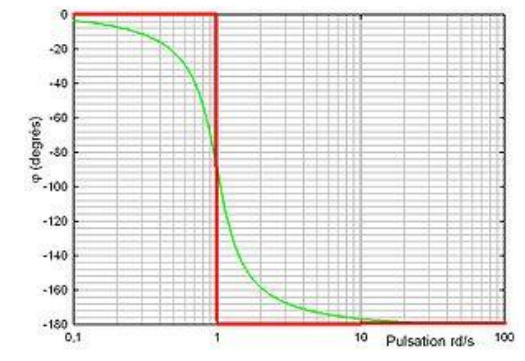
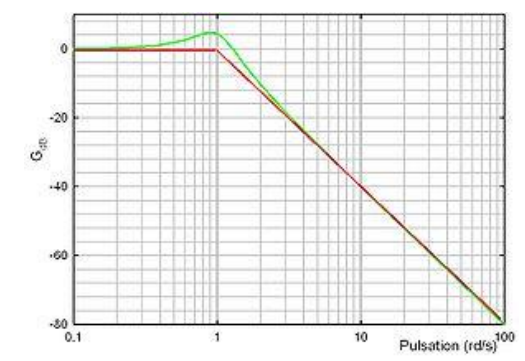
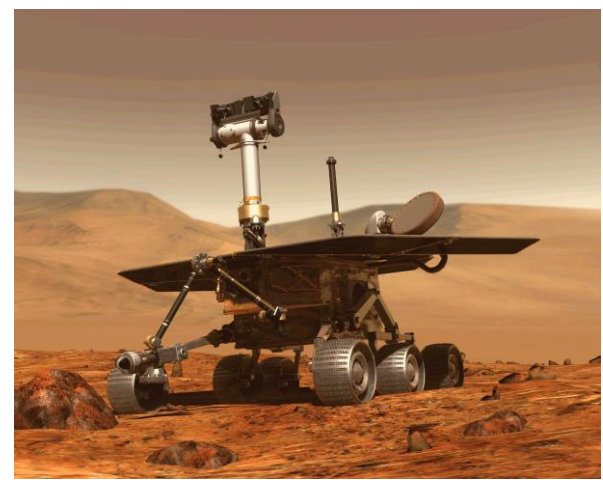
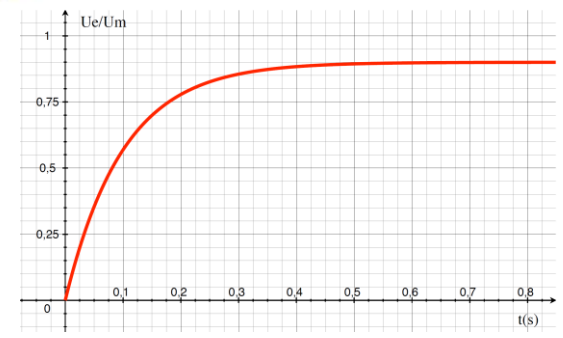
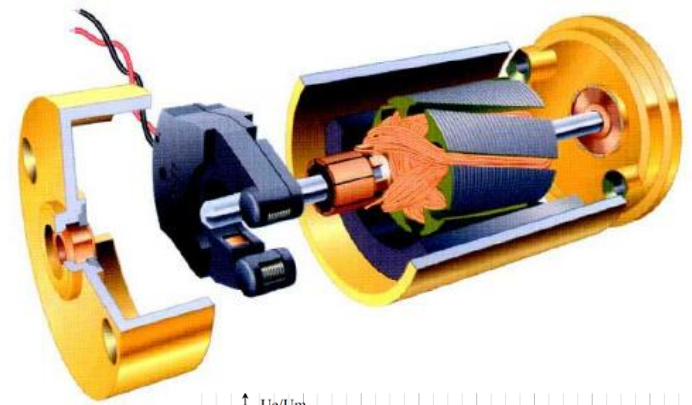
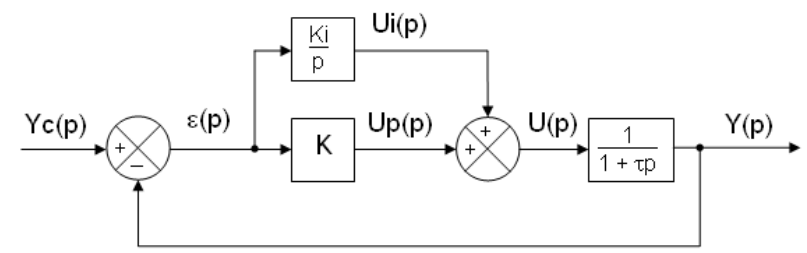


# AUTOMATIQUE



# 1\_Introduction à l'automatique

Compétences attendues :

- ✓ Identifier la structure d'un système asservi.
- ✓ Modéliser le signal d'entrée.
- ✓ Déterminer les performances d'un système asservi.
- ✓ Proposer une démarche permettant d'évaluer les performances des systèmes asservis.

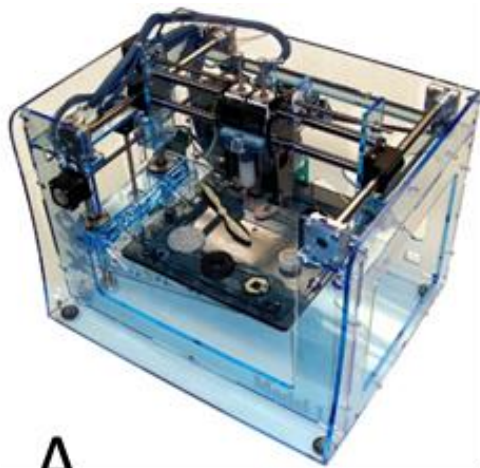
# Présentation des systèmes automatisés

## Définition d'un système automatisé :

Un **système automatisé** ou automatique est un système réalisant des opérations et pour lequel l'intervention humaine est limitée à la programmation du système et à son réglage préalable.

