

Chapitre 1

Introduction à l'étude des systèmes

La notion de *système ouvert* a été introduite en 1937 par le biologiste autrichien Ludwig **von Bertalanffy**. Pour lui, un système est constitué de sous-ensembles dont la totalité ne peut être réduite à la somme de leurs parties. Reprise dans la théorie générale des systèmes cette approche, voisine de la cybernétique, se développe dans de nombreuses disciplines.

Le biologiste français Joël **de Rosnay** caractérise un système comme un *ensemble d'éléments en interaction dynamique, organisés en fonction d'un but*. Cette théorie s'oppose donc au structuralisme qui appréhende un système indépendamment de son évolution.

L'ingénieur français Jean-Louis **Le Moigne** s'en émerveille en expliquant qu'il *se dégage une vision stupéfiante, la perspective d'une conception unitaire du monde jusque là insoupçonnée. Que l'on ait affaire aux objets inanimés, aux organismes, aux processus mentaux ou aux groupes sociaux, partout des principes généraux semblables émergent.*

■■ Objectifs

■ Ce qu'il faut connaître

- ▷ Les notions de fonction de service globale, matière d'œuvre et valeur ajoutée
- ▷ La décomposition structurelle d'un système complet en chaîne d'information et chaîne d'énergie
- ▷ La décomposition d'une chaîne fonctionnelle en partie opérative et partie commande
- ▷ Le rôle des différents constituants associés à une chaîne fonctionnelle.

■ Ce qu'il faut savoir faire

- ▷ Définir pour un système :
 - la fonction de service globale ;
 - la (ou les) matière(s) d'œuvre ;
 - la valeur ajoutée
- ▷ Identifier les données entrantes et sortantes d'une chaîne d'information
- ▷ Identifier les matières et énergies entrantes et sortantes d'une chaîne d'énergie
- ▷ Définir la fonction des différents constituants
- ▷ Distinguer dans un système complet les constituants associés à une chaîne fonctionnelle en particulier.

■ ■ Résumé de cours

■ Introduction

□ Définitions

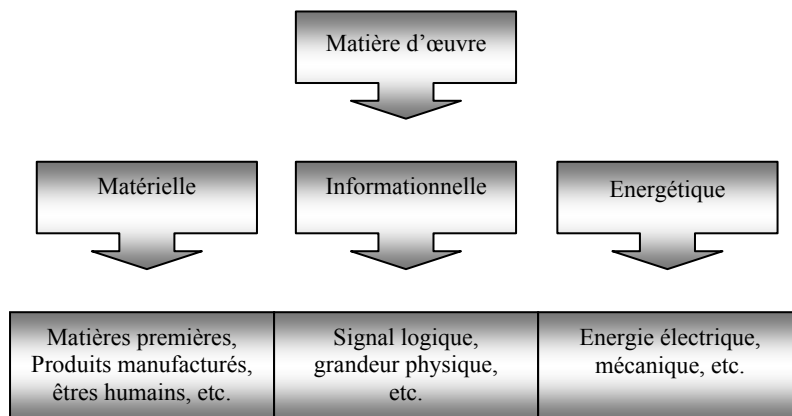
Un **système technique** est un ensemble fonctionnel assurant un certain nombre de fonctions.

L'étude des systèmes modernes demande en général des connaissances dans plusieurs disciplines telles que l'électronique, l'électrotechnique, la mécanique, etc.

Le système technique assure une **fonction de service globale** en agissant sur une ou plusieurs **matières d'œuvre** afin de créer **une valeur ajoutée**.

Une fonction est un verbe d'action à l'infinitif (déplacer, traiter, acquérir, transformer, etc.) parfois suivi d'un complément.

La matière d'œuvre (notée M.O.) est l'élément d'entrée sur lequel s'exercent les activités du système.



La valeur ajoutée (notée V.A.) est la valeur supplémentaire apportée à la (ou les) matière(s) d'œuvre par l'activité du système (par exemple : le déplacement d'un objet sans effort, la fabrication sans intervention humaine, la régulation de la vitesse d'un véhicule sans appui sur la pédale d'accélérateur, etc.)

⇒ **Méthode 1.1. Détermination de la fonction globale, de la matière d'œuvre et de la valeur ajoutée d'un système technique**

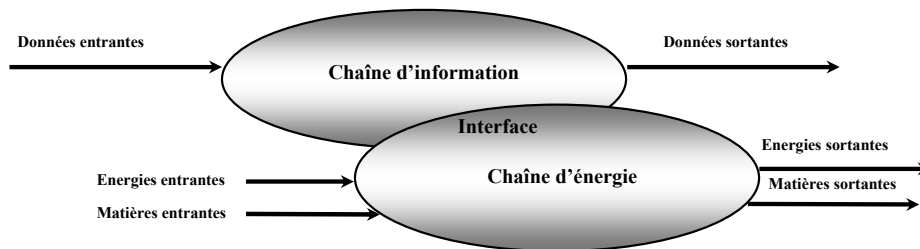
□ Critères d'appréciation

Les critères permettant d'apprécier un système sont notamment liés aux caractéristiques techniques (tension d'alimentation, etc.), aux performances (temps pour passer de 0 à 100 km/h, etc.), à l'esthétique (notion très subjective), mais aussi à l'usage (fiabilité, durée de vie, coût global de possession, etc.).

