

Systems Engineering I

Abdellatif MEGNOUNIF

Chap. 1

Introduction aux Systèmes

COURS 1 Mercredi 29.02.2012

© **Abdellatif MEGNOUNIF** FSI-Tlemcen

HISTORIQUE

NASA et USAF les premiers organismes à s'intéresser à l'ingénierie des systèmes, vers 1960.

Par le passé, le système d'information était perceptible à partir des procédures administratives de l'entreprise et l'informatique pouvait se limiter à l'automatisation des dites procédures.

Le cheminement essentiellement **déductif et analytique** s'appuyait sur des **processus de décomposition** qui faisaient merveille.

La concurrence augmente et la technique avance rapidement.

HISTORIQUE (Suite)

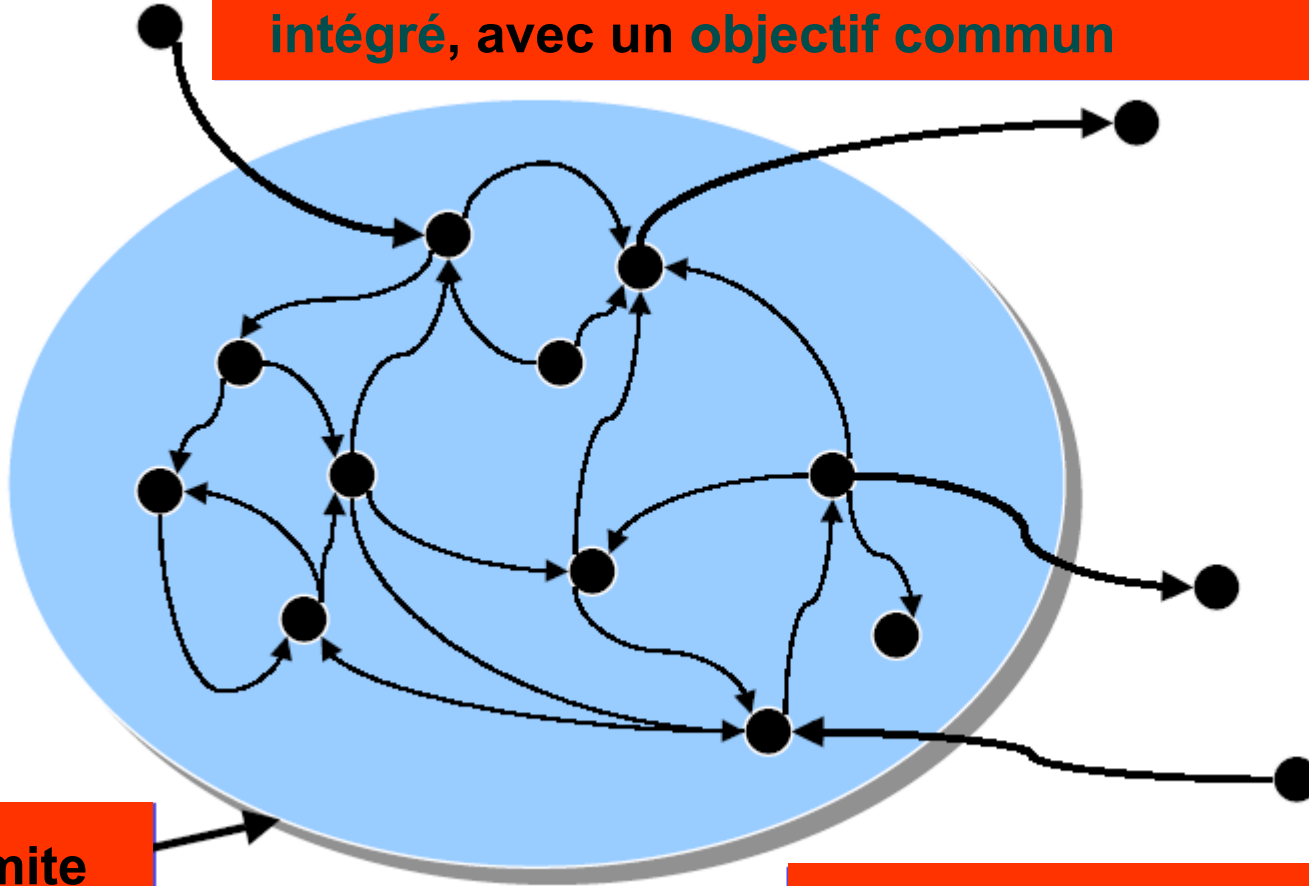
L'interconnexion des systèmes de gestion, les avancées techniques du temps réel et du transactionnel, la réalité des bases de données puis des réseaux, tous ces faits nous mettent dans l'obligation de traiter à la fois l'instabilité, l'évolutivité et la complexité qui en résultent.

