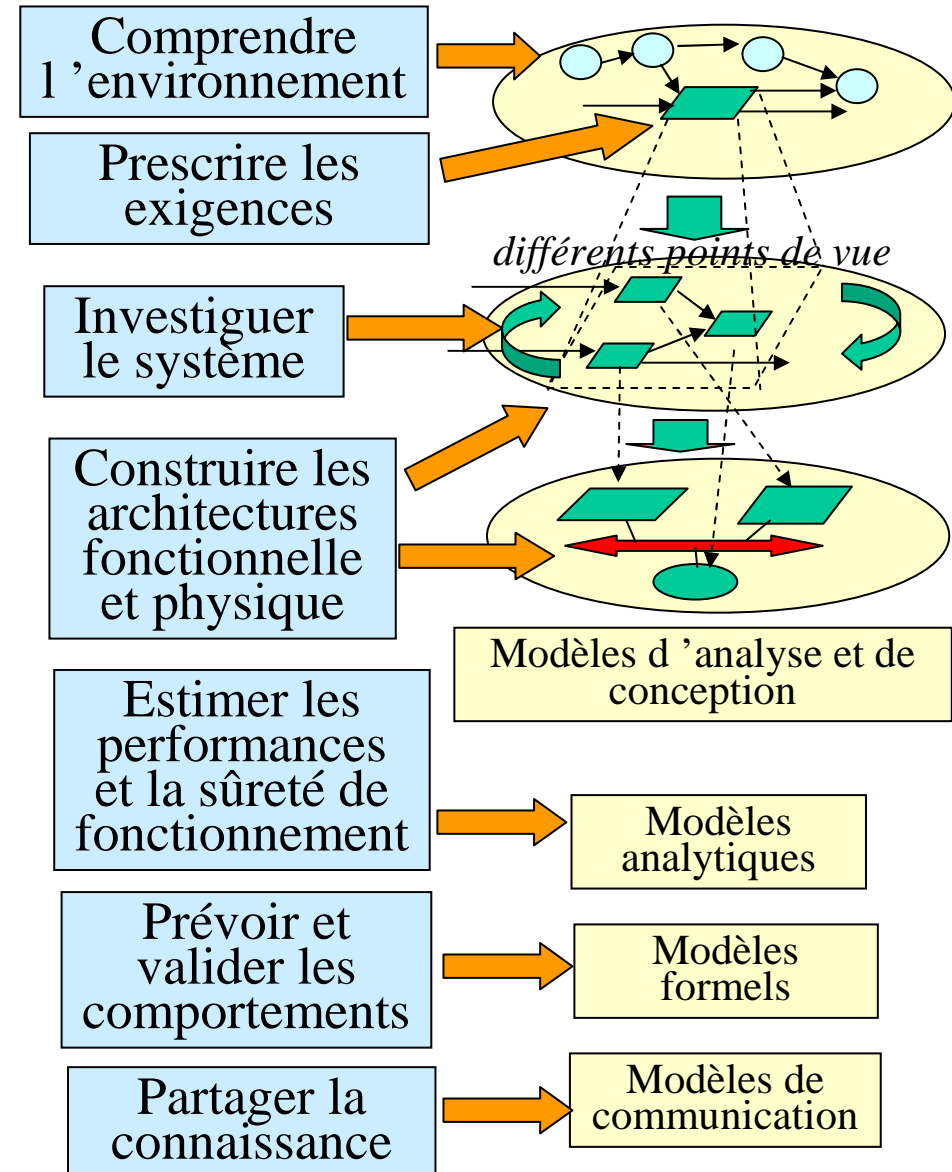
Pourquoi modéliser ?