■ Architecture d'un système pluritechnique

□ Chaîne d'information / chaîne d'énergie

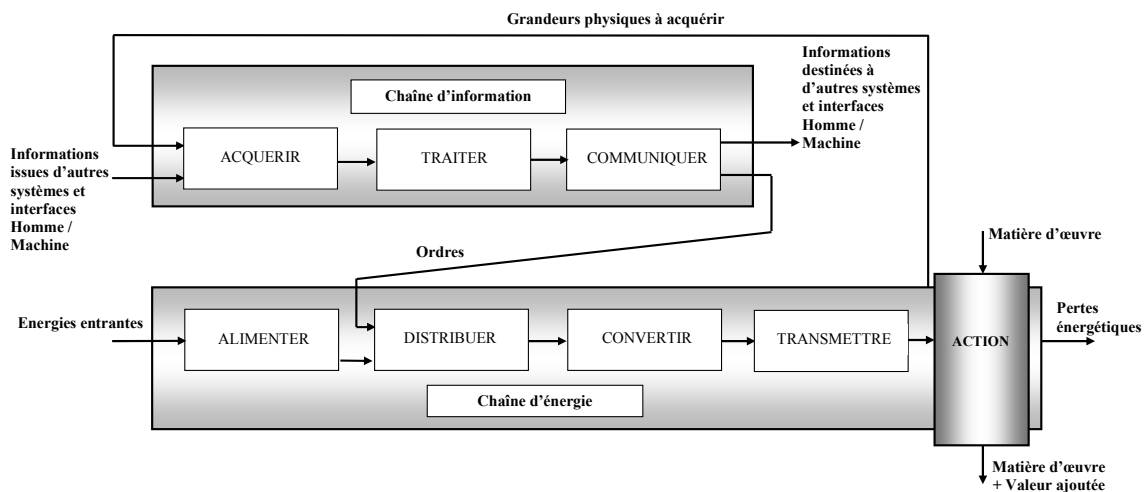
On peut distinguer au sein des systèmes pluritechniques deux chaînes, l'une agissant sur les flux de données, appelée chaîne d'information, l'autre agissant sur les flux de matières et d'énergies, appelée chaîne d'énergie.



⇒ **Méthode 1.2. Détermination des données, des énergies et des matières entrantes et sortantes associées à la chaîne d'information et à la chaîne d'énergie**

□ Fonctions génériques / schéma topo fonctionnel

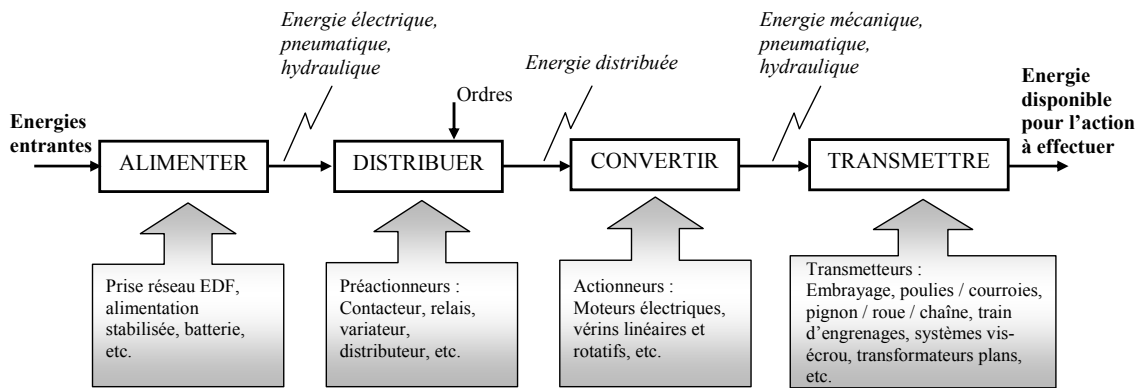
À la chaîne d'information et à la chaîne d'énergie, on peut en général associer les fonctions élémentaires suivantes :



□ La chaîne d'énergie

La chaîne d'énergie contribue à la réalisation de la fonction de service globale, en agissant sur la (ou les) matière(s) d'œuvre.

Elle est dans la plupart des cas la sous-partie du système qui utilise une très grande part de l'énergie totale consommée.



