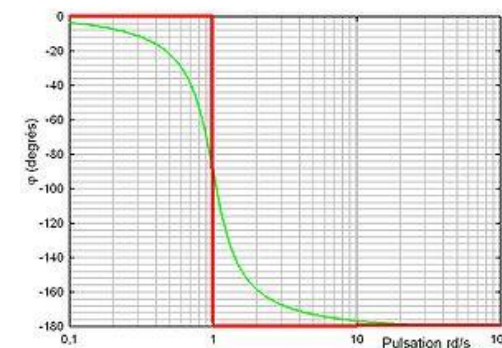
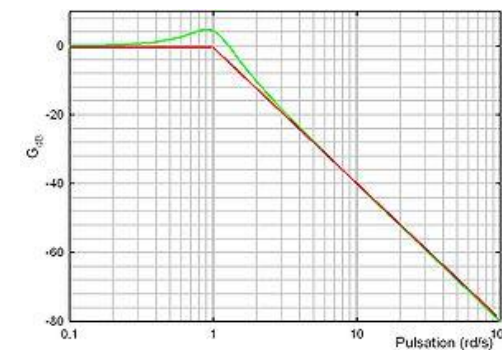
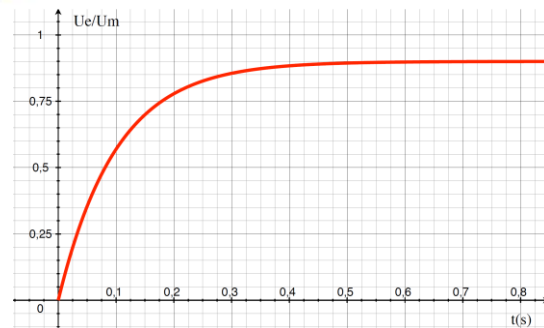
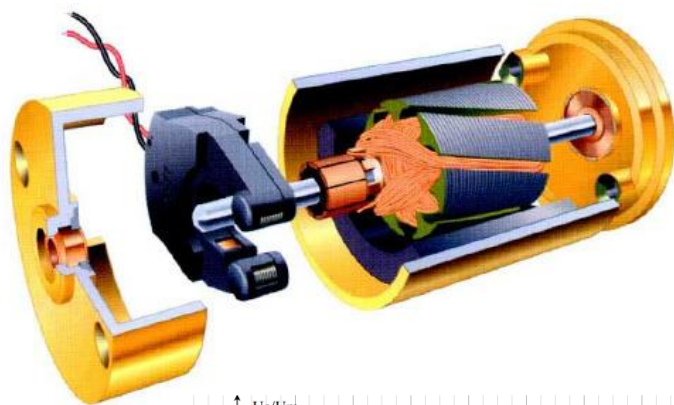
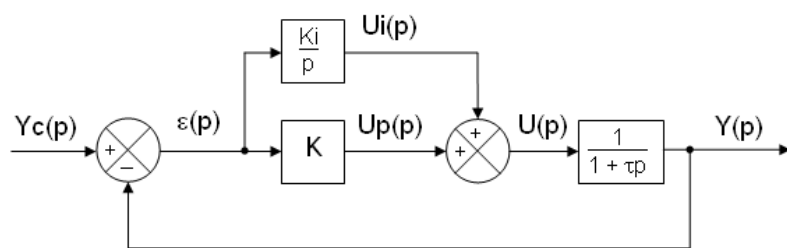


AUTOMATIQUE



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.

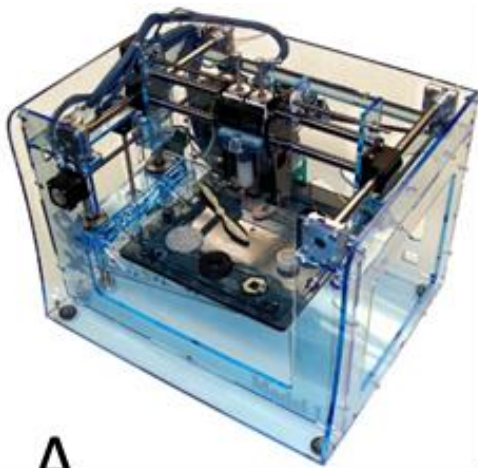
Présentation des systèmes automatisés

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.

