

Architecture d'Entreprise pour Combattre la Seconde Loi de la Thermodynamique

Jean Vieille

Control Chain Group

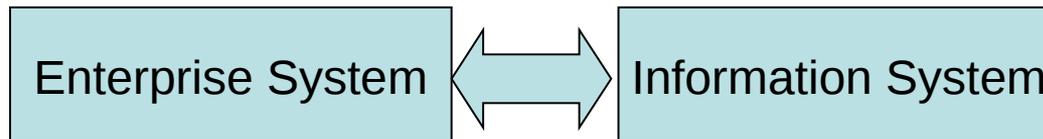
j.vieille@controchaingroup.com

Journée Club Automation :
Les automatismes au service du développement durable
Paris, 30/09/2008

- **Introduction**
- **Physique**
- **Le Système Entreprise Industrielle**
- **Architecture d'Entreprise**
- **Infrastructure de modélisation ISA88/95**
- **Conclusion**

Information dans l'entreprise Industrielle

- **Noyés sous, accrocs à l'Information**
- **Vision commune:**
 - Ordinateurs + réseaux + bases de données + logiciels = Système d'Information
 - Le Système d'Information sert le Système Entreprise



- **Beaucoup de discussions au sujet de l'alignement informatique / métier**
 - Besoin d'une approche symbiotique plus conforme à la Nature

Importance relative de l'informatique dans les entreprises

- **Sociétés de Service, Banques, Assurances**
 - Les articles vendus sont virtuels = information intrinsèque
 - L'informatique est leur actif de production = investissement
 - Un retour sur investissement objectif
- **Industrie**
 - Les articles vendus sont physiques
 - L'informatique est une "utilité" de support = dépense opérationnelle (doit être minimale)
 - Comment justifier cette dépense ? Sentiments, hypothèses, espoirs...
 - Les débuts de l'automation offraient des bénéfices tangibles : élimination de l'effort (ainsi que du coût, des états d'âme) biologique
 - Quelle est donc la véritable importance de l'informatique ?

Développement durable et environnement

- **L'industrie est un composant majeur de l'écosystème Terre**
- **Ascension rapide du souci de "Responsabilité Sociale" des entreprise**
 - Maitrise des empreintes sociale, environnementale et économique
 - Les motivations sont diverses

L'Entreprise, un sujet scientifique

- **Largement abordée par la Science**
 - Mais les études universitaires restent souvent à l'étape de "Philosophie valide"
 - Les approches intuitive, simples et de bon sens (6 Sigma, Lean management, Théorie des Contraintes) ont plus de succès
- **L'Entreprise est le plus souvent conduite par l'intuition**
 - Le gestionnaires intuitif et génial navigue entre les contraintes :
Marché, Actionnariat, banques, écologie, économie
- **Des principes physiques pertinents**
 - Ils aident à accomplir des objectifs à court terme raisonnables et à tracer une évolution durable sur le long terme
 - Ils convergent tous vers l'Information

- Introduction
- Physique
- Le Système Entreprise Industrielle
- Architecture d'Entreprise
- Infrastructure de modélisation ISA88/95
- Conclusion

- **La Nature n'est pas déterministe**
 - Tout n'est pas écrit
 - Les surprises sont nécessaires pour le plaisir... et l'évolution
- **Chaos spatial**
 - Quelle est la longueur des côtes de Bretagne?
- **Chaos temporel**
 - L'effet papillon
- **L'Entreprise est chaotique**
 - Des événements imprévus
 - Des développements inattendus
 - Loi de Murphy..

- **Ne signifie pas “compliqué”**
- **Quelques attributs de la complexité :**
 - Présence d’interactions : De nombreux composants interagissent non linéairement
 - Chaotique : rend le système capable de progrès
 - Plusieurs échelles : Usine, zones, ateliers, unités, actionneurs
 - Propriétés émergentes : une machine correctement conduite et la connaissance appropriée peut élaborer un produit inconnu de la machine
 - Auto-organisation, adaptabilité, et finalement autoreproduction
 - Implique Coopération et Compétition, en interne et en externe

- **Les lois de la Thermodynamique:**

Dans un système fermé

1. L'énergie se conserve (rien ne se perd, tout se transforme)
2. Les températures tendent à s'équilibrer: Une partie de l'énergie devient inutilisable sous l'effet de "Entropie"

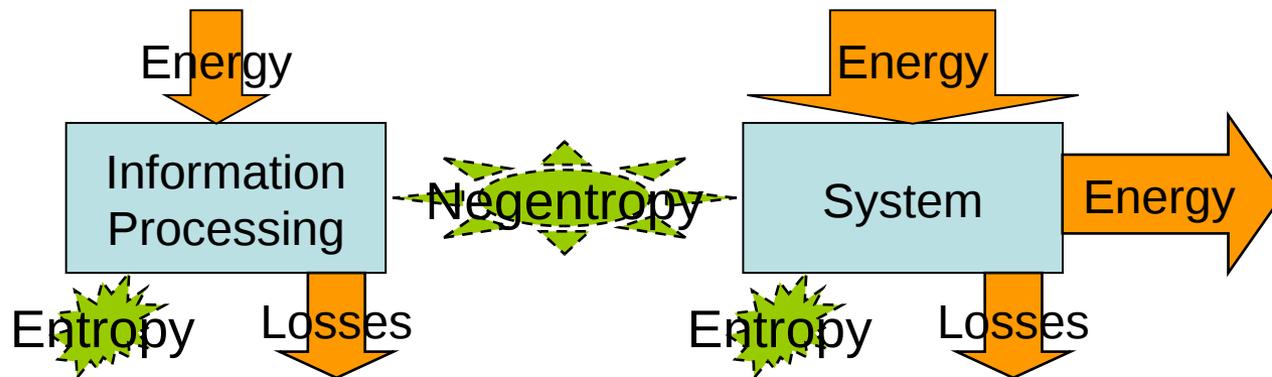
3 Interprétations

- Irréversibilité: Les moteurs produisent de la chaleur irrécupérable
 - La flèche du temps: l'entropie d'un système fermé ultime, augmente toujours, celle de l'univers y compris
- Mesure du désordre : Chambre d'enfant, bureau d'ingénieur...
- Mesure de l'ignorance : Nous faisons partie du système: le Désordre empêche la compréhension
- **Mais l'entropie d'un système ouvert peut croître ou décroître**
 - Aux dépend du système dont il fait partie

