

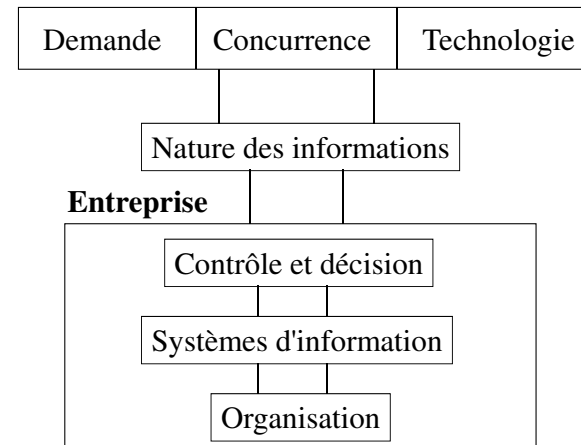
# Modélisation en Entreprise

Cours conçu initialement par **Patrick Kellert**  
Repris par **Philippe Lacomme**



1

## Environnement économique



Modèle économique de l'entreprise



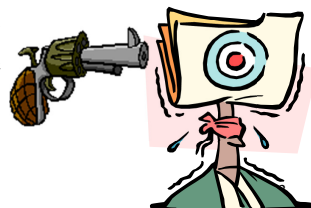
2

## Introduction

- La concurrence économique est devenue planétaire et a conduit à une *globalisation* de l'économie



L'environnement des entreprises est très agressif et souvent imprévisible en termes de besoins et de demandes du marché d'une part, et d'offres faites par les concurrents d'autre part



## Introduction

- Le rapport entre l'offre et la demande s'est inversé
- Les prévisions de production ne peuvent plus être faites à moyen terme, voire même à long terme



4

- Obligation...
- Garantir la qualité ...
- Garantir la satisfaction du client...



5

### Facteurs d'évolution concernant les clients



6

### Facteurs d'évolution concernant la concurrence



7

### Facteurs d'évolution concernant le changement

Changement constant et omniprésent

Accélération du rythme de changement (mondialisation de l'économie + rapidité du changement économique)

Réduction du cycle de vie des produits, du délais de développement et de lancement de nouveaux produits



8



## Epuisement du modèle économique standard

Pour les entreprises, cela se traduit par :



9

### Introduction

Pour survivre, une entreprise se doit d'être :

- *proactive*

- *flexible*

- *réactive*



10

Concernant la flexibilité, on distingue :

- la flexibilité organisationnelle
- la flexibilité opérationnelle
- la flexibilité de produit
- la flexibilité de production



11

### Introduction

■ Création de réseaux d'entreprises

■ Deux types de réseaux :

- Réseau à durée d'existence *indéterminée*
  - Fusion d'entreprises
  - Echanges de parts de capital
- Réseau à durée d'existence *déterminée*
  - Partenariat
  - Collaboration



12

Nouvelle classe de systèmes de production : *la classe des réseaux de systèmes de production*

Un réseau de systèmes de production est un système de production composé de systèmes de production



- Un système de production peut ..
- Objectif premier :



- La chaîne logistique d'une entreprise est...



Toutes les fonctions essentielles d'une entreprise et leurs interrelations se doivent d'être intégrées avec un degré plus ou moins grand, au sein d'un *même système d'information* – ou tout au moins perçu comme tel par les décideurs.



## Contexte industriel

### Evolution des entreprises/systèmes industriels:

De:

Vers:

- économie d'échelle
- quantité
- offre
- systèmes de grande taille



17

## Notion d 'entreprise

### Entreprise:

Tout *système socio-économique* donné visant la production de biens ou de services pour satisfaire un marché (sa *mission*) en utilisant au mieux ses *moyens* (financiers, techniques et humains).

### Exemples :

entreprises de services  
entreprises industrielles  
Production continue  
Production discrète (fabrication, assemblage)  
Production unitaire



18

## Complexité des entreprises

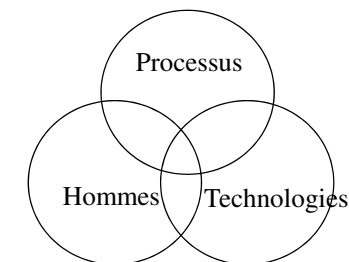
### Complexité due :

- au grand nombre de processus opérationnels à gérer
- au grand nombre de ressources à gérer
- au grand nombre de flux à synchroniser
- à la présence de divers facteurs aléatoires ou incertains
- au fait qu'elles sont appréhendées de manières différentes selon la fonction et/ou la culture de l 'individu auquel on s'adresse



19

## Trilogie Processus/Hommes/Technologies



20



## Pilotage de l'entreprise

Planification de niveau *stratégique*

Planification de niveau *tactique*

Planification de niveau *opérationnel*



21

## SYSTEME : Définition

Un **Système** est

un **ensemble**

d'**objets**

**organisé**

en fonction d'un **but**

et plongé dans un  
**environnement**



22



## Description structurelle d'un système

Quatre types de composants :



