

LA METHODOLOGIE GRAI

Par Guy DOUMEINGTS

Directeur Technique et du Marketing GRAISOFT

Professeur à l'Université Bordeaux 1

Année 2000-2001

La méthodologie GRAI

- **La méthodologie GRAI et l'outil logiciel IMAGIM (support à la méthodologie)**
- **Les formalismes (représentation graphique)**
- **La démarche (les étapes et les groupes d'acteurs)**

- **DOUMEINGTS (G.). - Méthode GRAI: méthode de conception des systèmes en productique, Thèse d'état: Automatique: Université Bordeaux I, 1984, 520 p**
- **G. DOUMEINGTS, B. VALLESPER, D. CHEN - "GRAI Grid Decisional Modelling" - In Handbook on Architecture of Information Systems - Edited by P. Bernus, K. Mertins, G. Schmith - International Handbook on Information Systems - Springer Verlag - 1998 - pp 313-337**
- **LE MOIGNE (J.L.). - Les systèmes de décision dans les organisations. - Paris, Presses Universitaires de France, 1974, 244 p..**
- **LE MOIGNE (J.L.). - Les systèmes d'information dans les organisations. - Paris, Presses Universitaires de France, 1973, 237 p..**
- **LE MOIGNE (J.L.). - La modélisation des systèmes complexes. - Paris, Dunod, 1990, 170 p..**
- **MARCH (J.G.), SIMON (H.A.). - Les organisations, Dunod, Paris, 1969**
- **F. MARCOTTE - "Contribution à la modélisation des systèmes de production : extension du modèle GRAI" - Thèse de doctorat - Spécialité Productique - Université Bordeaux I - Octobre 1995**

- **MELESE (J.) - L'analyse modulaire des systèmes de gestion. - Paris, Editions Hommes et techniques, 1971, 233 p..**
- **MELESE (J.) - Approche systémique des organisations. - Paris, Editions Hommes et techniques, 1979, 158 p..**
- **MESAROVIC (M.D.), MACKO (D.), TAKAHARA (T.). - Théorie des systèmes hiérarchiques à niveaux multiples - Ed. Economica - 1980 - 303 p**
- **MINTZBERG (H.). - Structure & dynamique des organisations. - Paris, Les éditions d'organisation, 1984,**
- **MINTZBERG (H.). - Le management: voyage au centre des organisations. - Paris, Les éditions d'organisation, 1990,**
- **H.A. SIMON - "Administrative behavior. A study of decision making processes in manufacturing organization". MacMillan Ed. - New York - Troisième édition - 1977**

- **Le LAP (Laboratoire d'Automatique et de Productique) appartient à l'Université Bordeaux 1**
- **Le LAP comprend trois thématiques :**
 - ⇒ l'Automatique avec 2 équipes de recherche
 - ⇒ la Productique avec 2 équipes de recherche regroupées dans le GRAI (Groupe de Recherche en Automatisation Intégrée)
 - ⇒ Le Traitement du Signal et de l'Image
- **Le LAP représente aujourd'hui 30 permanents (Enseignants-Chercheurs et personnels techniques et administratifs), 25 Doctorants et 20 stagiaires**

- **Le LAP (Laboratoire d'Automatique et de Productique) appartient à l'Université Bordeaux 1**
- **Le LAP comprend trois thématiques :**
 - ⇒ l'Automatique avec 2 équipes de recherche
 - ⇒ la Productique avec 2 équipes de recherche regroupées dans le GRAI (Groupe de Recherche en Automatisation Intégrée)
 - ⇒ Le Traitement du Signal et de l'Image
- **Le LAP représente aujourd'hui 30 permanents (Enseignants-Chercheurs et personnels techniques et administratifs), 25 Doctorants et 20 stagiaires**

OPERATIONS SCIENTIFIQUES

O. S. 3

Modélisation

technico-économique

des systèmes de production

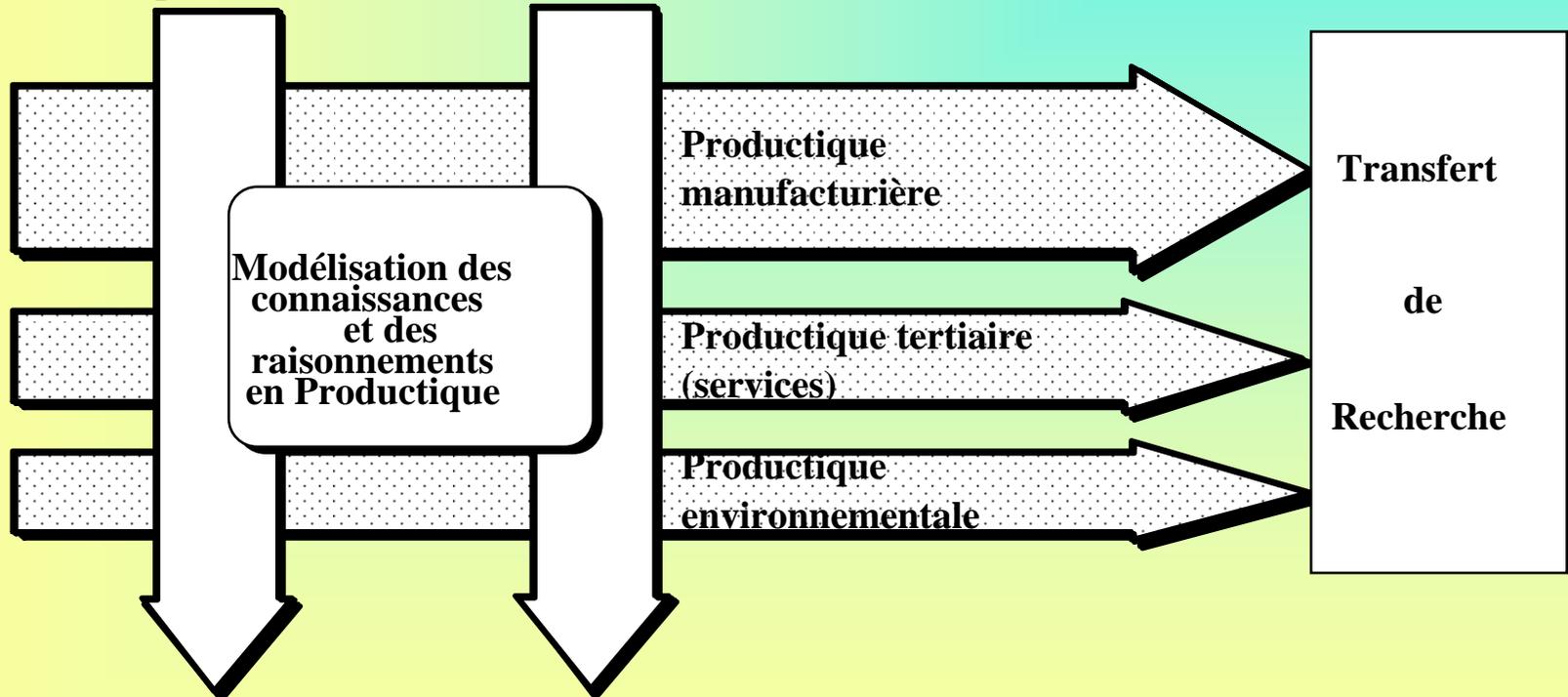
O. S. 4

Conduite

des systèmes de production

et Aide à la décision

DOMAINES D'APPLICATION



Modélisation intégrée des systèmes de production
Méthodologie de conception
Structures et stratégies de conduite

☞ **Une société d'Édition de Méthodologie et de Logiciels spécialisée dans :**

- **édition de Méthodologie** : Développement et Mise à Disposition de Méthodes pour améliorer les Performances des entreprises industrielles et de service par la Modélisation d'Entreprise : **Méthodologie GRAI** (Graphes à Résultats et Activités Inter-reliées),
- **édition de logiciels** : logiciels supports à la mise en œuvre de la Méthodologie GRAI.

☞ **Créée en Avril 1998**

☞ **A partir** : du Groupe de Recherche **GRAI** (Groupe de Recherche en Automatisation Intégrée) du Laboratoire d'Automatique et de Productique (**LAP**) de l'Université Bordeaux I.

➔ **Aujourd'hui 11 personnes :**

- Direction (2)
- Ingénieurs Spécialistes Méthodologie GRAI (3)
- Ingénieur de Recherche (1)
- Ingénieurs Informatiques (4)
- Administratif (1)

➔ **Capital : 111 K Euro**

➔ **Partenaires :** EADS, AQUITAINE ENTREPRENDRE,
SCHLUMBERGER RMS, ERNST & YOUNG, TECSI

➔ **Chiffre d'Affaires :** 1998 - 1999 : 428 K Euro
2000 : 480 K Euro (prévisionnel)

La méthodologie GRAI et l'outil IMAGIM

La méthodologie GRAI s'appuie sur une base théorique composée :

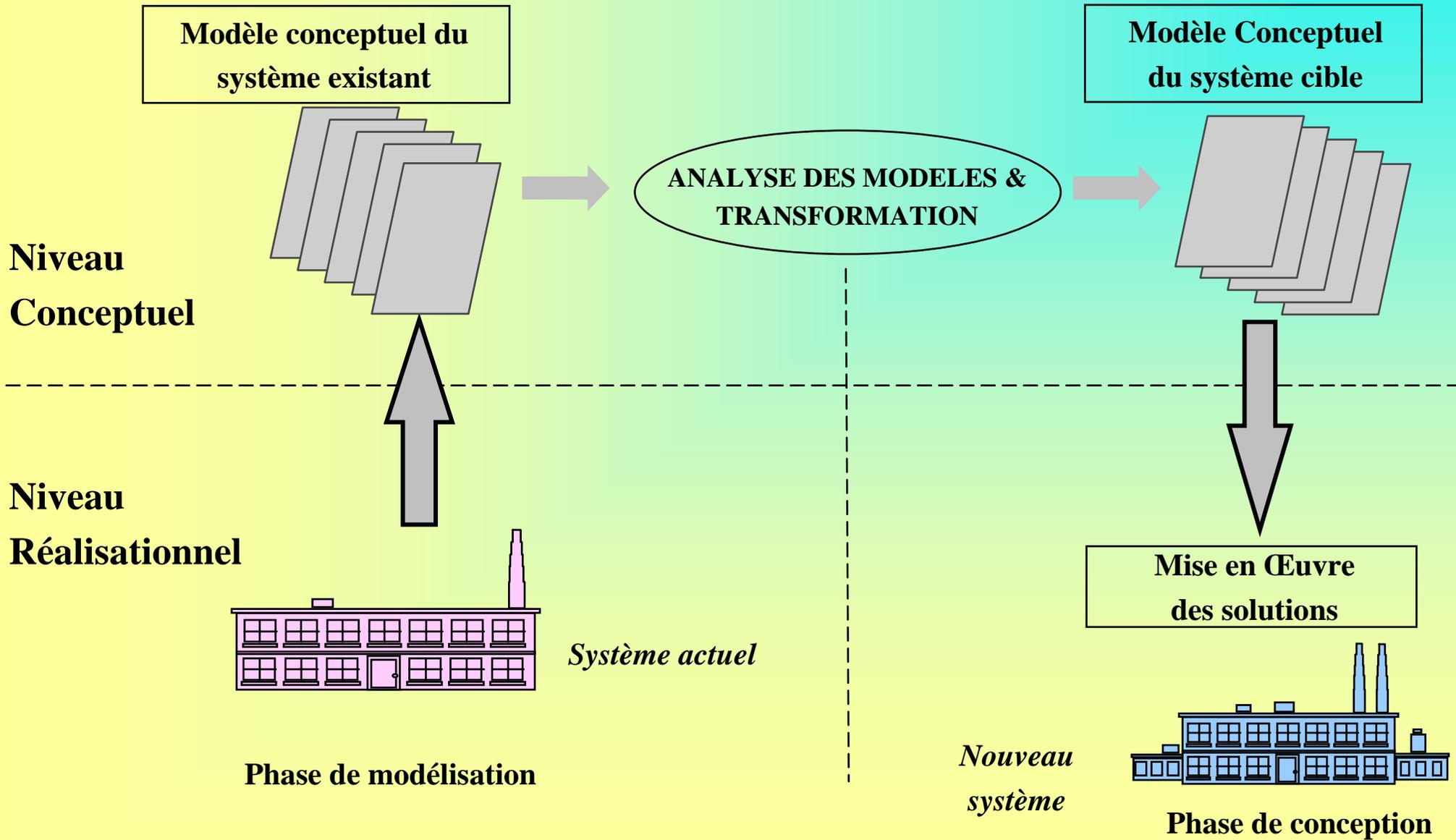
- D'un modèle de référence (globalité et détails des différents aspects de l'entreprise),
- Des formalismes (représentations graphiques des concepts),
- D'une approche structurée (comment implanter),