Il faut donc privilégier les approches **plus ensemblistes** où la prise en compte du **global** est préférable à la **précision du détail**.

La **pensée analytique**, basée sur le fonctionnement, cède le pas aux visions plus synthétiques, **plus itératives** révélées par la **pensée systémique**.

Systeme - Définitions

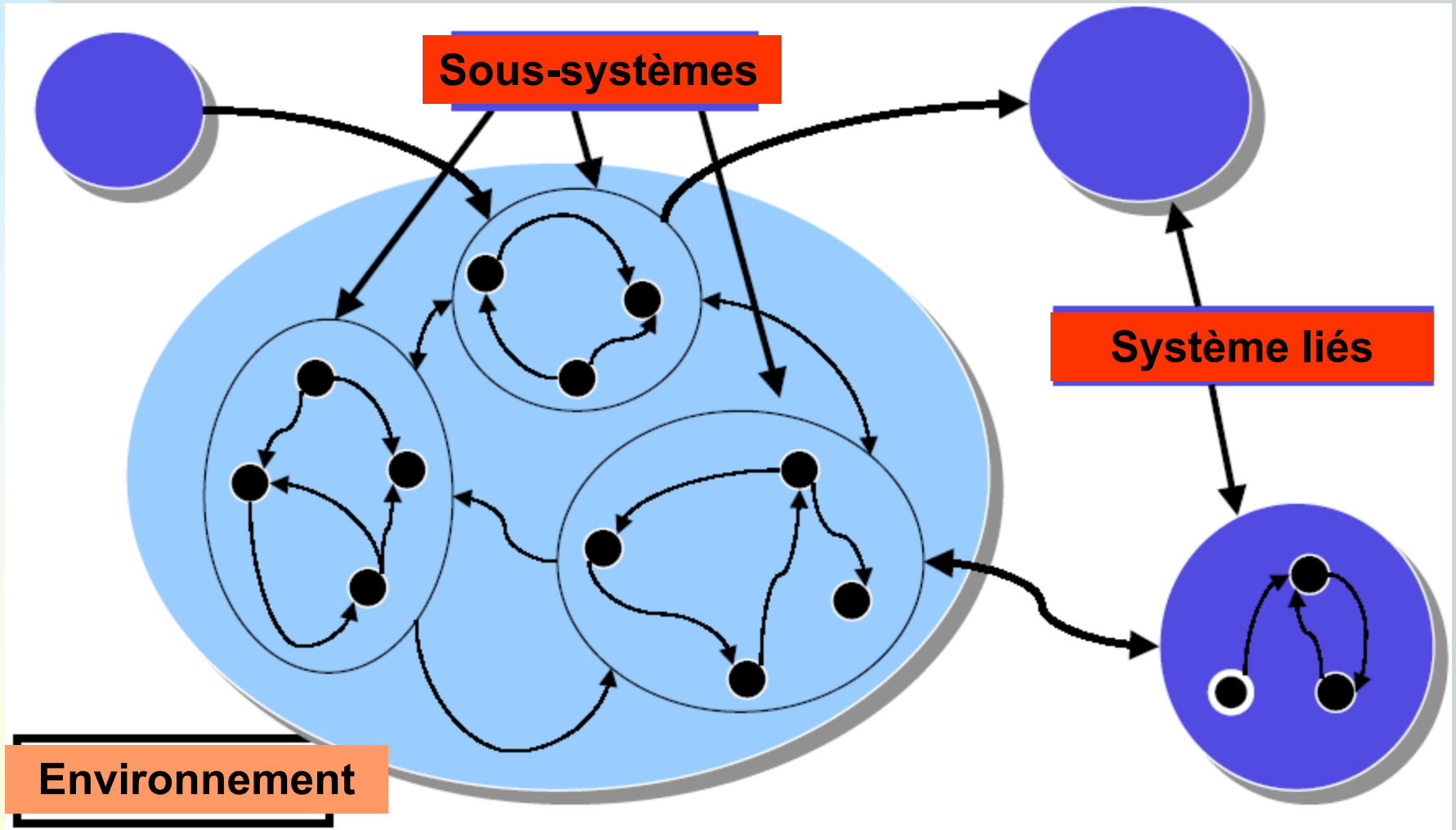
Un ensemble d'éléments en interaction formant un tout intégré, avec un objectif commun



Limite

Définition Minimale d'un Systeme

Systeme - Définitions



Systeme - Définitions

- **INCOSE (1998)**

Groupe intégré d'éléments pour accomplir un objectif défini.