- **L'Information est la science ultime**
 - Celle qui permet de réaliser les autres sciences
- **Un composant primaire de l'univers?**
 - Interactions entre particules, les particules elles-mêmes?
 - Grinbaum: Temps = Ignorance (= Entropie?)
- **Entropie de l'Information (Shannon)**
 - La longueur minimum d'un message pour une signification donnée
 - Affectée par le codage, le bruit, la redondance
 - Pourrait être généralisée par l'efficacité du traitement informationnel

Energie et Information

- Le traitement de l'information consomme de l'énergie
 - Ne produit pas d'énergie utilisable: l'entropie thermodynamique est maximale
- L'information porte une force de mise en ordre, la "Négentropie"
 - L'information "appliquée" à un système augmente sa connaissance, son ordre: elle réduit son entropie
- Le concept généralisé de l'entropie informationnelle représente l'efficacité entropique de ce processus



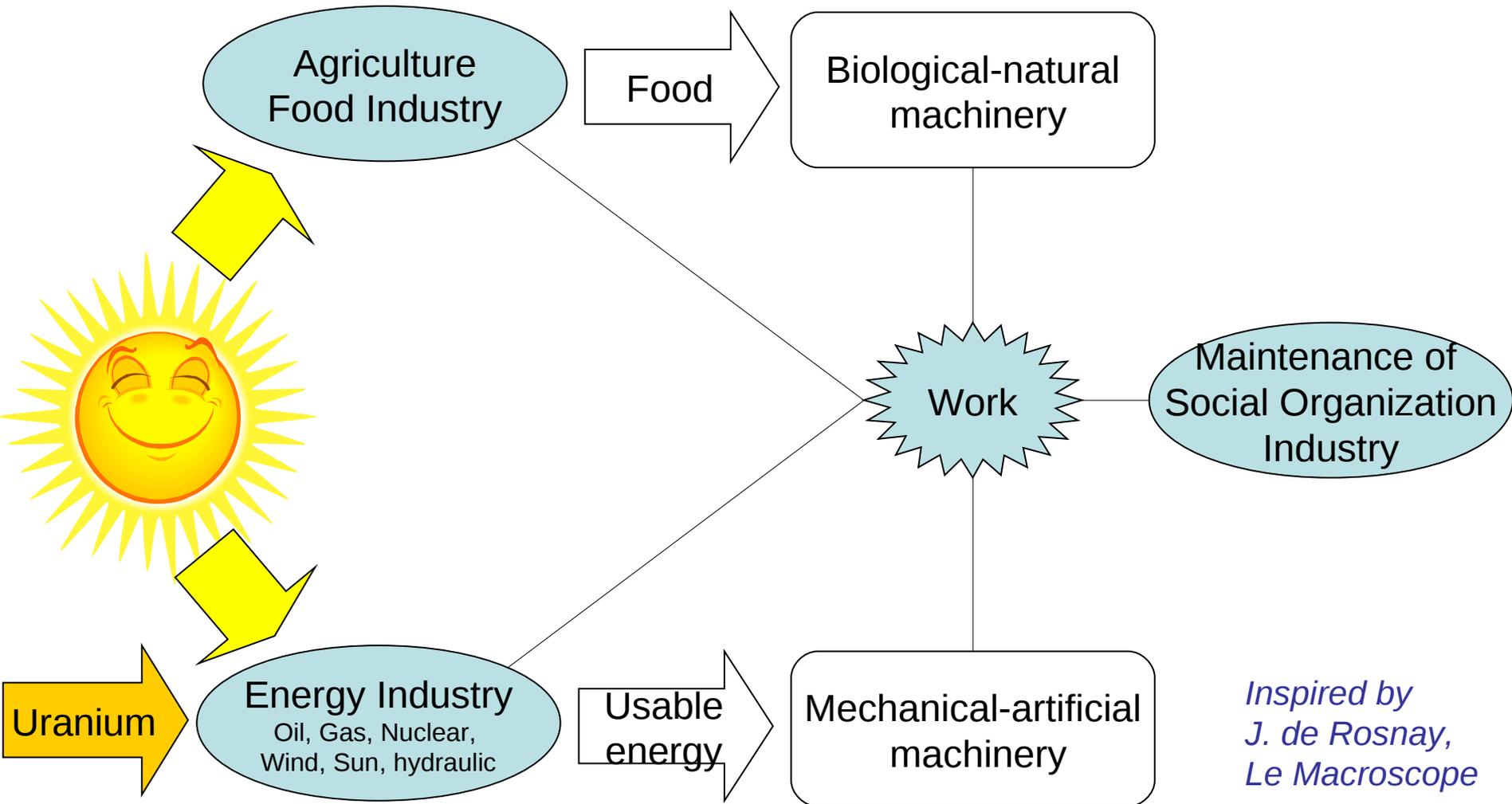
- **La Systemique étudie les systèmes ouverts complexes**
 - Système : ensemble d'éléments en interrelation dynamique organisé pour un objectif donné (J. De Rosnay)
 - Système ouvert: Interagit avec son environnement (un système fermé n'échange pas de matière / énergie avec l'extérieur)
 - Système complexe : le tout plus que ses parties, chaos...
 - S'oppose à l'approche analytique cartésienne
 - Particulièrement appliquée en sociologie, biologie et environnement
- **La cybernétique fait partie de la systemique**
 - On y parle essentiellement de boucles de régulation...
 - Les systèmes complexes en sont pleins !

- Introduction
- Physique
- **Le Système Entreprise Industrielle**
- Architecture d'Entreprise
- Infrastructure de modélisation ISA88/95
- Conclusion