La Méthodologie GRAI peut être utilisée aussi bien dans l'industrie que dans les services

Groupe de
Recherche en
Automatisation
Intégrée

Graphe à
Résultats et
Activités
Interreliés

La Méthodologie GRAI : Généralités



- Création du GRAI (Groupe de Recherche en Automatisation Intégrée) 1971
- Méthode GRAI - Première Application à Télémécanique Electrique 1980
- Méthode GRAI - SNECMA-Usine Creusot 1985
- Entrée dans les Programmes Européens 1985
- GIM : GRAI Integrated Methodology 1986-1991
A travers plusieurs Projets Européens
- Extension de GIM à d'autres domaines : Méthodologie GRAI 1993- ...
- Développement d'outils informatiques supports à l'application de GIM 1995- - IMAGIM
(PC Windows) Projet Eureka : Time Tool - Produit de base
- Création de GRAISOFT 1998 ->
 - **Industrialisation de la méthodologie GRAI**
 - **Développement des logiciels IMAGIM kernel et PROCESSUS**

Domaines d'application de la méthodologie GRAI

- Equipements d'avions
- Composants d'automatisation
- Composants électroniques
- Equipements de voitures
- Produits chimiques
- Vins et spiritueux (expédition)
- Sous-produits du bois
- Mobilier
- Equipement informatique
- Industrie de transformation agro-alimentaire
- Equipement hydraulique
- Produits composites
- Pièces détachées pour moteurs d'avions
- Turbines électriques
- Industrie automobile
- Ingénierie financière
- Ingénierie industrielle
- Services administratifs
- Education

L'arbre méthodologique GRAI

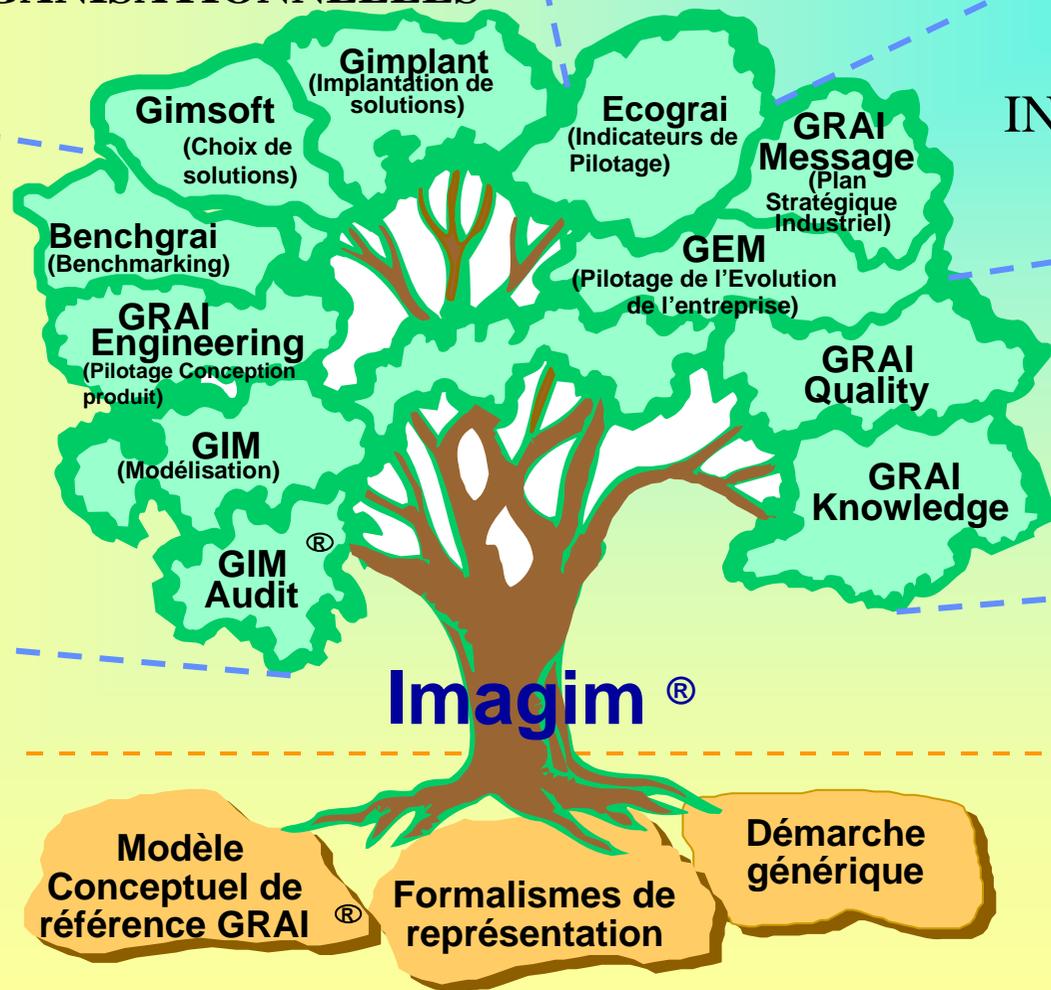
CHOIX ET IMPLANTATION DE SOLUTIONS INFORMATIQUES / TECHNIQUE / ORGANISATIONNELLES

LE PILOTAGE DE LA PERFORMANCE

STRATEGIE INDUSTRIELLES

REORGANISATION D'ENTREPRISE

GESTION DES CONNAISSANCES



GIM (GRAI Integrated Method)

* RE INGENIERIE (BPR: Business Process Re-Engineering)

- Détection des points à améliorer et des points forts,
- Modèle de l'existant.

* MODELE DU SYSTEME CIBLE A IMPLANTER

De très nombreuses applications (plus de cent cinquante)
SNECMA (Le Creusot et Corbeil), AEROSPATIALE (Toulouse),
LYONNAISE DES EAUX, RICHARD, DOSATRON INTERNATIONAL
PIRELLI (I), BRITISH AEROSPACE (GB), IBERIA (E)

GIM AUDIT (GIM Light) Diagnostic

- Mise en œuvre simplifiée de GIM,
- Quelques modèles : FONCTIONNEL, PHYSIQUE, DECISIONNEL,
- Quelques indicateurs de Performance,
- Points à améliorer.

(durée 5 jours)

GIMSOFT

- * **Choix de progiciels (ERP, GPAO, ...)**

GIMPLANT

- * **Implantation d'applications informatiques (gestion du changement)**
DOSATRON INTERNATIONAL, PROJET EUREKA ISOCIAT (CIAT),
RICHARD,

ECOGRAI

- † **Définition et implantation d'un système d'Indicateurs de Performance**
SNECMA (Le Creusot), COFINOGA
SAPSO, SOGERMA (Expérimentation)

BENCHGRAI

- † **Benchmarking de processus**
Techniplast, PSD, ...

GRAI MESSAGE

- * **Elaboration, amélioration et implantation du Plan Stratégique Industriel (PSI)**

SITA (Groupe SUEZ - LYONNAISE DES EAUX)

GEM: (GRAI Evolution Method)

- * **Gestion de l'évolution de l'entreprise**

Programme de recherche EUREKA (Time Guide) (CLEMESSY -SCANIA)

GRAI ENGINEERING

- * **Pilotage de la conception des produits en intégrant PRODUITS et PROCESSUS**

Recherche (LAFON, AMRI)

GRAI KNOWLEDGE

- * **Acquisition, formalisation et ré-utilisation des connaissances de l'entreprise**

Recherche

GRAI QUALITY

- † **Liaison Modélisation d'entreprises - Procédures qualité**

Plusieurs applications (Schlumberger, Richard,)

A l'origine :

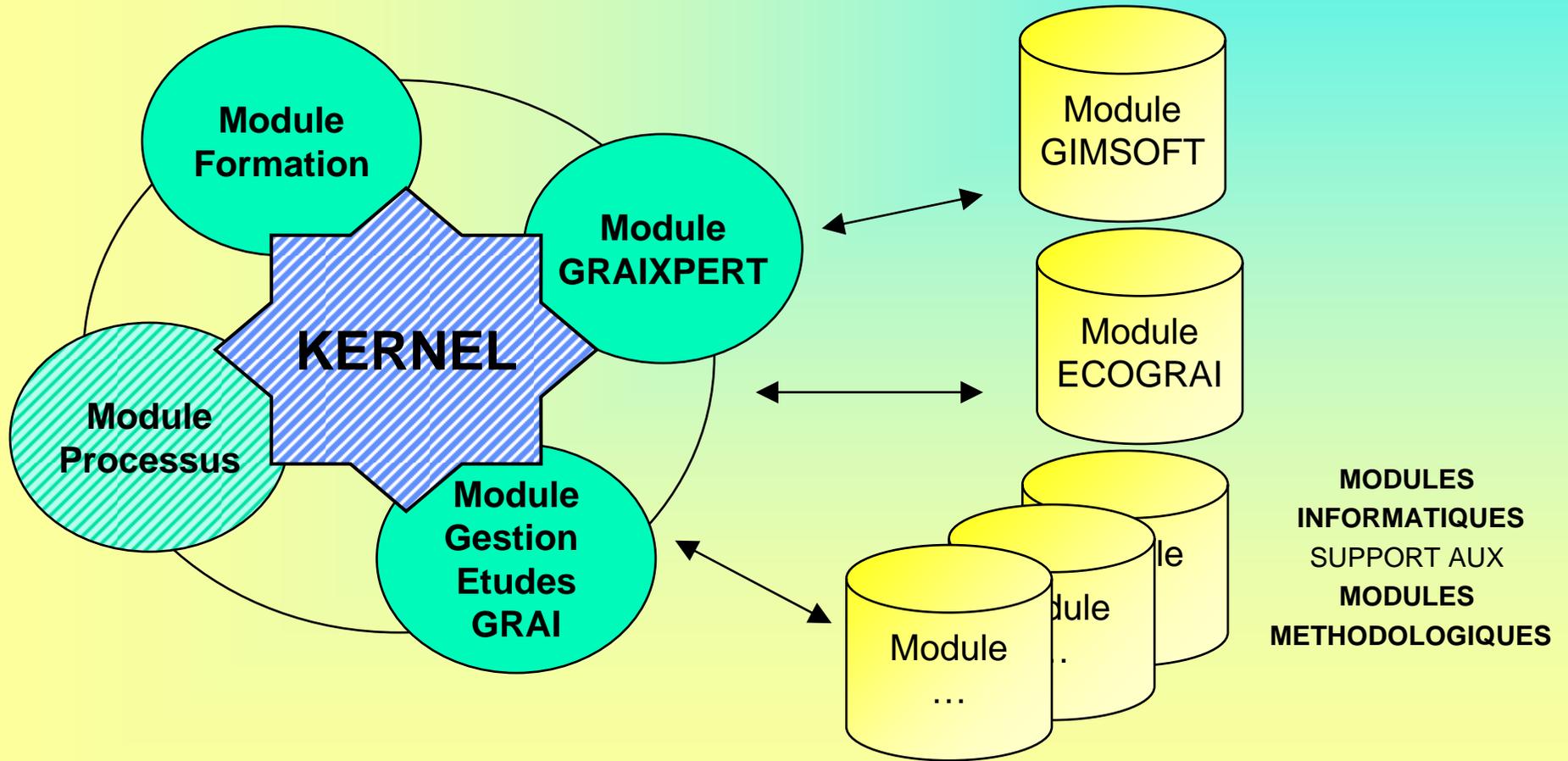
- **Développé dans le cadre du projet EUREKA TIME TOOL par le LAP/GRAI Université Bordeaux 1**

Aujourd'hui :

- **La maintenance, les améliorations, les futurs développements, et les ventes sont assurés par GRAISOFT**
- **Utilisable sous P.C. Windows 95, 98 et Windows NT**

- **Bénéfices** :
 - réduire les efforts, gagner du temps et de l'argent lors de la modélisation,
 - stocker, traiter et mettre à jour les informations contenues dans les modèles,
 - analyser les modèles du système existant,
 - gérer l'étude,
 - former les acteurs de l'entreprise,
 - réutiliser les modèles pour gérer l'évolution de l'entreprise,