- **KAUFFMAN (1980)**

Ensemble d'éléments en interaction entre eux pour fonctionner comme un tout.

- **Random House Dictionary of the English Language.**

C'est un assemblage ou bien combinaison d'éléments ou parties formant une unité complexe, (système de transport);

tout assemblage ou bien un groupe d'éléments corrélés (Système de monnaie);

un assemblage ordonné et compréhensif de faits, de principes ou de doctrines dans un domaine particulier de connaissance ou de pensée (système de philosophie);

un corps coordonné de méthodes ou bien un schéma complexe ou bien un plan de procédures (système d'organisation et de management);

toute méthode régulière ou spéciale d'un plan de procédure (système de mesure, de numérotation.

Encyclopédie Universalis

Le système est un objet complexe, formé de composants distincts reliés entre eux par un certain nombre de relations. Les composants sont considérés comme des sous systèmes, ce qui signifie qu'ils entrent dans la même catégorie d'entités que les ensembles auquel ils appartiennent.

ATTENTION !!!!!!!

Chaque groupe d'objets, de faits, de méthodes... n'est pas forcément un système.

Un groupe aléatoire d'objets dans une classe constitue bien un ensemble avec des relations entre eux bien définie mais peut ne pas être un système parce qu'il y a absence d'unité, de relations fonctionnelles et d'usage utile

Éléments d'un système

- **Composantes.**

Parties opérationnelles du système, input, procès et output.

- **Attributs.**

Ce sont les propriétés des composantes du système. Ils caractérisent le système.

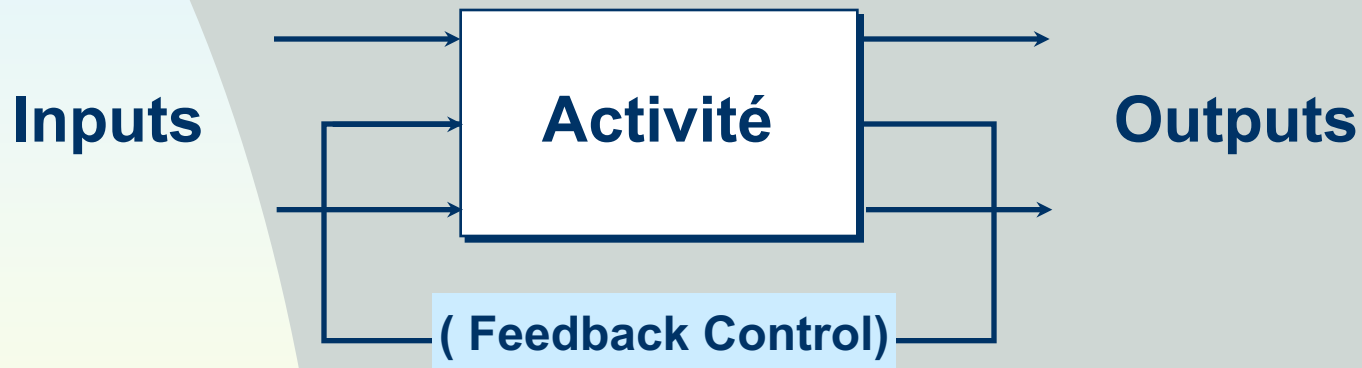
- **Relations.**

Liens entre les composantes et les attributs.

1. Les propriétés et comportement de chaque composante du groupe ont un effet sur les propriétés et comportement du groupe comme un tout.
2. Chaque composante dépend au moins d'une autre composante du groupe.
3. Si chaque sous groupe de composantes vérifie les 02 propriétés (1 et 2), les composantes ne peuvent pas être subdiviser en sous groupes individuels.