Pour des raisons de sécurité, l'énergie issue de la chaîne d'information est faible, et n'est pas suffisante pour être utilisable directement par les actionneurs.

La fonction d'un préactionneur est alors de distribuer une énergie importante, sous l'action d'une énergie de commande (ordre) plus faible.

Le transmetteur adapte l'énergie issue de l'actionneur à l'effecteur. Ce dernier est l'élément terminal de la chaîne d'énergie.

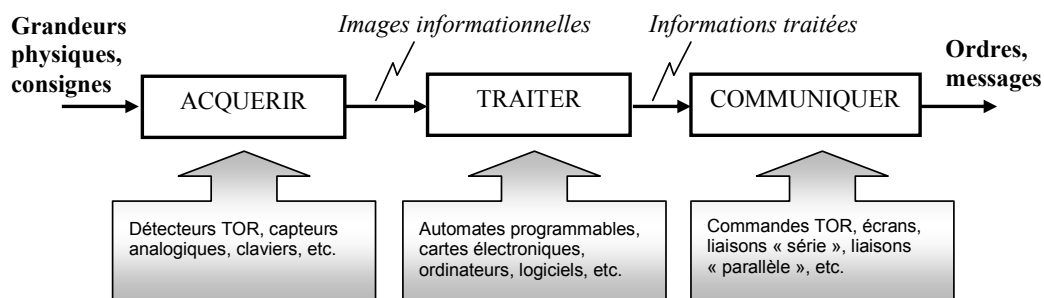
⇒ **Méthode 1.3. Identification des constituants associés aux différentes fonctions alimenter, distribuer, convertir et transmettre**

⇒ **Méthode 1.4. Définition des différentes énergies à l'intérieur de la chaîne d'énergie**

□ La chaîne d'information

La chaîne d'information permet notamment :

- d'acquérir des informations :
 - sur l'état d'un produit ou de l'un des constituants de la chaîne d'énergie,
 - issues d'interfaces Homme/Machine,
 - élaborées par d'autres chaînes d'information,
- de traiter ces informations ;
- de communiquer :
 - les ordres à la chaîne d'énergie,
 - les messages destinés aux interfaces Homme/Machine,
 - les messages à d'autres chaînes d'information.



Pour acquérir une grandeur physique (force, température, etc.) ou une consigne, les constituants utilisés sont des capteurs. Ils restituent une grandeur image sous forme logique, numérique ou analogique exploitable par l'unité de traitement.

- ⇒ **Méthode 1.5. Identification des constituants associés aux différentes fonctions acquérir, traiter et communiquer**
- ⇒ **Méthode 1.6. Définition de la nature des informations circulant dans la chaîne d'information**

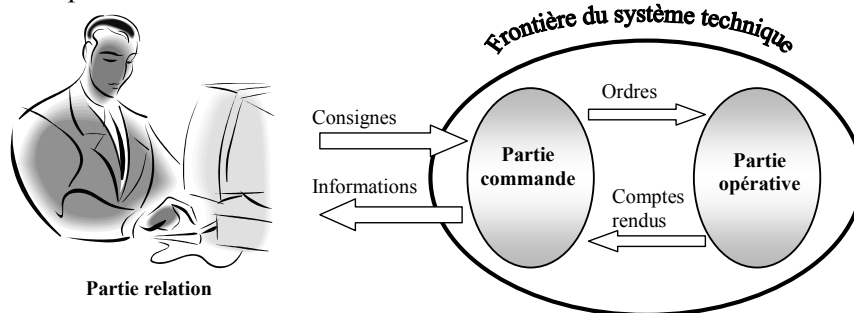
■ Chaîne fonctionnelle d'un système technique

□ Définition

Une chaîne fonctionnelle (ou axe) est un sous-ensemble d'un système technique. Elle permet de réaliser une des fonctions élémentaires (transférer, réguler, positionner, maintenir, transformer, etc.) participant à la réalisation de la fonction globale du système. On lui associe un actionneur.