Les modules d' IMAGIM

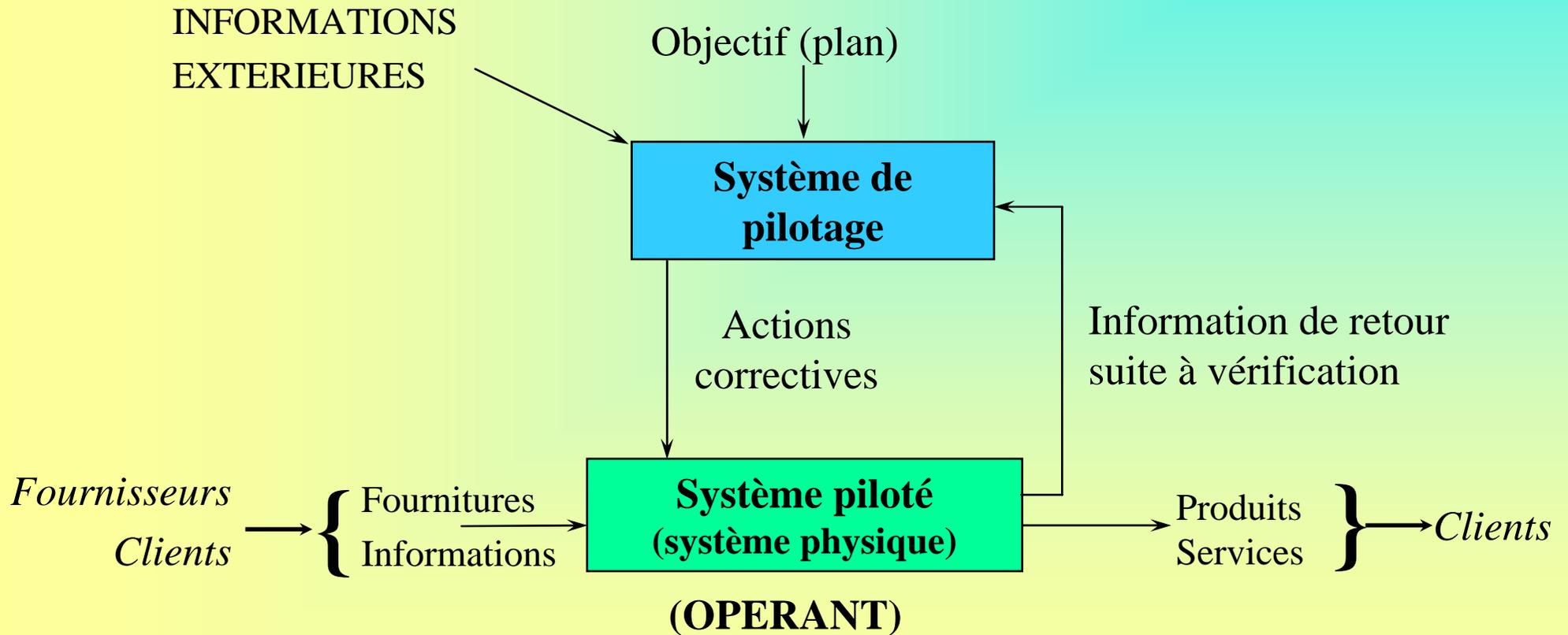


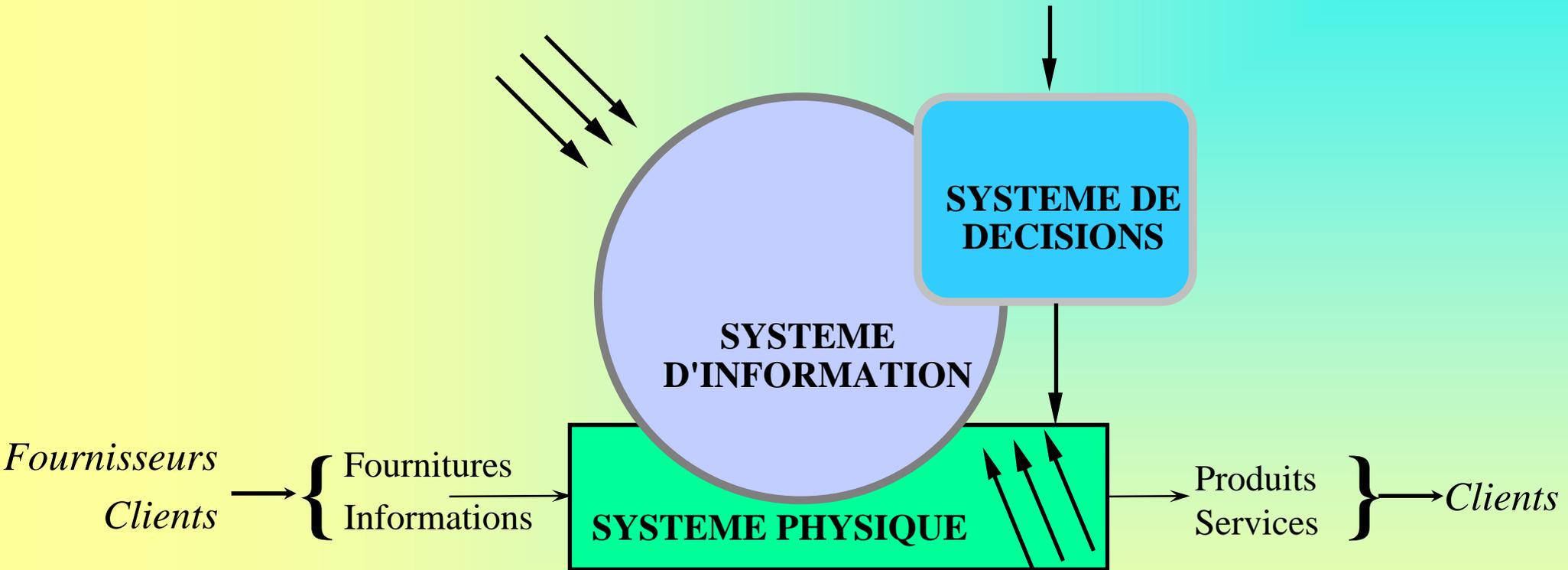
Les concepts de la méthodologie GRAI

Le Modèle GRAI

- **Intérêt d'avoir un modèle de référence commun : le Modèle GRAI**
 - ⇒ Fournir un cadre à la méthodologie
 - ⇒ Prendre en compte l'intégration entre les différents aspects de l'entreprise,
 - ⇒ Etre suffisamment générique pour être utilisable dans n'importe quel type d'entreprise (industrie et services)
 - ⇒ Fournir une base aux différentes méthodes incluses dans la Méthodologie GRAI

Systeme de pilotage / systeme piloté





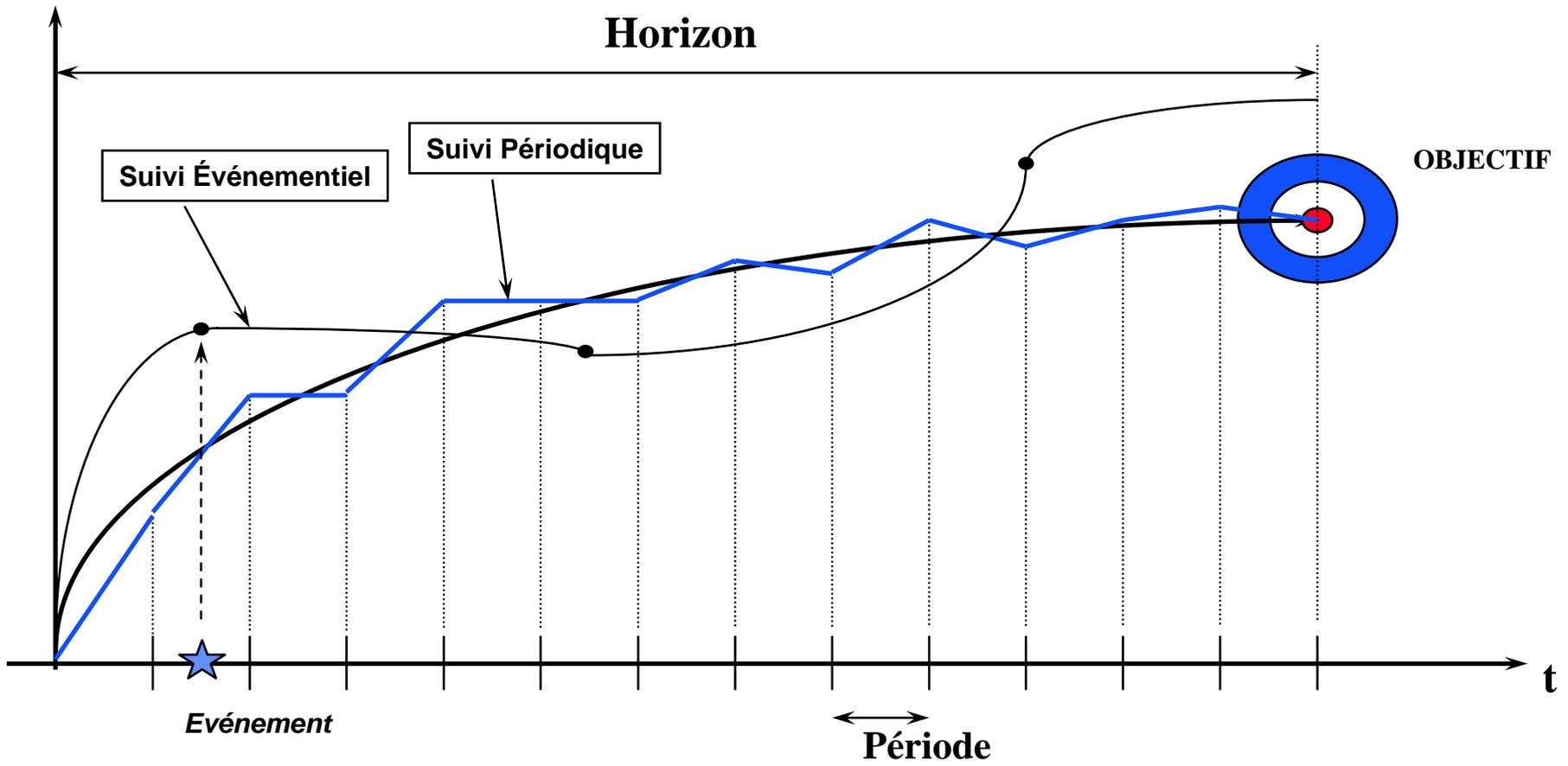
$$\text{DECISIONS} = \text{INFORMATIONS} + \left\{ \begin{array}{l} \text{OBJECTIFS} \\ \text{VARIABLES DE DECISION} \\ \text{CRITERES DE CHOIX} \\ \text{CONTRAINTES} \end{array} \right.$$

Le modèle GRAI : concepts et critères de décomposition

Critère de décomposition temporel du Modèle décisionnel global GRAI (GRILLE) (3)

