

# Chapitre 1- Notions de Systèmes Asservis

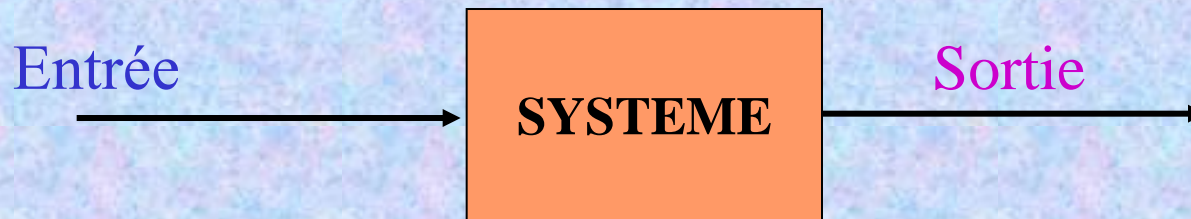
(Cours,TD,TP ): Lic. Maint. Ind. - Master I Energétique

## *Plan*

- 1. Introduction*
- 2. Chaine de régulation automatique*
  - 2.1 Système en boucle ouverte*
  - 2.2 Système en boucle fermée*
- 3. Modélisation*
- 4. Caractéristiques dynamiques d'un système asservi*

# 1. Introduction

## Commander



**Ordres**  
Consigne , but fixé

**Action de commande :**  
Action susceptible de changer  
l'état du système à commander.

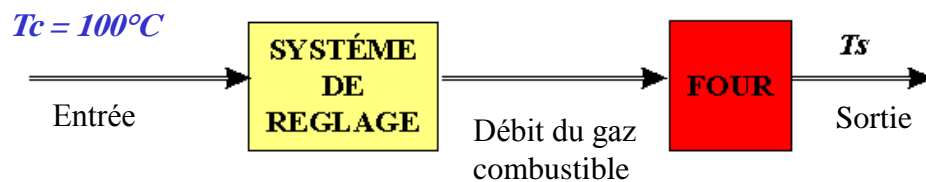
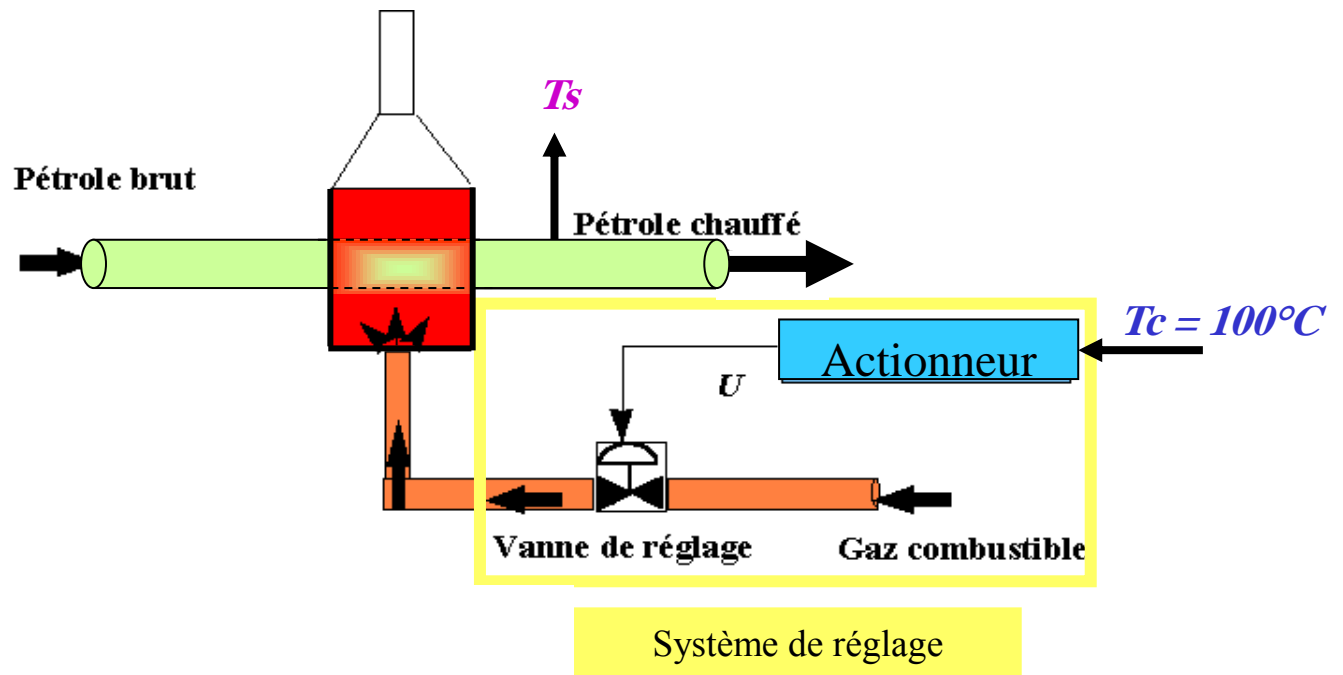
**Sortie :** variable à contrôler  
➤ température du bain,  
➤ position de l'avion ...