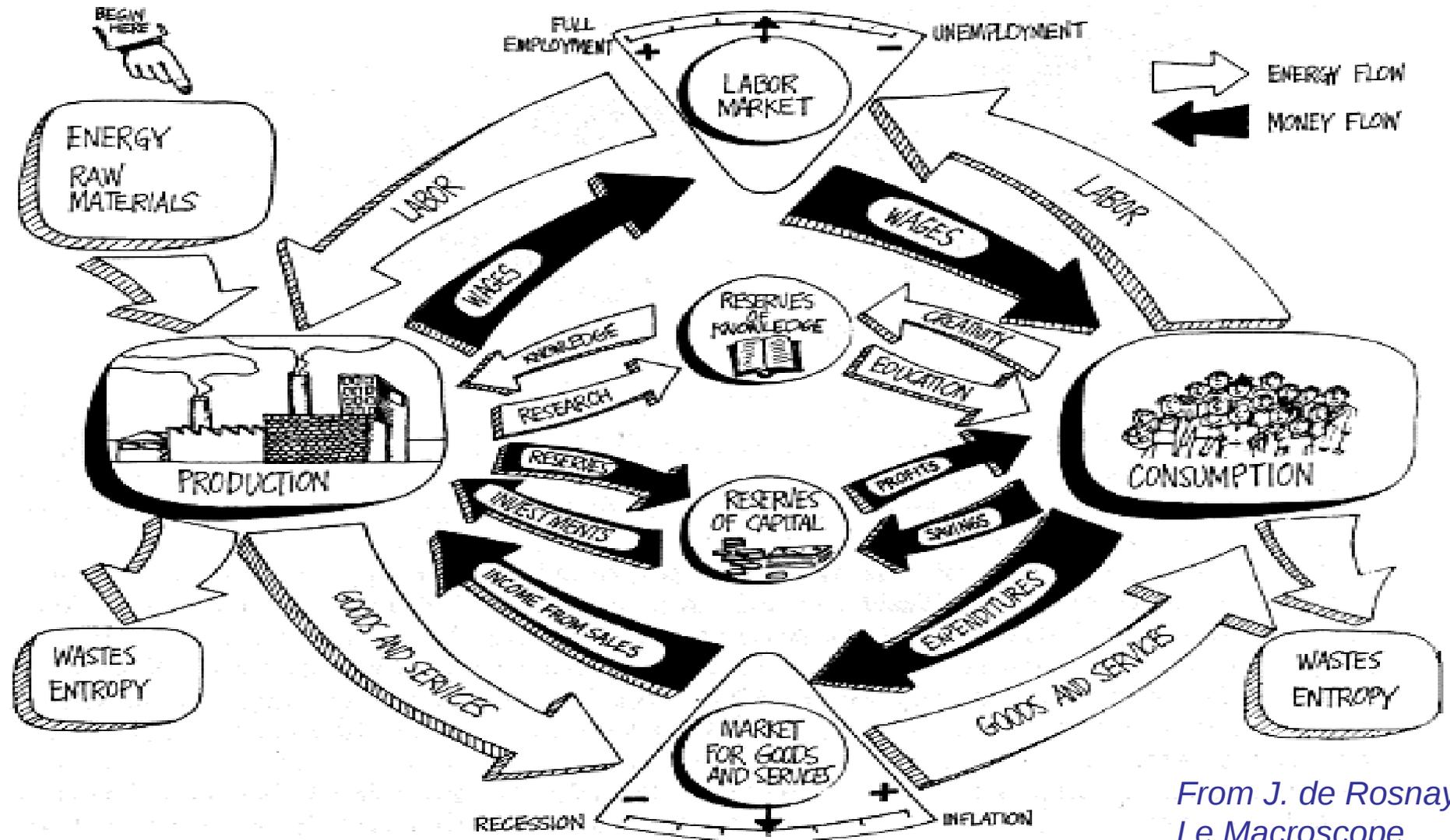
L'Entreprise : un Système Ouvert et Complexe

- **Interactions Physiques :**
 - Terre, autres entreprise, Ressources internes
- **Interactions Noosphériques :**
 - Objectifs du Monde, de l'Humanité, des Humains, des Propriétaires, des autres entreprises
- **Interactions Sociales :**
 - Nations, organisations non-gouvernementales, Syndicats, Familles
- **Obéit aux lois de la cybernétique**
 - Exemple: régulation PID