Notion de fonction

L'action primordiale accomplie par un système est sa fonction.
La fonction courante d'un système est le changement d'un matériau, énergie ou bien une information. (regroupe input, procès et output)



Exemples, système digestif, transformation dans la production, processing (traitement) l'information dans un computer...

Types de Composantes

Systèmes qui permet le changement (matériau, énergie, information) est formé de :

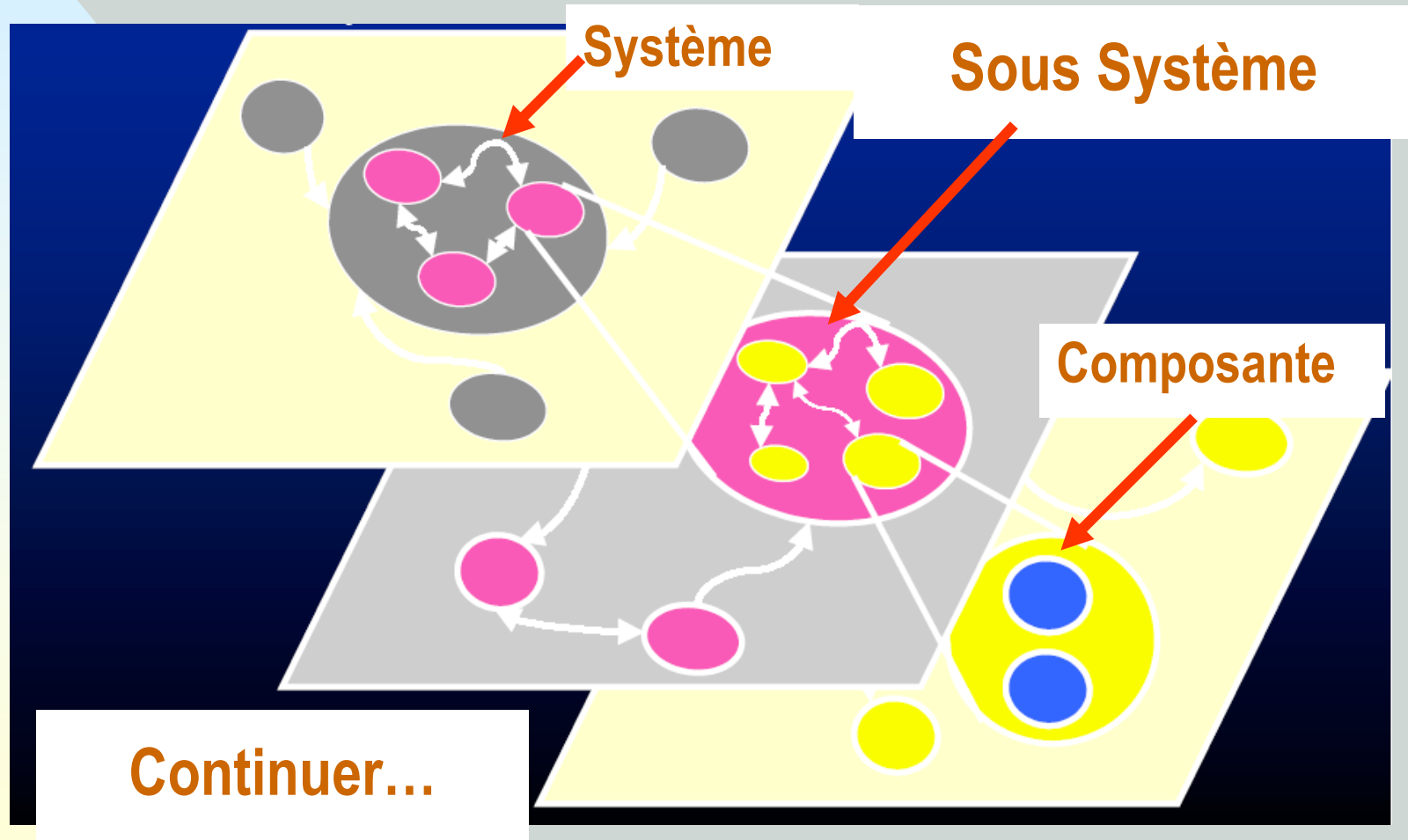
composantes structurelles, qui sont les parties statiques

de **composantes opérationnelles**, Ce sont les parties qui accomplissent le traitement (processing); et

de **composantes de cheminement** (flow components), qui représentent le matériau, énergie ou information ainsi modifié.