# 1. Introduction

Commander

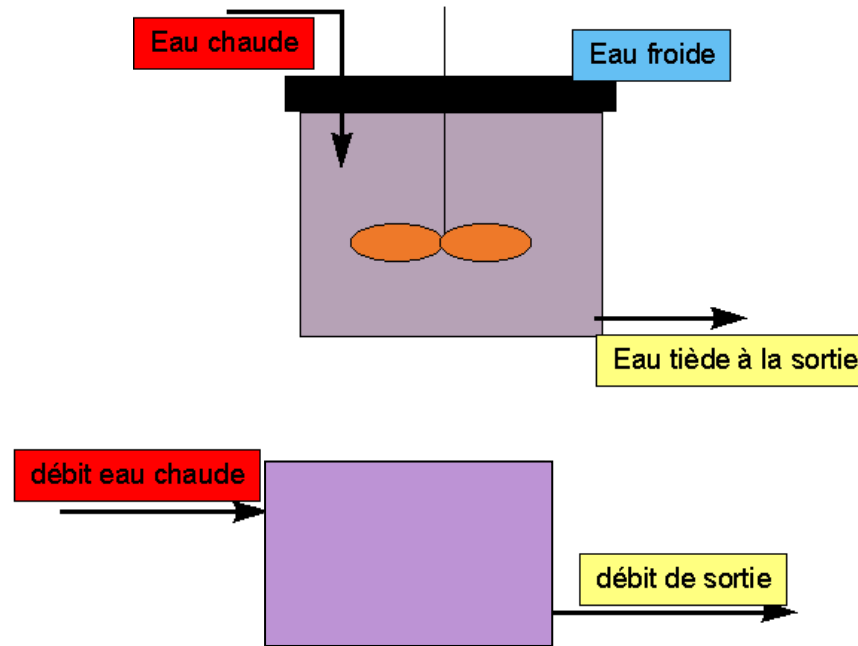
Réglage de la température d'un four



# 1. Introduction

**Commander**

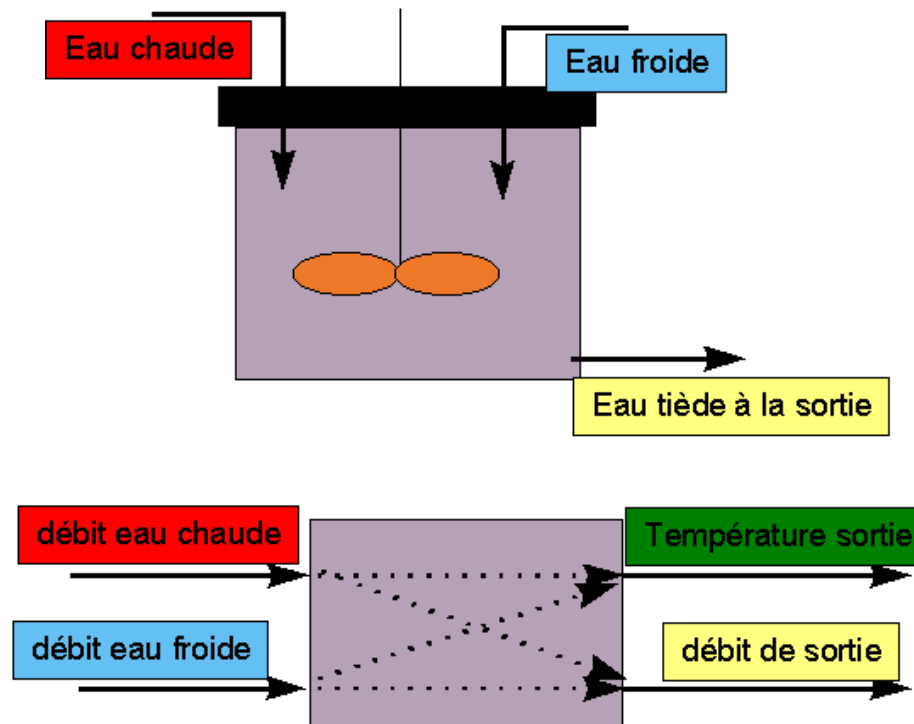
**Système S.I.S.O.**



# 1. Introduction

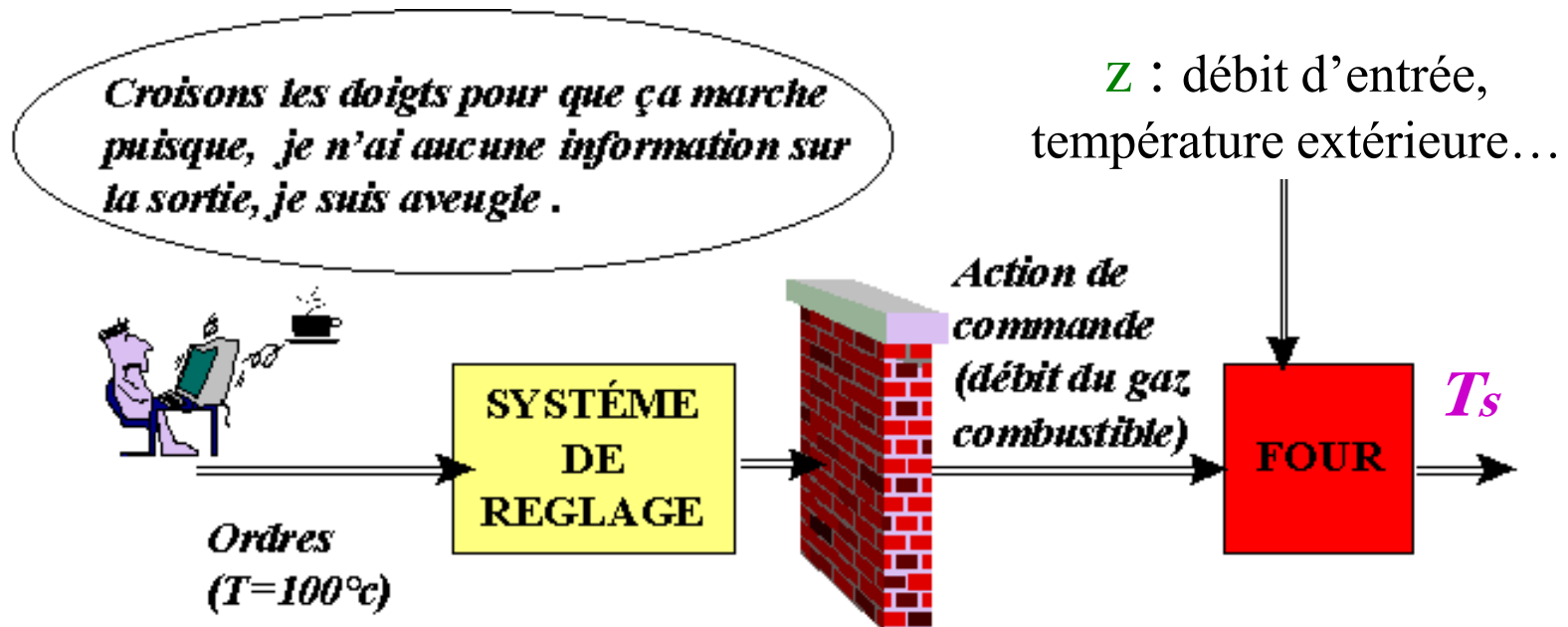
**Commander**

**Système M.I.M.O.**



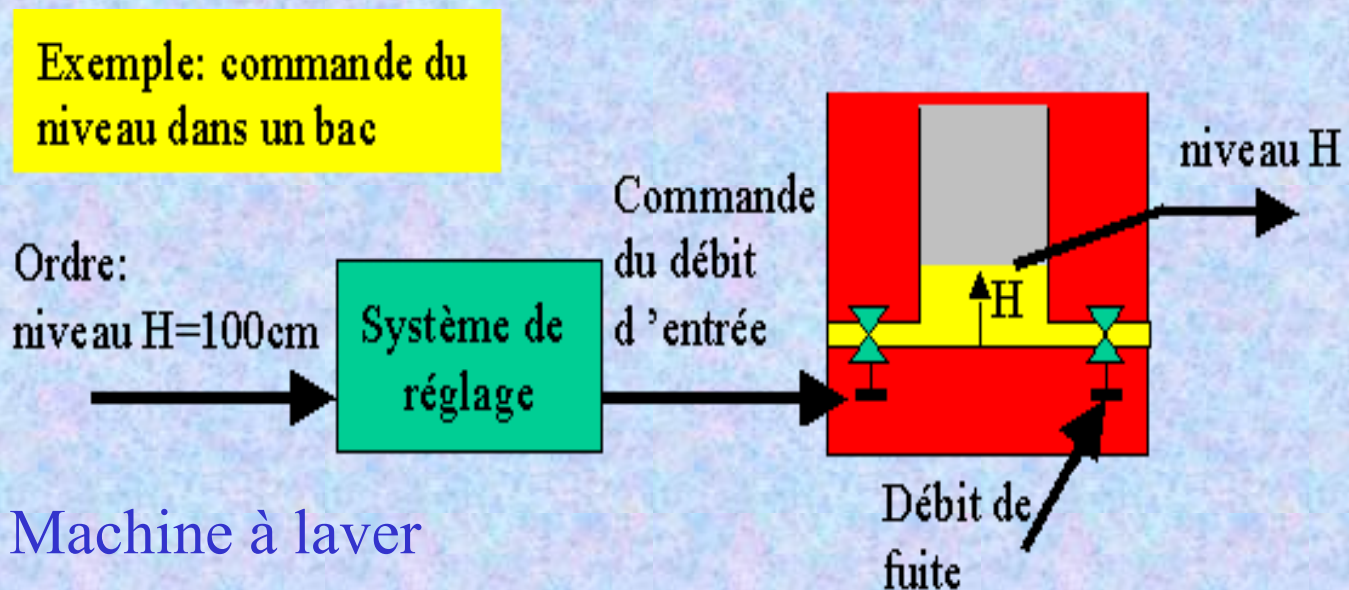