Modélisation

- complexité
- hétérogénéité
- pluridisciplinarité

En général, un système ne peut être convenablement appréhendé qu'à travers :

- différents niveaux
- des points de vue multiples



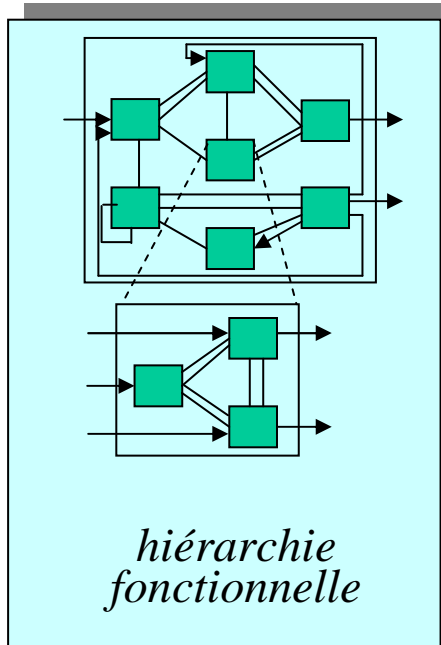
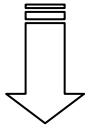
But de la modélisation des systèmes

- **Documenter** les résultats de manière aussi formelle que possible :
 - Exigences spécifiées pour le système
 - Résultats de l'analyse fonctionnelle \Rightarrow exigences applicables aux sous-systèmes
 - Architectures fonctionnelle et organique
- **Supporter l'analyse**
 - Expression des résultats de l'analyse fonctionnelle
 - Aide à l'exhaustivité, à la cohérence, à la non contradiction
 - Lien entre les étapes d'analyse / niveaux
- **Communiquer** entre acteurs :
 - maîtrise d'œuvre – autres parties prenantes
 - entre acteurs du processus d'ingénierie

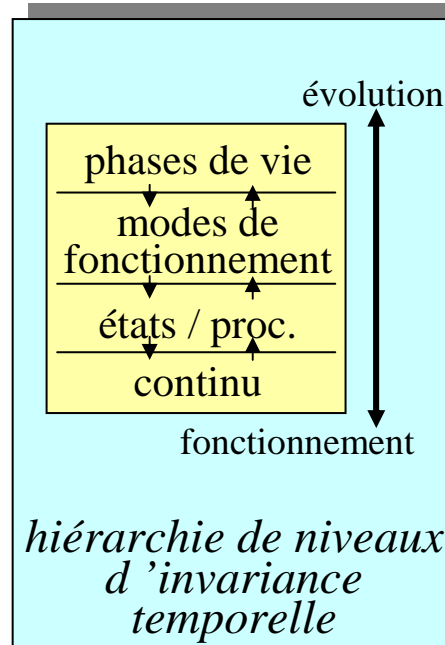
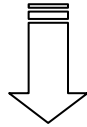
La modélisation des systèmes finalisés

Systemes finalisés \Rightarrow 4 hiérarchies

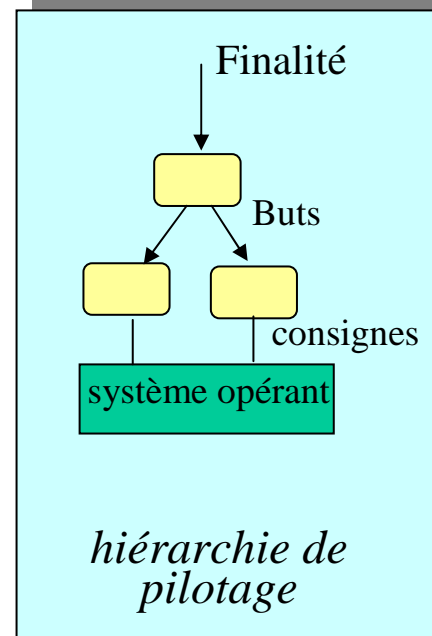
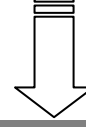
Fonctionnelle



