

COURS  
*CI1.1 - Introduction aux Sciences de l'Ingénieur*



***Je dois être capable :***

- ***De définir un système et un sous-système.***
- ***De réaliser le diagramme chaîne d'information/chaîne d'énergie d'une chaîne fonctionnelle.***



## Table des matières

1.	Notion de système complexe.....	3
2.	Le cahier des charges fonctionnel : modélisation de l'attente du client. ....	4
3.	L'approche globale des systèmes pluritechniques. .....	5
4.	Le concept .....	6
5.	Eléments de culture technologique.....	7

## 1. Notion de système complexe.

**Définition :** Un **système** est une association **structurée** d'éléments (sous-systèmes ou composants) qui interagissent d'une manière organisée pour accomplir une **fonction globale**. La fonction globale du système répond à un **besoin d'un utilisateur**.



Ceci n'est pas un système...



... par contre ça oui !



Un exemple concret de système pluri-technologique.

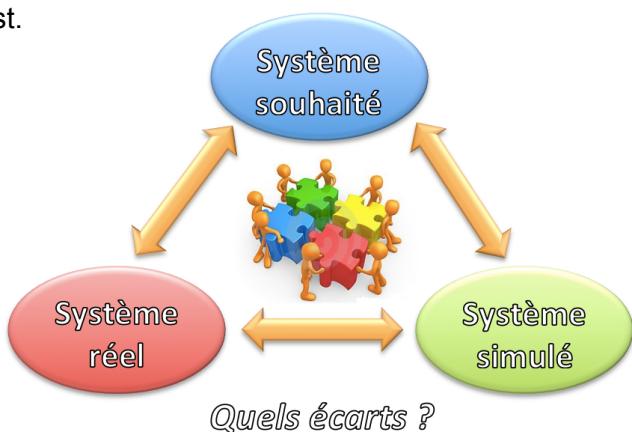


Un système est dit **complexe** et **pluritechnologique** lorsque les éléments sont nombreux et les interactions (échanges de matière, d'énergies ou d'informations) de formes différentes.

En CPGE, nous nous intéresserons essentiellement à l'analyse de systèmes existants, mais aussi à l'analyse en phase de préconception dans certains cas.

On peut déjà pressentir que le « système » pourra être vue de trois manières différentes :

- Le **système souhaité** par le client utilisateur.
- Le **système modélisé** par l'ingénieur pour en permettre l'étude théorique.
- Le **système réel**, tel qu'il pourra être utilisé par l'utilisateur ou mesuré en phase de test.



La diminution des écarts entre ces trois « systèmes » (souhaité, modélisé, réel) est le cœur même de la démarche d'ingénieur.

## 2. Le cahier des charges fonctionnel : modélisation de l'attente du client.

Le « client » est obligatoirement au départ de la démarche de conception : la première action consiste donc à définir précisément ce qu'il attend du produit afin que la solution technique conçue, produite et mise en vente au final corresponde au maximum à ses attentes.

**La définition de l'attente du client est formalisée dans un document normalisé appelé cahier des charges fonctionnel (CDCF) et « modélisant » les attentes du client.**

**Définition :**

Le **cahier des charges fonctionnel** (CDCF) est un document ayant une structure normalisée et formalisant ce dont le client a besoin ainsi que l'ensemble de ses requêtes, le tout sans spécifier la solution technique.