## 2. Chaîne de régulation automatique

### 2.1 Commande en boucle ouverte



## 2. Chaîne de régulation automatique

### 2.1 Commande en boucle ouverte



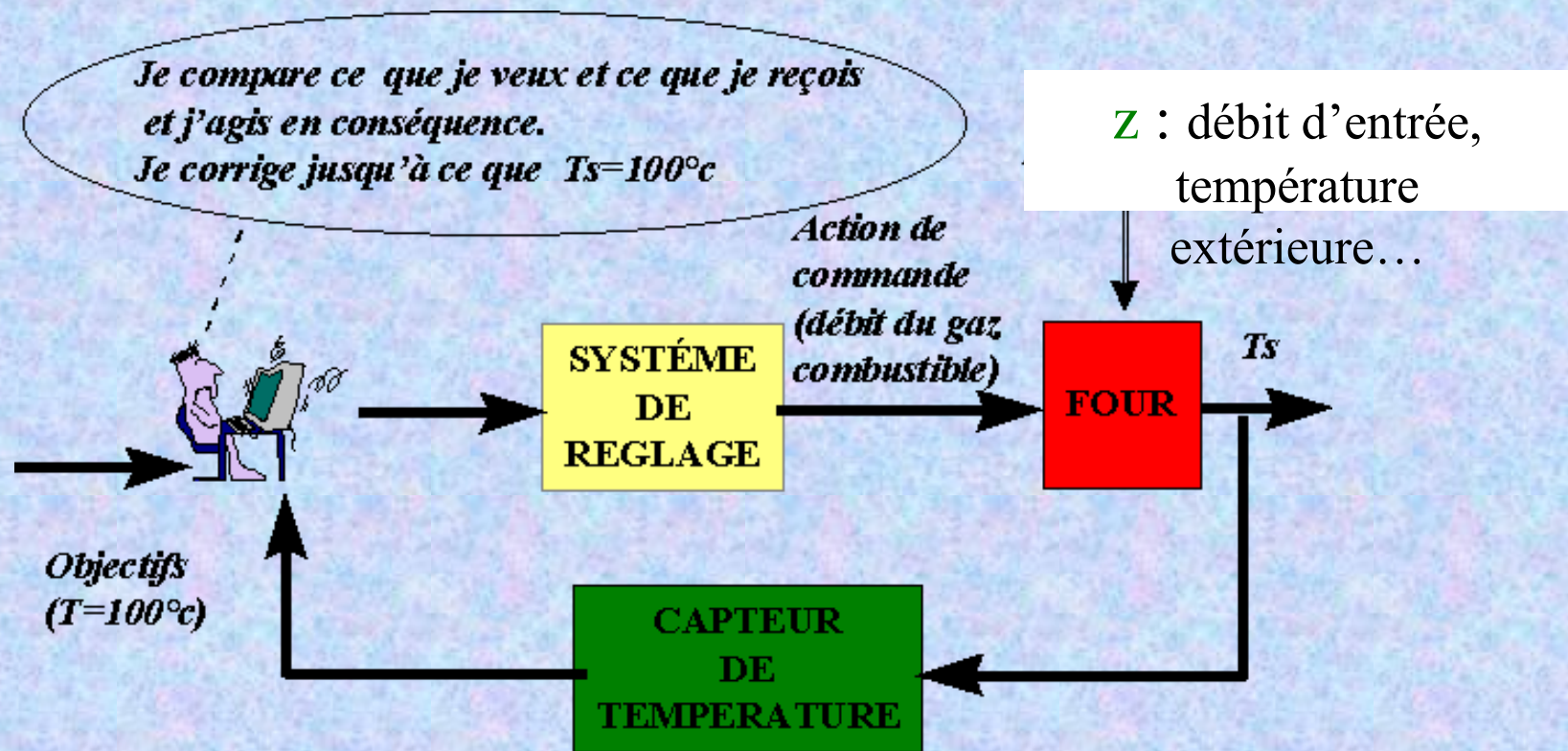
### Exemple : Machine à laver

L'exemple typique de ce type de structure est constitué par la machine à laver fonctionnant sur la base de cycles pré-programmés ne possédant pas d'informations mesurées concernant le degré de propreté du linge.

Toutefois, si le système à commander n'est pas parfaitement connu ou si des perturbations l'affectent, les signaux de sortie ne seront pas ceux souhaités.