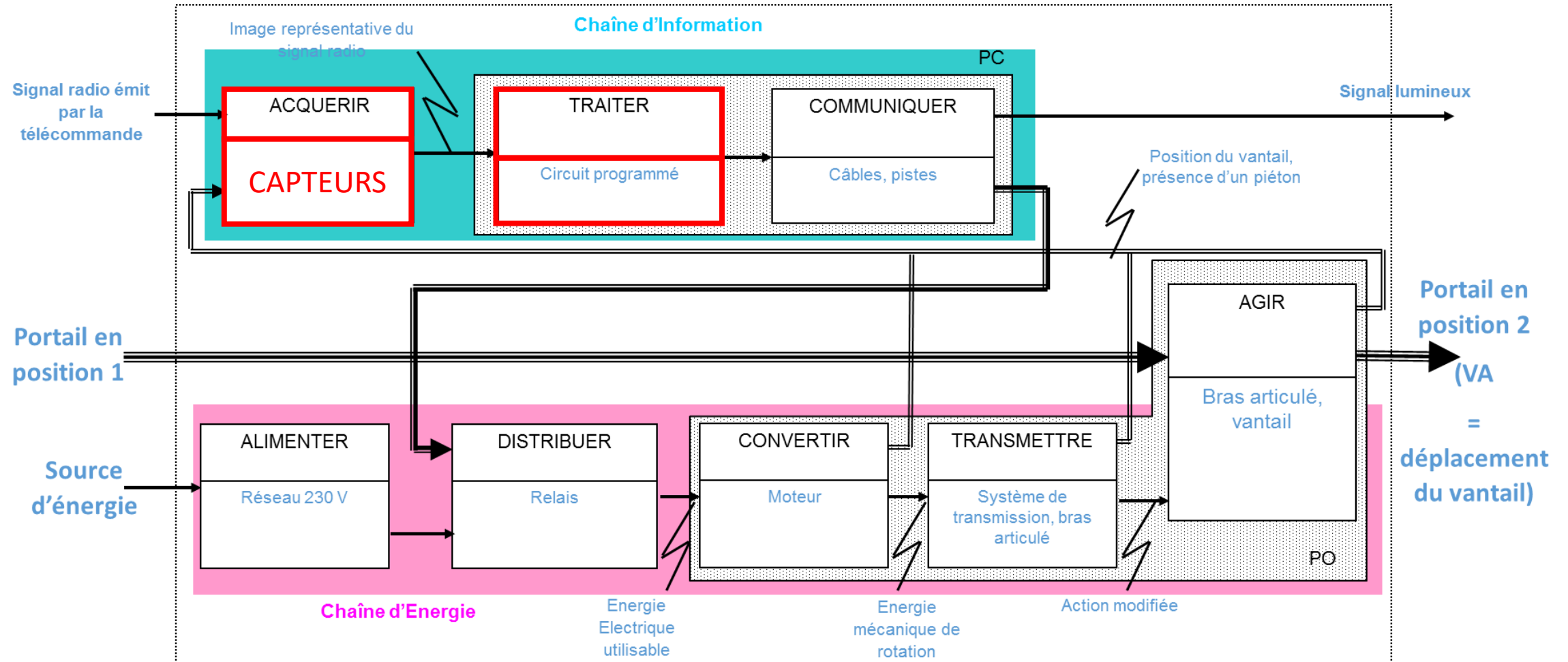
L'automatique → discipline scientifique

- caractérisation des systèmes automatisés
- choix, conception et réalisation du système de commande



# Présentation des systèmes automatisés

Les systèmes automatisés illustrent la fonction **Traiter l'information** de la chaîne d'information.



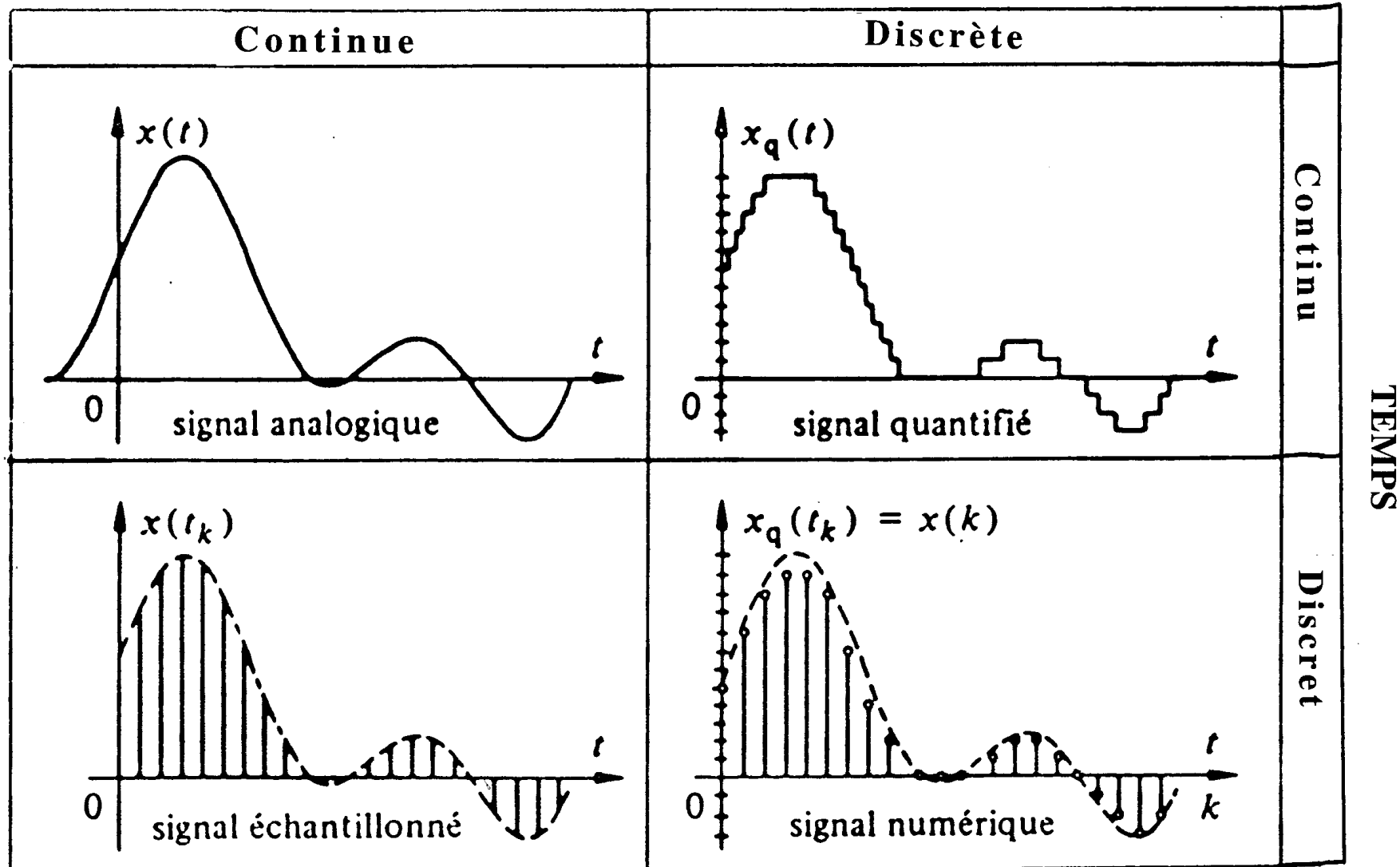
# Présentation des systèmes automatisés

Il est ainsi possible de classer les systèmes automatisés selon la nature des informations traitées :

- **les grandeurs analogiques** : valeurs réelles de manière continue dans un intervalle.
  - Infinité de valeurs pour une grandeur analogique
  - Associées à des unités (ex : 25,2°C);
  
- **les grandeurs numériques** : restreintes à ne prendre qu'un nombre fini de valeurs.
  - Systèmes logiques (**informations logiques** (0 ou 1)). On en distingue deux types :
    - **systèmes logiques combinatoires** : chaque état des données d'entrée correspond à une seule sortie, les effets disparaissant en même temps que la cause ;
    - **systèmes logiques séquentiels** : la sortie dépend des entrées **ET** des évolutions précédentes du système; une même entrée peut donc correspondre à plusieurs sorties.

# Présentation des systèmes automatisés

## AMPLITUDE



# Présentation des systèmes automatisés

## Différents types de systèmes

### 2 groupes de systèmes :

- Systèmes instantanés → sortie est directement déduite de l'entrée à un instant donné ;
- Systèmes dynamiques → sortie dépend de l'état actuel de l'entrée et des états antérieurs du système.

# Présentation des systèmes automatisés

## Systeme asservi

### Définition d'un système asservi :

Un **système asservi** est un **système automatisé bouclé**, c'est-à-dire un système pour lequel on asservit la valeur de la sortie à la valeur de la consigne.



# Présentation des systèmes automatisés

## Systeme asservi

### Structure

Les systèmes asservis possèdent une boucle de retour qui permet d'**élaborer la commande du système en connaissant l'état de la sortie à l'instant  $t$** , généralement par l'intermédiaire de capteurs.

Pour élaborer cette consigne de commande, on va le plus souvent **comparer** la sortie à la consigne actuelle (mesurer **l'écart** entre les deux valeurs), puis construire une consigne adaptée à cette situation.