Eco-système Industriel

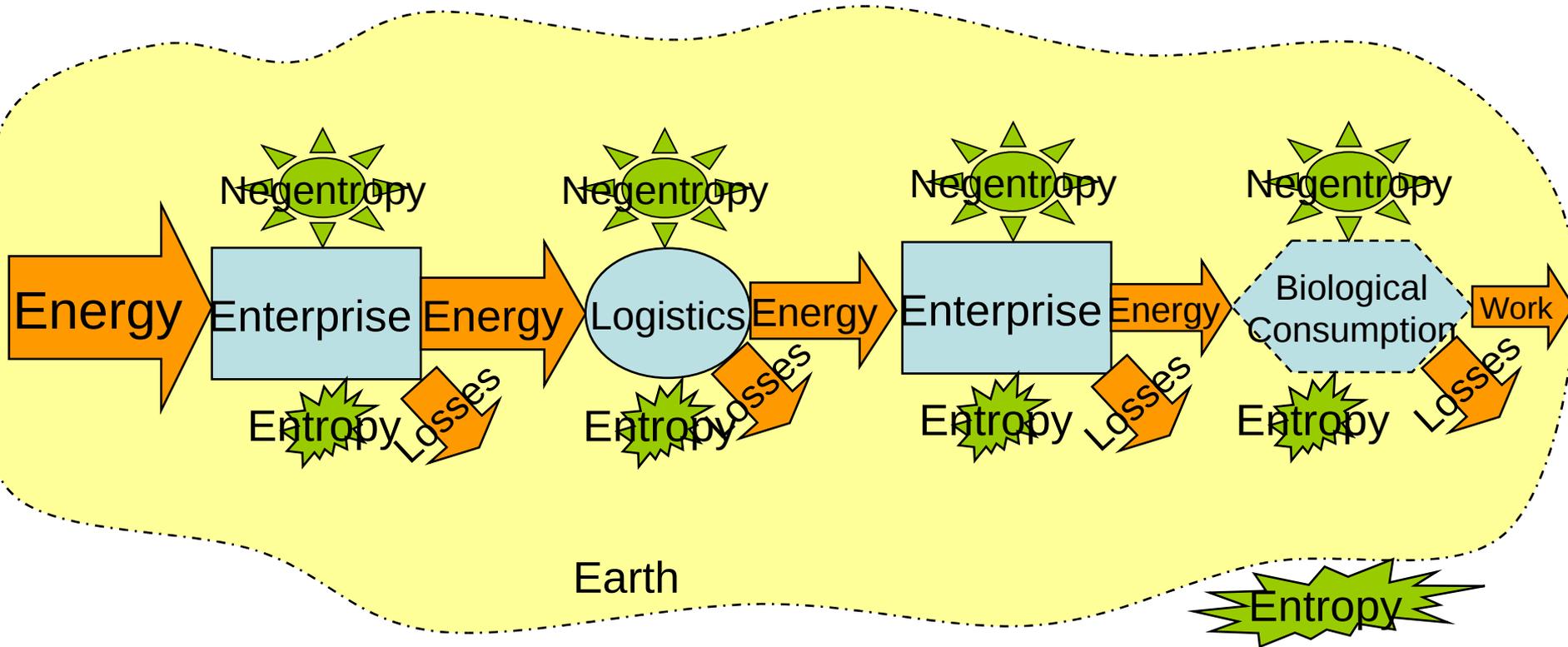


Economie Industrielle

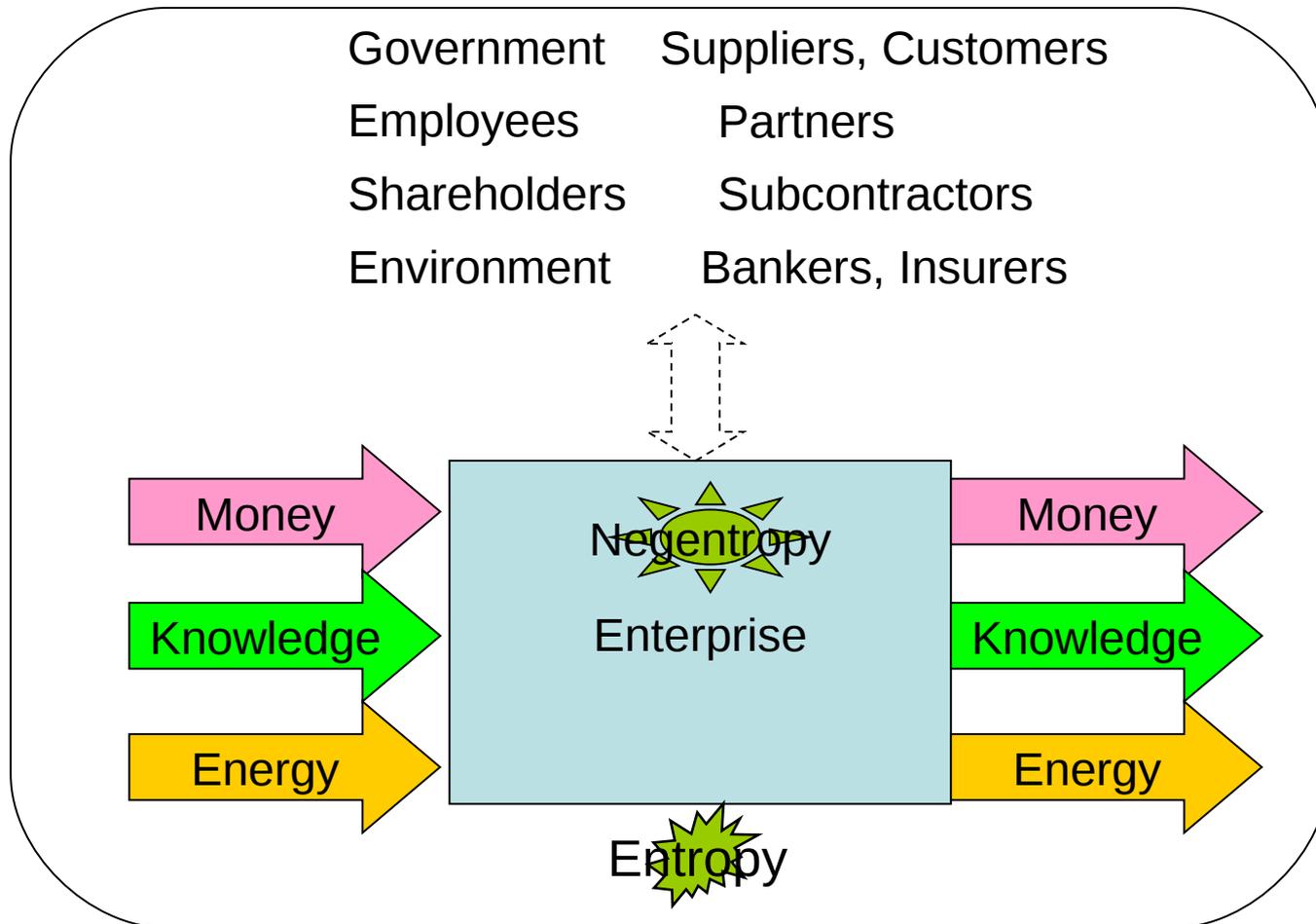


*From J. de Rosnay,
Le Macroscopie*

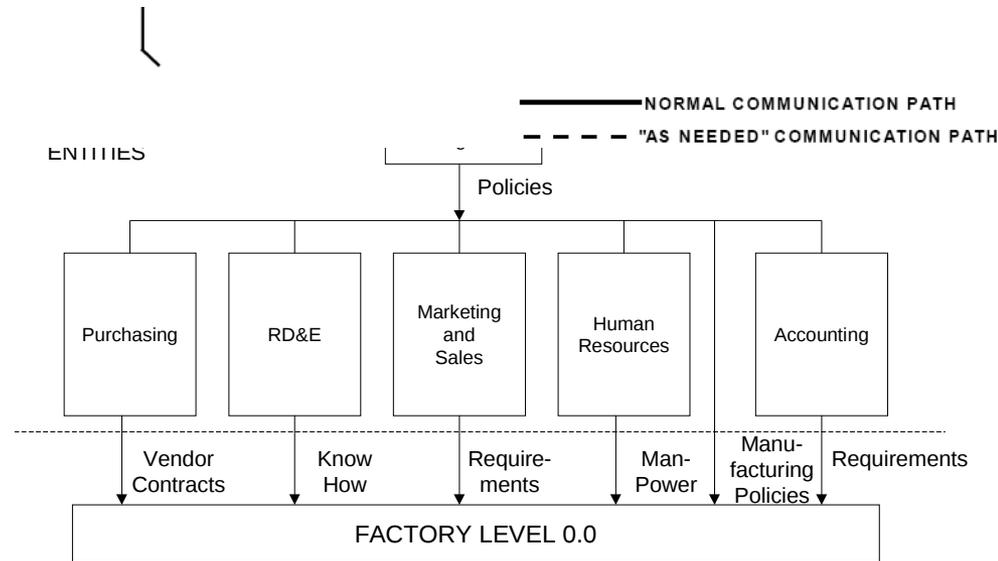