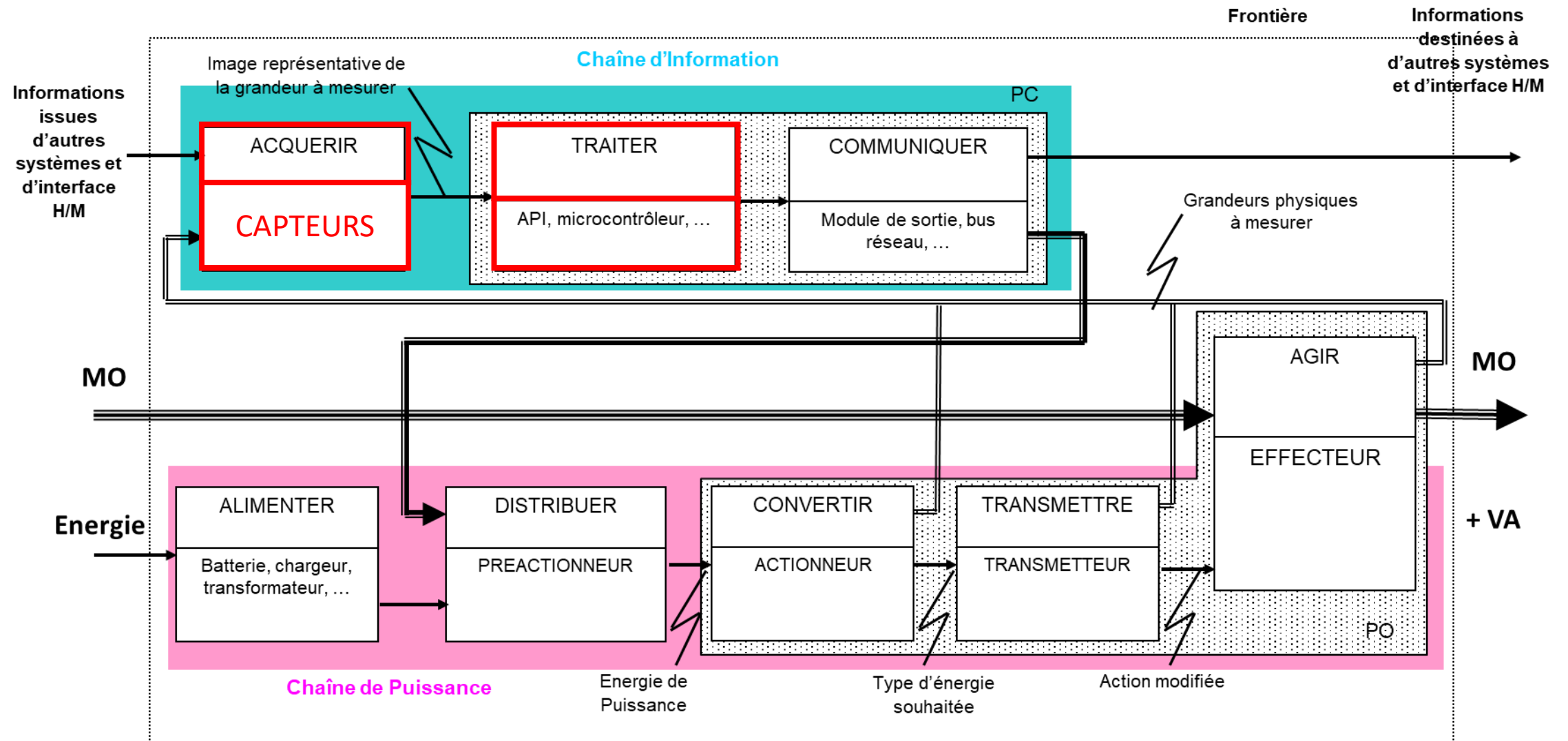
L'automatique → discipline scientifique

- 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.