# Présentation des systèmes automatisés

Systeme asservi

Structure

VIDEO de ROBOT DE TRI DE TRUFFES EN CHOCOLAT



# Présentation des systèmes automatisés

## Système asservi

### Structure

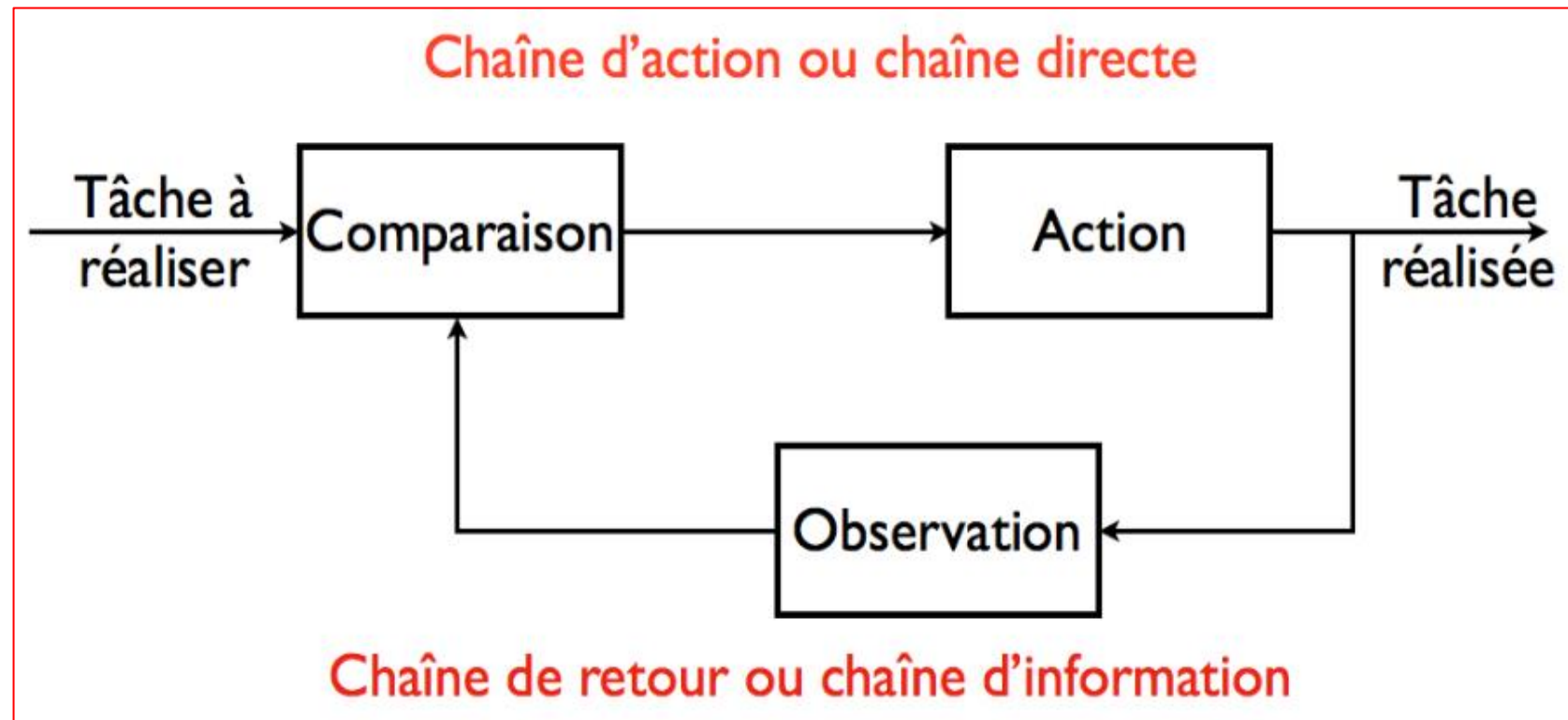
Système automatisé de fabrication de gâteaux japonais



# Présentation des systèmes automatisés

## Systeme asservi

### Structure



En opposition au système asservi, un système sans boucle de retour est appelé système à **commande en chaîne directe**.

# Présentation des systèmes automatisés

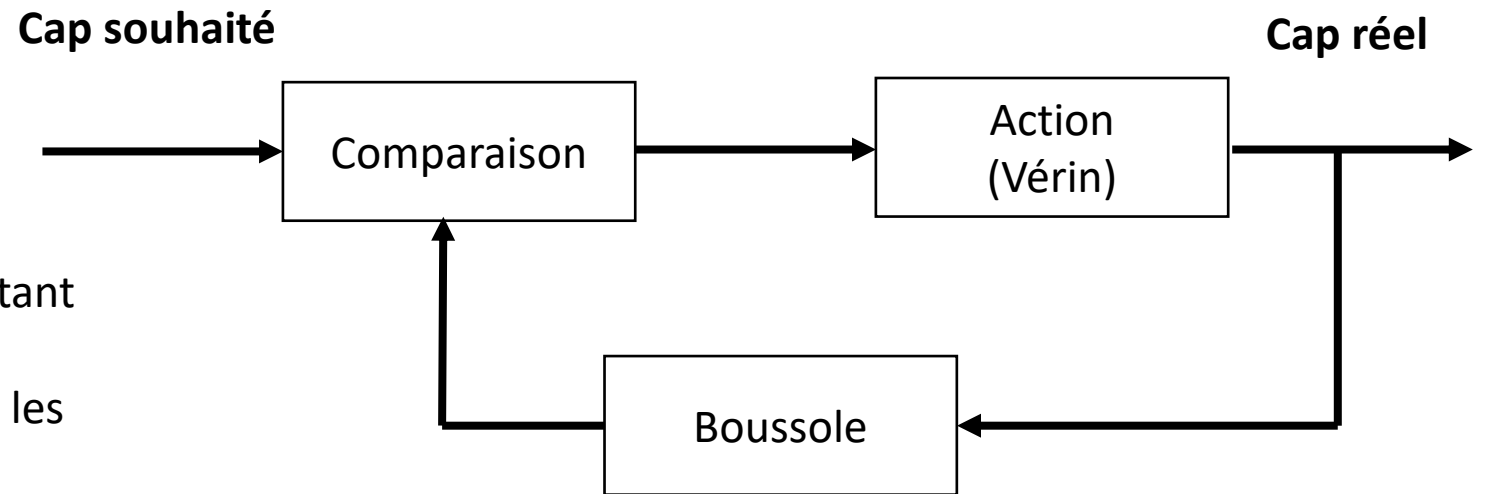
## Système asservi

### Structure

#### Exemple : Pilote automatique de bateau

Le pilote automatique est un dispositif permettant d'actionner la barre d'un bateau de façon à lui permettre de suivre un cap, quelles que soient les **perturbations** dues aux vagues, aux courants.

Les **actions** sur la barre sont issues du traitement algorithmique effectué par la carte électronique comparant les informations de cap choisi et de cap réel (observation/boussole). Ces actions sont exercées par un autre élément du pilote appelé actionneur (vérin).