23



## Description fonctionnelle d'un système



24

### Point de vue de la systémique (1)

- **Entreprise =**
- **Système =**
- **Complexité =**
- *Systèmes fermés :*
- *Systèmes ouverts :*



25

### Point de vue de la systémique (2)

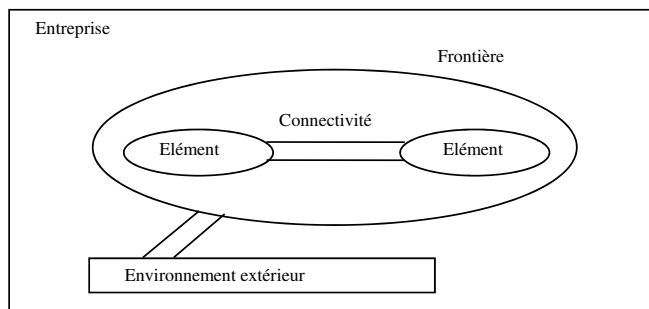
- un système se définit comme quelque chose qui fait quelque chose et qui est doté d'une structure, qui évolue dans le temps et dans quelque chose pour quelque chose.

J.L. Le Moigne  
Théorie du Système Général



26

### Point de vue de la systémique (3)



Entreprise = ensemble d'éléments (composants) en relation entre eux et avec leur environnement



27

### Point de vue de la systémique (4)

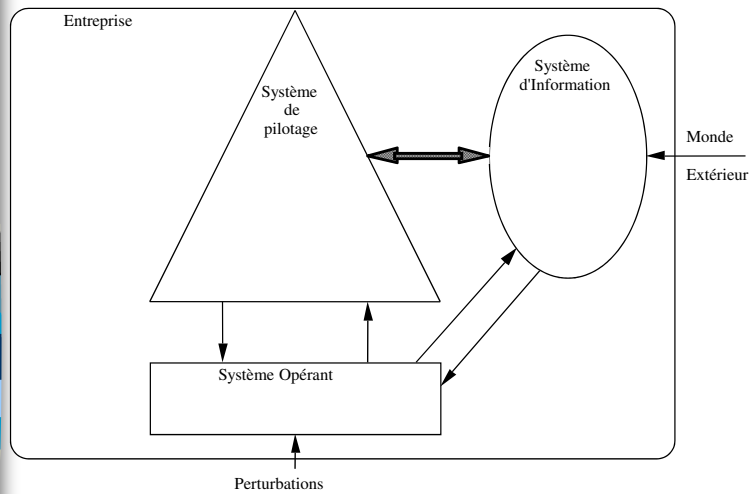
Tout système peut être décomposé en :

- un *sous-système de pilotage*
- un *sous-système d'information*
- un *sous-système opérant*



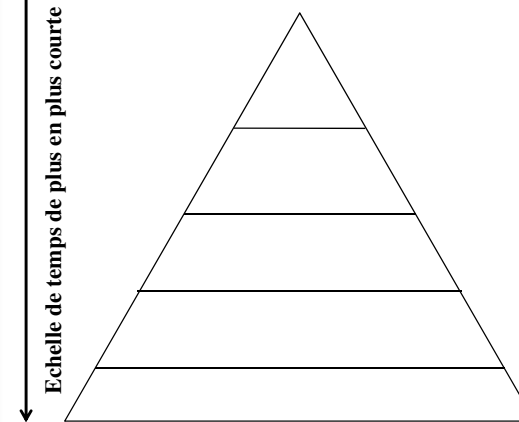
28

## Point de vue de la systémique (5)



## Système de pilotage

### 5 niveaux de décision:



## Les concepts CIM

### Les concepts CIM

- CIM : Computer Integrated Manufacturing
- Deux définitions du CIM sont admises :
  - 1.
  - 2. Compagnie Intégrée au Marché



■ La *productique*

■ Le CIM



33

Ne pas confondre CIM et Productique :

- CIM
- La Productique

Cependant, sans Productique, pas de CIM...

Productique : Intégration **HORIZONTALE**

CIM : Intégration **VERTICALE** entre tous les niveaux de l'entreprise



34

■ Le concept de CIM a pour objectif

■ Il nécessite d'être introduit aussi rapidement que possible dans le cycle de vie des produits

■ Il exige une interopérabilité et une modularité des solutions de technologie de l'information pour faire face à la versatilité de l'environnement et ce à moindre coût



35

**Intégration** des processus de fabrication ou de service et des *processus opérationnels*

**Intégration** des différentes fonctions d'une entreprise au sein d'un même système d'information



36

L'intégration d'une entreprise est censée permettre à celle-ci d'être compétitive dans l'environnement économique actuel et d'envisager son avenir avec optimisme

Cependant l'intégration d'une entreprise est un processus très complexe à conduire sans garantie de résultats pertinents