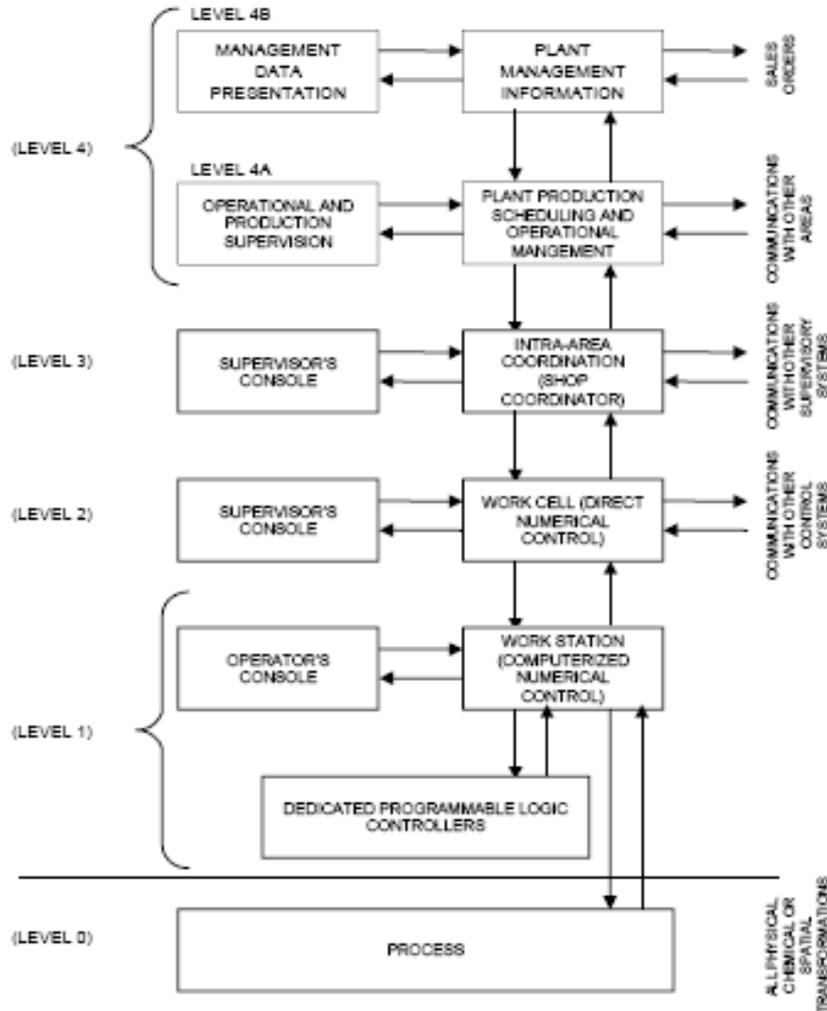
Boite Noire Entreprise : La Chaine Energetique



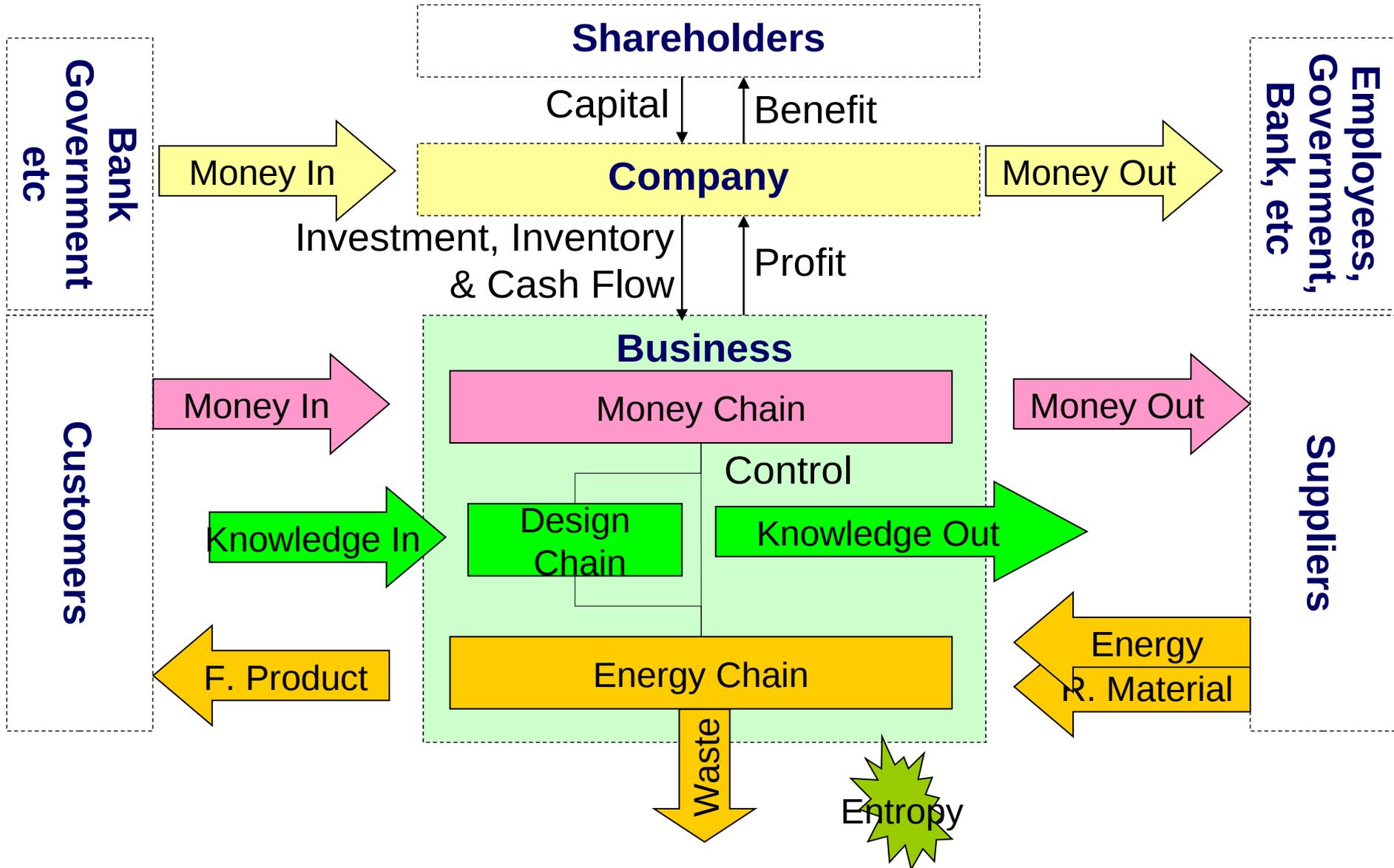
Boite Noire Entreprise : La Chaine Energétique