Concepts d'Horizon et de Période

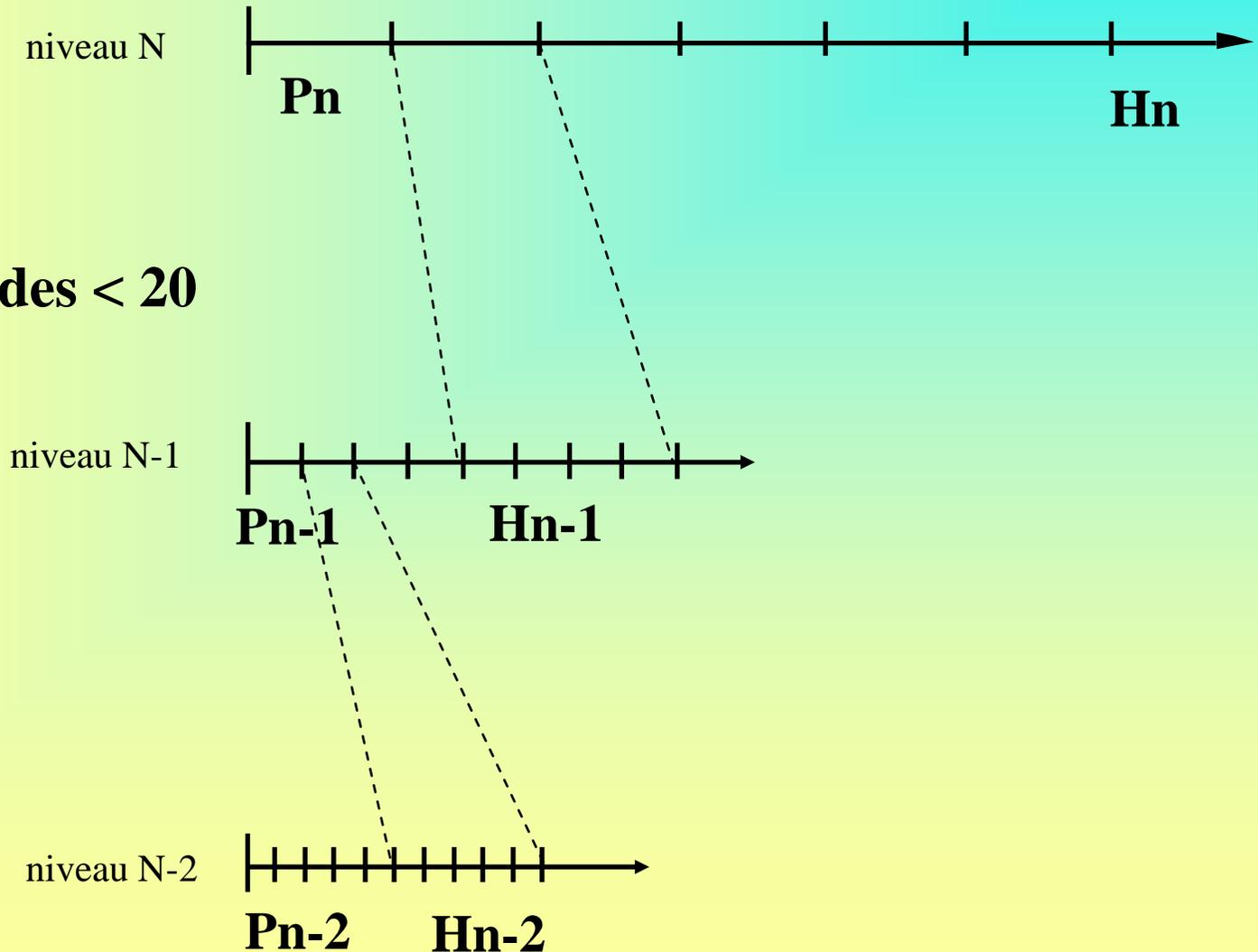
Règle : $5 < \text{Nbre P} < 24$



Critère de décomposition temporel du Modèle décisionnel global GRAI (GRILLE) (2)

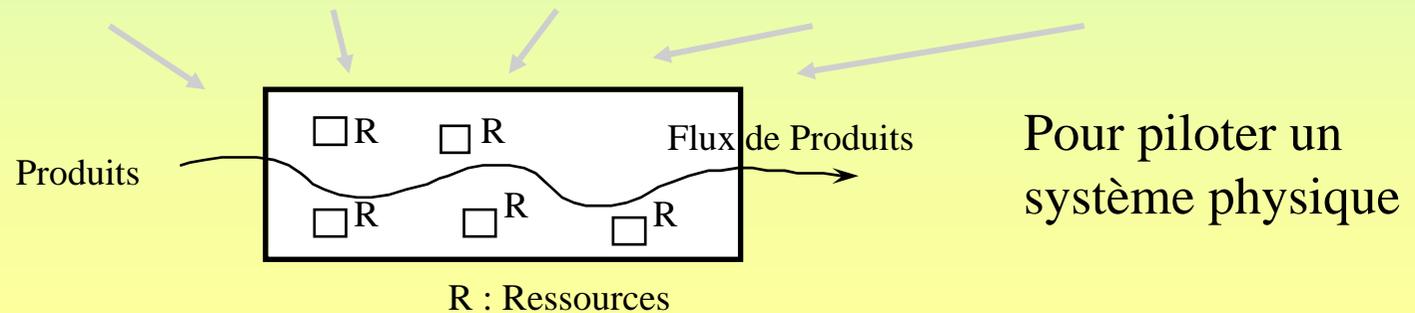
Quelques règles :

- 1) $5 < \text{nb de périodes} < 20$
- 2) $H_{n-1} < 2P_n$

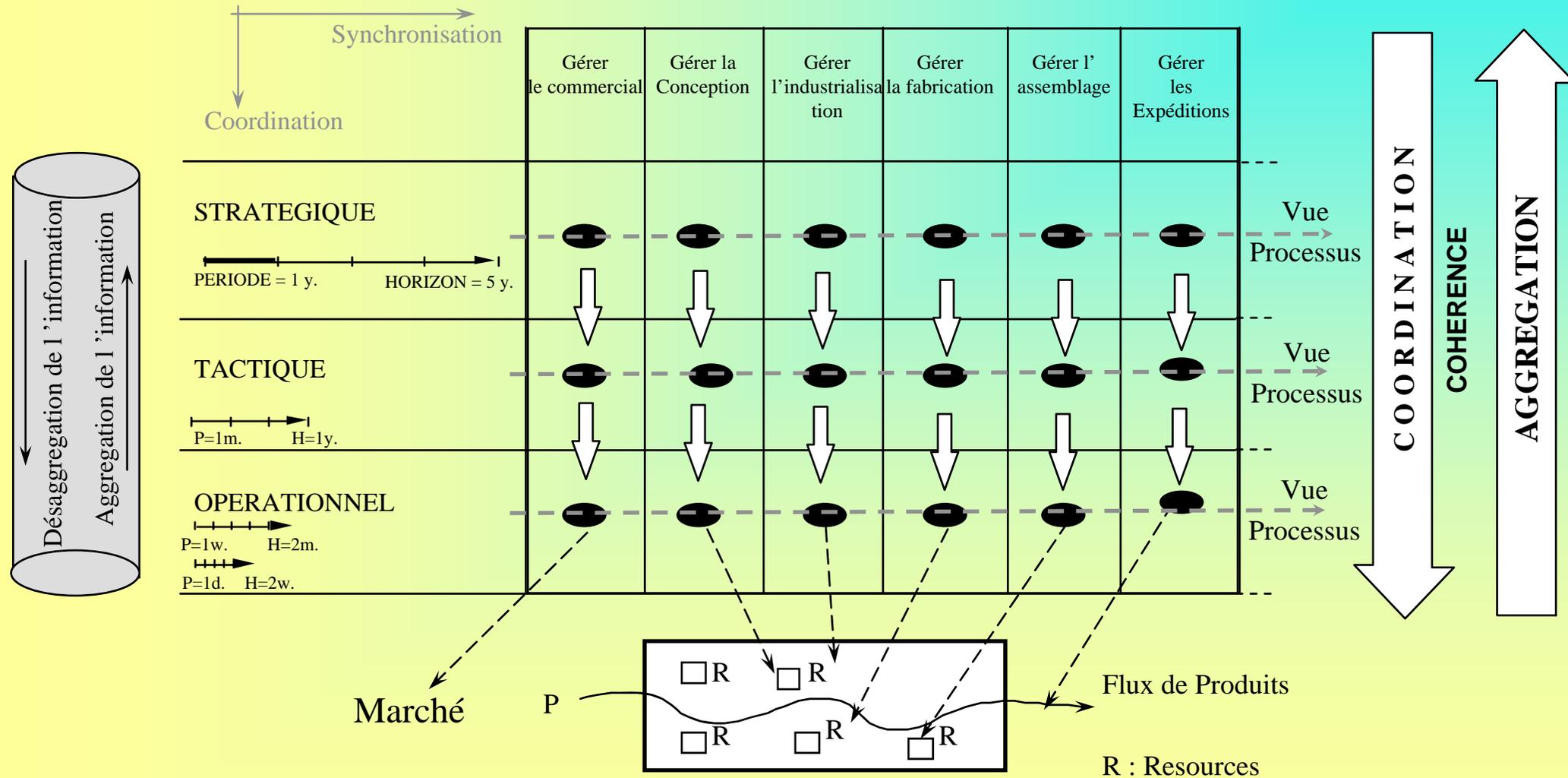


Critère de décomposition fonctionnel du Modèle décisionnel global GRAI (GRILLE) (1)

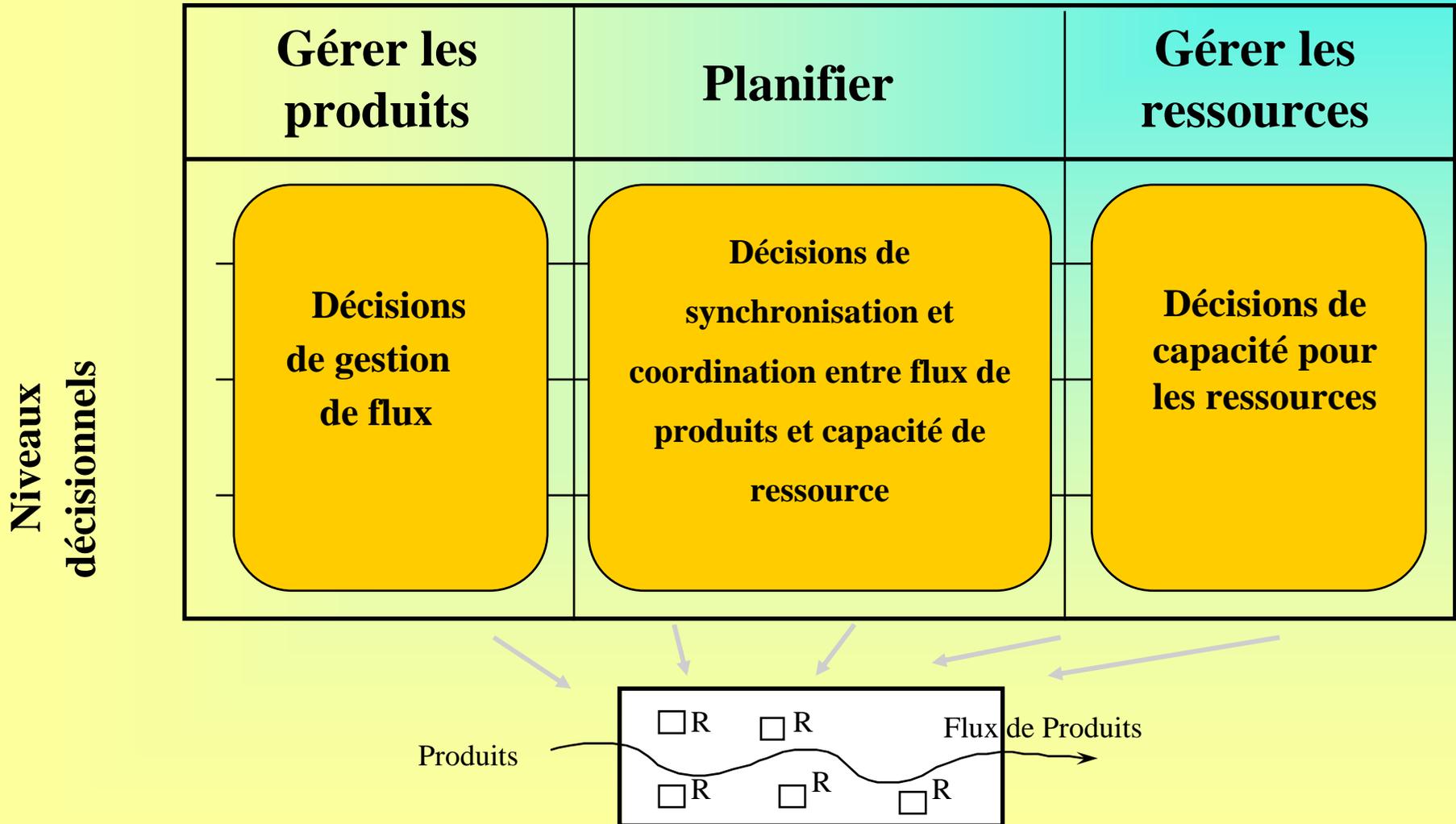
	F_1	F_2	F_3	...	F_n
Stratégique					
Tactique					
Opérationnel					