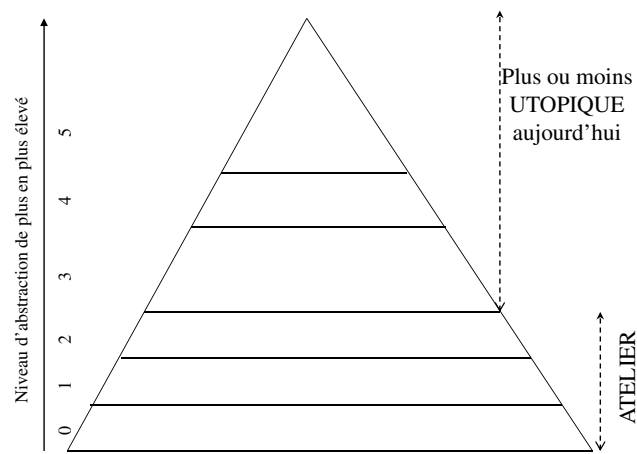
37

Il faut aussi parfois conserver des systèmes dits *patrimoniaux*

Il faut enfin réfléchir à l'ouverture de l'entreprise sur le monde en envisageant son appartenance ponctuelle ou non à un ou plusieurs réseaux d'entreprises



38



Pyramide du CIM



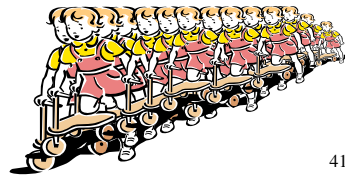
39

## Principes de la modélisation en entreprise



40

- La *modélisation en entreprise* a pour objet
- Discipline *encore jeune* qui consiste à décrire l'organisation et les processus opérationnels



41

### Modéliser : Pourquoi ?

- comprendre
- prévoir
- reconcevoir / fiabiliser
- choisir la
- justifier
- **bâtir une vision commune**

42

### Objectif principal :



- soit pour aider la prise de décision en *simulant* les processus opérationnels de l'entreprise afin de comparer divers scénarios,
- soit pour *analyser et restructurer* ses processus opérationnels afin d'améliorer la performance de l'entreprise (on parle alors de reengineering)

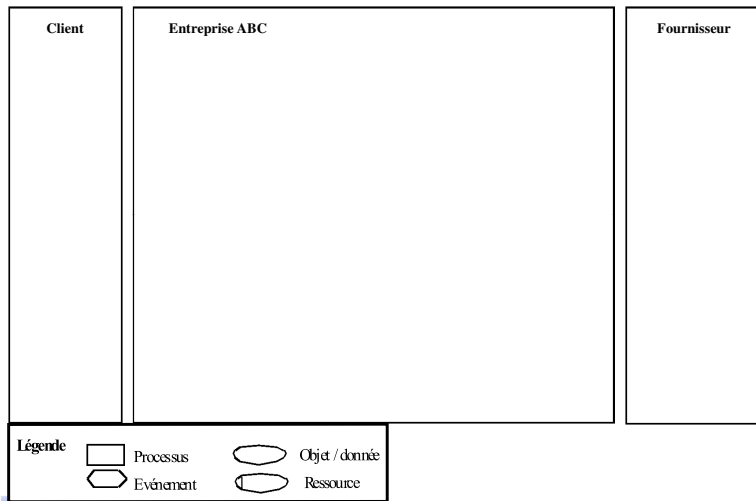


43

- Domaines concernés :

44

## Exemple



## Que faut-il modéliser? (1)

### Les composantes du système

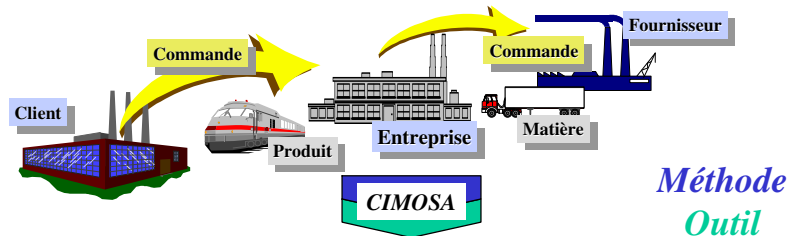
## Que faut-il modéliser? (2)

### Les flux

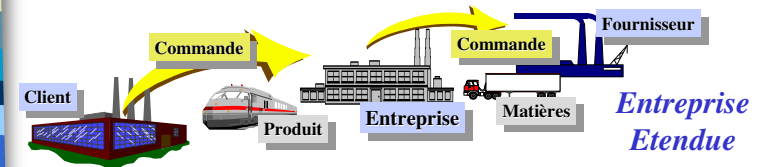
- de matières (flux physiques)
- de données / décisions (flux d'information)
- de contrôle (workflow)

## Le modèle d'entreprise CIMOSA

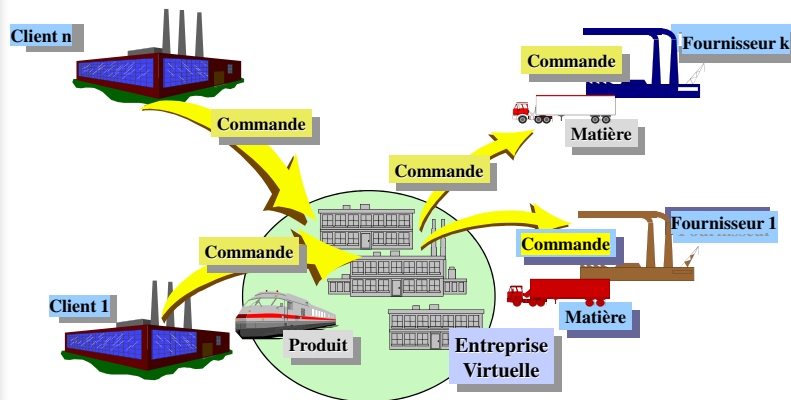
### L'entreprise étendue et ses relations



### L'entreprise virtuelle et ses relations



### Entreprise Virtuelle



### Buts de la Modélisation en Entreprise

- compréhension
- support
- modèle
- aide à la décision ('what-if')



## Méta-modélisation

Définition :.