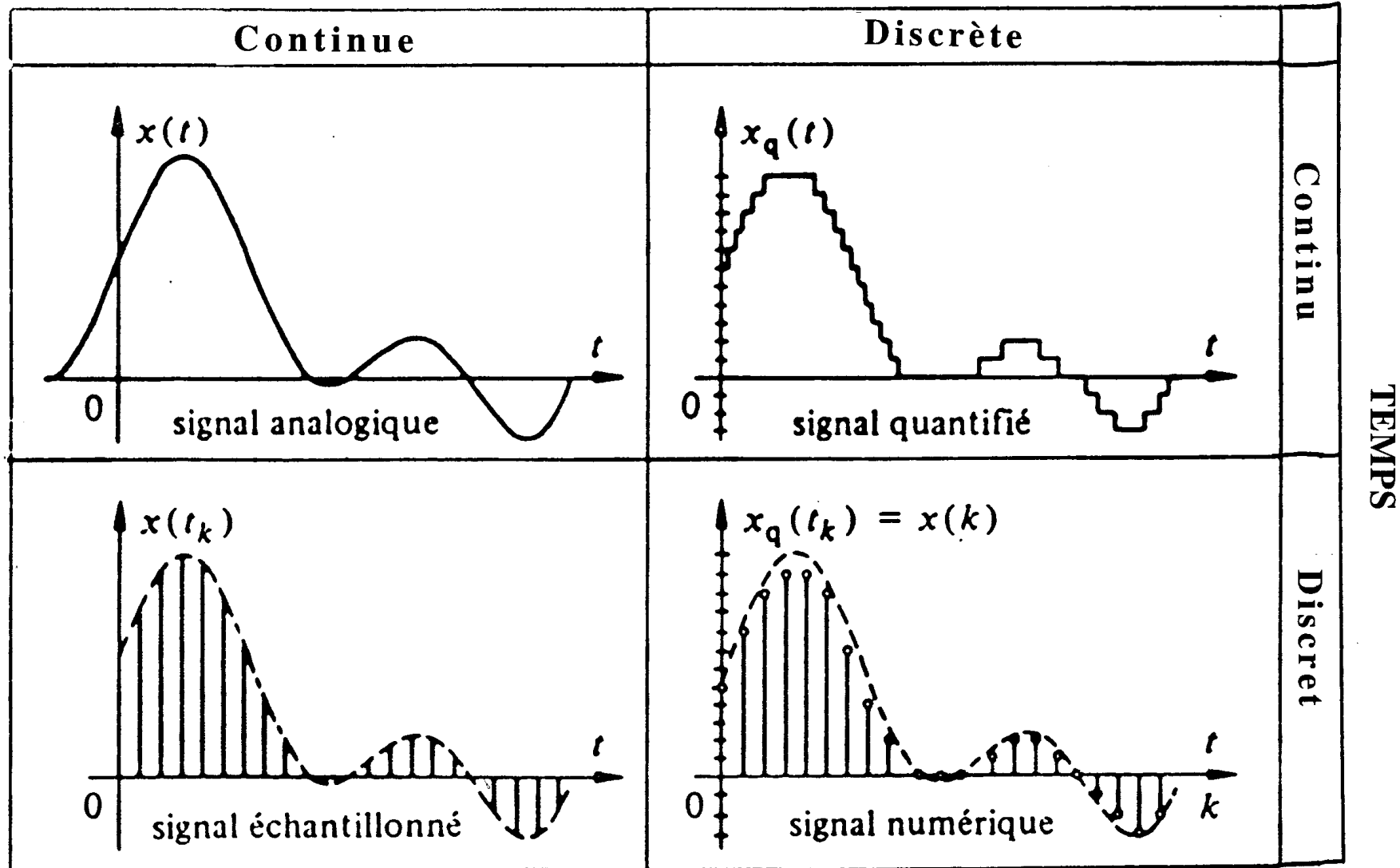
Présentation des systèmes automatisés

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

Système 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

Système asservi

Structure

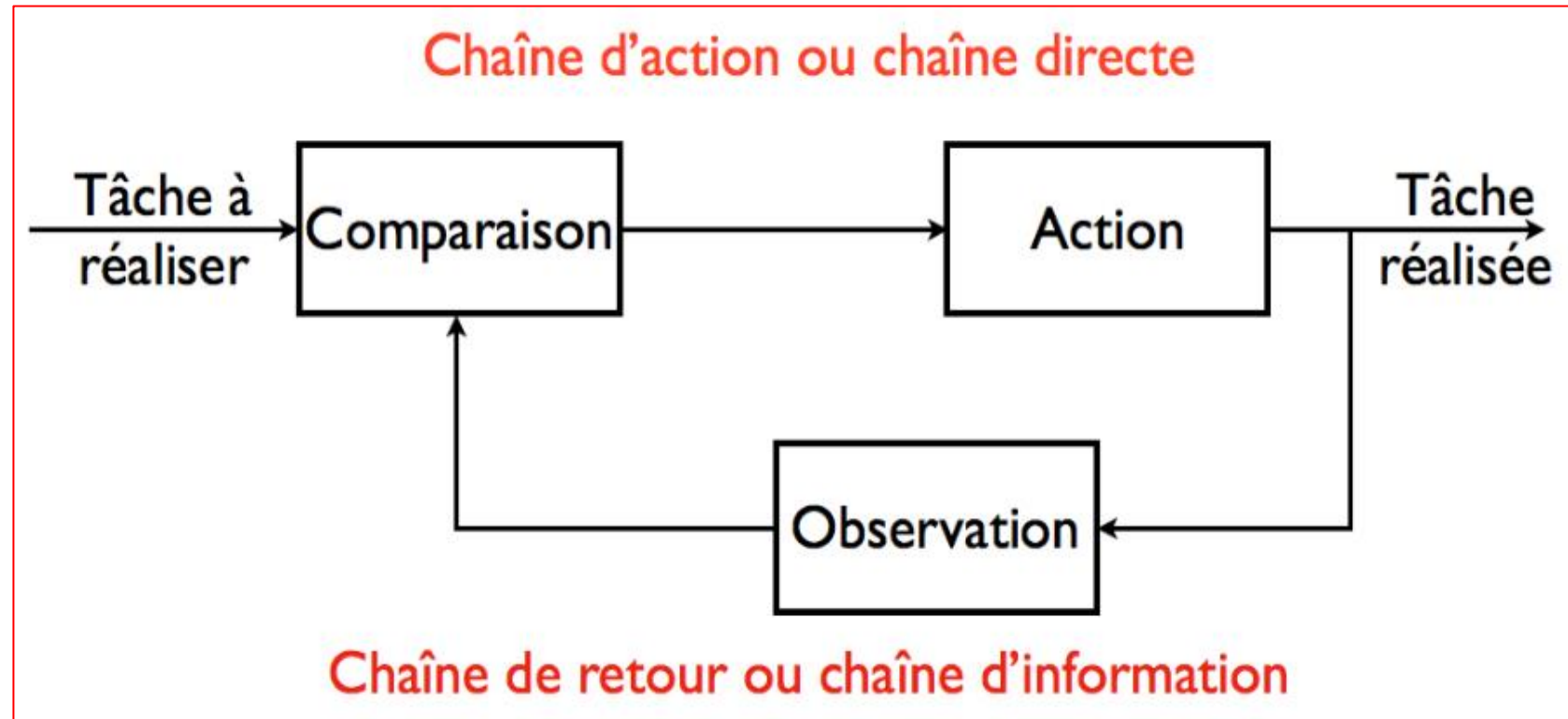
Les systèmes asservis possèdent une boucle de retour qui permet d'**élaborer la commande du système en connaissant l'état de la sortie à l'instant t** , généralement par l'intermédiaire de capteurs.