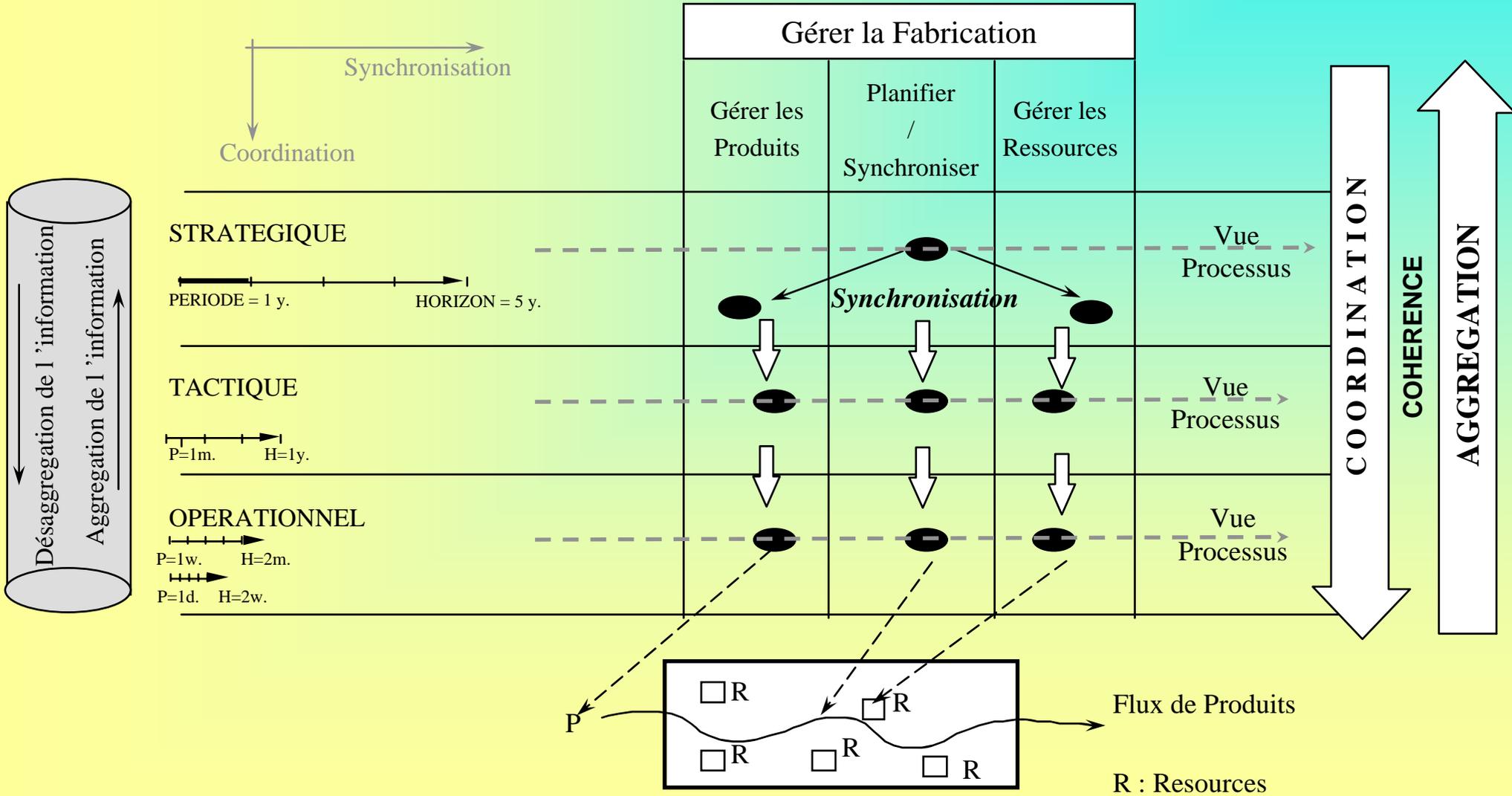
Le Modèle Décisionnel global GRAI de l'Entreprise



Concept de pilotage



Grille de pilotage

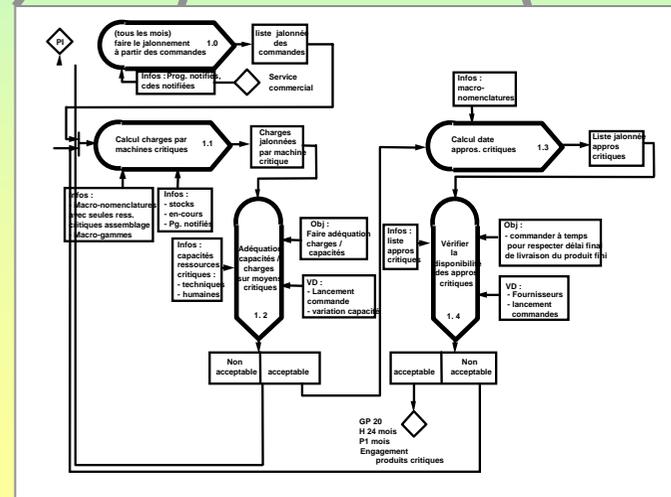
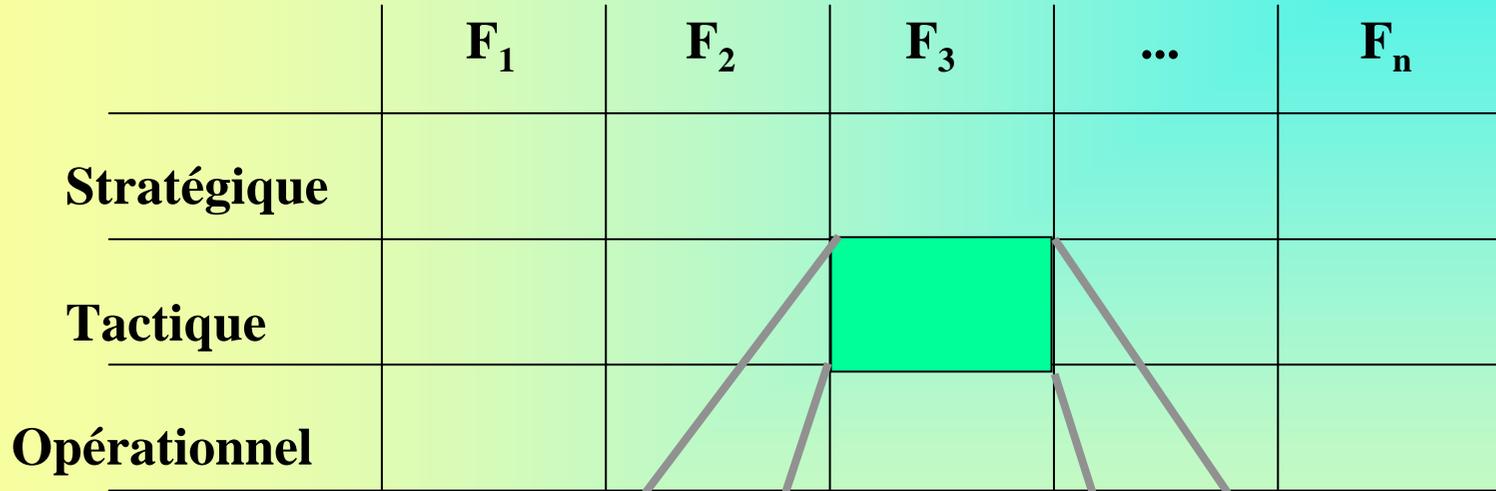


- **Concept de centre de décision**

	F_1	F_2	F_3	...	F_n
Stratégique					
Tactique			<i>Centre de décision</i>		
Opérationnel					