Point de vue Top-Down

D'abord s'intéresser au système comme une boîte noire qui interagit avec l'environnement, puis aux sous systèmes et comment ils interagissent entre eux enfin aux composantes individuelles.



Classification des Systèmes

■ Naturel vs. Humain

L'un existe naturellement (Cycle de l'eau et de nourriture), l'autre lorsque l'être humain intervient à travers les composantes, les attributs ou les relations.

■ Physique vs. Conceptuel

L'un occupe un espace physique, l'autre c'est juste des organisations d'idées (un ensemble de plans, de spécifications).

Un système conceptuel joue un rôle important dans l'opération d'un système physique.

■ Statique vs. Dynamique.

L'un a une structure sans activité (un pont), l'autre combine la structure avec des activités (université: combinaison du bâtiment avec les étudiants, les enseignants, les livres...)

■ Fermé vs. Ouvert.

L'un n'a pas d'interaction (ou très peu) avec l'environnement (réactions chimiques dans un récipient fermé), l'autre est ouvert à son environnement et réagit beaucoup (usines de production...)

De l'ère de la Machine à l'ère des Systèmes.

L'ère de la machine: 02 idées dominantes.

Le réductionnisme: Réduire les phénomènes complexes à leurs composants indépendants et indivisibles, essayer d'expliquer le comportement de ces composantes et puis essayer d'assembler ces explications partielles pour comprendre le tout.

Le mécanisme: Tous les phénomènes s'expliquent par les seules lois de cause à effet.

L'ère des systèmes: (vers les années 1940)

Expansionnisme: Doctrine qui considère que tous les objets et événements et toutes les expériences d'eux font parties d'un tout plus grand.

Une chose à expliquer est vue comme une partie d'un système plus large et est expliquée en termes de son rôle dans le système.

La systémique **pense beaucoup plus à mettre les choses ensemble que de les prendre à part.**



Ingénierie des Systèmes

C'est une démarche méthodologique générale qui englobe l'ensemble des activités adéquates pour **concevoir, faire évoluer et vérifier** un système apportant une **solution économique et performante aux besoins** d'un client tout en **satisfaisant** l'ensemble des parties prenantes.

C'est un processus **coopératif et interdisciplinaire** de résolution de problème, s'appuyant sur les connaissances, méthodes et techniques issues de la science et de l'expérience, mis en œuvre pour **définir, faire évoluer et vérifier** la définition d'un système apportant une solution à un besoin opérationnel identifié, qui **satisfasse** aux attentes et contraintes de l'ensemble de ses parties prenantes et soit acceptable pour **l'environnement**, en cherchant à équilibrer et optimiser sous tous les aspects l'économie globale de la solution sur l'ensemble du cycle de vie du système. **[AFIS, 2005]**

Défi de l'ingénierie des Systèmes

Le monde peut être divisé en, **partie naturelle** où il y a tout système qui vient par nature et **partie humaine** faite par tous les produits, systèmes et procès structuraux faits par les gens pour les gens.

De nouvelles technologies sont introduites et il faut les gérer économiquement dans un monde où il y a beaucoup de compétition.

Pour développer des systèmes et des produits qui répondent aux attentes du client, ça coûte généralement cher.

Le défi de l'ingénierie des systèmes est de créer des systèmes compétitifs, moins cher et répondants aux exigences des clients.

Engineering pour la compétitivité des produits

L'engineering avec la compétitivité économique doivent être traités de la même manière du point de vue, publicité, financement, production ...

L'engineering s'est toujours intéressé à l'utilisation économique des ressources (qui sont limitées) pour l'intérêt des gens.

Le but des activités de l'engineering de design et d'analyse est de déterminer comment des facteurs physiques peuvent être combinés de telle façon à profiter le maximum possible avec un coût minimale d'un produit, d'un service...

Avec cette vision, il faut obligatoirement associé l'engineering à l'analyse des systèmes, c'est **l'ingénierie des systèmes (systems Engineering)**

Engineering pour la compétitivité des produits

Il faut surtout s'intéresser à:

1. L'amélioration des méthodes pour définir les exigences des systèmes et des produits comme reliés aux vrais besoins des clients.
2. Adresser le système total avec tous ces éléments, d'un point de vue cycle de vie, aux éléments de support. i.e définir le système en termes de fonctionnels bien avant d'identifier le logiciel, les moyens humains et matériels, l'information...
3. Considérer la hiérarchie global du système et les interactions entre les différents niveaux dans la hiérarchie. (intra-relations entre les éléments du système et inter-relations entre des niveaux haut et bas à l'intérieur du système.
4. L'organisation et l'intégration l'engineering et les disciplines annexes dans l'effort principal de l'ingénierie des systèmes dans une manière concurrentielle et plus vite.