Propriétés : Concerne le *niveau conceptuel* et non pas le niveau d'implémentation

-  
-  
-



53



## Méta-modélisation

Objet :

- permettre
- définir
- exprimer



54



## Exemple de Méta-modèle



55



## Modélisation en entreprise : Concepts de base

- **Modèle** : représentation d'une abstraction d'une partie du monde réel, exprimée dans un *langage* de représentation
- **Langage** : un ensemble de constructs ayant une syntaxe et une sémantique pouvant être composés suivant des règles grammaticales précises pour représenter un artéfact.



56

## Modélisation en entreprise : Concepts de base (2)

$M$  est un modèle du système  $S$  si  $M$  se comporte comme  $S$  lorsque, placé dans les mêmes conditions que  $S$ ,  $M$  fournit les mêmes sorties que  $S$  quand il est soumis aux mêmes entrées.

Langages :

- informels
- Semi-formels
- formels



57

## Modélisation en entreprise : Principes fondamentaux

Caractéristiques de base d'un modèle :

- But du modèle
- Portée du modèle
- Points de vue
- Niveau de détail

Toujours commencer par définir la finalité (le but) du modèle car... **un modèle est toujours construit pour résoudre un problème !**



58

## Modélisation en Entreprise : Notions de point de vue

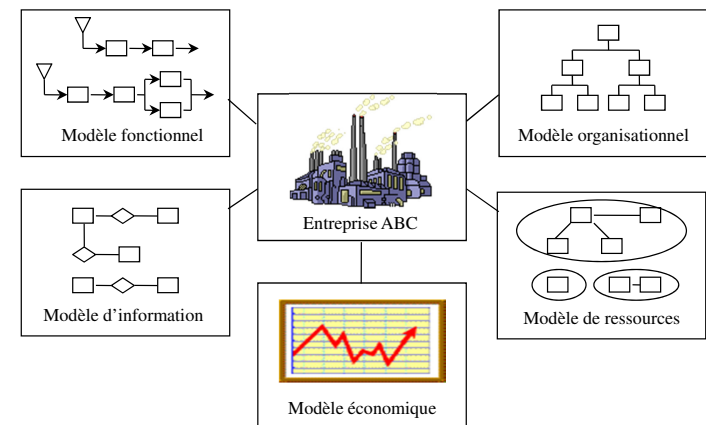
Point de vue :

- Point de vue
- Point de vue
- Point de vue des
- Point de vue
- Point de vue
- ...




59

## Modélisation en Entreprise : Notions de point de vue (2)



60



## Modélisation en Entreprise : Modèle fonctionnel (exemple)

Exemple de processus opérationnel  
avec la méthode IEM



61




## Modélisation en Entreprise : Modèle d'information (exemple)

Exemple de schéma d'info.  
en langage IDEF1x




62

- 
- **Entreprise** : ensemble de fonctions, d'informations et de composants
  - D'un point de vue *fonctionnel* et au niveau le plus *macroscopique*, l'entreprise est définie comme un ensemble de
  - **Processus opérationnel (business process)** : ensemble partiellement ordonné *d'activités d'entreprise*
  - **Activité d'entreprise** :




63


- 
- D'un point de vue *fonctionnel* et au niveau le plus *microscopique*,
  - Les *opérations fonctionnelles*
  - Ces trois concepts fondamentaux de la modélisation fonctionnelle se situent du *plus général au plus atomique*, à savoir le processus, l'activité et l'opération




64



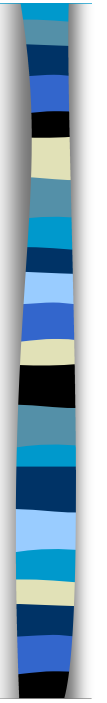
- 
- D'un point de *organisationnel*, l'entreprise est un grand *ensemble de ressources* (techniques, humaines et financières) nécessaires à l'exécution des processus opérationnels
  - Ces ressources sont de trois types :
    - les moyens
    - les moyens,
    - les acteurs (ou agents) qui se déclinent en trois classes :

- 
- L'interface entre le point de vue **fonctionnel** (orienté processus) et le point de vue **organisationnel** (orienté acteurs) est matérialisée par les **opérations fonctionnelles et les compétences associées**.
  - D'où le *paradigme processus-opération-acteur*
  - Modèle d'entreprise :

### Processus opérationnel

- 
- Toutes les activités à l'intérieur d'un processus opérationnel sont des
  - Un processus opérationnel fournit le
  - Chaque processus opérationnel

### Processus opérationnel (2)

- 
- Les quatre types d'éléments de base d'un processus opérationnel sont
  - Un événement de départ déclenche un processus opérationnel. Il peut être généré par une cause extérieure.