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

Système 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

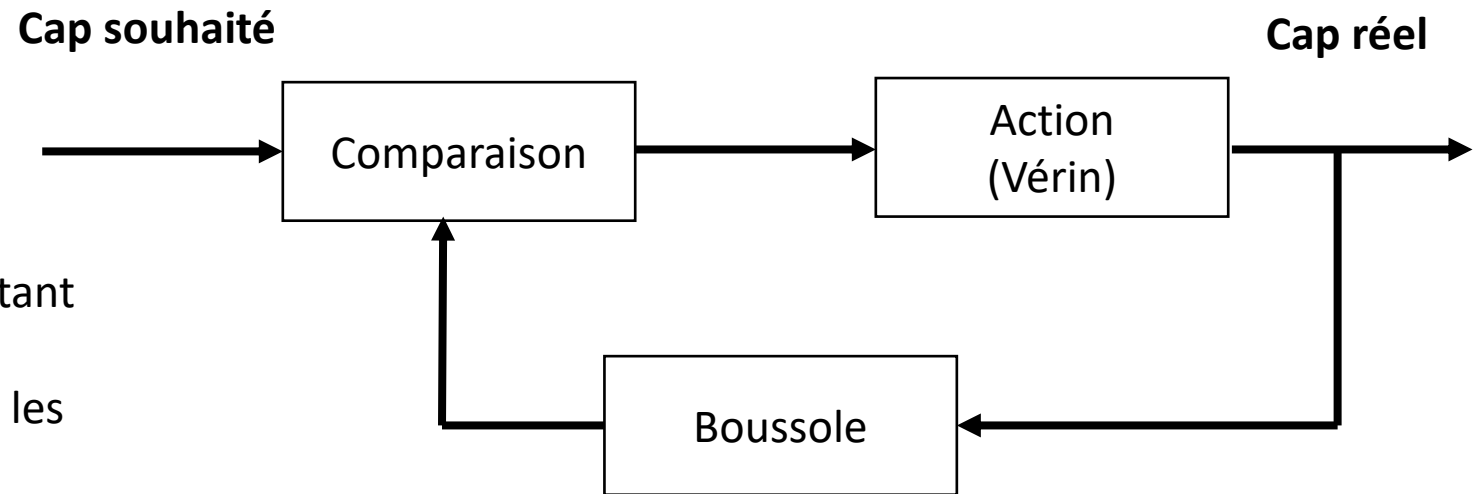
Système asservi

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).