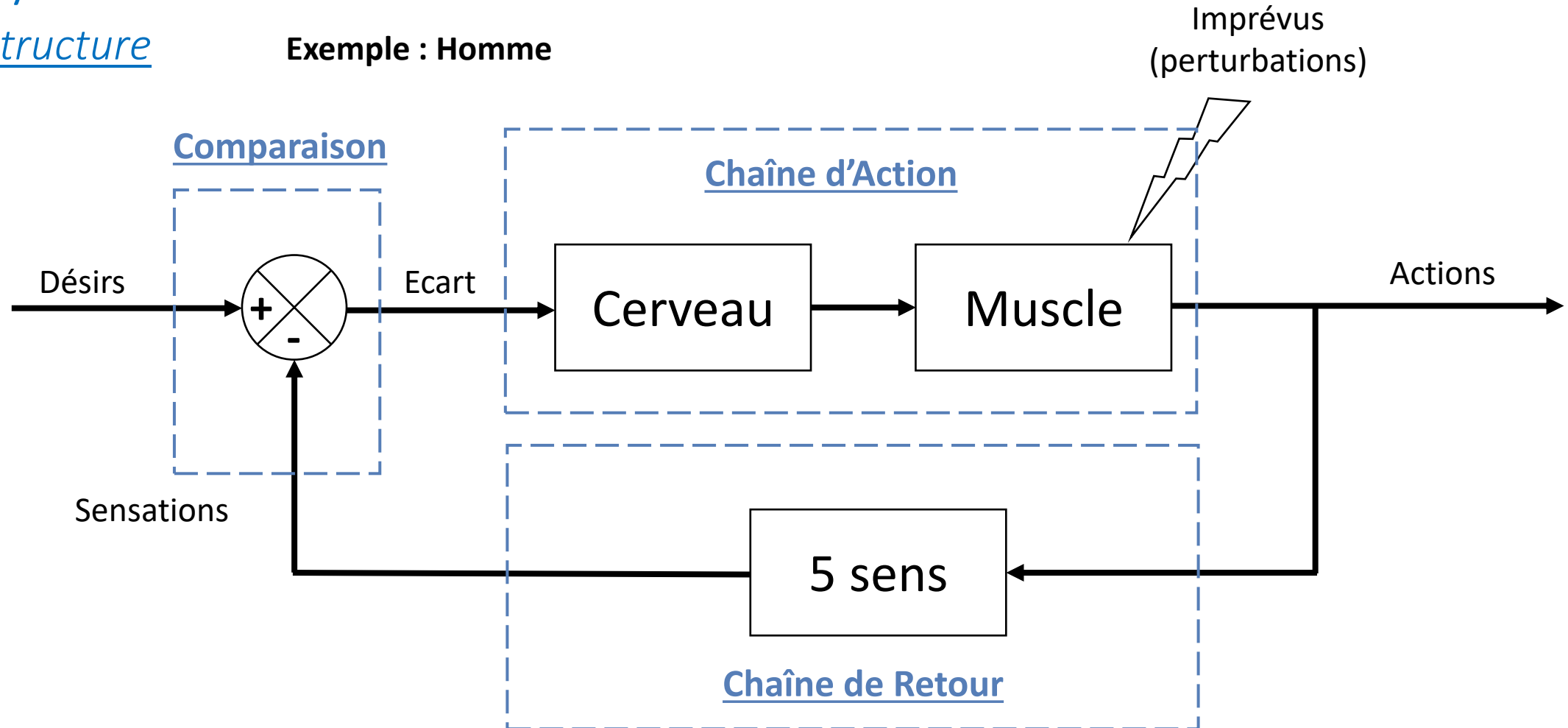


# Présentation des systèmes automatisés

## Systeme asservi

### Structure

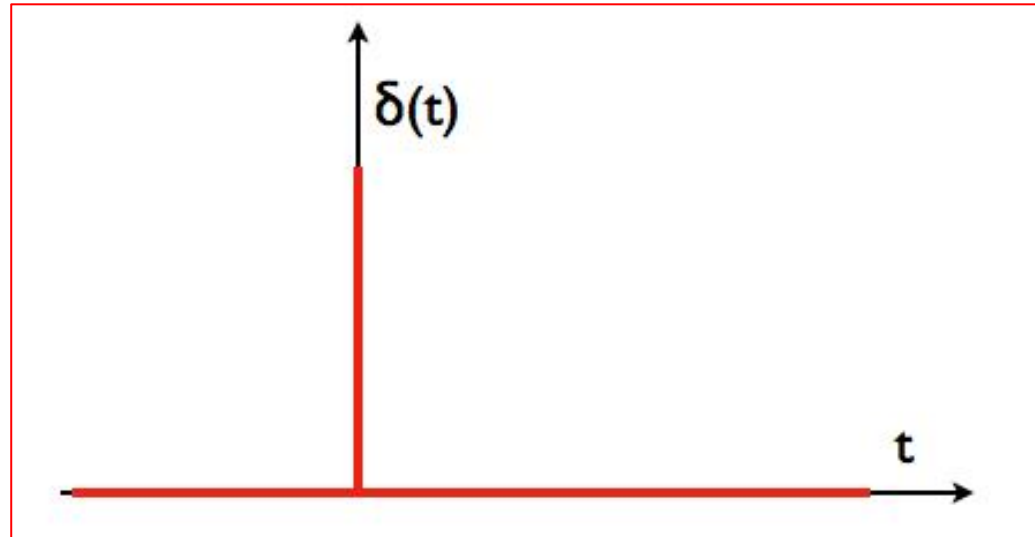
Exemple : Homme



# Signaux d'entrée usuels

## Impulsion DIRAC

Ce signal est aussi appelé **impulsion unité**. Il est noté  $\delta(t)$  et est défini par :  $\forall t \neq 0, \delta(t) = 0$ .

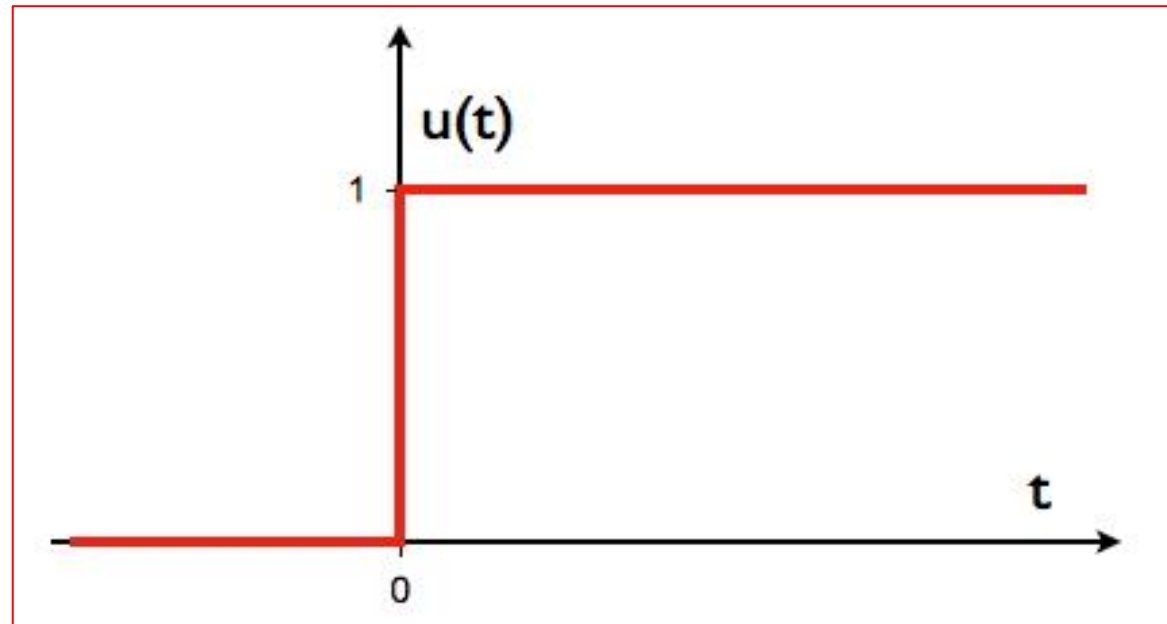


**Définition** : La réponse à une **impulsion de Dirac** est appelée **réponse impulsionnelle**.

# Signaux d'entrée usuels

## Echelon unité

L'échelon unité est défini par :  $\forall t < 0, u(t) = 0$  et  $\forall t \geq 0, u(t) = 1$ .



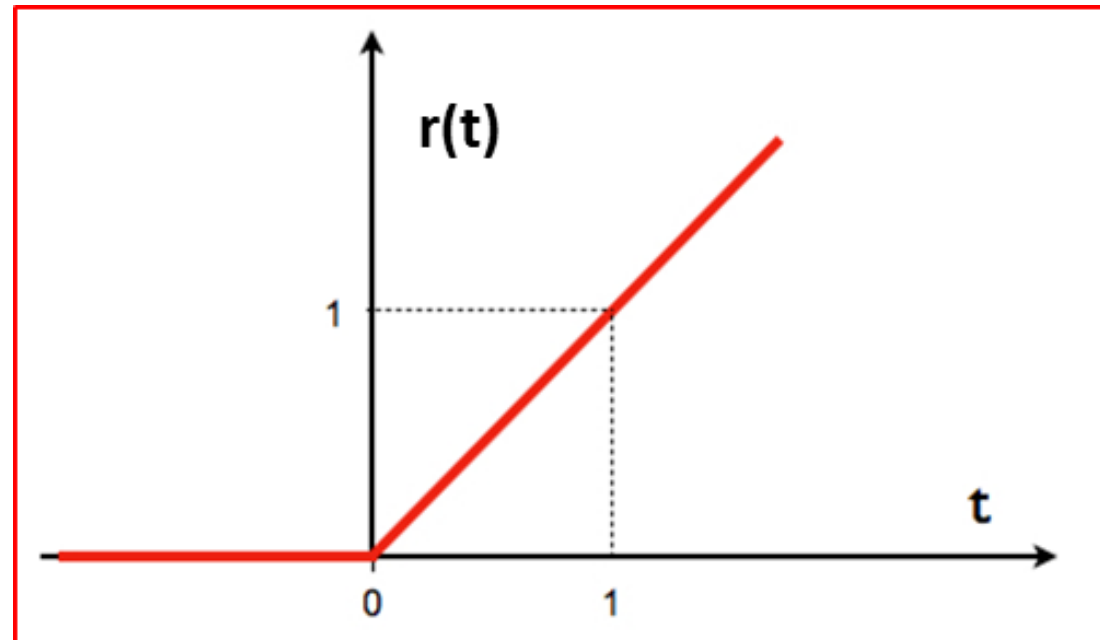
**Définition** : La réponse à un **échelon unité** est appelée **réponse indicielle**.