### Processus opérationnel (3)

Les décisions sont à prémisses de deux types :

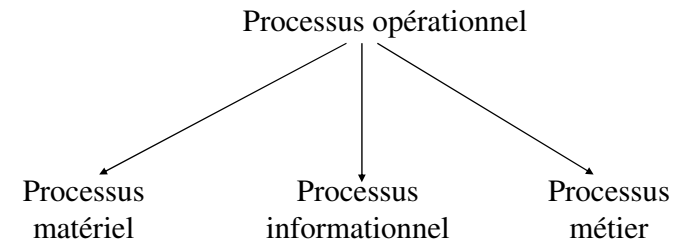
- *booléen*,
- ou *temporel*,

Un événement de fin provoque l'arrêt du processus opérationnel. Il peut être d'origine interne ou externe.



69

Le terme *processus opérationnel* est un terme générique qui se décline en trois types de processus.



70

- les processus *matériels* ou processus physiques

- Ils lient entre elles



71

- les processus *informationnels*

- Ils lient entre elles des activités automatisées

- L'infrastructure de base



72



- Un *métier*
- Un processus *métier*



73



- Un processus *métier*
- Du fait de leur orientation économique, les processus *métiers*
- Un processus *métier*



74



### Modélisation en Entreprise : Buts

- L'amélioration des processus opérationnels est une des préoccupations majeures et permanentes des entreprises.
- En particulier, les processus métiers sont à très forte valeur ajoutée



75



### Modélisation en Entreprise : Buts (2)

Du système existant (AS-IS) au système idéal (TO-BE)



76

### Modélisation en Entreprise : Buts (3)

Pour y parvenir, les deux principales méthodes de management utilisées sont :

- 
- 



77

### Modélisation et CPI : Démarche de projet

Le CPI suggère une amélioration des processus opérationnels.

C'est une approche qui consiste à comprendre, mesurer et évaluer l'efficacité des processus opérationnels en vue d'améliorer leur performance.



78

### Modélisation et CPI : Démarche de projet (2)

Principales étapes de la mise en œuvre d'une approche CPI



79

Avantages :

Inconvénients :



80

## Business Process Reengineering (BPR)

**Diagnostic de la crise** (selon Hammer et Champy) : Les problèmes d'efficacité des entreprises contemporaines trouvent leur source dans la *fragmentation* des processus opérationnels.

Les entreprises contemporaines doivent s'engager dans une réinvention radicale de leur façon de travailler.



81

- Le BPR est une façon de repenser et de reconcevoir *fondamentalement et radicalement*

- Cette approche se base sur le concept “d'état net” (“clean state”)

- .

- Le BPR est radicalement à l'opposé du CPI et adopte une approche de l'amont vers l'aval.



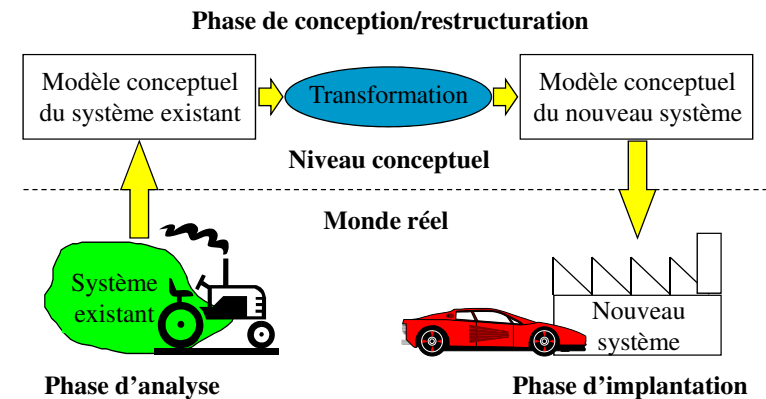
82

## Business Process Reengineering (BPR)



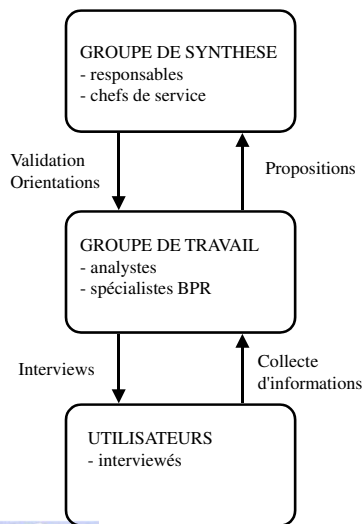
83

## Modélisation et BPR : Démarche de projet



84

## Modélisation et BPR : Démarche de projet (2)



## Modélisation et BPR : Démarche de projet (3)

- 1. Définir les objectifs des nouveaux processus, leur champ d'action et l'état à atteindre ("*to be state*")
- 2. Identifier les processus à reconcevoir. Deux approches sont utilisées :
  - 2.1.
  - 2.2.
- 3. Comprendre et évaluer les processus existants.
- 4. Etablir un plan de transition, en comparant le "*to be*" avec le "*as is*".
- 5. Implanter les nouveaux processus.