Ouvrir la boîte noire : Exemples de structures dans l'entreprise (PRM)



Ouvrir la boîte noire : Interactions Haut Niveau



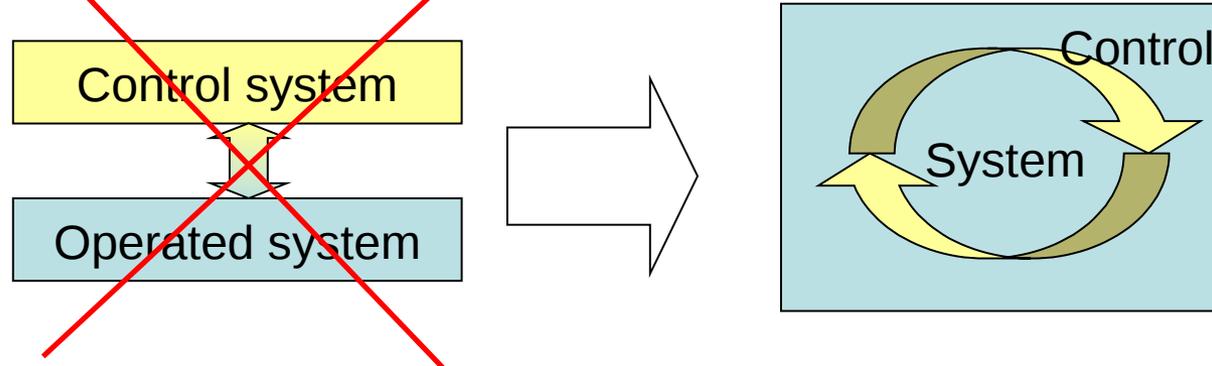
- **De nombreuses formes d'Energie**
 - Thermique, chimique, Electrique, Radiante, Nucléaire, Magnétique, Elastique, Acoustique, Gravitationnelle...
- **De nombreuses forme d'Entropie**
 - Ressource Humaine: inefficacité, erreurs, lassitude, vieillissement, maladie, mécontentement ..
 - Equipements : inefficacité, usure, pannes...
 - Matière et énergie : pertes, balance énergétique, inutilité (du produit pour le marché = diminution de la pertinence)...
- **Une entropie élevée peut satisfaire des objectifs financiers à court terme**
 - Mais les boucles de régulation de la Terre se chargeront de corriger ou d'éliminer les délinquants à terme

- **Il n'existe pas de Système d'Information**
 - L'Information fait partie du Système, de l'Entreprise
 - Elle n'est pas l'apanage d'un composant séparé de l'entreprise
- **L'informatique complète les autres medias**
 - De la mémoire et l'intelligence des hommes, dossiers papier; courriers, téléphone, liaisons pneumatiques; calculateurs analogiques, merveilles mécaniques...
 - ...Aux dispositifs de stockage électronique de données, réseaux, et ordinateurs
- **L'informatique permet**
 - De développer davantage d'interactions, de complexité, de connaissance,
 - De réduire l'entropie

- Introduction
- Physique
- Le Système Entreprise Industrielle
- Architecture d'Entreprise
- Infrastructure de modélisation ISA88/95
- Conclusion

Le Système de Contrôle d'Entreprise

- **L'Entreprise est un système complexe, adaptatif**
 - De nombreux composants en interaction
 - De nombreuses boucles de rétroaction (régulations)
 - La régulation de l'Entreprise est similaire à la régulation d'un process industriel
- **Le "Contrôle" n'est pas séparé**



- **C'est le concept ISA88 de l'Entité d'Equipement**

Pourquoi une Architecture d'Entreprise ?

- **L'Entropie est impactée par la connaissance, l'organisation, l'information**
- **L'Architecture d'Entreprise aide à**
 - Comprendre l'entreprise: décrire ses aspects spatio-temporels (structures et interactions)
 - Définir les cibles d'amélioration : concevoir les changements
 - Superviser les améliorations obtenues : suivre la mise en œuvre des changements et leur efficacité

Pourquoi une Architecture d'Entreprise ?