# Signaux d'entrée usuels

## Rampe de pente unitaire

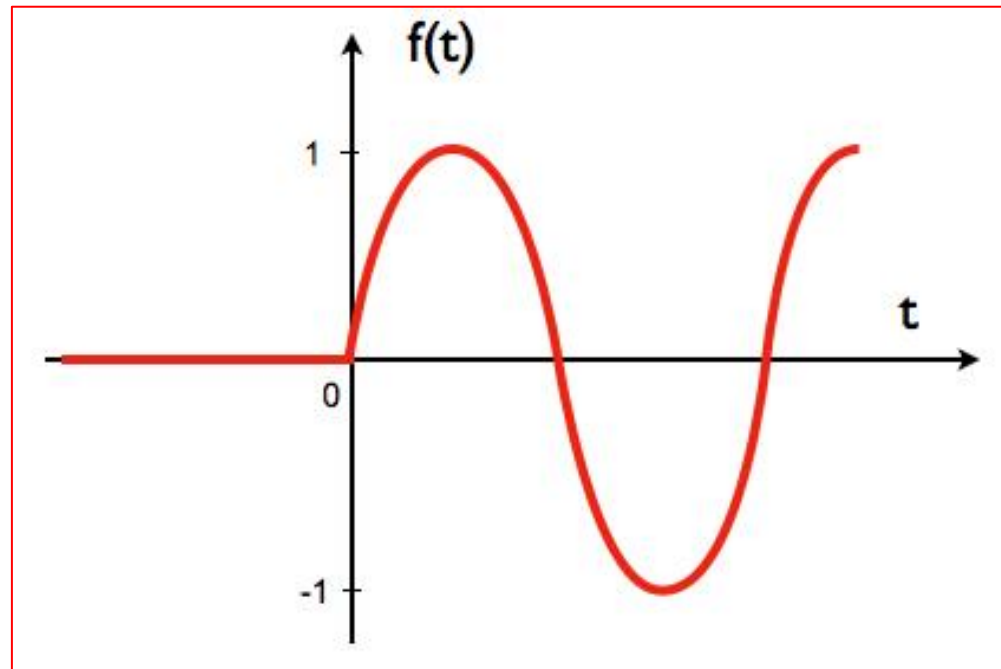
La rampe de pente unitaire est définie par :  $\forall t < 0, r(t) = 0$  et  $\forall t \geq 0, r(t) = t$ .



# Signaux d'entrée usuels

## Fonction sinusoidale

$\forall t \in \mathbb{R}, f(t) = u(t) \cdot \sin(\omega t)$  où  $u(t)$  est la fonction échelon.



# Signaux d'entrée usuels

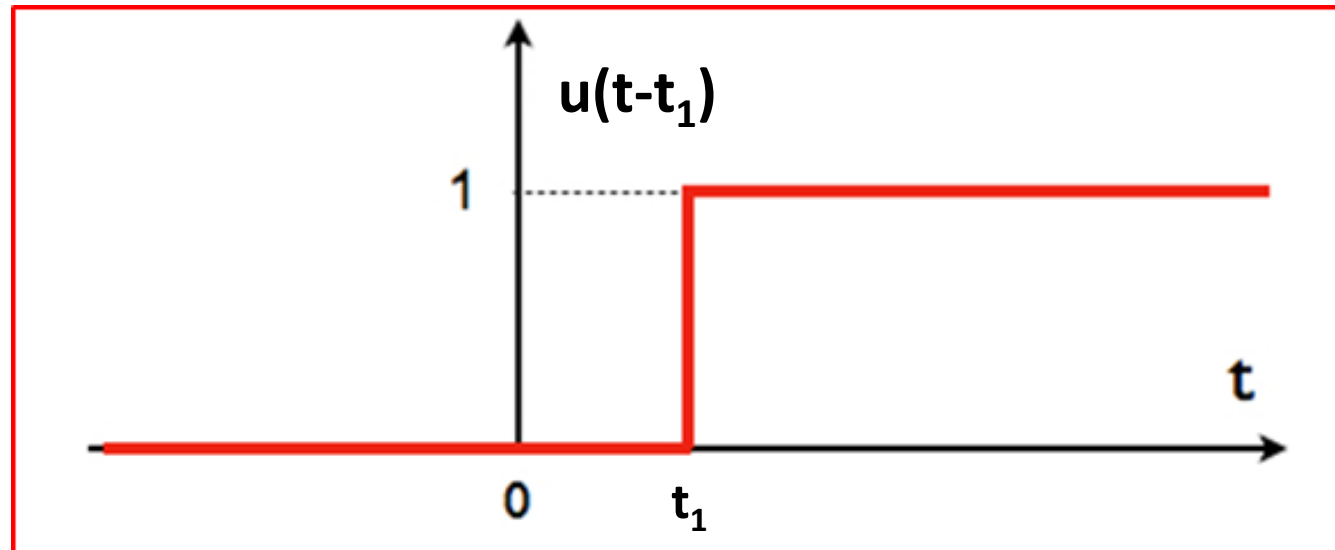
## Remarques :

- Pour  $t$  négatifs  $\rightarrow$  tous les signaux seront considérés à valeur nulle.
- Tout signal nul pour un temps négatif =  $\sum$  signaux élémentaires (fonctions échelon).