Principales étapes de la mise en œuvre d'une approche BPR

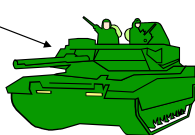
Aujourd'hui, le BPR est considéré comme un **échec** !!

CHUT !!! Pas si fort...  
Si mes clients vous entendaient !!!

"Responsable"  
d'une SSII

**70% des projets de BPR ont été un échec!!!**

BPR "en action"



Entreprise  
"étendue"  
par le BPR

Les causes principales d'échec identifiées sont les suivantes :

Le BPR est une méthode trop "cassante", voire "despotique";

Un manque de réalisme des objectifs et des attentes fixées avant la mise en œuvre du BPR

- Une conception des processus menée uniquement de l'amont vers l'aval semble irréaliste.



- Le recours au BPR dans des cas ne justifiant pas une remise en question totale de l'acquis.



89

## Business Process Reengineering (BPR)

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.

Quelques causes d'échecs (selon Hammer et Champy)



90

	CPI	BPR
Niveau des modifications		
Point de départ		
Fréquence des modifications		
Temps requis		
Participation		
Champ d'action		
Risque		
Type de modifications		

Comparatif du CPI et du BPR



91

Modélisation en Entreprise :  
Architectures de référence



92

## Architectures de référence

Nombre important de  
concepts manipulés

+

Diversité des approches  
disponibles

Définition  
d'architectures  
de référence

Une architecture de référence fournit



93

## Architectures de référence (suite)

- Elles empruntent un certain nombre de concepts à la *systemique* et au *génie logiciel*.
- La systemique fournit la décomposition d'un système en trois sous-systèmes.
- Le génie logiciel fournit :



94

## CIMOSA

**CIMOSA = CIM Open System Architecture**

**Développée par le ESPRIT Consortium AMICE**  
participation de plus de 30 entreprises (1985-1994)

**Buts:** Fournir



95

## Architecture de Référence CIMOSA: Cadre Architectural

L'architecture CIMOSA comporte :

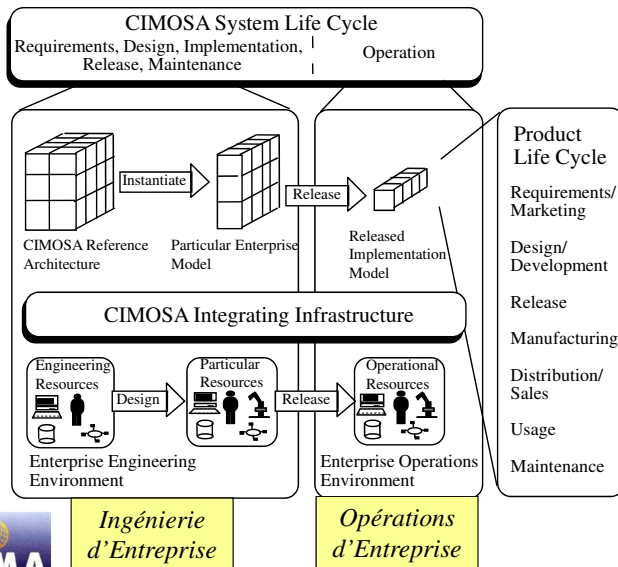
- 3 composants principaux :
- 2 environnements fondamentaux :
- 2 concepts fondamentaux :



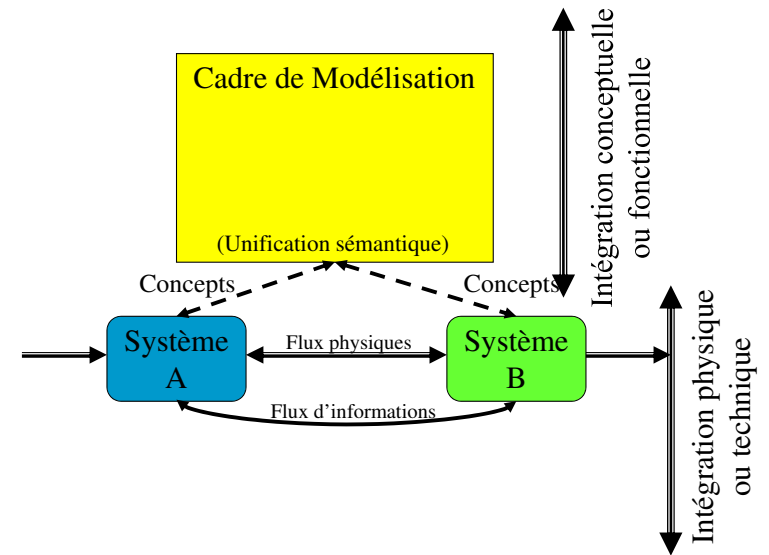
96



## Architecture de Référence CIMOSA: Cadre Architectural (2)



97



Approche CIMOSA pour l'intégration des systèmes

98

Le modèle est *intégré*

Le modèle est *exécutable*.