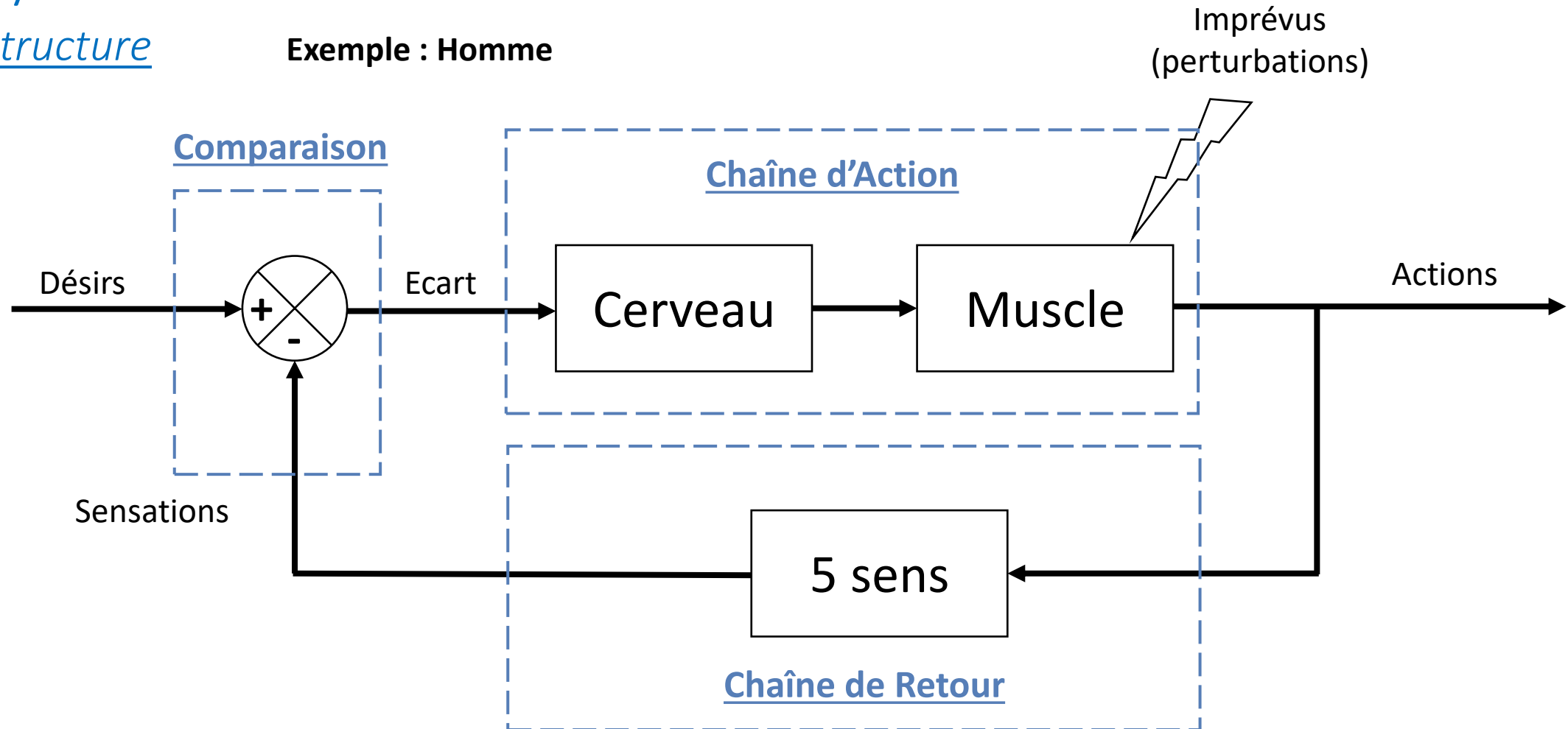


Présentation des systèmes automatisés

Systeme asservi

Structure

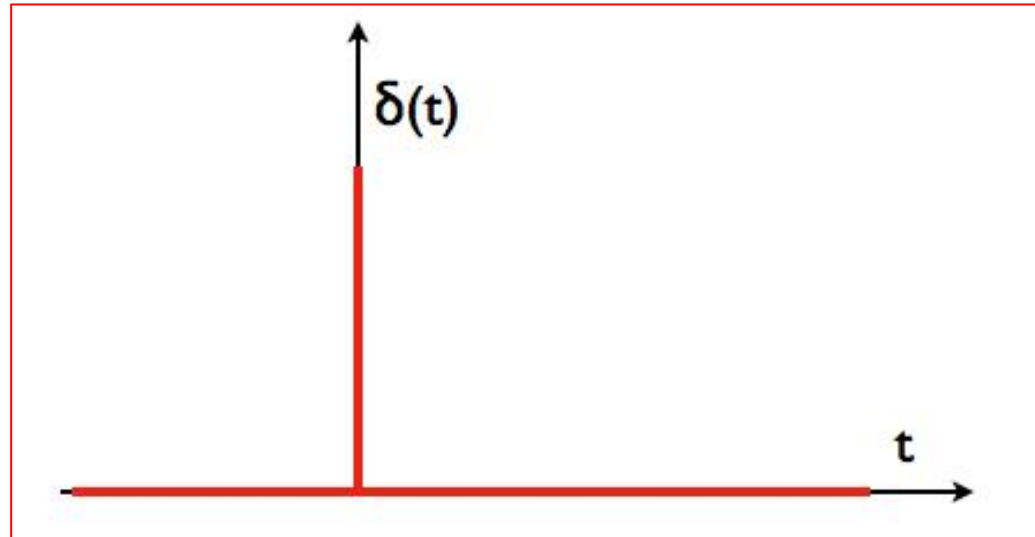
Exemple : Homme



Signaux d'entrée usuels

Impulsion DIRAC

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

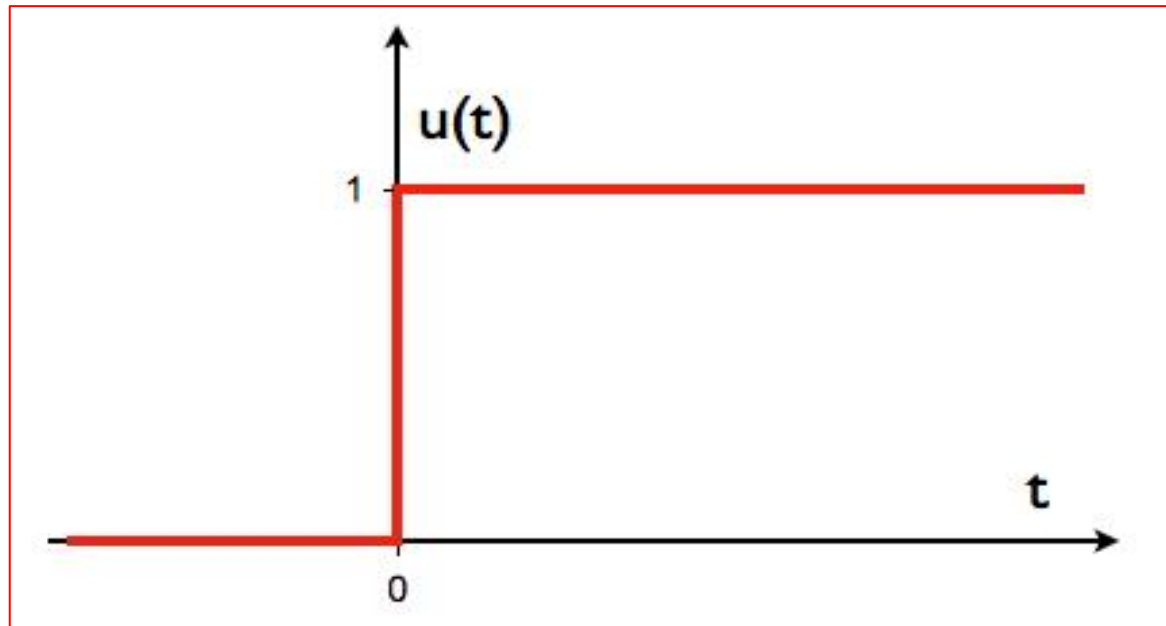


Définition : La réponse à une **impulsion de Dirac** est appelée **réponse impulsionnelle**.