# Signaux d'entrée usuels

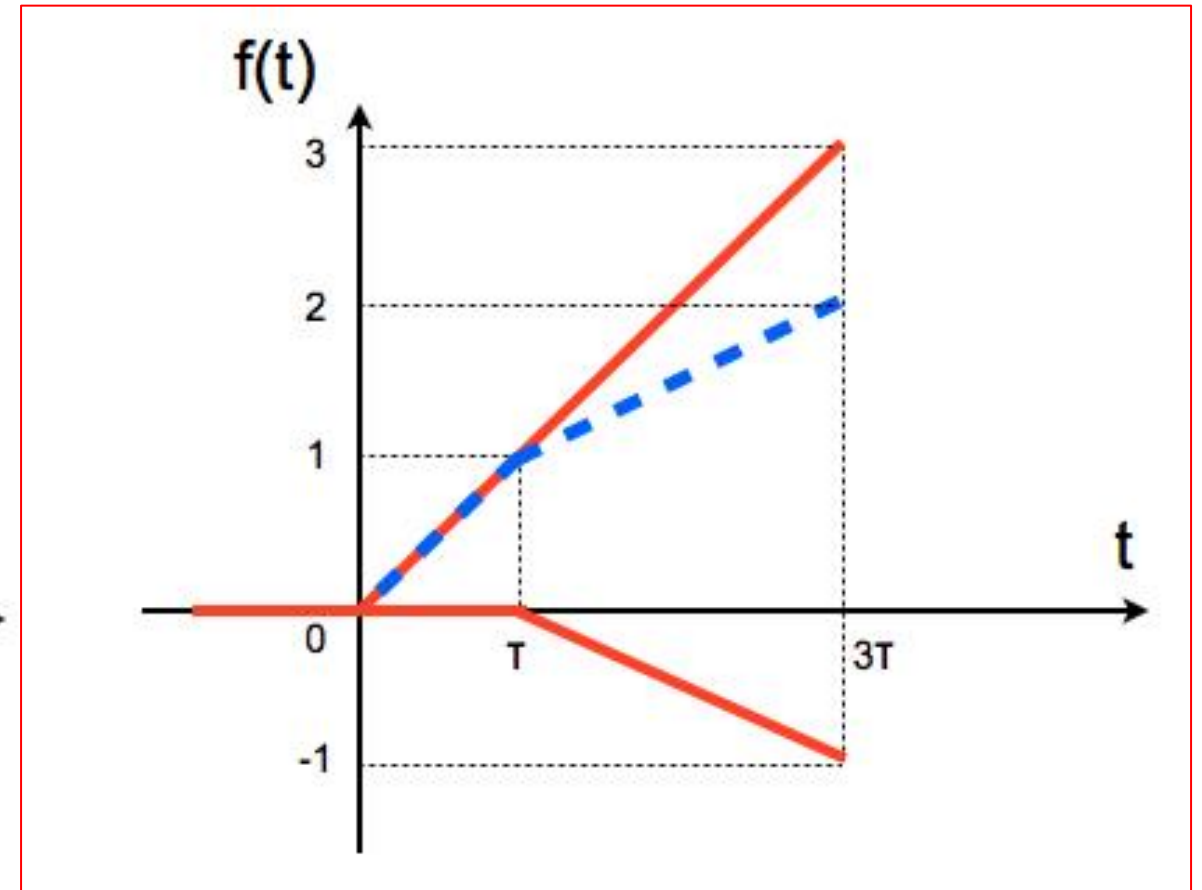
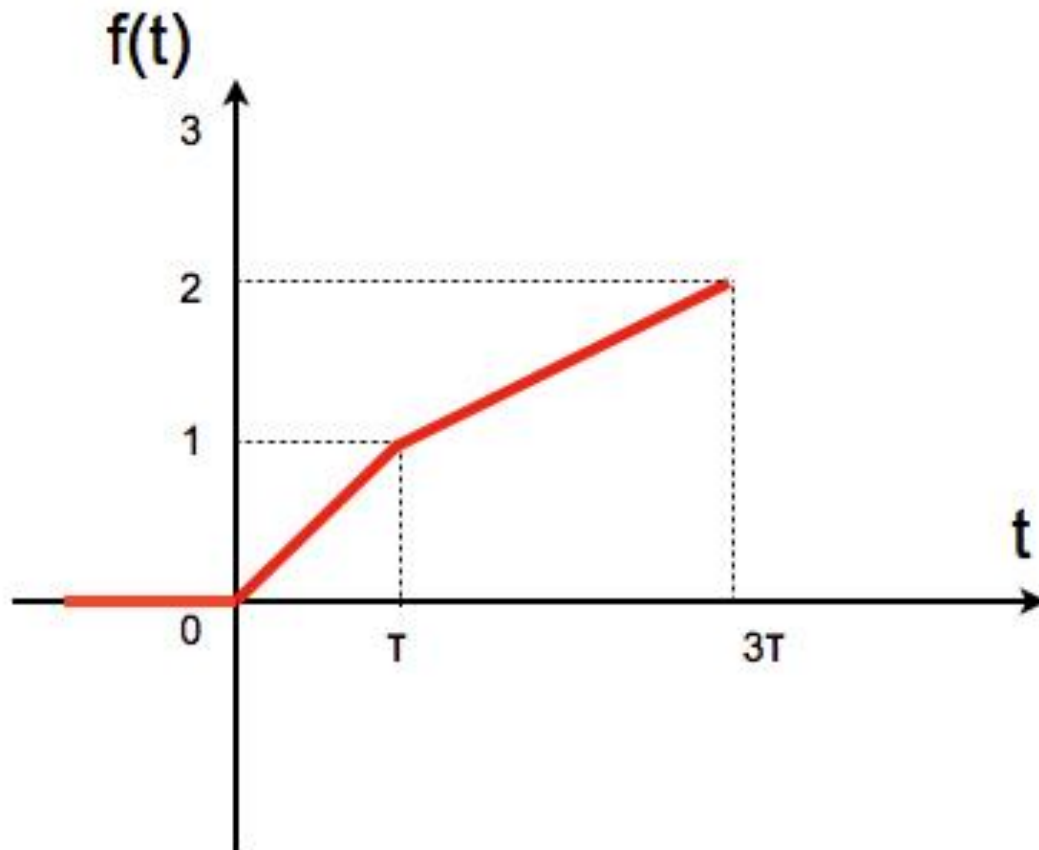
## Signaux complexes

### Fonction retard



# Signaux d'entrée usuels

## Signaux complexes



# Critères de performance d'un système asservi

Réponse donnée par le système aux différentes sollicitations → Satisfaire les critères du CdCF.

Pour un système asservi, on utilise 4 critères :

- **Rapidité**
- **Précision**
- **Stabilité**
- **Amortissement**

# Critères de performance d'un système asservi



# Critères de performance d'un système asservi

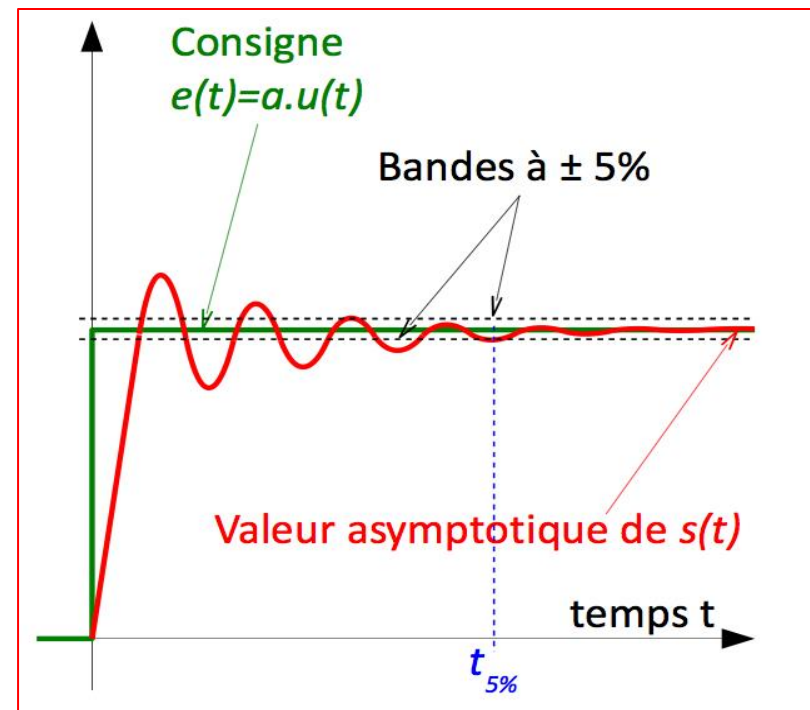
## Rapidité d'un système

### Définition de la rapidité :

La **rapidité** d'un système est le **temps que met celui-ci à réagir** à une variation brusque de la grandeur d'entrée.

Valeur finale  $\rightarrow$  atteinte de manière asymptotique (voire oscillante)  $\rightarrow$  critère d'évaluation de la rapidité d'un système  
 $\rightarrow$  temps de réponse à n%.

**Attention :** Il faut prendre la bande à  $\pm 5\%$  par rapport à la valeur finale du signal de sortie ( $s_\infty$ ) et non par rapport à la consigne d'entrée !





# Critères de performance d'un système asservi

## Précision d'un système

### Définition de la précision :

La **précision** qualifie l'**aptitude** du système à atteindre la **valeur visée**. Elle est caractérisée par l'**écart** entre la consigne et la valeur effectivement atteinte par la grandeur de sortie.