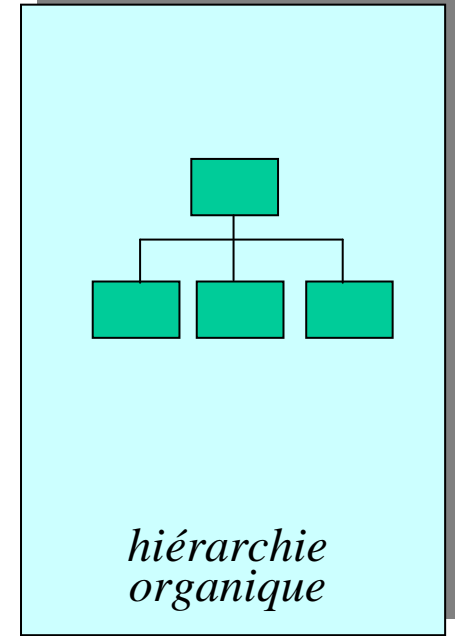
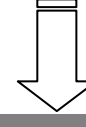
Temporelle



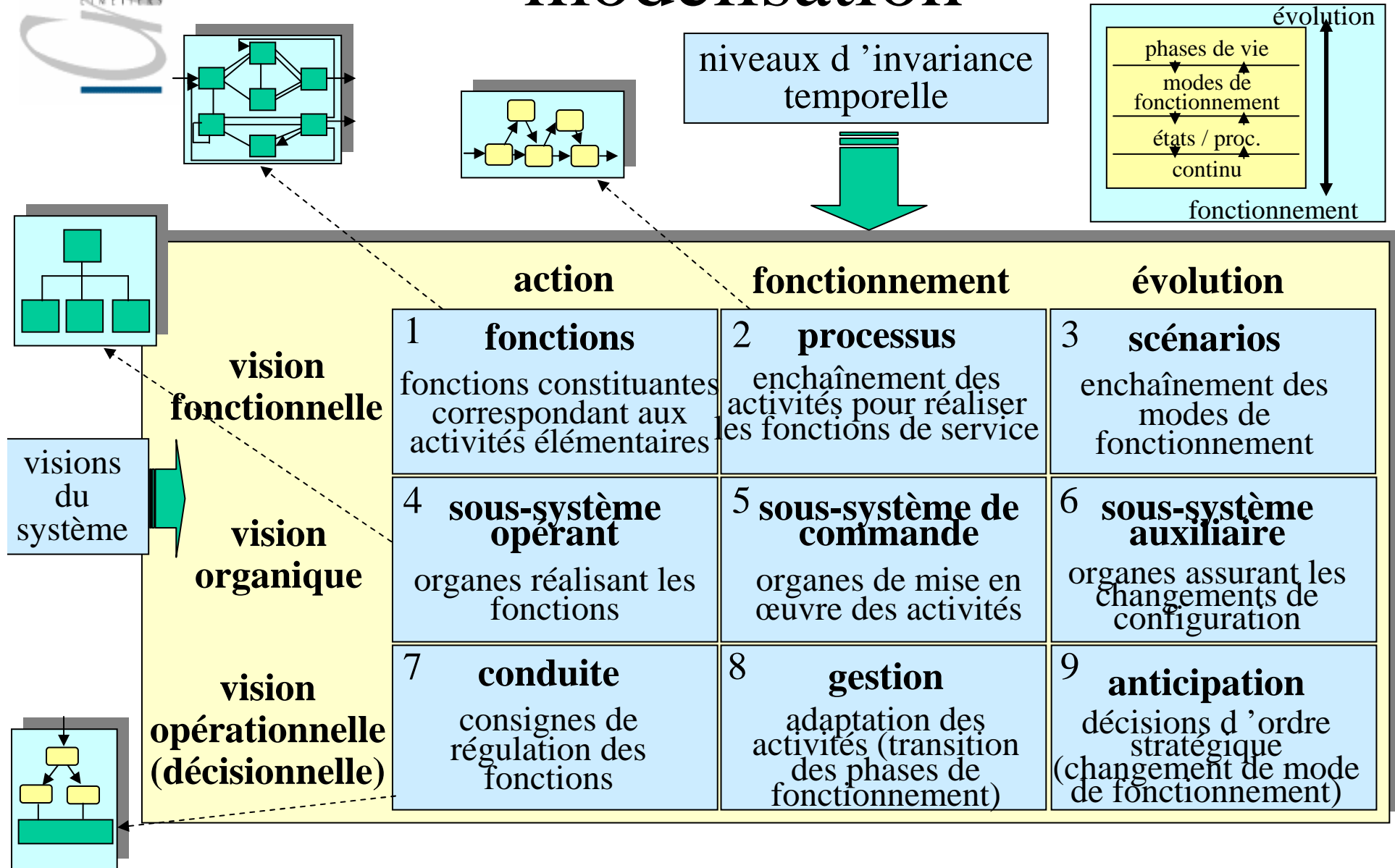
Décisionnelle



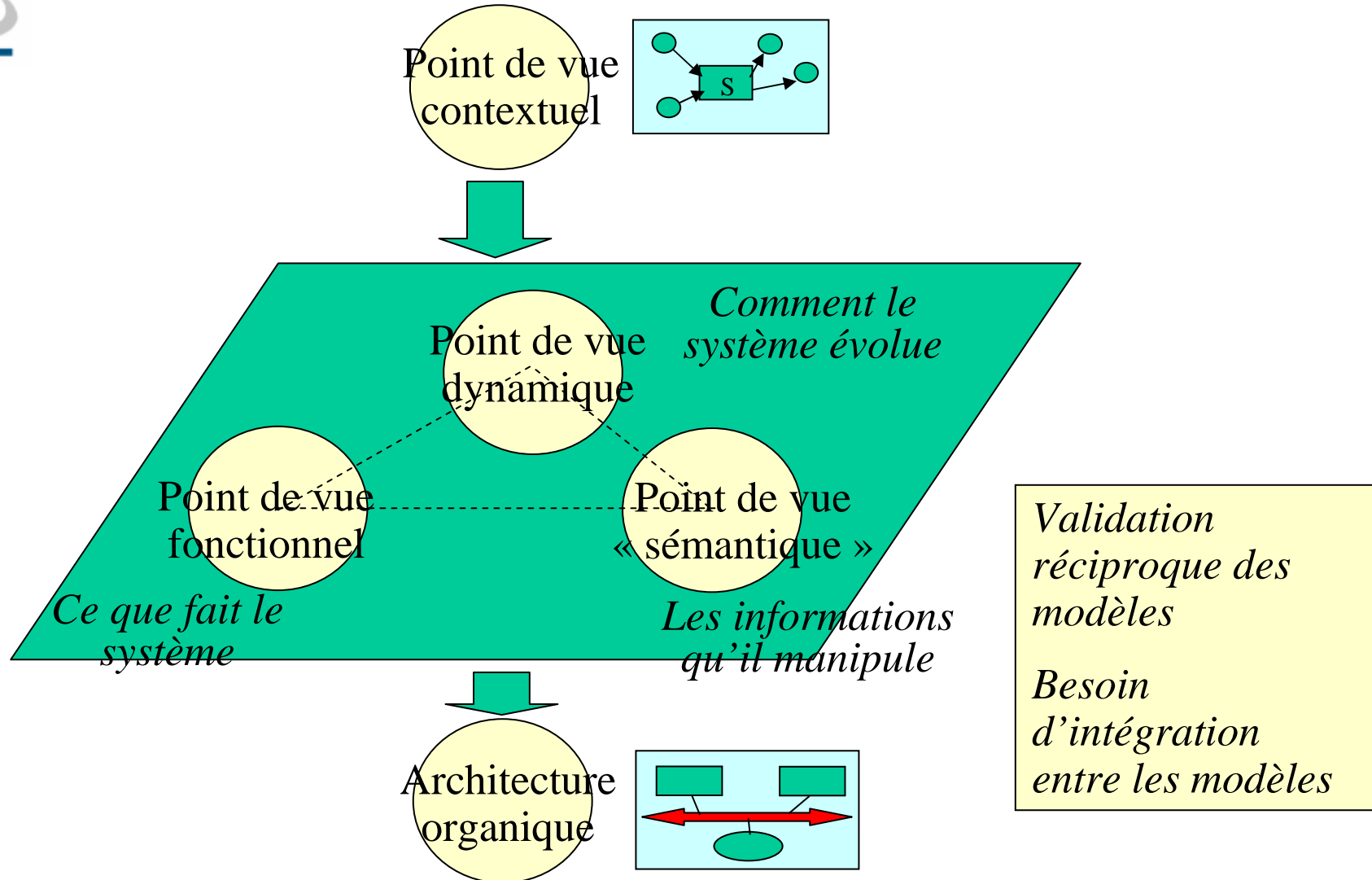
Organique



Approche globale de la modélisation



Niveaux et points de vue



Principaux types de modèles