99

## Architecture de Référence CIMOSA: Entité fonctionnelle

- Une entité fonctionnelle est toute *ressource active*
- Un terme similaire utilisé en *Intelligence Artificielle* est celui d'*agent* ou d'*acteur*

Définition :

Une entité fonctionnelle

100

## Architecture de Référence CIMOSA: Entité fonctionnelle (2)

Une entité fonctionnelle :

- Est accédée au moyen d'un **protocole** externe (un langage)
- Réagit à des stimuli envoyés sous la forme de **messages**
- Exécute des actions de base appelées **opérations fonctionnelles** équivalentes aux *méthodes d'un agent* activées par messages



101

## Architecture de Référence CIMOSA: Entité fonctionnelle (3)

CIMOSA définit 3 types fondamentaux d'entité fonctionnelle qui caractérisent une entreprise :

- Les **machines**, incluant les ressources technologiques de fabrication/transport/stockage et les **ressources informatiques**.

- Les **applications**



102

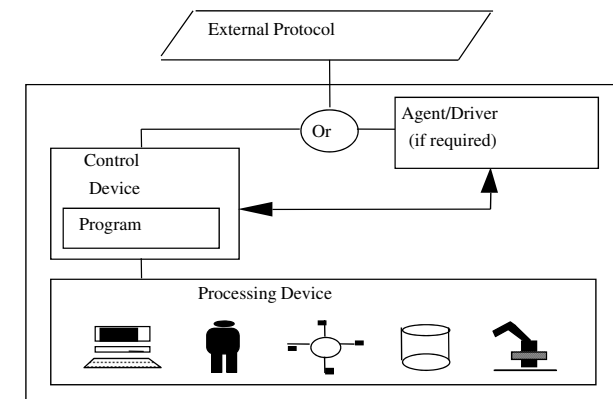
## Architecture de Référence CIMOSA: Entité fonctionnelle (4)

- Les **humains**,



103

## Architecture de Référence CIMOSA: Entité fonctionnelle (5)



Représentation d'entités fonctionnelles



104

## Architecture de Référence CIMOSA: Entité fonctionnelle (6)

Interaction entre deux entités fonctionnelles  
(notions de transactions et de protocoles d'échange)



105

## CIMOSA : cadre de modélisation

Le cadre de modélisation formalise trois principes fondamentaux et orthogonaux suivant une structure à trois axes

## CIMOSA : Objectifs du cadre de modélisation

Les objectifs de CIMOSA consistent



106

## Architectures de Référence Modélisation en entreprise

### Axe de dérivation ou de modélisation : 3 niveaux de modélisation

- Niveau d'*expression* ou de *définition des besoins* définit ce qui doit être réalisé par
- Niveau des *spécifications de conception* permettant de spécifier et d'analyser dans le détail des solutions répondant aux besoins exprimés;
- Niveau de *description de l'implantation* (ou implémentation) permettant

AXE DE DÉRIVATION



107

### Axe de généricité ou d'instantiation : Trois niveaux de généricité

- Niveau *générique* où sont définies les primitives de base du langage de modélisation ;
- Niveau *partiel* contenant des modèles partiels,
- Niveau *particulier* correspondant aux modèles spécifiques de l'entreprise.



Les niveaux générique et partiel constituent .....de CIMOSA

Le niveau particulier correspond à l'*architecture particulière* d'une entreprise donnée.



108

ARCHITECTURE DE REFERENCE CIMOSA		ARCHITECTURE PARTICULIERE CIMOSA
NIVEAU GENERIQUE	NIVEAU PARTIEL	NIVEAU PARTICULIER

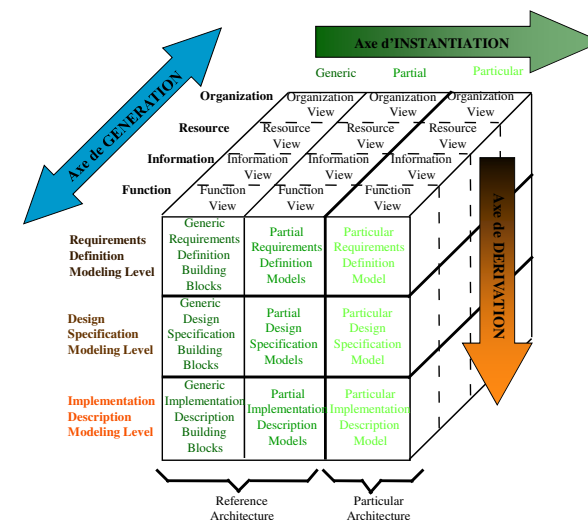
## Axe de génération : 4 points de vue de modélisation

- L'axe de génération propose de gérer le modèle intégré suivant *quatre points de vue* pour maîtriser la complexité du système et de son modèle
- Les vues agissent comme des *filtres* sur les composants du modèle

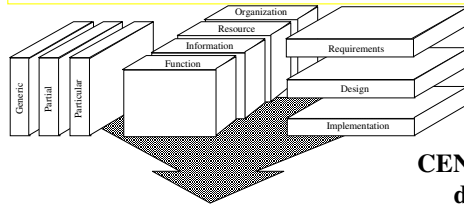
## Axe de génération : 4 points de vue de modélisation (2)