## 2. Chaîne de régulation automatique

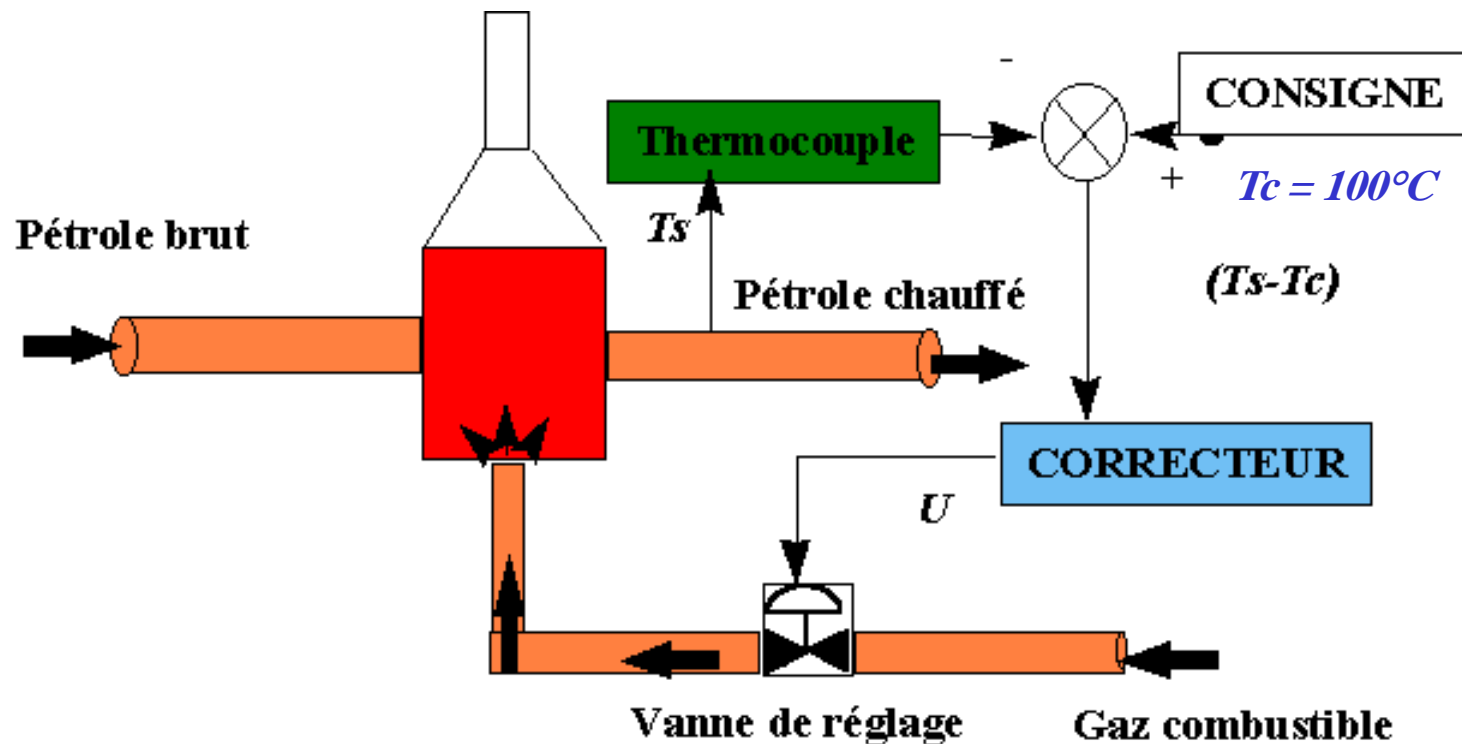
### 2.2 Commande en boucle fermée





## 2. Chaîne de régulation automatique

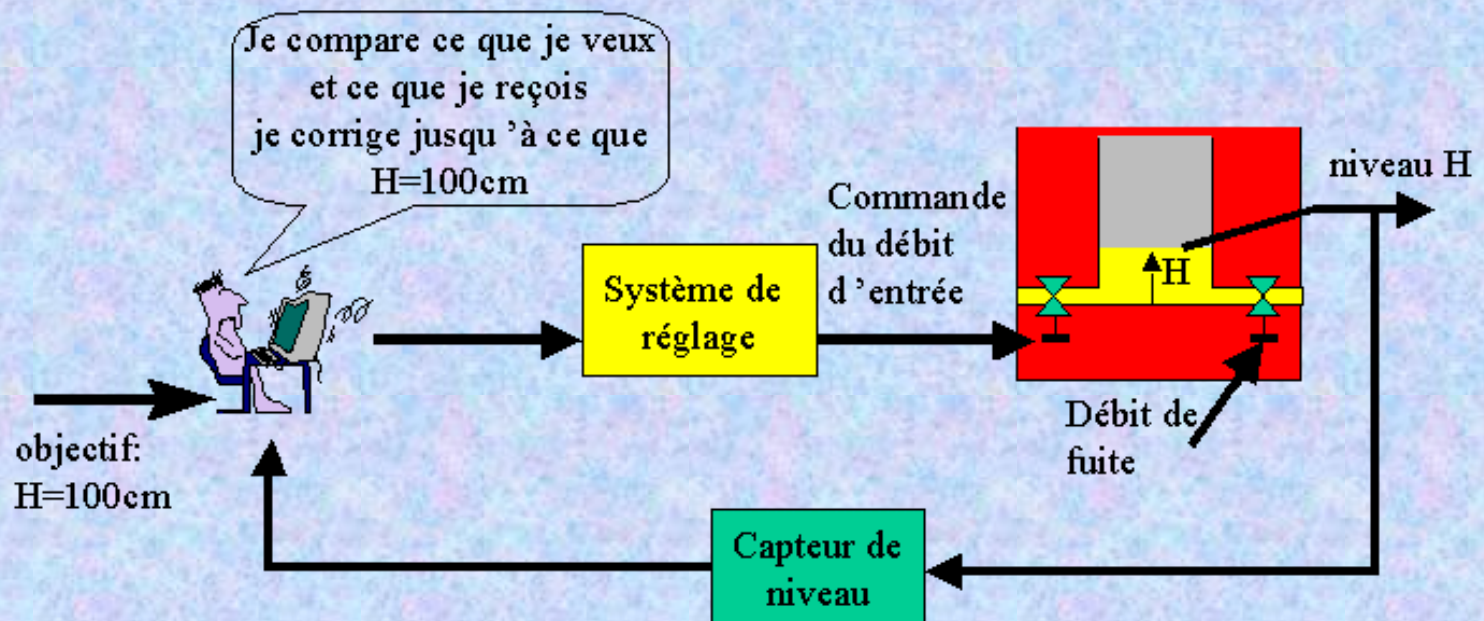
### 2.2 Commande en boucle fermée



Système de réglage

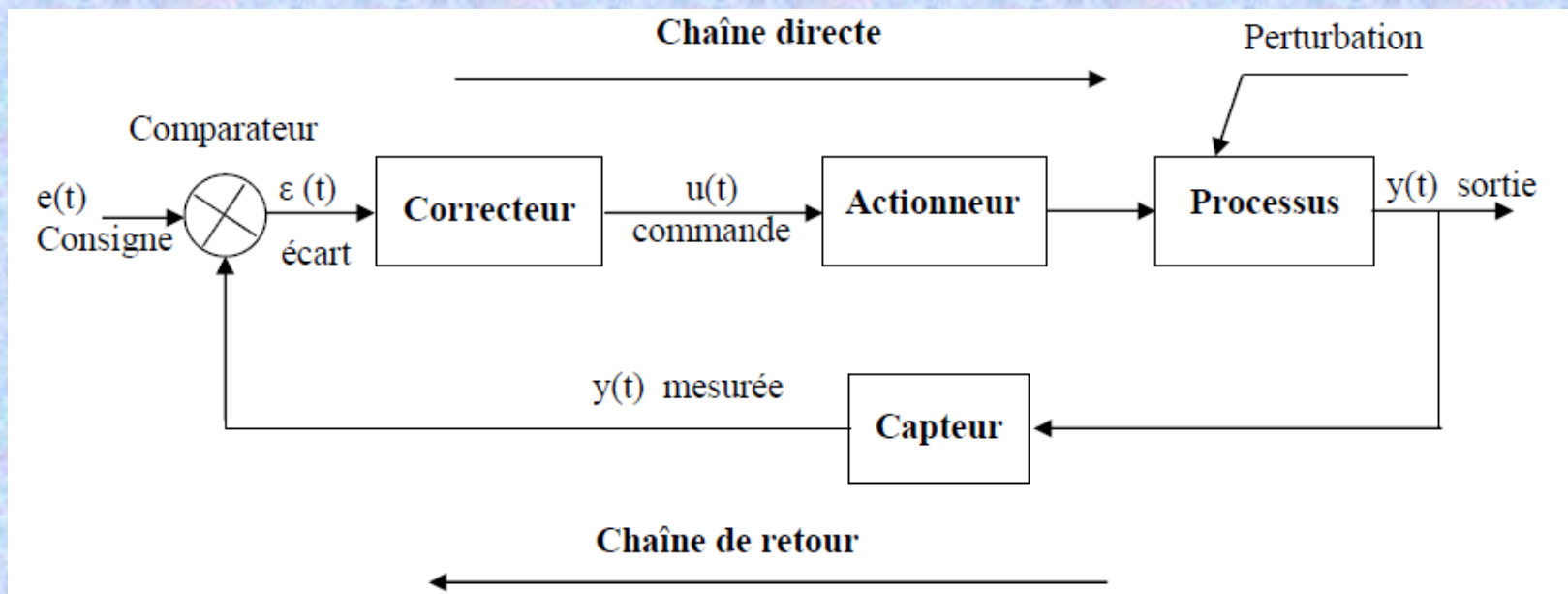
## 2. Chaîne de régulation automatique

### 2.2 Commande en boucle fermée



## 2. Chaîne de régulation automatique

### 2.2 Commande en boucle fermée



# 3. Modélisation

Un système est souvent représenté par:

## a. Schéma physique

Le schéma physique est un des représentations qui nous permettent d'analyser le système. Ce type de schéma utilise la normalisation de chaque technologie.

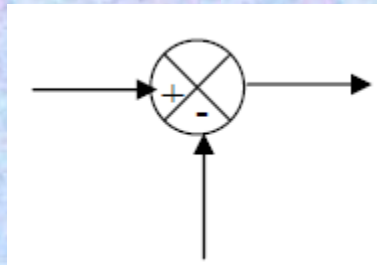
- o **Schéma électrique : circuit RLC.**
- o **Schéma mécanique : masse, ressort, amortisseur...**

# 3. Modélisation

## b. Schéma fonctionnel :

Dans le schéma fonctionnel on représente les fonctions par des blocs et les grandeurs physiques par des flèches qui les relient.