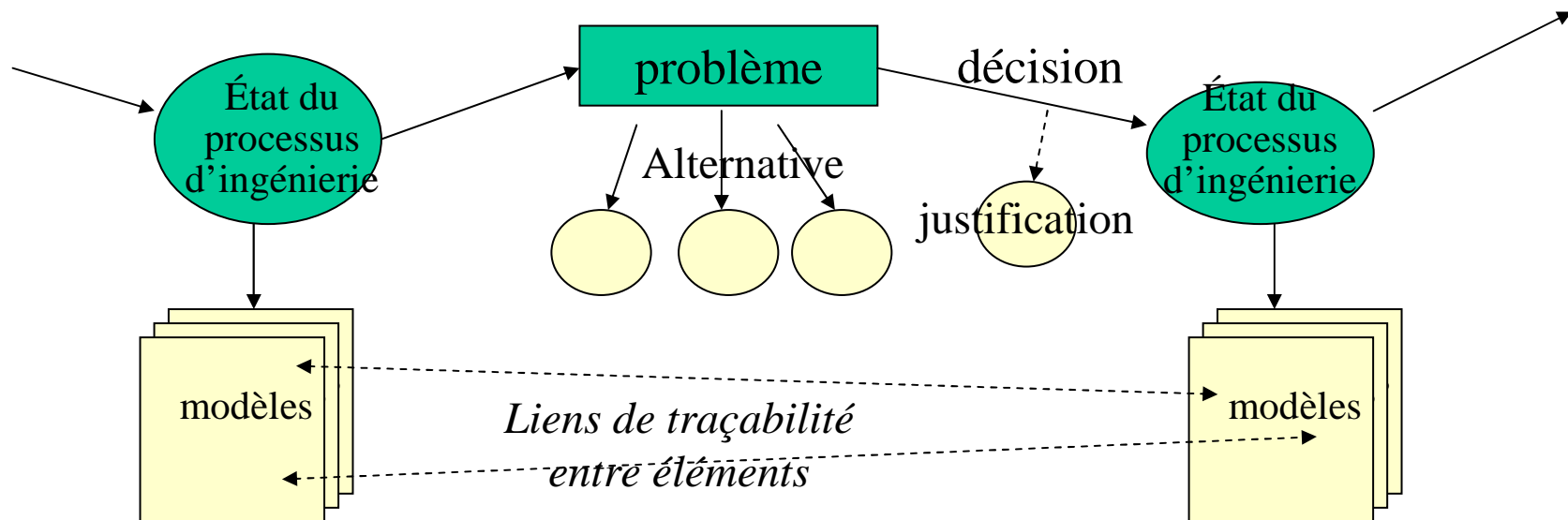
- Aspect contextuel
 - « *Ontologies de domaine* »....
 - *Cas d'Utilisation*
- Aspect fonctionnel
 - *Diagramme de Flux de Données. Ex SADT*
- Aspect sémantique
 - *Diagrammes Entité-Association*
- Aspect dynamique
 - *Automates à états finis, Statecharts*
 - « *Réseaux de Petri* »
- Aspect comportamental (fonctions + dynamique)
 - *EFFBD (flux de données + flux de contrôle), diagrammes d'activité*
 - *Diagrammes SART (nœuds fonctionnel + nœuds de contrôle)*
- Architectures
 - Langages de description d'Architectures