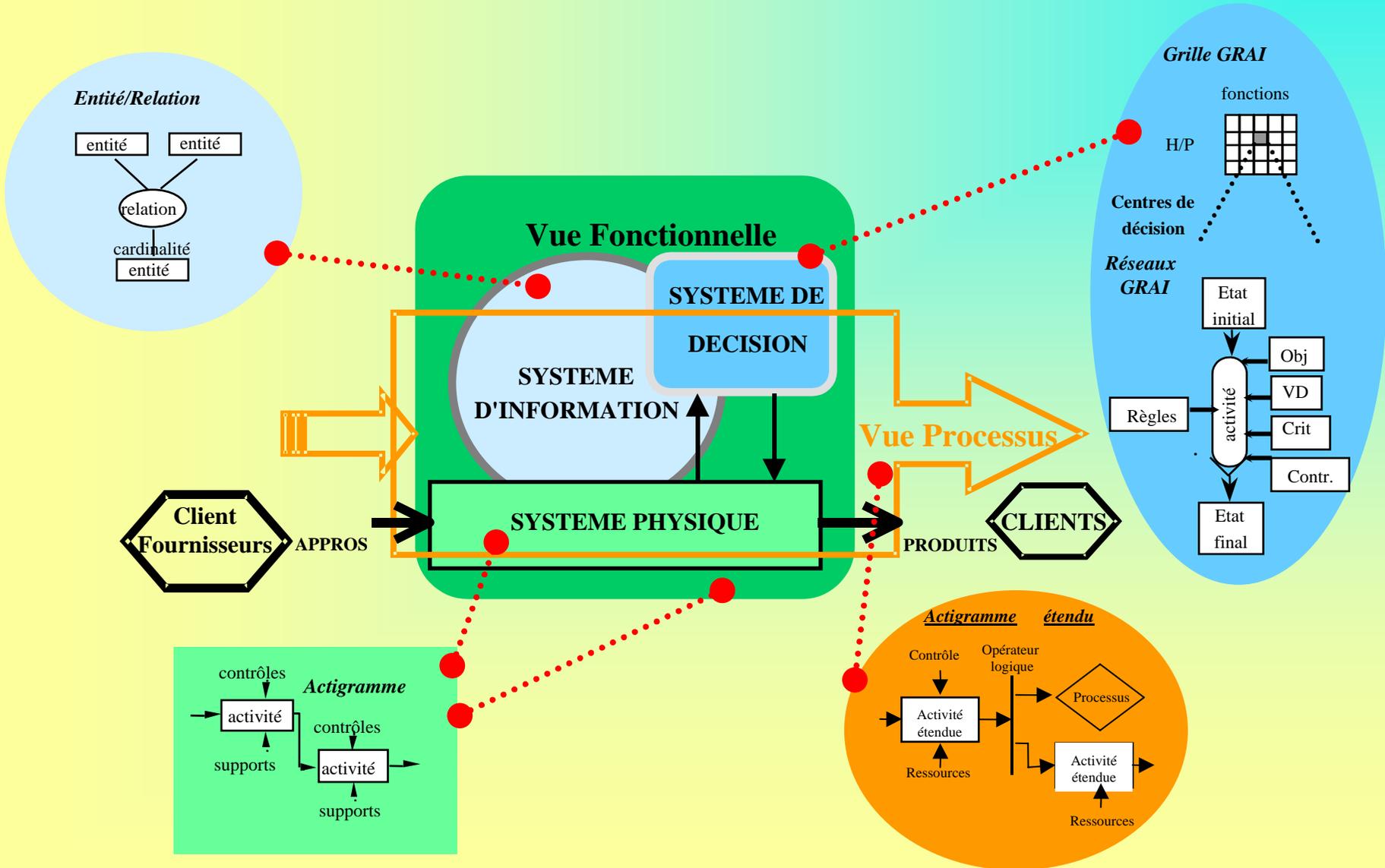
Le modèle local GRAI de l'entreprise

- Concept de réseau GRAI

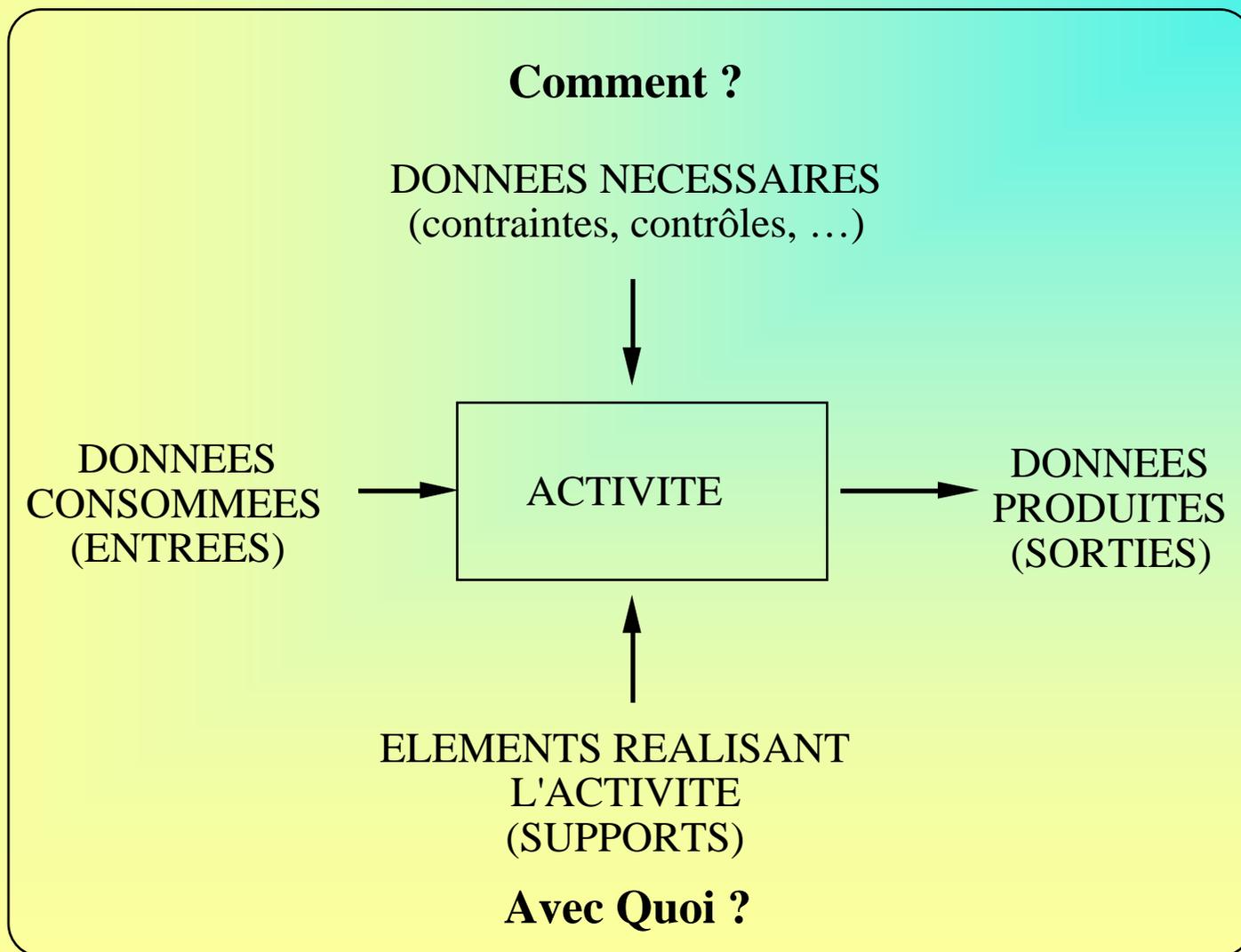


Les formalismes

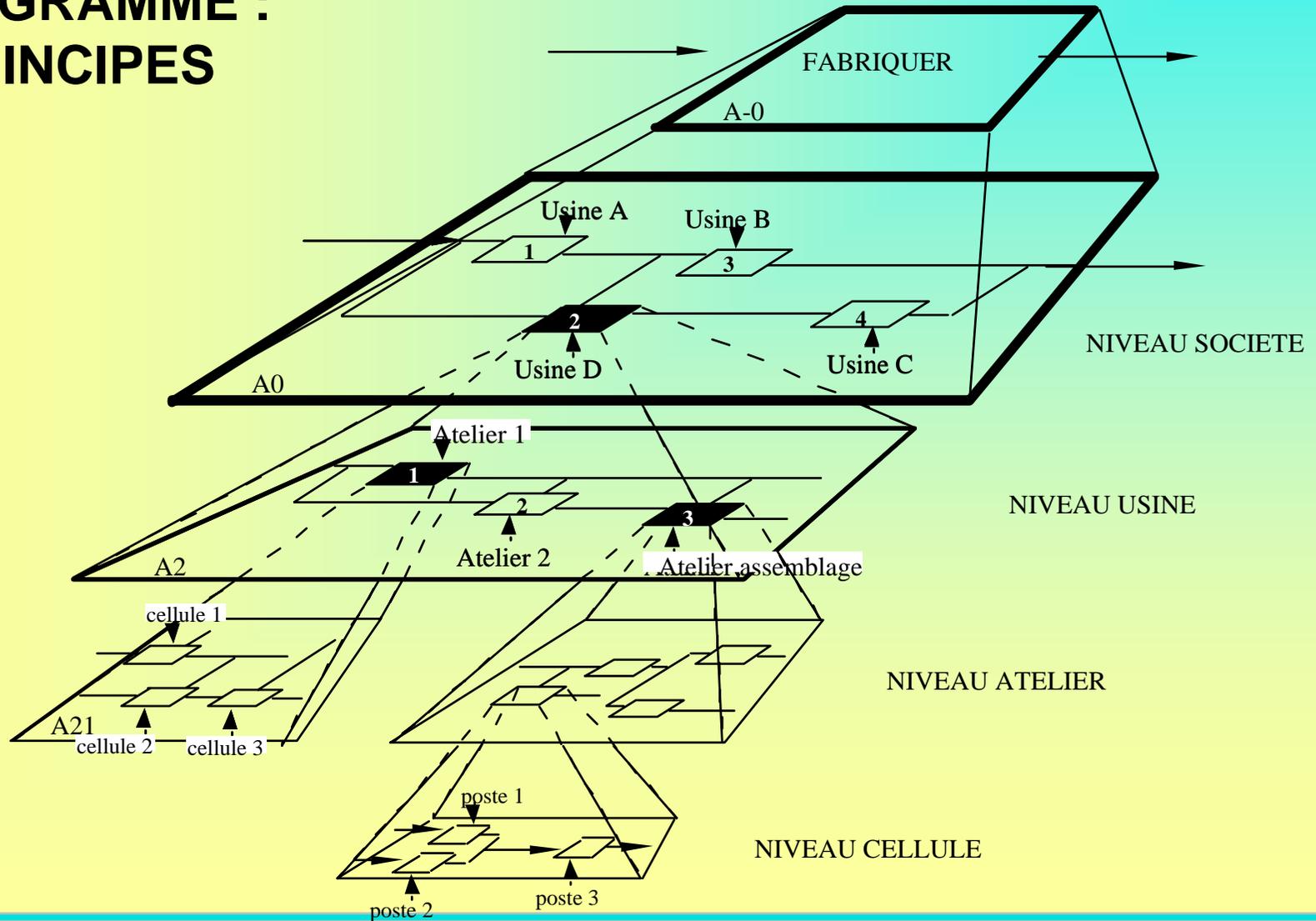
Systeme Physique :	Actigramme
Systeme de Decision :	Grille GRAI Réseaux GRAI
Systeme d'Information :	Entité/Relation ou ...
	+
Vue Fonctionnelle :	Actigramme
Vue Processus :	Actigramme étendu



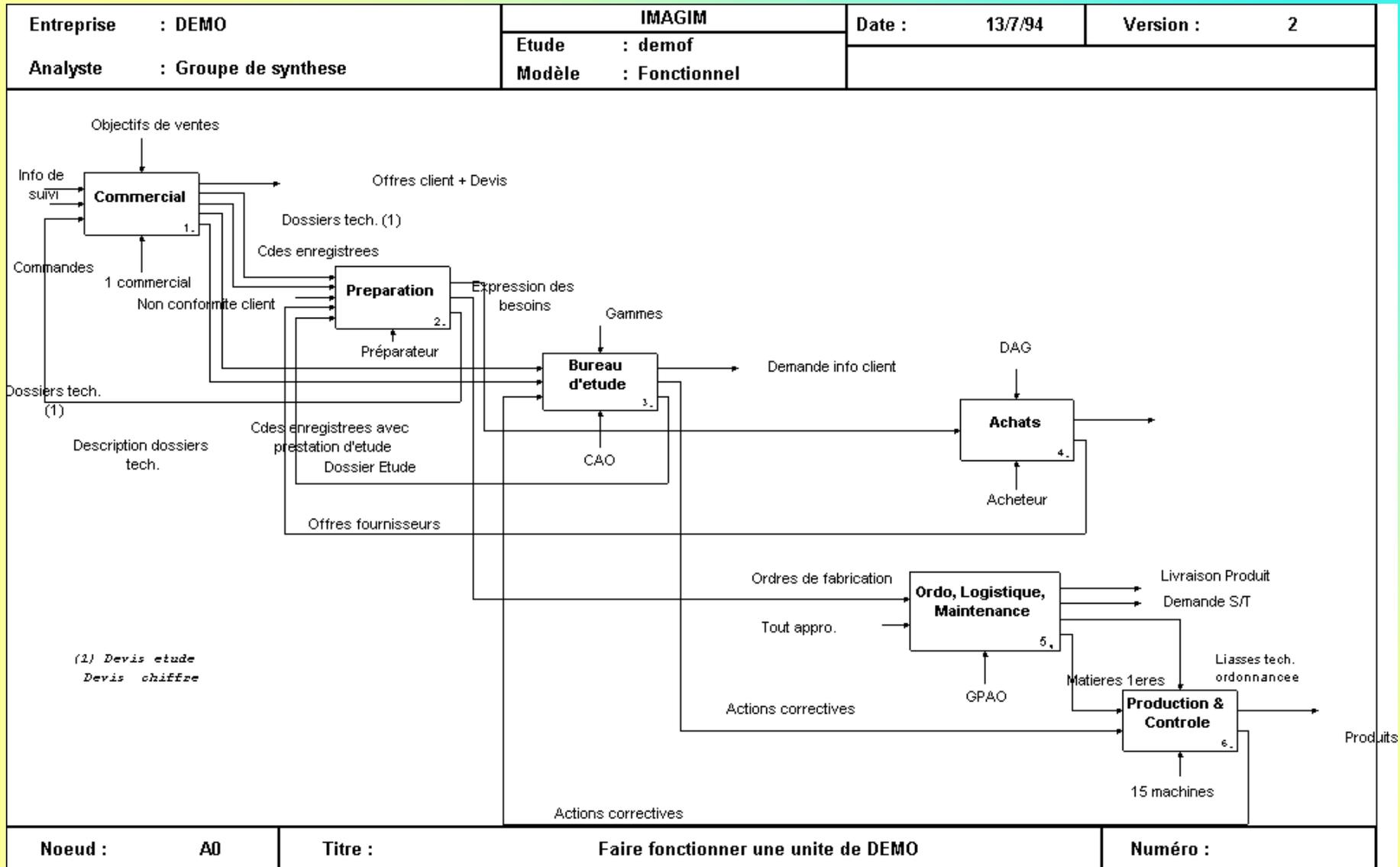
ACTIGRAMME : Formalisme



ACTIGRAMME : PRINCIPES

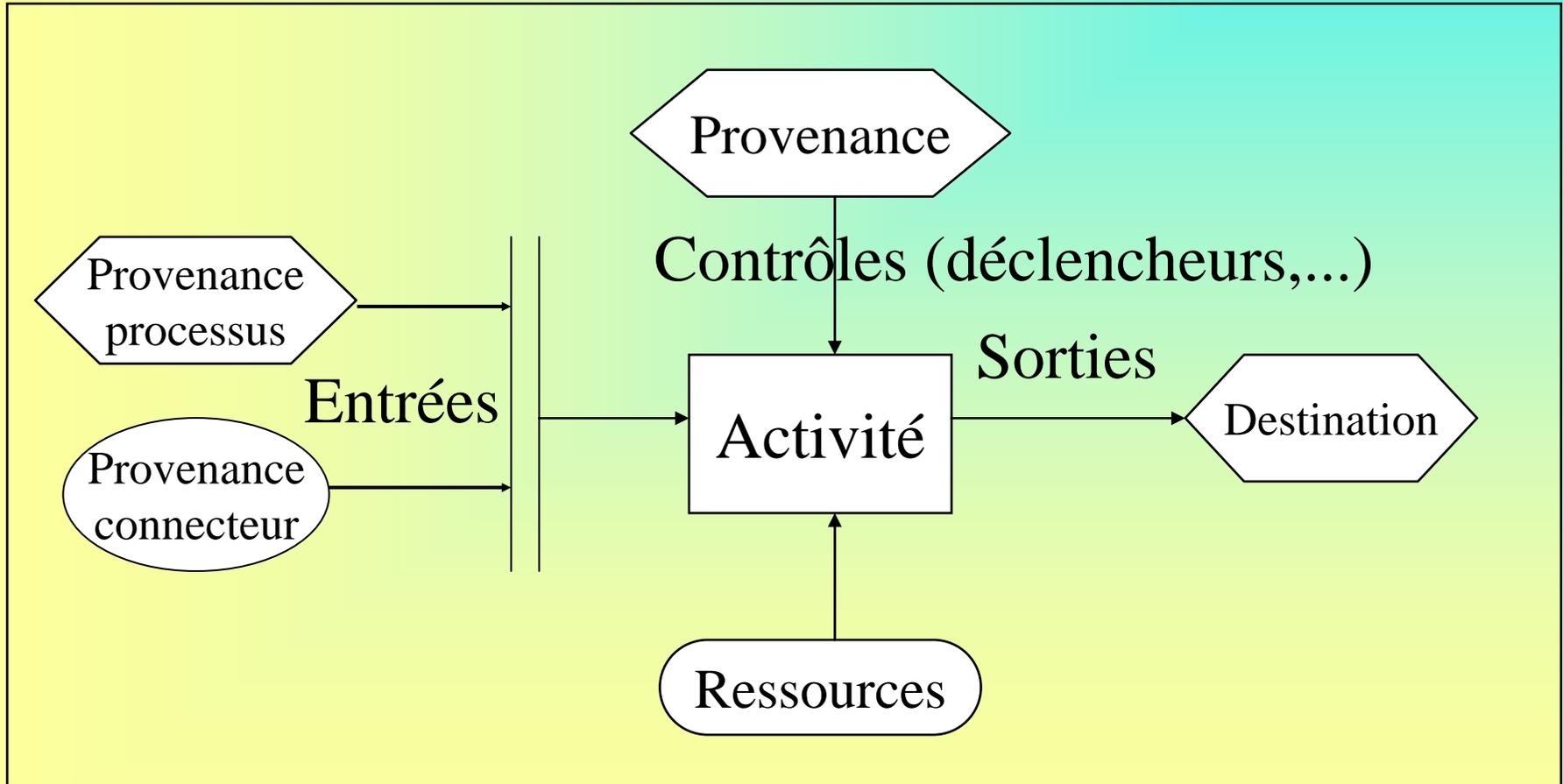


Les Formalismes GRAI : ACTIGRAMME : vue fonctionnelle



- Vision dynamique de la réalisation d'activités inter-reliées
 - **définition de l'évolution dynamique des entités transformées par les activités**
 - **définition des déclencheurs d'une activité**
 - **identification de la provenance et de la destination des entrées et des résultats de chaque activité**
 - **notion de durée pour chaque activité**
 - **notion de coût pour chaque activité**
 - **notion de qualité de chaque activité**
- Vue plus détaillée que le modèle fonctionnel
- Possibilité de suivre une entité dans le Processus