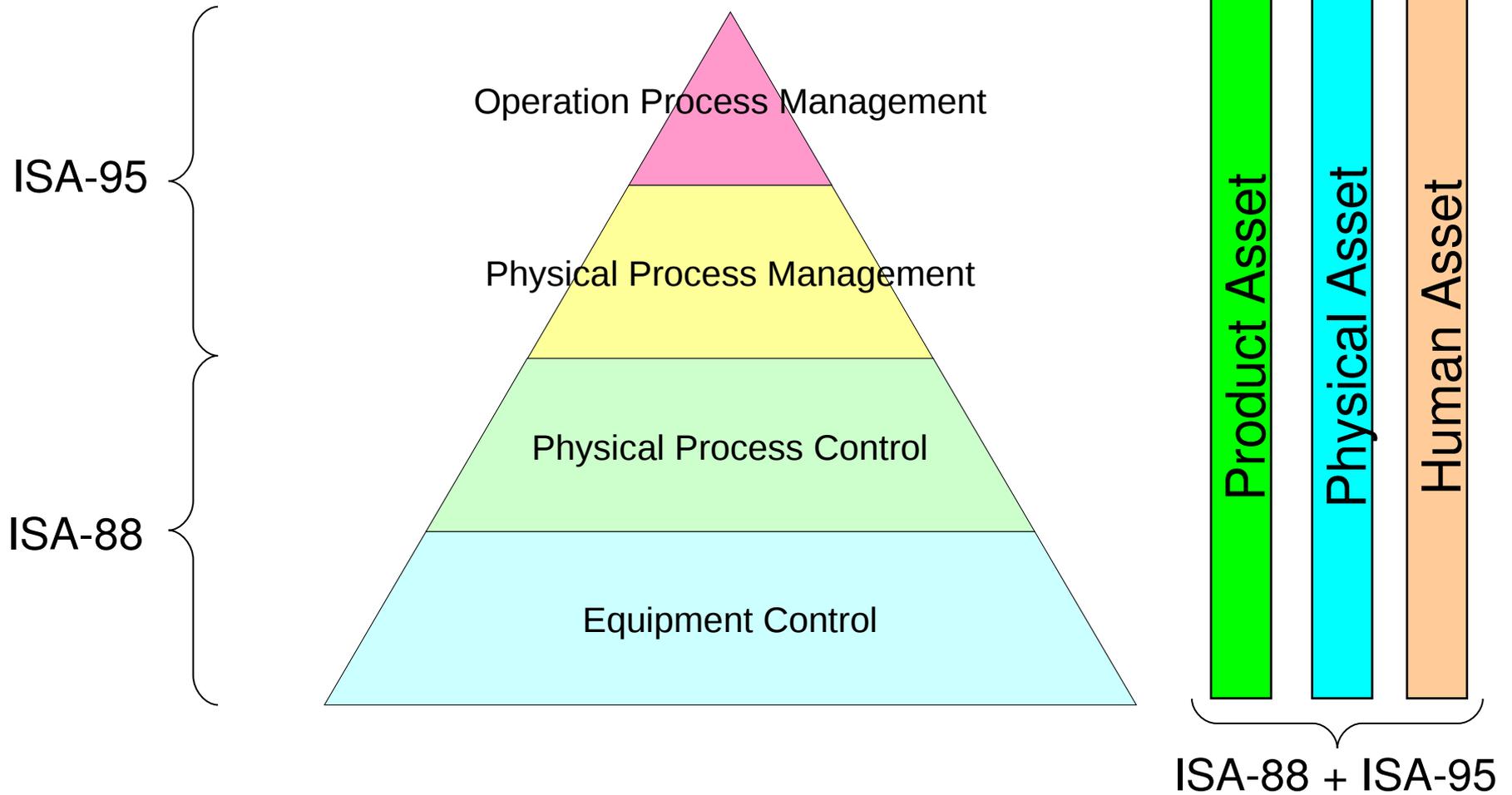
- **L'entreprise se construit en permanence**
 - Par opposition à un simple bâtiment, la construction est une activité permanente d'un organisme vivant tel que l'entreprise
 - L'AE décrit l'entreprise telle qu'elle est (AS-IS) et des projections futures (TO-BE)
 - L'AE planifie et supervise construction et changement
- **L'Entreprise est essentiellement "virtuelle"**
 - Principalement informationnelle
 - Ses bâtiments et ses usines en sont de simples facette
- **Danger**
 - Une orientation trop informatique
 - Une approche prescriptive de haut en bas qui peut tuer le système en niant sa complexité

- **L'Architecture d'Entreprise se construit sur des modèles**
 - Révèlent la connaissance – en rapport avec l'entropie...
- **Il en existe de nombreux cadres**
 - PERA, CIMOSA, Zachman, TOGAF, FEAF, IAF...
 - Is ont généralement une forte orientation informatique
 - Méta-modèles de haut niveau, ils ne contredisent pas les approches plus pratiques telles qu'ISA88/ISA95

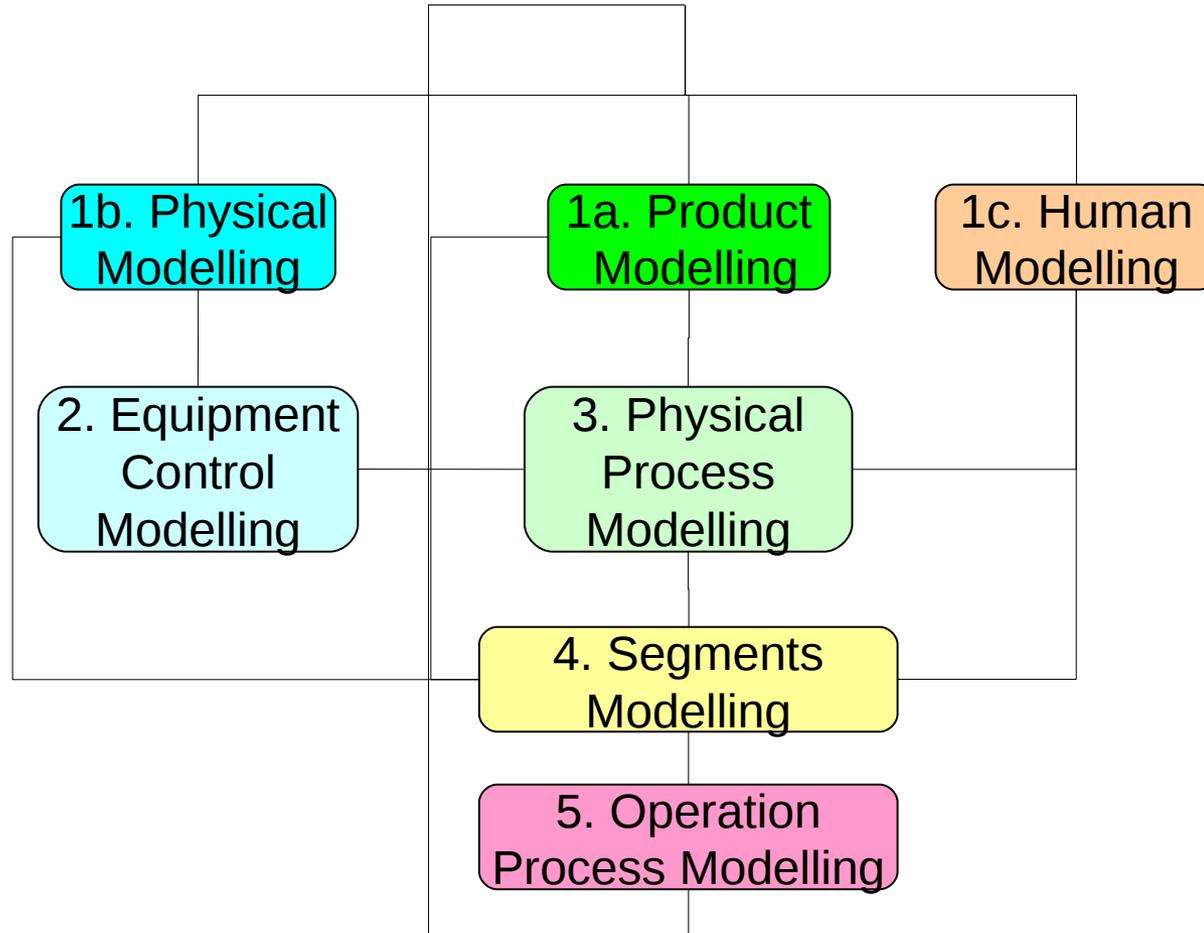
- Introduction
- Physique
- Le Système Entreprise Industrielle
- Architecture d'Entreprise
- Infrastructure de modélisation ISA88/95
- Conclusion