Lorsque la grandeur physique est obtenue par une sommation, on la représente par le symbole (+) et par un cercle.



# 3. Modélisation

## c. Modèle mathématique :

Pour réaliser une commande automatique il est nécessaire d'établir les relations existantes entre les entrées et les sorties. L'ensemble des relations s'appelle **modèle mathématique d'un système**.

$$e(t) = u_R(t) + u_L(t) + v_S(t)$$


$$\text{Résistance : } u_R(t) = R i(t); \quad \text{Bobine : } u_L(t) = L \frac{di}{dt}; \quad \text{condensateur : } v_S(t) = \frac{1}{C} \int i(t) dt$$

$$\left. \begin{array}{l} i(t) = C \frac{dv_S}{dt} \\ u_R(t) = RC \frac{dv_S(t)}{dt} \\ u_L(t) = L \frac{d^2v_S(t)}{dt^2} \end{array} \right\} \Rightarrow e(t) = v_S(t) + RC \frac{dv_S}{dt} + L \frac{d^2v_S(t)}{dt^2}$$

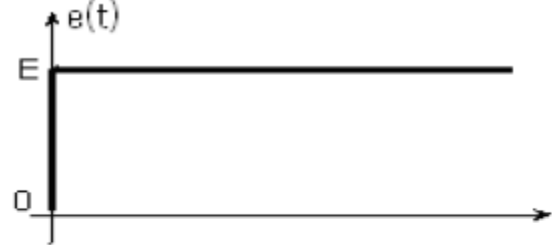
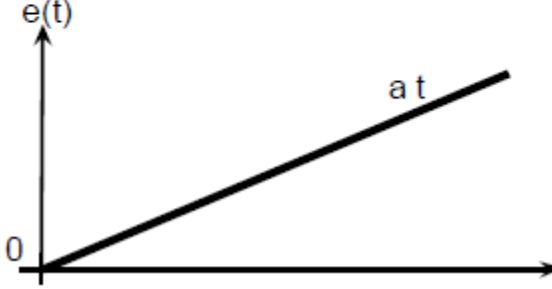
# 4. Caractéristiques dynamiques d'un système asservi

Les caractéristiques dynamiques permettent de quantifier les performances d'un système asservi. Elles sont appréciées à partir de la réponse des systèmes des entrées types.