Ecart éventuel → même unité que la grandeur de sortie

2 types de précision :

- **Précision statique**
- **Précision dynamique**

# Critères de performance d'un système asservi

## Précision d'un système

Vidéo USINAGE

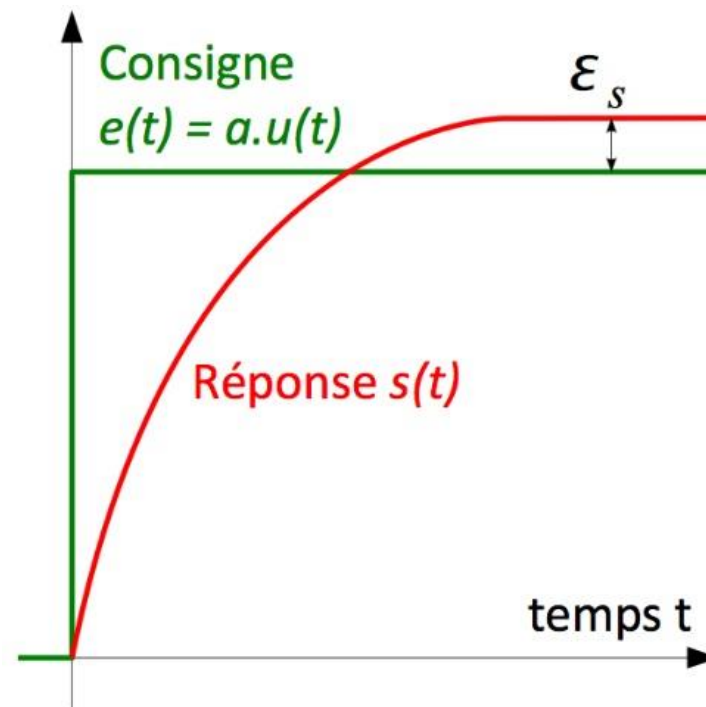


# Critères de performance d'un système asservi

## Précision d'un système – Ecart statique

On définit alors l'écart statique  $\varepsilon_s$  comme l'écart entre la consigne fixe  $E_0$  et la réponse  $s(t)$  en régime permanent.

$$\varepsilon_s = \lim_{t \rightarrow +\infty} (e(t) - s(t)) = \lim_{t \rightarrow +\infty} (E_0 \cdot u(t) - s(t))$$

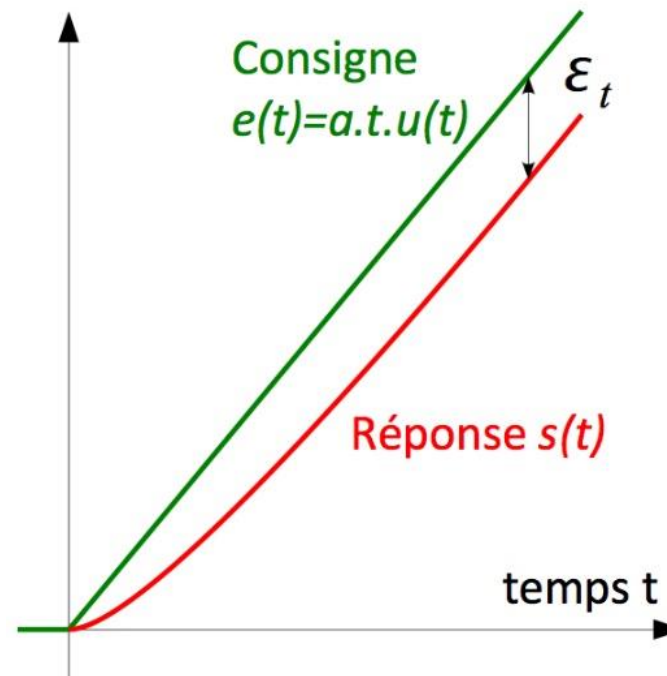


# Critères de performance d'un système asservi

## Précision d'un système – Ecart dynamique

L'écart dynamique (écart (erreur) de trainage ou écart (erreur) de poursuite) → différence entre la consigne *variable* et la réponse en régime permanent.

$$\varepsilon_t = \lim_{t \rightarrow +\infty} (e(t) - s(t))$$



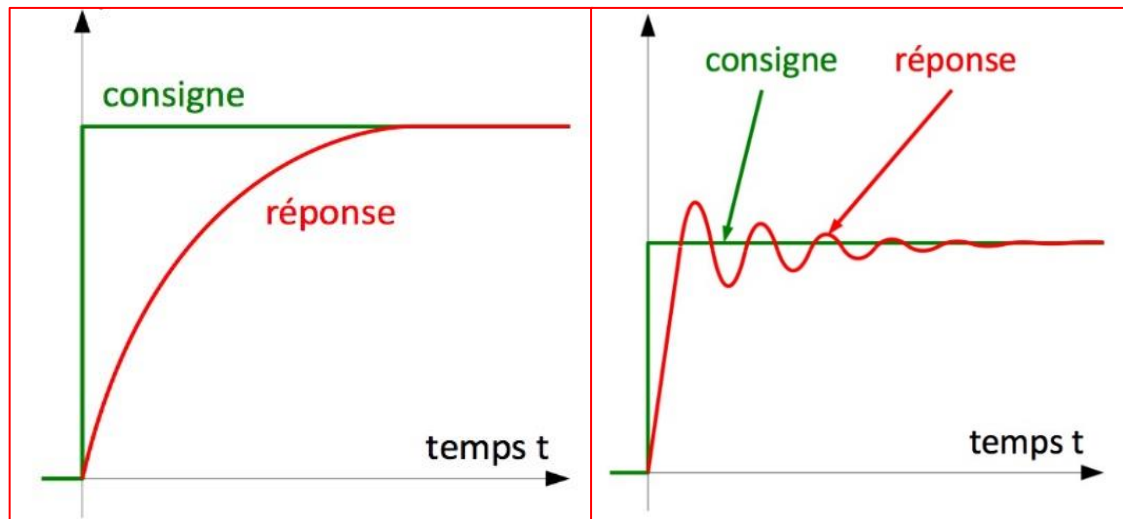
# Critères de performance d'un système asservi

## Stabilité d'un système

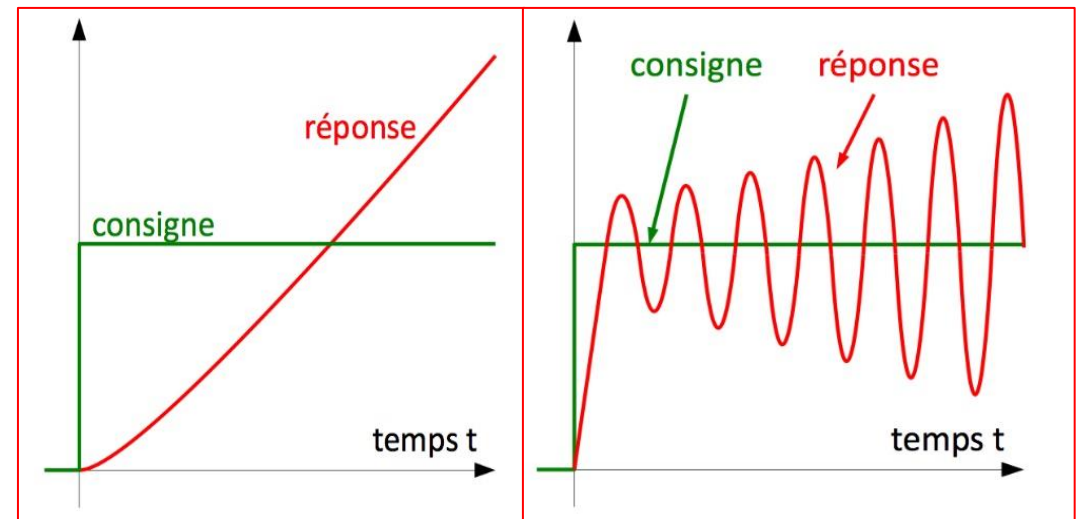
### Définition de la stabilité :

Un système est stable, si, à une entrée bornée, correspond une sortie bornée.

#### Exemples de systèmes stables :



#### Exemples de systèmes instables :



Remarque : Le bouclage peut déstabiliser un système.