□ Partie commande / partie opérative

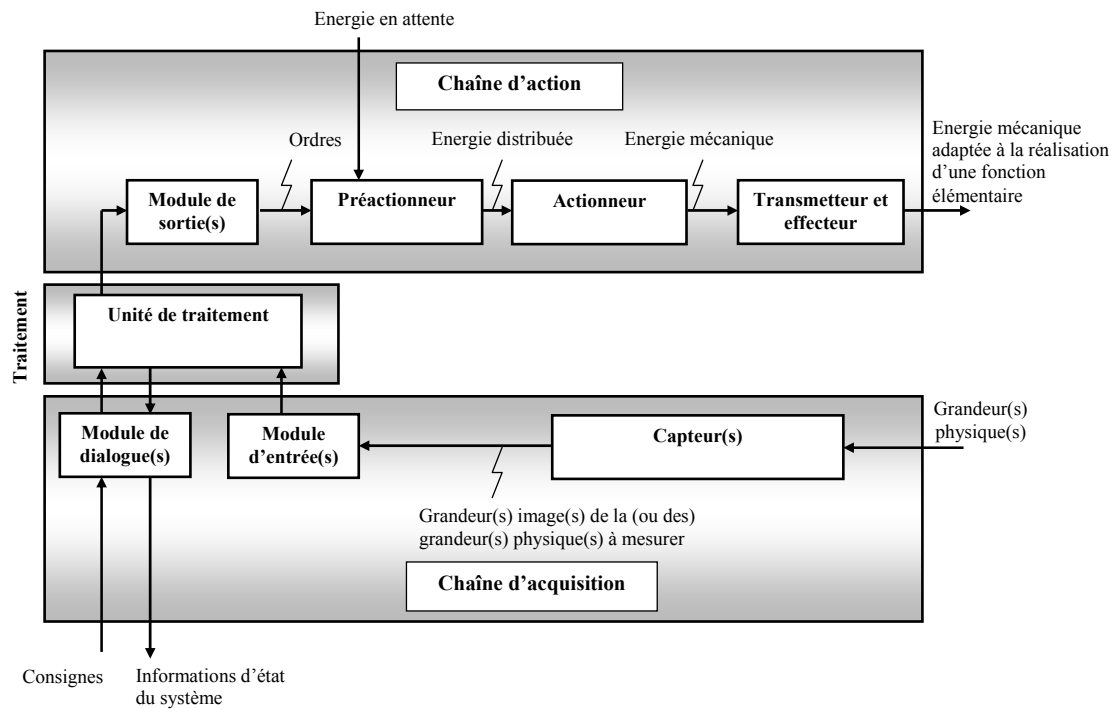
La partie commande (notée P.C.) assure le fonctionnement de la partie opérative (notée P.O.). Elle gère le déroulement des opérations à réaliser en fonction d'informations issues de la partie opérative (comptes rendus) et de la partie relation (consignes). La partie opérative est en général mécanisée, c'est elle qui agit sur la matière d'œuvre pour réaliser une fonction élémentaire. La partie relation permet de dialoguer avec le système, c'est-à-dire lui donner des consignes et recevoir des comptes rendus sur son état.



□ Chaîne d'action / chaîne d'acquisition

Une chaîne fonctionnelle comporte en général :

- la chaîne d'action, du traitement à son effet ;
- la (ou les) chaîne(s) d'acquisition :
 - d'information(s) sur le produit ou le processus ;
 - d'information(s) extérieure(s) (consigne(s) de l'opérateur, etc.) ;
- la partie traitement qui traite les informations pour élaborer les ordres à destination de la chaîne d'action.



⇒ **Méthode 1.7. Identification des différents constituants associés à une chaîne fonctionnelle**

■ ■ Méthodes

■ Comment définir l'activité d'un système technique ?

□ Méthode 1.1. Détermination de la fonction globale, de la matière d'œuvre et de la valeur ajoutée d'un système technique

Pour définir l'activité d'un système, on peut se poser les questions suivantes :

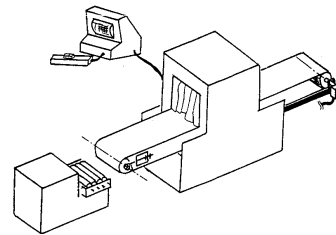
- Que faire ? : définition de la fonction de service globale ;
- Sur quoi ? : définition de la (ou les) matière(s) d'œuvre ;
- Pourquoi ? : définition de la valeur ajoutée.

⇒ Exercice 1.1, Exercice 1.2, Exercice 1.3

Exemple : système de contrôle par radioscopie de bagages

On peut définir :

- la fonction de service globale : « Contrôler » ;
- les matières d'œuvre : bagages et affaires personnelles ;
- la valeur ajoutée : le contrôle rapide, sans ouvrir les bagages, en préservant l'intimité des personnes ; la sécurisation des aéroports et des vols.



□ Méthode 1.2. Détermination des données, des énergies et des matières entrantes et sortantes associées à la chaîne d'information et à la chaîne d'énergie

Il faut tout d'abord définir une frontière d'étude pour le système, puis :

- Recenser toutes les informations que le système acquiert du milieu extérieur et communique vers ce dernier.
- Définir les matières d'œuvre et la valeur ajoutée.
- Identifier les énergies entrantes nécessaires aux constituants de la chaîne d'énergie. Celles sortantes sont autres que celles effectivement utilisées (notamment des pertes).

⇒ Exercice 1.4, Exercice 1.5, Exercice 1.6

Exemple : système « régulateur de vitesse » d'une automobile

- A : Touche « reprendre »
- B : Touche « suspendre »
- C : Touche « + »
- D : Touche « - »