## a. Entrées « types » (signaux canoniques) :


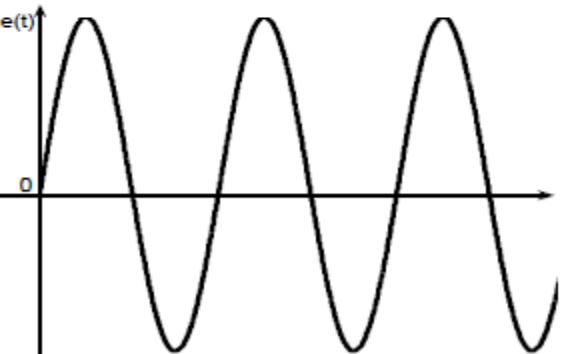
Fonctions	Equations	Réponse s(t)	Allures
Dirac ou impulsion (percussion)	$e(t) = E \delta(t)$ tel que : $\delta(t) = \begin{cases} 1 & \text{si } t = 0 \\ 0 & \text{si } t \neq 0 \end{cases}$	Réponse impulsionnelle	

# 4. Caractéristiques dynamiques d'un système asservi

échelon de position	$e(t) = E u(t)$ tel que: $u(t) = \begin{cases} 1 & \text{si } t \geq 0 \\ 0 & \text{si } t < 0 \end{cases}$	Réponse indicielle	
échelon de vitesse (rampe)	$e(t) = at u(t)$	Réponse de vitesse	



# 4. Caractéristiques dynamiques d'un système asservi

échelon d'accélération	$e(t) = \frac{a}{2} t^2 u(t)$	Réponse d'accélération	
sinusoïdale	$e(t) = a \sin(\omega t)$	Réponse sinusoïdale	

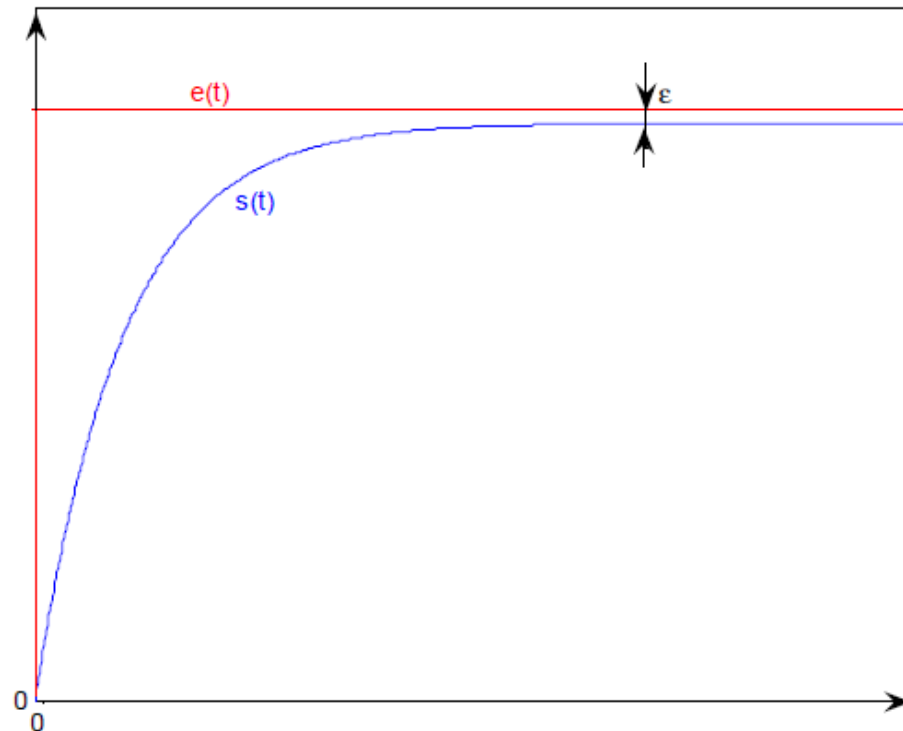
Remarque : si  $E = 1$  l'échelon est dit unitaire.