*Extrait du CdCF d'un système de voiles auxiliaires automatisées.*

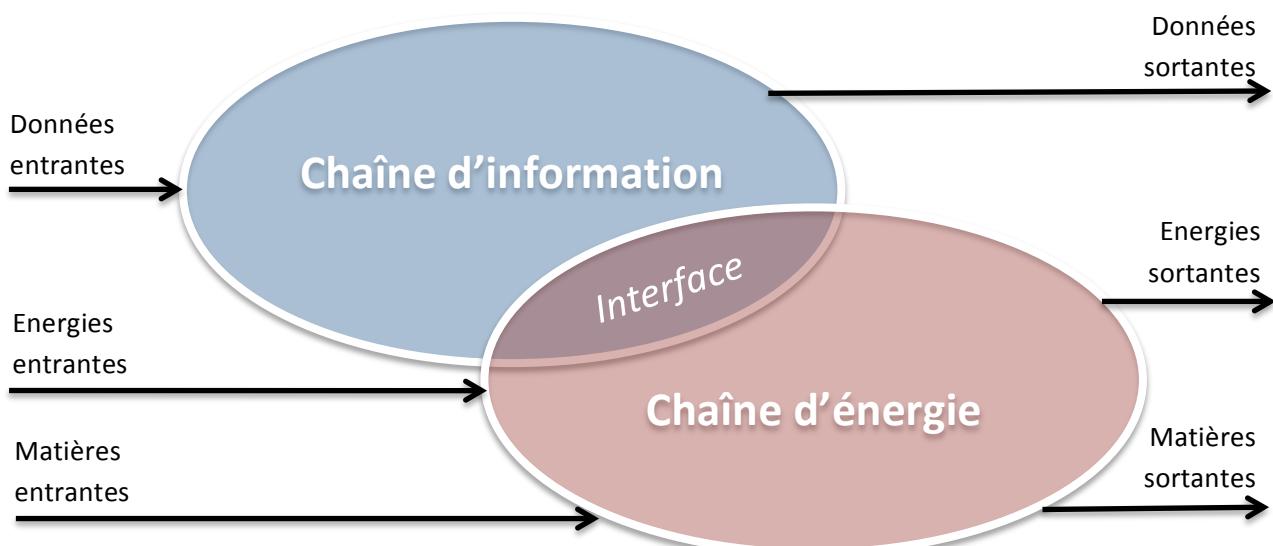
Fonctions	Critères d'appréciation	Niveau	Flexibilité, Limites
<b>FP1</b> : Faire avancer le bateau grâce à des voiles auxiliaires motorisées.	P11: diminution de la consommation du moteur	Entre 0% et 40% selon le vent	Minimum 10% sur la consommation globale
<b>FC1</b> : Le système doit respecter la sécurité des marins en toute circonstance (manœuvres, sommeil...).	C11 : Nombre d'actions nécessaires en cas de problème soudain. C12 : Manœuvrabilité du système en cas de panne complète du moteur.	Aucune  Pouvoir complètement ranger les voiles pour éviter tout incident.	Aucune  Aucune
<b>FC2</b> : Le système doit s'intégrer dans le bateau.	C21 : nombre de câbles	Entre 0 et 5 par mât	Maximum 5 par mât
<b>FC3</b> : Le système ne doit pas gêner le marin pêcheur dans ses manœuvres.	C31 : accessibilité du pont	Peu de gêne	Aucune

On pourra également utiliser le diagramme des exigences (voir plus loin) pour modéliser les attentes clients (et donc trouver des informations sur celles-ci si on se place en lecture).

### **3. L'approche globale des systèmes pluritechniques.**

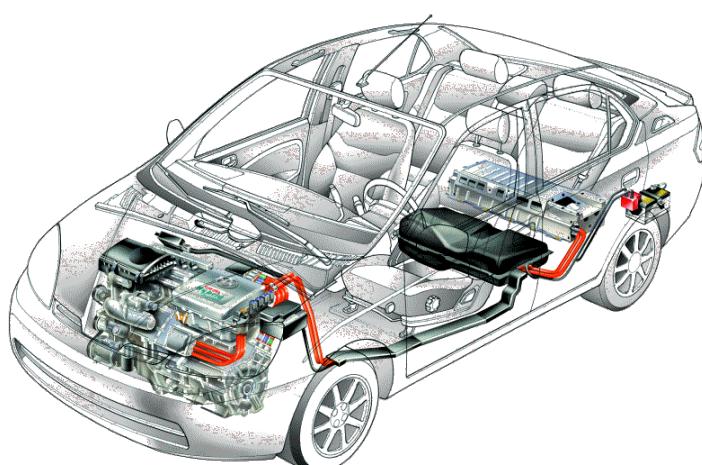
L'approche globale des systèmes, en vue de leur analyse ou de leur conception, conduit à distinguer deux entités génériques pour chacune des chaînes fonctionnelles du système :

- la **chaîne d'information** (qui transfère, stocke, transforme l'information) ;
  - la **chaîne d'énergie** (qui transforme l'énergie et permet d'agir sur le système physique).



### **Définition :**

**DEFINITION** Une **chaine fonctionnelle** est un sous-ensemble d'un système technique qui permet de réaliser une des fonctions élémentaires participant à la réalisation de la fonction globale du système.