Quelques axes de recherche...

- Nouveaux modèles pour le cycle de vie
- Interopération entre systèmes / systèmes de systèmes
- Modèles pour la capitalisation des connaissances
- Modélisation et gestion des exigences
- Ingénierie guidée par les buts

Exemple : Gestion des connaissances des projets d'IS

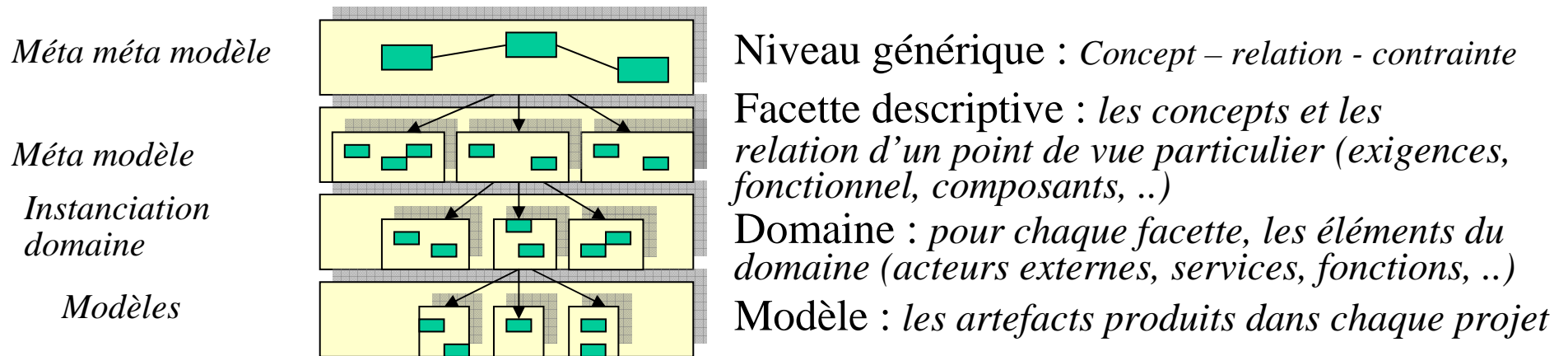
But : capitaliser les éléments produits au cours d'un projet (décisions, modèles, ...) pour les réutiliser dans des projets ultérieurs



Besoin : modéliser l'ensemble des éléments produits ou utilisés (patterns, architectures, décision) comme des modèles et avec le même formalisme

Approches en cours de développement

- 4 niveaux de modèles / métamodèles



- Une extension des Graphes Conceptuels de Sowa : les S-graphes

Les S-graphes

- Modélisation dans un même formalisme:
 - Patterns d'architecture
 - Décisions (avec éléments encore indéterminés)
 - Architectures concrètes
- Graphes de Sowa
 - Un support : treillis de concepts + treillis de relations + marqueurs (individuels + nœud « * »)
 - Un graphe est équivalent à une expression dans la logique du 1^{er} ordre
 - Indétermination sur la nature d'un nœud mais pas sur la structure
- S-Graphes : graphes qui représentent implicitement une famille de de graphes concrets
 - Une algèbre de manipulation de S-graphes (produit, fusion)
 - Les nœuds « puissance » représentent des graphes complets
 - Relation d'ordre partiel entre S-graphes -> requêtes sur les S-graphes