# 4. Caractéristiques dynamiques d'un système asservi

## b. Performances d'un système asservi :

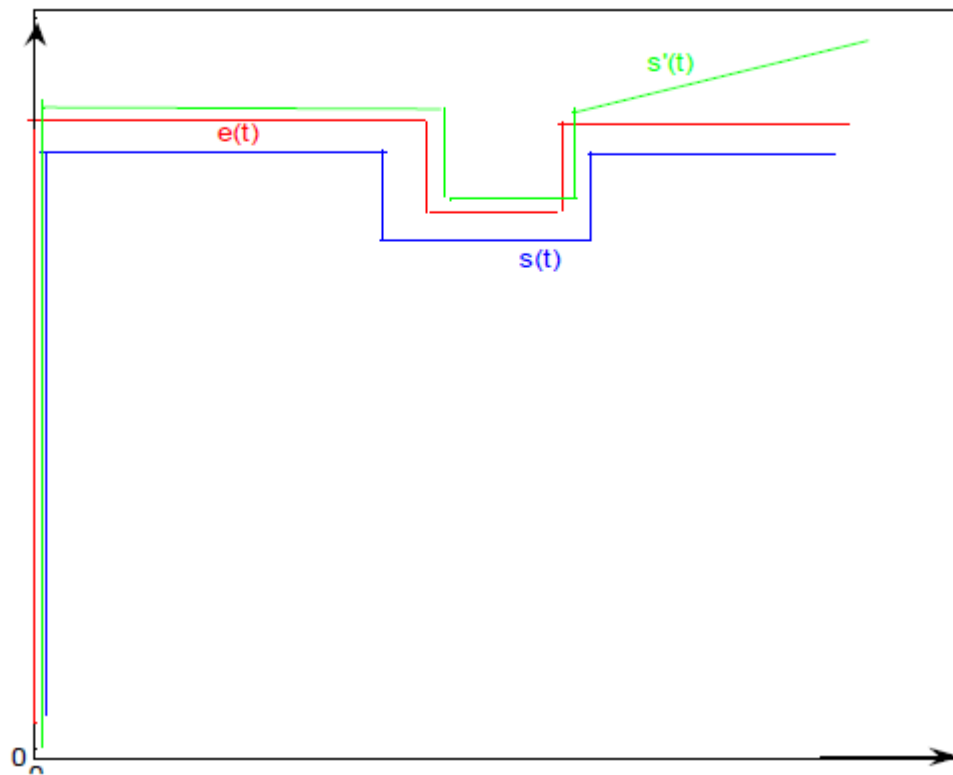
### ✓ Précision :

La précision quantifie l'erreur lorsque l'équilibre est atteint avec  $e(t)$  et  $s(t)$  sont de même nature, autrement l'erreur se trouve à la sortie du comparateur.



# 4. Caractéristiques dynamiques d'un système asservi

⇒ Un système est précis si la sortie suit l'entrée à toutes circonstances.



Le signal  $s(t)$  : précis

Le signal  $s'(t)$  :  $s$  n'est pas précis

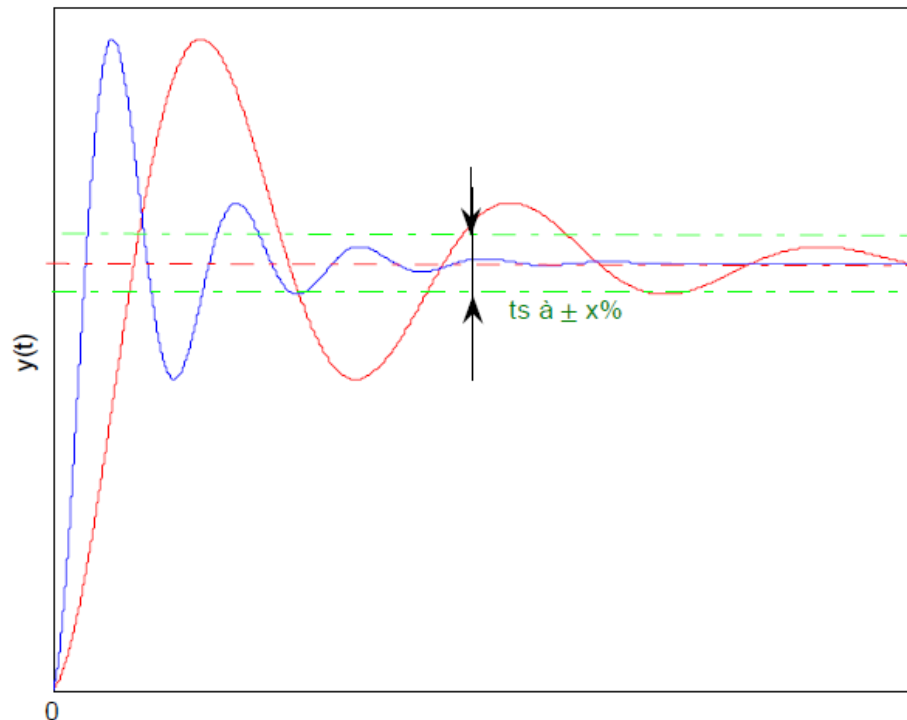
# 4. Caractéristiques dynamiques d'un système asservi

## ✓ Rapidité :

La rapidité quantifie le temps pour atteindre l'équilibre on l'appelle **le temps de réponse**.

Le temps mis par la réponse du système pour atteindre à moins de 5%, la valeur finale est retenue comme critère de rapidité  $t_s$  à  $\pm 5\%$ .

Le signal  $s(t)$  est plus rapide que le signal  $s'(t)$ .



## 4. Caractéristiques dynamiques d'un système asservi

On dit alors qu'un système a une rapidité satisfaisante s'il se stabilise à son niveau constant en un temps jugé satisfaisant.

### ✓ **Stabilité :**

- La stabilité d'un système est la capacité de converger vers une valeur constante si l'entrée est constante.
- Ce système tend à revenir à son état d'équilibre permettant quand on lui applique une perturbation de courte durée.

## 4. Caractéristiques dynamiques d'un système asservi