Signaux d'entrée usuels

Echelon unité

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

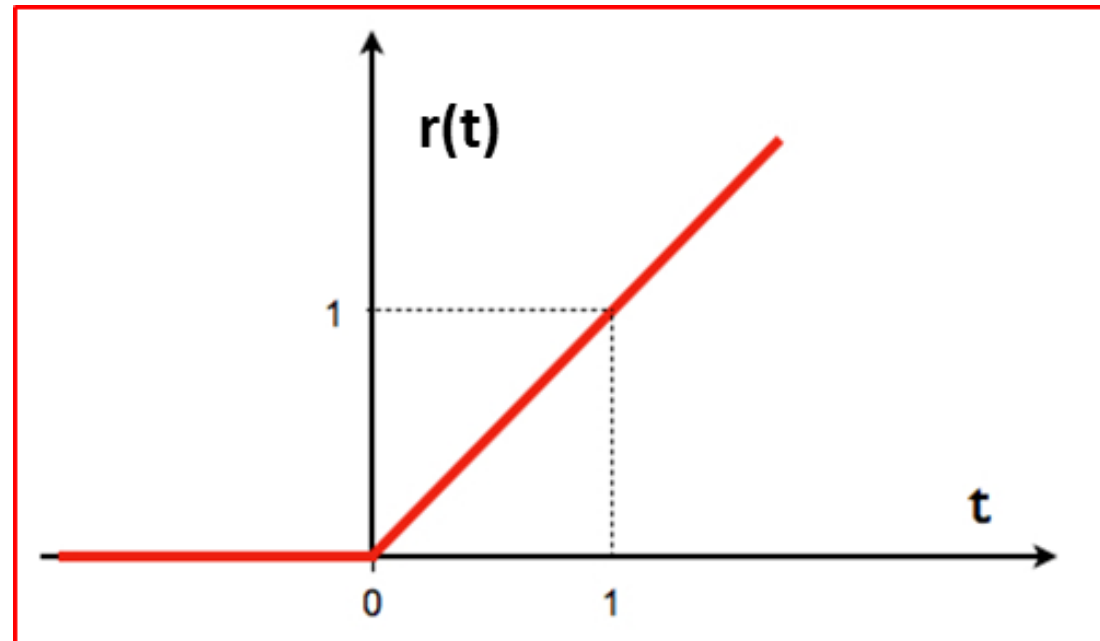


Définition : La réponse à un **échelon unité** est appelée **réponse indicielle**.

Signaux d'entrée usuels

Rampe de pente unitaire

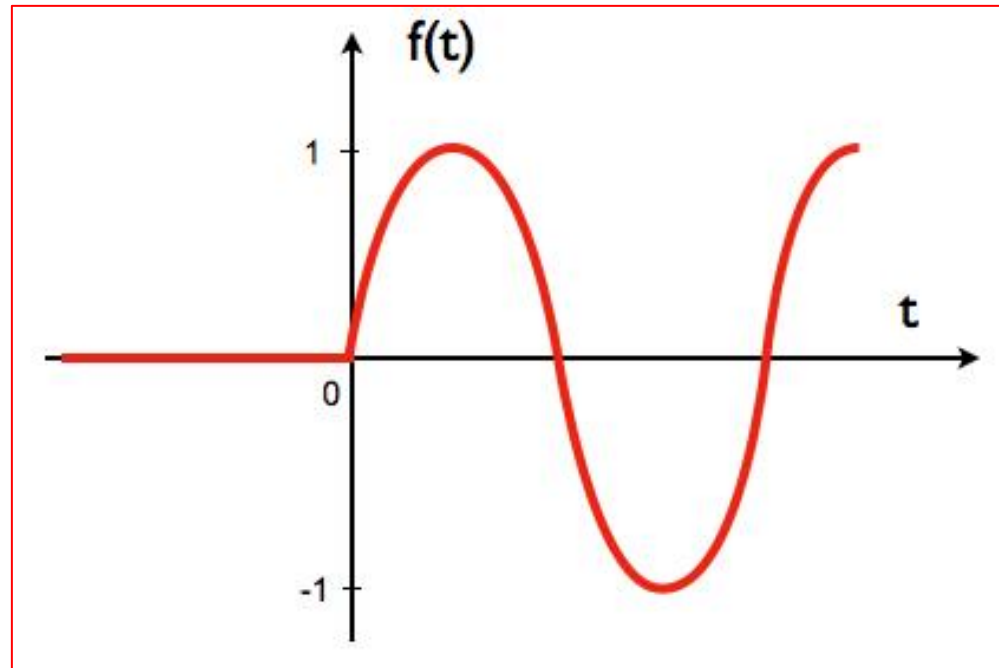
La rampe de pente unitaire est définie par : $\forall t < 0, r(t) = 0$ et $\forall t \geq 0, r(t) = t$.