Engineering pour la compétitivité des produits

5. Prévoir une approche efficace pour la **révision**, **l'évaluation** et le **feedback** pour progresser de façon efficace tout le long du cycle de vie d'un système.

Enfin pour mieux optimiser (coût, temps), il faut tout simplement s'intéresser à la fonction avant la forme.

Dynamique et Evolution des Systèmes

L'approche systémique n'est pas opposée à l'approche analytique qui lui est en réalité complémentaire.

Elle prend en compte à l'évidence les caractéristiques de finalité, d'environnement, d'évolution, d'incertitude, de degré d'observation.

Elle permet de **passer** facilement d'un univers **flou** au domaine du **probable** par des **itérations fréquentes** entre le contexte spécifié en entrée et le produit obtenu en sortie.

Dynamique et Evolution des Systèmes

Une typologie de la modélisation des systèmes propose une approche par neuf niveaux (K. Boulding, économiste américain)

1. Le premier niveau: représente un **système passif**, identifiable et différentiable de son environnement il se contente d'être et l'on peut, même artificiellement, en définir les contours.
2. Deuxième niveau: décrit un **système actif**, il est présumé faire quelque chose, agit et réagit en fonction des sollicitations de l'environnement: c'est le **processeur boîte noire** qui reçoit, traite et émet uniformément.
3. Troisième niveau: formalise un **système régulé**, et dispose en principe d'une certaine forme de régularité dans son activité. Cela suppose un mécanisme interne qui assure la stabilité, quelles que soient les perturbations de l'environnement, mais il ne traite toujours pas d'informations

Dynamique et Evolution des Systèmes

4. Le quatrième niveau: définit un **système informé**, capable de mémoriser de l'information et de l'utiliser pour modifier son comportement. Il traite l'information, ne l'interprète pas et se contente d'exécuter des commandes programmées.

Les niveaux 2, 3 et 4 disposent d'un processeur opérant et caractérisent les systèmes dits mécaniques.

5. Cinquième niveau: s'intéresse au **système décideur**, doté non seulement d'une capacité de traitement mais aussi capable d'interpréter des situations et de décider des actions à conduire. Il ya donc échange entre le système opérant et le système de décision, ce qui lui donne un caractère déterministe.

Le niveau 5 conduit à la nécessité de modéliser ces systèmes, machines ou êtres vivants, avec des sous systèmes de représentation: Sous système d'opération et de décision (Cybernétique)

Dynamique et Evolution des Systèmes

6. Le sixième niveau: le **système mémorisateur**, agit et élabore ses décisions en fonction d'informations qu'il stocke au cours de la prise en compte et du traitement d'événements provenant de l'extérieur. Cela implique que l'on dispose dès lors d'un sous système supplémentaire, le **système d'information** qui mémorise les actions et les décisions pour que le système global ait un comportement intelligible.
7. Le septième niveau: postule que le **système coordonne**, ses **décisions d'actions en fonction des situations** qui se présentent dans des activités différenciées. Dans ce cas, les processeurs décisionnels sont branchés directement sur les événements et agissent sur le système d'information pour déclencher des opérations: c'est le propre des **systèmes informatisés classiques** dont les capacités d'évolution sont limitées aux règles établies au départ.

Dynamique et Evolution des Systèmes

8. Le huitième niveau: le système est intelligent, dispose d'une capacité d'imagination et élabore de ce fait de nouvelles formes d'action, conserve la trace des expériences passées et se fait comprendre. Son comportement est essentiellement heuristique, et caractérise aussi bien les animaux, les entreprises traditionnelles que les systèmes informatisés évolués tels que les systèmes experts, neuroniques ou à logique floue.
9. Le neuvième niveau: envisage qu'il ya conscience et que par conséquent le système s'autofinalise, on touche alors à l'humain qui seul peut transformer les finalités ou l'identité.

Systems Engineering I

Abdellatif MEGNOUNIF

Semaine Prochaine

Processus d'un Système

Merci. Fin du chapitre 1