- la *vue fonction*
- la *vue information*,
- la *vue des ressources*
- la *vue organisation*

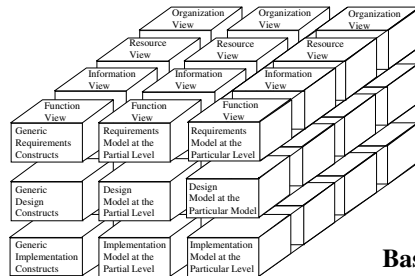
## CUBE CIMOSA: cadre de modélisation



## Architectures de Référence CEN ENV 40 003 (1991)



**CEN: Comité Européen  
de Normalisation**



**Base: CIMOSA**



113

## Architectures de Référence GRAI/GIM

**GRAI:**  
Université de Bordeaux  
(Prof. Pun et Doumeingts)

Modèle de référence  
(cf. systémique et  
méthode Merise)



114

## Architectures de Référence GERAM

**GERAM = Generalised Enterprise Reference Architecture  
and Methodology**

Développée par IFAC-IFIP Task Force on Architectures for  
Enterprise Integration

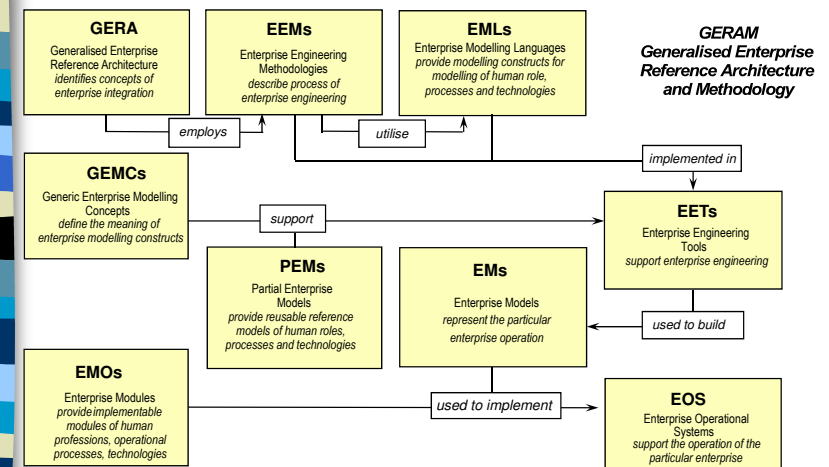
Basée sur CIMOSA, GIM et PERA

Annexe au ISO DIS 15704



115

## Architectures de Référence GERAM : cadre architectural



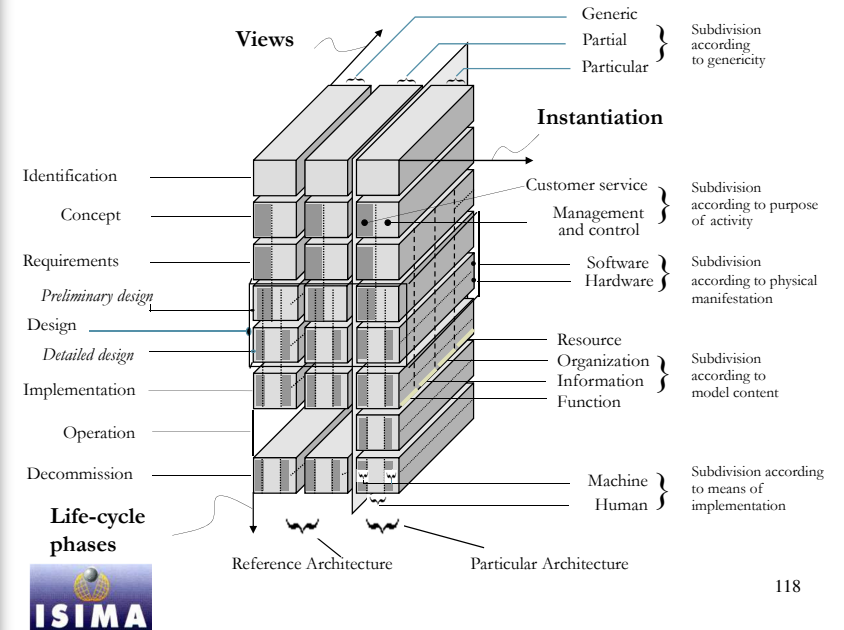
116

## GERA: Generalised Enterprise Reference Architecture



117

## GERA: Generalised Enterprise Reference Architecture



118

## CIMOSA : Définition des trois sous-systèmes modélisant une entreprise

Le sous-système physique

Le sous-système décisionnel



119

## CIMOSA : Définition des trois sous-systèmes modélisant une entreprise

Le sous-système d'information



120



## Relations entre sous-systèmes de l'entreprise et les vues CIMOSA

- Le sous-système physique
- Le sous-système de décision
- Le sous-système d'information



121



## Relations entre sous-systèmes de l'entreprise et les vues CIMOSA



122