Signaux d'entrée usuels

Fonction sinusoïdale

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



Signaux d'entrée usuels

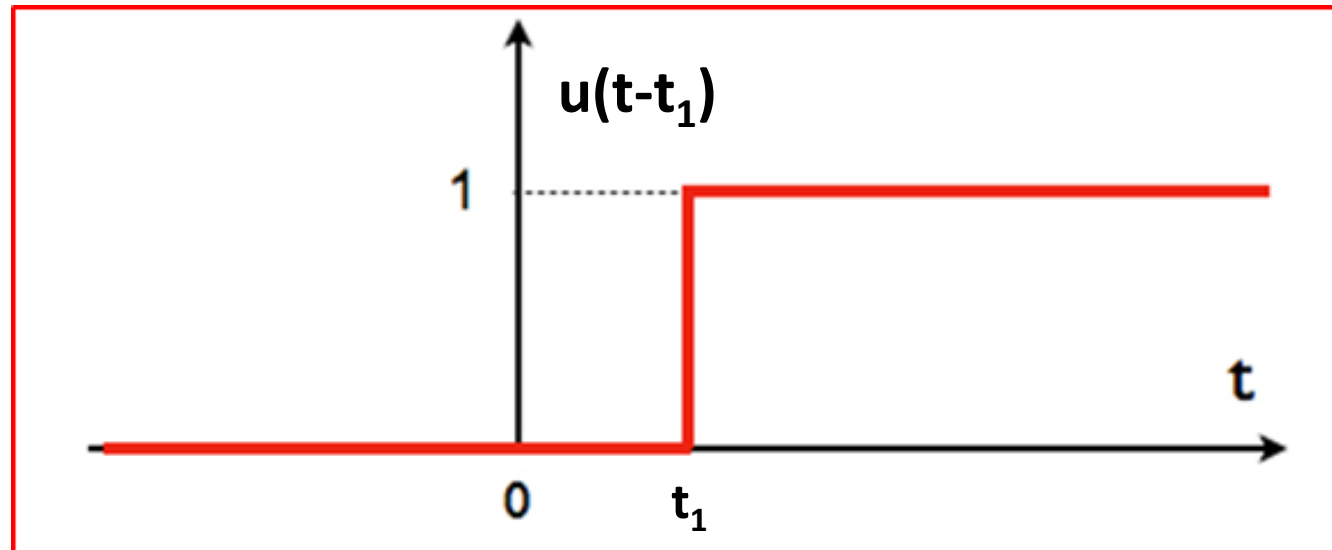
Remarques :

- 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

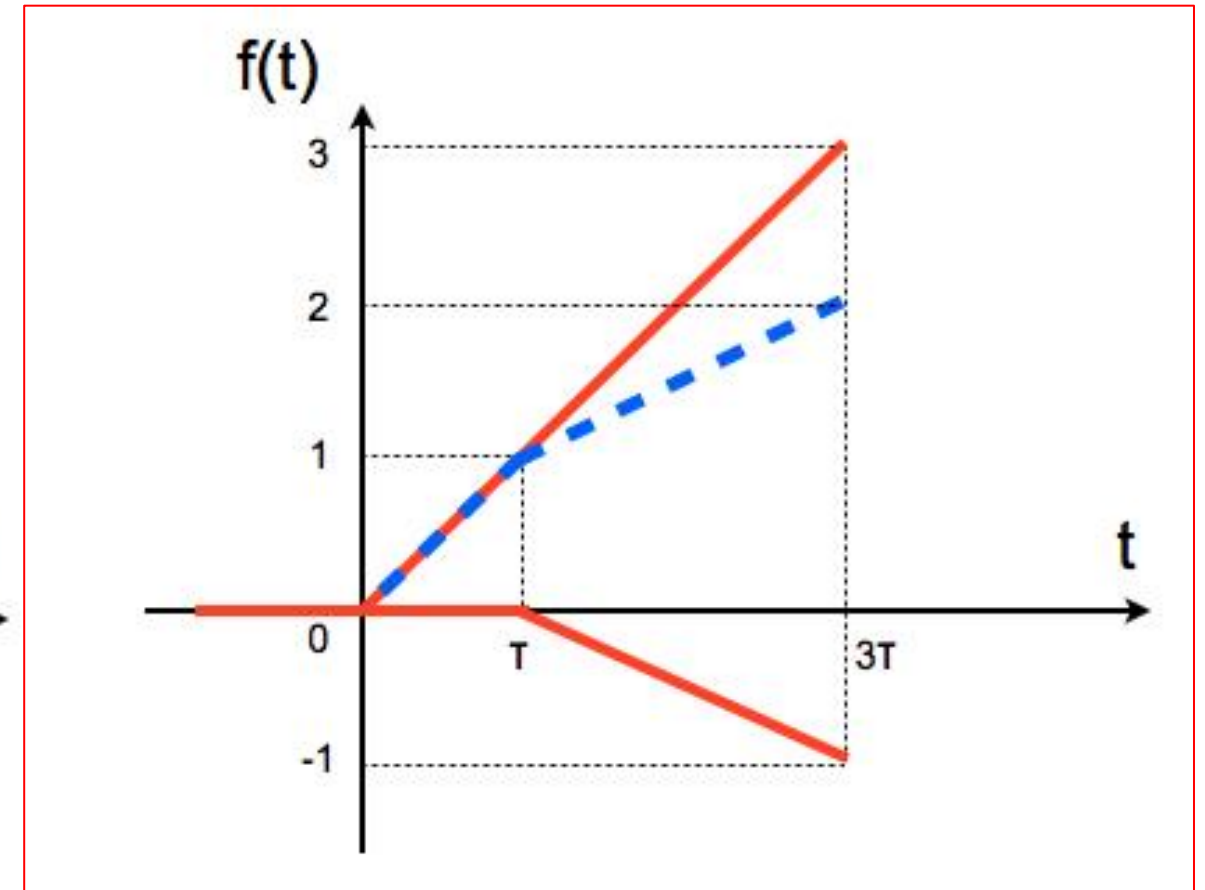
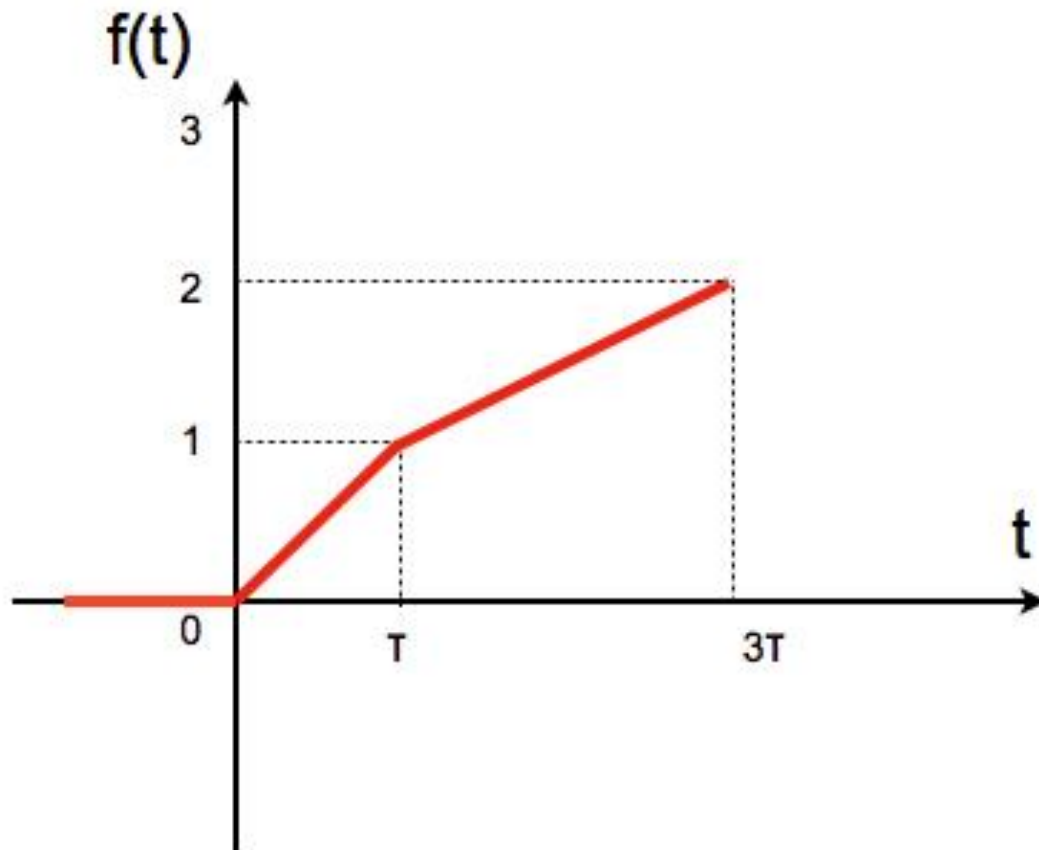
Signaux complexes