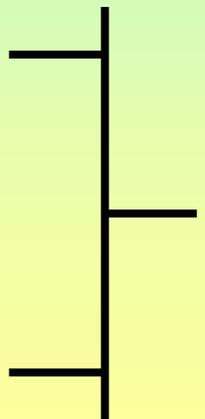
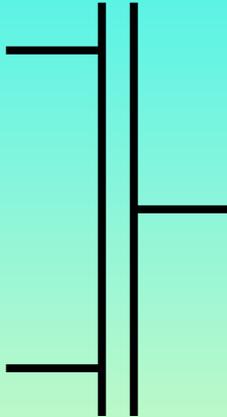
Actigramme étendu



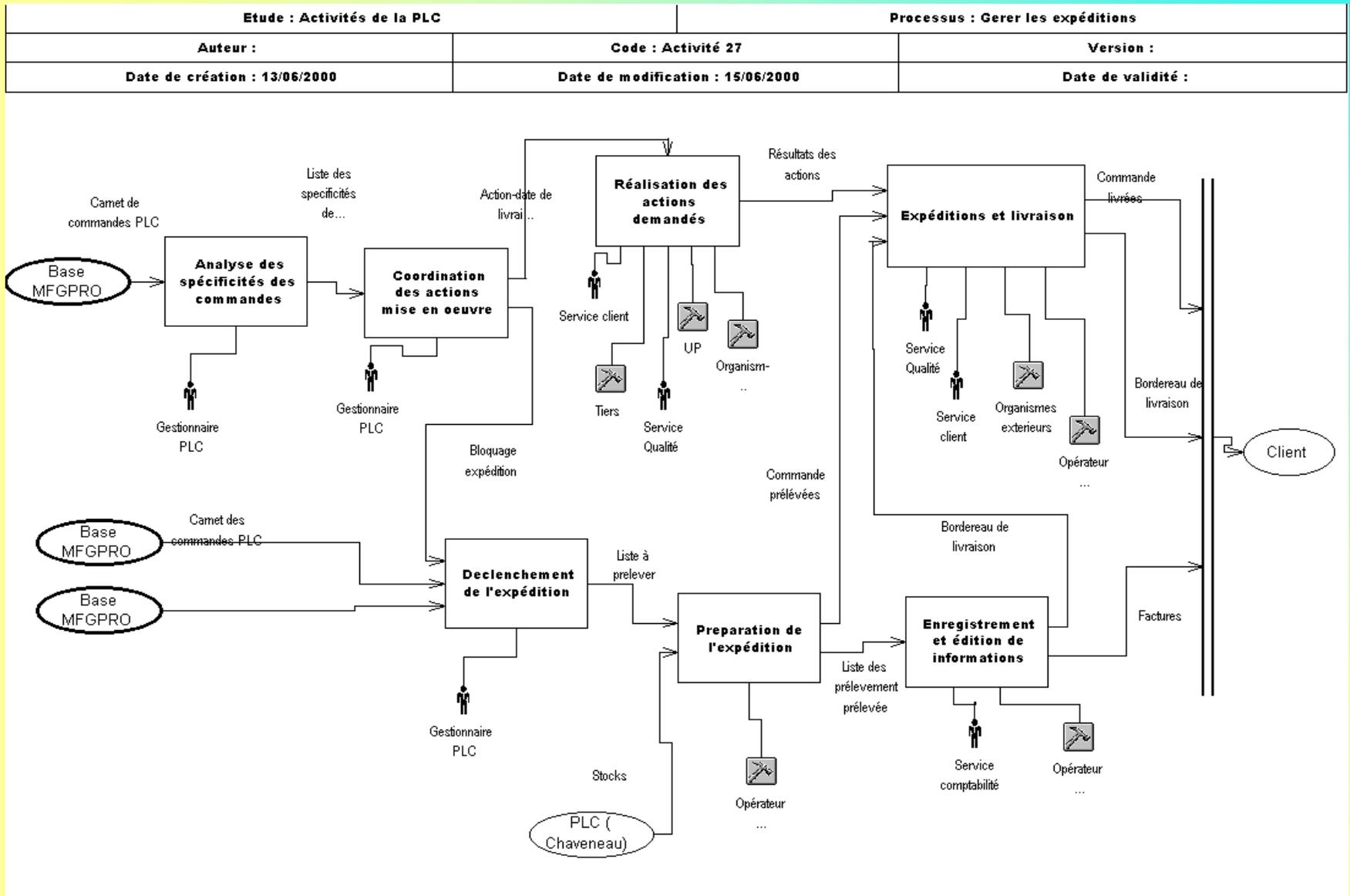
Les opérateurs logiques

- **L'opérateur ET : Synchronone et Asynchrone**
 - **Lorsqu'une entité est utilisée par plusieurs activités**
 - **Lorsqu'une entité fournit plusieurs résultats**
 - **Lorsque plusieurs entités sont nécessaires pour déclencher l'activité...**

- **L'opérateur OU :**
 - **Lorsqu'une entité est utilisée par l'une ou l'autre de plusieurs activités**
 - **Lorsqu'une entité fournit un résultat ou un autre**
 - **Lorsque plusieurs entités peuvent servir à déclencher l'activité...**



Exemple de vue processus : gérer les expéditions

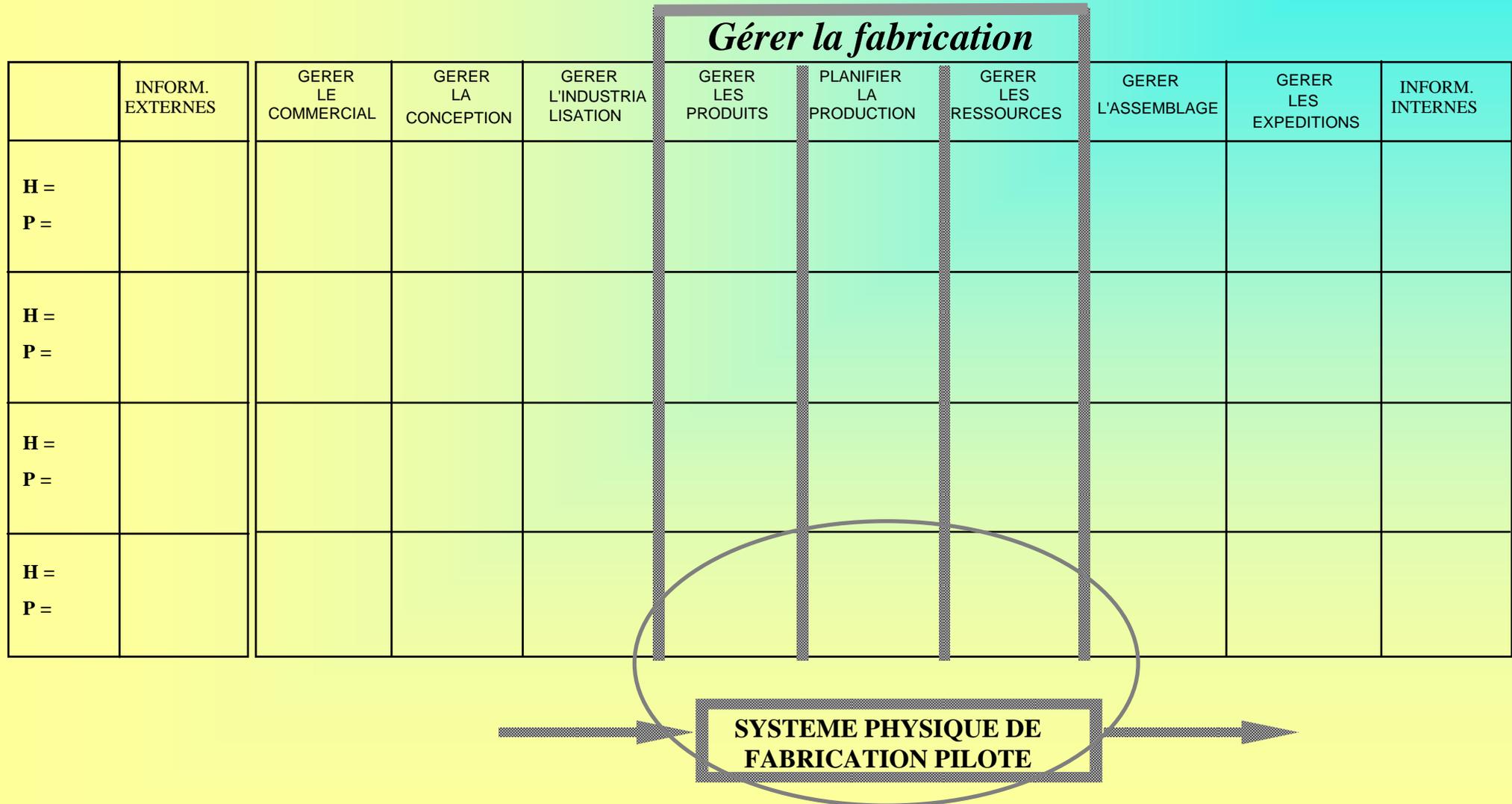


Grille de pilotage

Fcts H / P	INFORMA°- EXTERNES	GERER LES PRODUITS	PLANIFIER LA PRODUCTION	GERER LES RESSOURCES	INFORMAT° INTERNES
5 AN			<i>Cadre de Décision</i>		
1 AN					
1 AN			<i>centre de décision</i>	<i>Principaux flux d'informations</i>	
1 MOIS					
2 MOIS					
1 SEM					
2 SEM					
1 JOUR					

Exemple de Grille GRAI : Eclatement d'une fonction particulière

GRILLE GRAI DE BASE POUR LA FABRICATION



Exemple de Grille GRAI : Eclatement d'une fonction particulière

GRILLE GRAI DE BASE DE LA CONCEPTION

Gérer la Conception

	INFORM. EXTERNES	GERER LE COMMERCIAL	GERER LES PRODUITS	PLANIFIER LA PRODUCTION	GERER LES RESSOURCES	GERER LA FABRICATION	GERER L'INDUSTRIALISATION	GERER L'ASSEMBLAGE	GERER LES EXPEDITIONS	INFORM. INTERNES
H = P =										
H = P =										
H = P =										
H = P =										

**SYSTEME PHYSIQUE DE
CONCEPTION PILOTE**

SYSTEME DE DECISION : Grille GRAI

Fonctions horizon période	INFORM. EXTERNÉS	GERER LA CONCEPTION	GERER LES PRODUITS		PLANIFIER	GERER LES RESSOURCES		GERER LA MAINTENANCE	INFOS INTERNES
			ACHATS	APPROS		Techn.	Hum.		
H = 5 ans P = 1 an 10			PREVOIR MARCHES	PLAN LT PRODUITS FINIS	PLAN STRATEGIQUE	Plan inv. stratég.	Stratégie ressour. humaines		
H = 21 mois P = 6 mois UT = 1m / 1an 20	Prévisions commerciales par GTF	CONCEPTION MACRO -GAMMES - NOMENC. PAR GTF	PREVISIONS BUDGET -MARCHES-	ESTIMER LES BESOINS	P.L.T.				
H = 12 m P = 3 m UT = 1 an 30			PROGRAMME ACHATS		BUDGET	Plan annuel invest.	Adaptation emploi maind'œuvre	Plan maintenance préventive	
H = 6 mois P = 2 sem. UT = 1 sem 40	Spécif. client (maquette)	CONCEPTION . GAMME . NOMENC . SPECIF. PAR PRODUIT	ACHATS	CALCUL BESOINS NETS	P.M.T.				
H = 2 s à 1m P = 1 j à 1 s UT = 1 j / 1 m 50		PREVISIONS ESSAIS			P.C.T. P.E.A.	P.E.A.	Affect. prévision.	Prévisions maintenance	
H = 2,5 mois P = 1 jour UT = 1 jour 60	Commandes comm. - fermes - anticipées								
H = 2 jours P = 1 jour UT = 1 h 1 j 70	Autorisations			Sorties stocks		Lancement	Affect. perso.		Suivi présences màj stocks MP / PI
T.R.						fabrication			Suivi réalisation O.E.