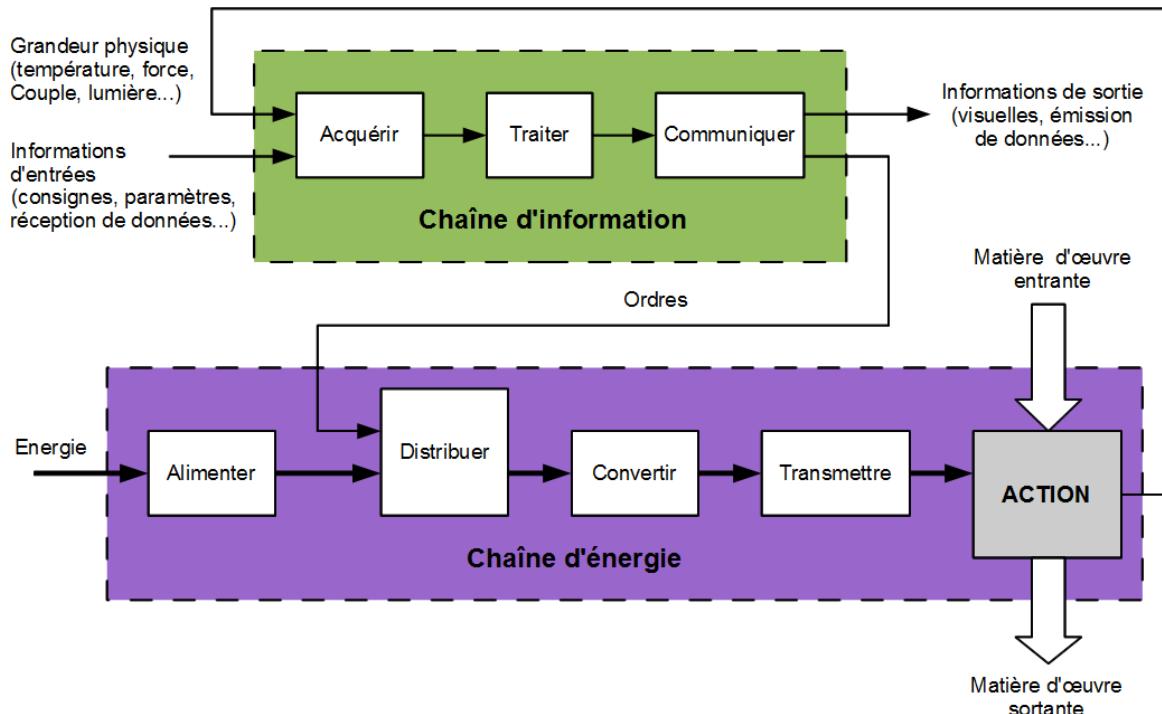


*Exemple :*

Sur une voiture, on pourra distinguer la chaîne fonctionnelle dédiée à la propulsion, mais également celles liées aux lèves vitres, à la climatisation, etc...

## 4. Le concept

Ces deux entités peuvent être décomposées en un nombre limité de fonctions techniques principales, comme le montre le schéma suivant :



- **La chaîne d'énergie**, associée à sa commande, assure la réalisation d'une fonction de service dont les caractéristiques sont spécifiées dans le cahier des charges.

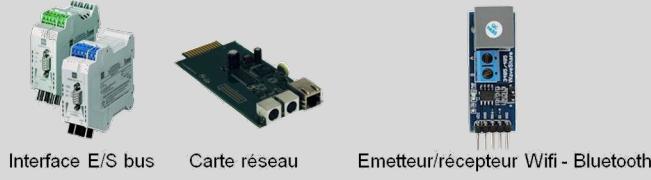
Repérable sur la plupart des produits et systèmes de notre environnement et des milieux industriels, elle est constituée des fonctions génériques qui contribuent à la réalisation d'une action : **Alimenter, Distribuer, Convertir, Transmettre**.

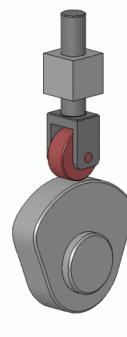
- **La chaîne d'information** permet la prise décision, grâce aux données qu'elle véhicule, et est indispensable à la réalisation de l'action. Elle gère la commande de la chaîne d'énergie, à travers des organes d'interface. Elle met en œuvre les fonctions : **Acquérir, Traiter, Communiquer**

Les performances du système dépendent des caractéristiques des divers constituants de ces deux chaînes.

## 5. Eléments de culture technologique.

Nous allons présenter ici quelques éléments de culture technologique correspondant à chacune des fonctions techniques présentes dans la chaîne fonctionnelle décrite précédemment.

CHAINE D'INFORMATION	Description	Exemples
ACQUERIR	<p>Doit acquérir une grandeur physique (température, tension, humidité, position, etc.) et en fournir une image exploitable par l'unité de commande (traiter).</p>	<p><b>CAPTEUR</b></p>  <p>capteur de vitesse      capteur de pression      capteur d'effort      capteur de position linéaire      capteur de position angulaire (codeur)</p> <p>capteur de présence électromécanique      capteur de présence photoélectrique      capteur de présence inductif      capteur de présence magnétique (ILS)</p> <p>bouton poussoir      potentiomètre      clavier joystick</p>
TRAITER	<p>Doit utiliser l'information fournie par le ou les capteurs pour émettre à son tour soit un ordre pour la chaîne d'énergie soit une information à fournir à l'utilisateur.</p>	<p><b>UNITE DE COMMANDE</b></p>  <p>automate programmable      micro-controleur</p>
COMMUNIQUER	<p>Doit transmettre l'ordre à la chaîne d'énergie ou l'information à l'utilisateur</p>	<p><b>IHM</b></p>  <p>voyant      alarme sonore      écran</p> <p><b>INTERFACE DE COMMUNICATION</b></p>  <p>Interface E/S bus      Carte réseau      Emetteur/récepteur Wifi - Bluetooth</p>

Description		Exemples										
<b>CHAINE D'ENERGIE</b>	<b>ALIMENTER</b>		Batterie		Transformateur		Groupe hydraulique					
	<b>DISTRIBUER</b>		carte de puissance		contacteur		variateur		distributeur pneumatique			
	<b>CONVERTIR</b>		moteur à courant continu		moteur asynchrone		verin pneumatique		verin hydraulique			
	<b>TRANSMETTRE</b>		Engrenages		Chaine/Pignon		Roue dentée/ Vis sans fin		Came		Vis/Ecrou	