- **ISA88/95 et l'Architecture d'Entreprise**
 - L'Architecture d'Entreprise s'adresse à l'ensemble de l'entreprise
 - Ce concept est bien documenté pour décrire la partie virtuelle, informationnelle de l'entreprise
 - L'Architecture de Fabrication en est un sous-ensemble
 - La fabrication est beaucoup plus complexe, non virtuelle
 - L'écart Information / Système est plus difficile à réduire!
 - ISA88/95 aide à décrire, comprendre et contrôler la réalité de la fabrication
 - La vue suivante présente une vue d'ensemble du cadre intégré ISA88/95 de l'architecture de fabrication

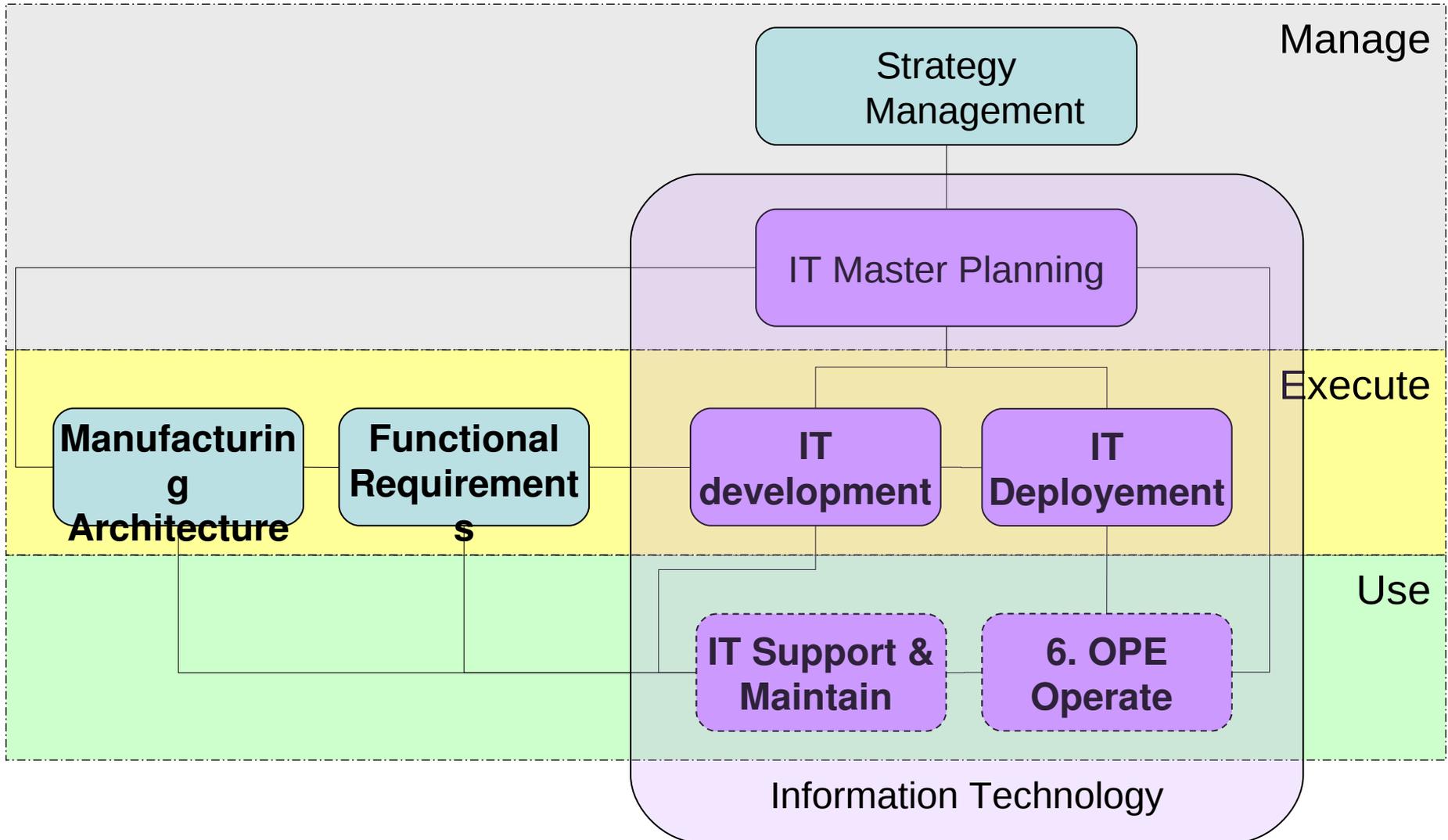
Dimensions de l'Architecture de Fabrication



Effort permanent d'Architecture de Fabrication



Processus de Convergence Informatique



- Introduction
- Physique
- Le Système Entreprise Industrielle
- Architecture d'Entreprise
- Infrastructure de modélisation ISA88/95
- Conclusion

- **L'Entropie est un phénomène de base de la Nature**
 - Tendence au désordre – La flèche du temps – Ignorance
- **L'entreprise obéit aux lois physiques**
 - Sous-système complexe du système Terre, sujet à l'Entropie et au Chaos
 - Organisme vivant: Réagit en s'adaptant et se réorganisant en permanence
 - L'Information en est le composant intime, intrinsèque
- **Architecture d'Entreprise**
 - Gère la construction continue de l'entreprise, permet la "convergence IT"
 - L'architecture de Fabrication est complexe, non directement informationnelle
 - ISA88 et ISA95 la supportent efficacement
- **L'Entropie est l'indicateur d'intelligence**
 - Devrait conduire les développements informatiques "négentropiques"
 - Reste à définir des méthodes de mesure...

Les 10 commandements de la Systémique

1. **Préserver la variété**
2. **Ne pas “ouvrir” les boucles de régulation**
3. **Chercher les points d’amplification**
4. **Ré-établir les équilibres part la décentralisation**
5. **Savoir maintenir des contraintes**
6. **Différencier pour mieux intégrer**
7. **Pour évoluer, permettre l’agression**
8. **Préférer les objectifs aux plans d’action détaillés**
9. **Savoir utiliser l’énergie opérationnelle**
10. **Respecter les temps de réponse**

Questions?