Référence de l'étude	Libellé de la grille et code	Phase de l'étude	N° de version et date mise à jour	Auteur
		CONCEPTION		

Grille GRAI : Liens avec l'organisation

Fonctions horizon période	INFORM. EXTERNES	GERER LA CONCEPTION	GERER LES PRODUITS		PLANIFIER	GERER LES RESSOURCES		GERER LA MAINTENANCE	INFOS INTERNES
			ACHATS	APPROS		Techn.	Hum.		
H = 5 ans P = 1 an 10			PREVOIR MARCHES	PLAN LT PRODUITS FINIS	PLAN STRATEGIQUE	Plan inv. stratég.	Stratégie ressource. humaines		
H = 21 mois P = 6 mois UT = 1m / 1an 20	Prévisions commerciales par GTF	CONCEPTION MACRO -GAMMES -NOMENC. PAR GTF	PREVISIONS BUDGET -MARCHES-	ESTIMER LES BESOINS	P.L.T.				
H = 12 m P = 3 m UT = 1 an 30			PROGRAMME ACHATS		BUDGET	Plan annuel invest.	Adaptation emploi main d'œuvre	Plan maintenance préventive	
H = 6 mois P = 2 sem. UT = 1 sem 40	Spécif. client (maquette)	CONCEPTION GAMME -NOMENC -SPECIF. PAR PRODUIT	ACHATS	CALCUL BESOINS NETS	P.M.T.				
H = 2 s à 1m P = 1 j à 1 s UT = 1 j / 1 m 50		PREVISIONS ESSAIS			P.C.T. P.E.A.	P.E.A.	Affect. prévision.	Prévisions maintenance	
H = 2,5 mois P = 1 jour UT = 1 jour 60	Commandes comm. - fermes - anticipées								
H = 2 jours P = 1 jour UT = 1 h j 70	Autorisations			Sorties stocks		Lancement	Affect. perso.		Suivi présences
T.R.						fabrication			màj stocks MP / PI Suivi réalisation O.E.
Référence de l'étude		CONCEPTION / ORGANISATION				N° de version et date mise à jour		Auteur	
		Méthodes		Atelier					
		Ordonnancement		Achats					
		Dept. technique		R.H.					

Grille GRAI : Liens avec les outils informatiques

Fonctions horizon période	INFORM. EXTERNES	GERER LA CONCEPTION	GERER LES PRODUITS		PLANIFIER	GERER LES RESSOURCES		GERER LA MAINTENANCE	INFOS INTERNES
			ACHATS	APPROS		Techn.	Hum.		
H = 5 ans P = 1 an 10			PREVOIR MARCHES	PLAN LT PRODUITS FINIS	PLAN STRATEGIQUE	Plan inv. stratég.	Stratégie ressourc. humaines		
H = 21 mois P = 6 mois UT = 1m / 1an 20	Prévisions commerciales par GTF	CONCEPTION MACRO -GAMMES - NOMENC. PAR GTF	PREVISIONS BUDGET -MARCHES-	ESTIMER LES BESOINS	P.L.T.				
H = 12 m P = 3 m UT = 1 an 30			PROGRAMME ACHATS		BUDGET	Plan annuel invest.	Adaptation emploi main d'œuvre	Plan maintenance préventive	
H = 6 mois P = 2 sem. UT = 1 sem 40	Spécif. client (maquette)	CONCEPTION . GAMME . NOMENC . SPECIF. PAR PRODUIT	ACHATS	CALCUL BESOINS NETS	P.M.T.				
H = 2 s à 1m P = 1 j à 1 s UT = 1 j / 1 m 50		PREVISIONS ESSAIS			P.C.T. P.E.A.	P.E.A.	Affect. prévision.	Prévisions maintenance	
H = 2,5 mois P = 1 jour UT = 1 jour 60	Commandes comm. - fermes - anticipées								
H = 2 jours P = 1 jour UT = 1 h 1 j 70	Autorisations			Sorties stocks		Lancement	Affect. perso.		Suivi presences maj stocks MP / PI
T.R.						fabrication			Suivi réalisation O.E.

Référence de l'étude	CONCEPTION / SUPPORTS INFORMATIQUES		N° de version et date mise à jour	Auteur
	Logiciel GPAO Prog. gestion stocks Information saisie, transfert	Logiciel achats log. maintenance		

- Règle de classification des niveaux

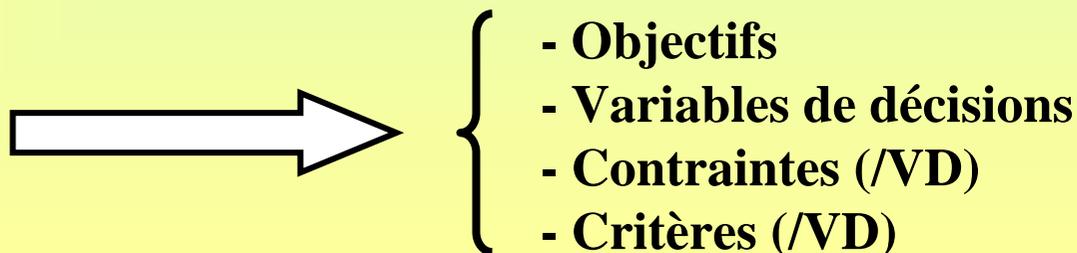
- **Les niveaux sont classés séquentiellement de haut en bas par périodes décroissantes, par horizons décroissants si plusieurs périodes sont égales.**
- **Les doublets Période (P), Horizon (H) doivent être uniques. En d'autres termes, il ne doit pas y avoir plusieurs niveaux possédant simultanément les mêmes valeurs de P et H.**

Règles de construction d'une grille GRAI

- La colonne "**informations externes**" rassemble les principales données externes au système de production étudié et utilisées par celui-ci. Elle représente l'interface entre le système à étudier et son environnement.
- La colonne "**informations internes**" rassemble les principales données internes au système de production étudié. Cette colonne représente l'interface du système de pilotage avec le système physique (données de suivi).
- Un lien **informationnel** est représenté par une flèche simple.



- Un lien **décisionnel** (cadre de décision) est représenté par une flèche

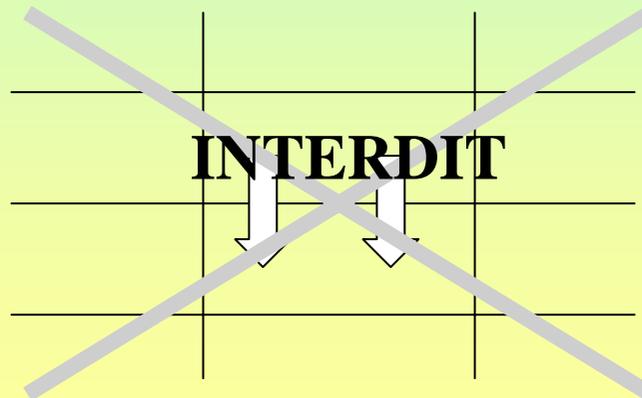


- Règles d'identification des fonctions :

- Pour une grille donnée, les noms des fonctions sont uniques.

- Règles relatives aux liens

- On ne peut avoir deux liens décisionnels ayant le même centre de décision émetteur et le même centre de décision récepteur.



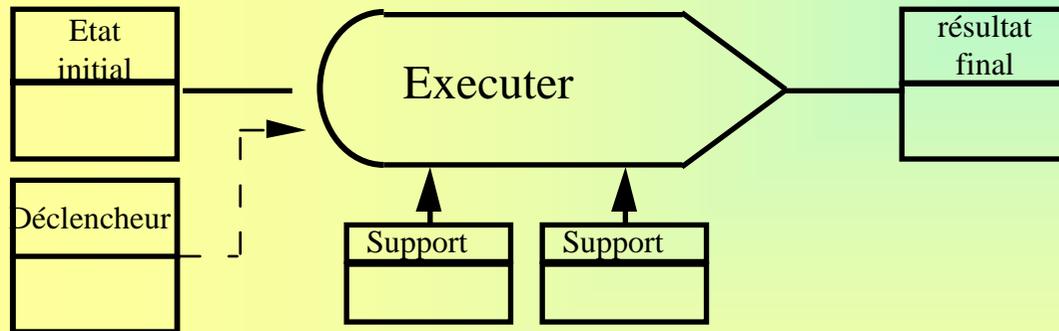
(avec le groupe de synthèse et dans une approche descendante)

- **Déterminer, en dehors des fonctions de base, les fonctions qui ont une influence sur le pilotage du système physique considéré.**
- **On détermine un nombre n de niveaux de décisions (6 est un maximum)**
- **On "remplie" la grille, niveau par niveau, de manière descendante, par collecte collective de l'information auprès des membres du groupe de synthèse.**
- **Difficulté : relation centre de décision \longleftrightarrow organisation.**
Grande entreprise : 1 centre de décision \Rightarrow plusieurs décideurs.
Petite entreprise : 1 décideur \Rightarrow plusieurs centres de décision

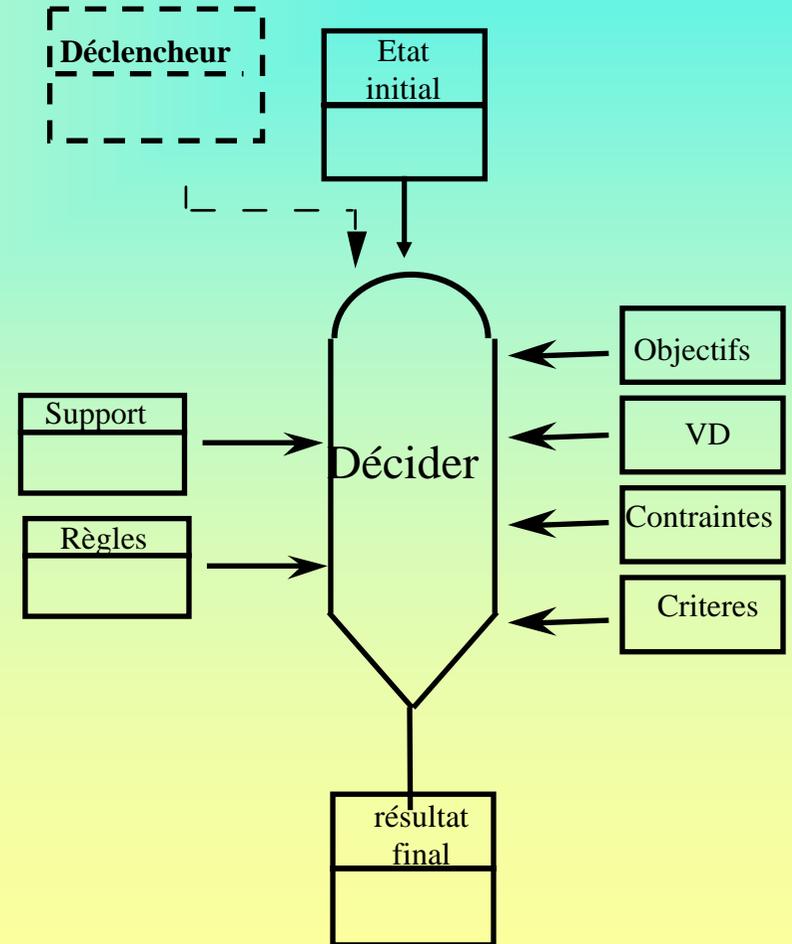
Les réseaux GRAI représentent le fonctionnement de tout ou partie d'un centre de décision selon les concepts du modèle GRAI (vue des activités d'un centre de décision).

Représentation Globale d'une Activité

Activité d'exécution :



Activité de décision :



Exemple de réseau GRAI