# Critères de performance d'un système asservi

## Stabilité d'un système

Exemple de système instable :

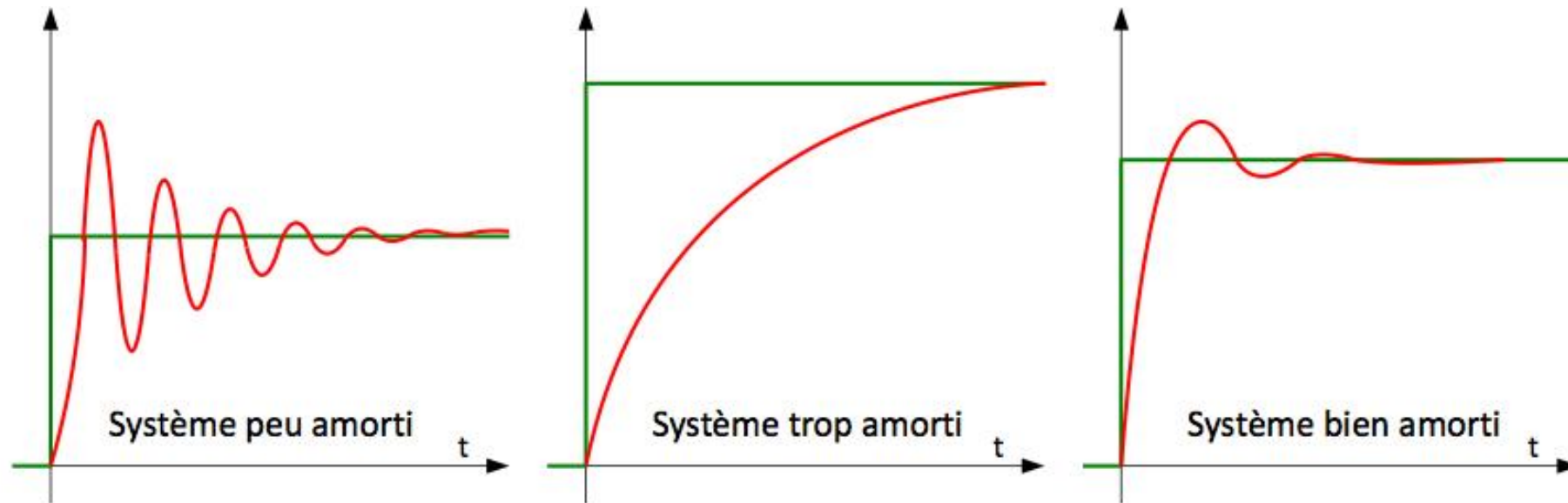


# Critères de performance d'un système asservi

## Amortissement d'un système

Amortissement  $\rightarrow$  rapport entre les amplitudes successives des oscillations de la sortie

Plus ces oscillations s'atténuent rapidement, plus le système est amorti.



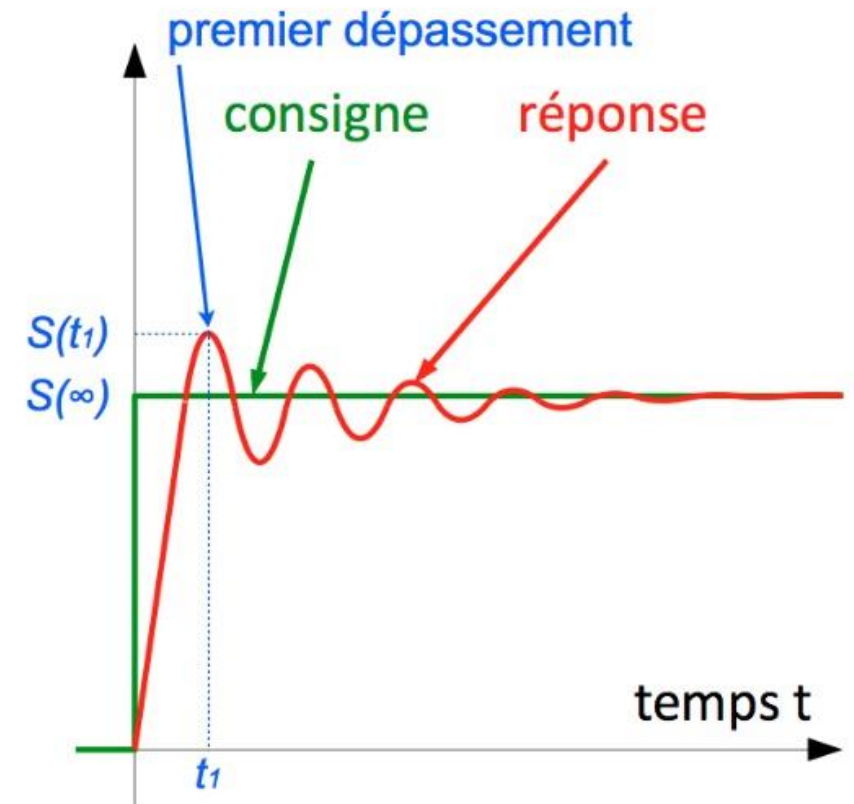
# Critères de performance d'un système asservi

## Amortissement d'un système

Caractérisation de l'amortissement → 2 critères :

- **taux de dépassement** (en pourcentage) = amplitude maximale des oscillations

$$D_1 \% = \left| \frac{s(t_1) - s_\infty}{s_\infty} \right|$$



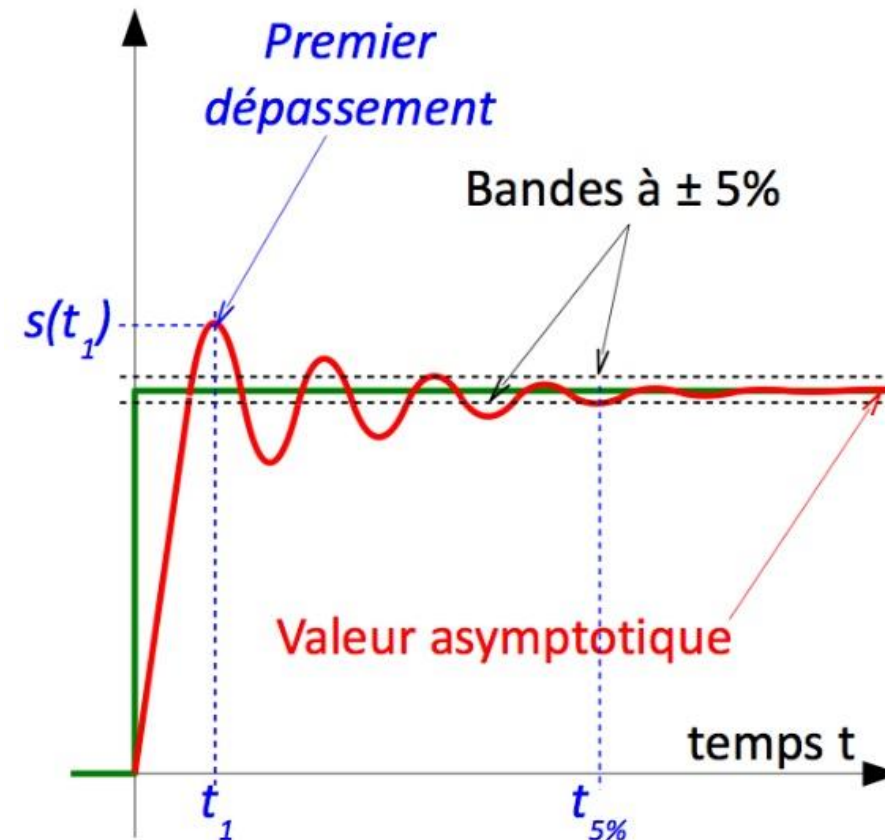


# Critères de performance d'un système asservi

## Amortissement d'un système

- **temps de réponse à 5%** = temps de stabilisation du système.

**Attention :** Il faut prendre la bande à  $\pm 5\%$  par rapport à la valeur finale du signal de sortie ( $s_\infty$ ) et non par rapport à la consigne d'entrée !



# Critères de performance d'un système asservi

## Amortissement d'un système