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

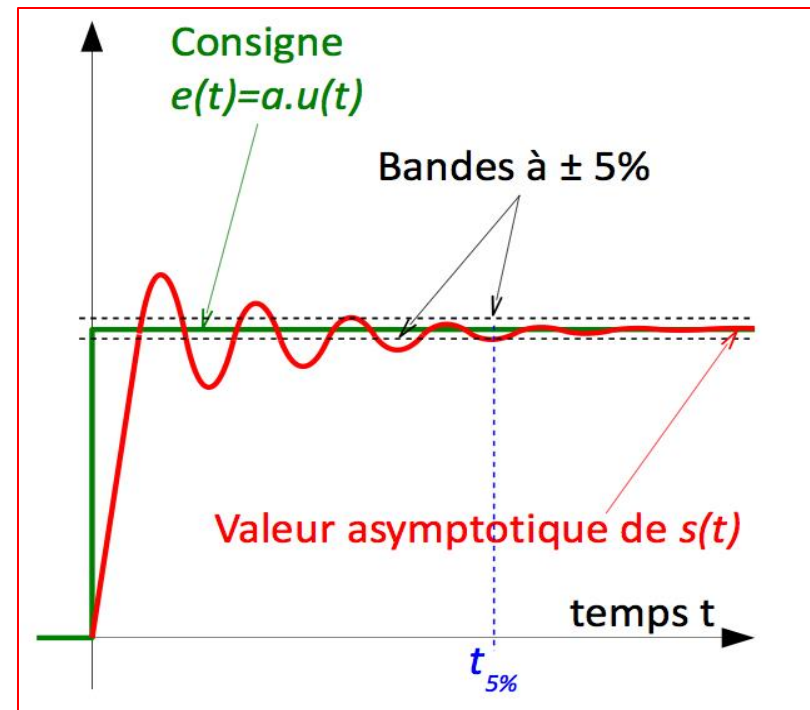
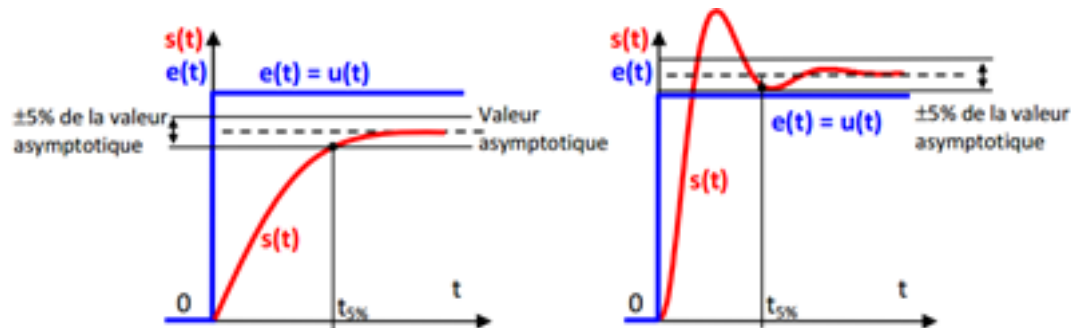
Rapidité d'un système

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_{∞}) 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 :

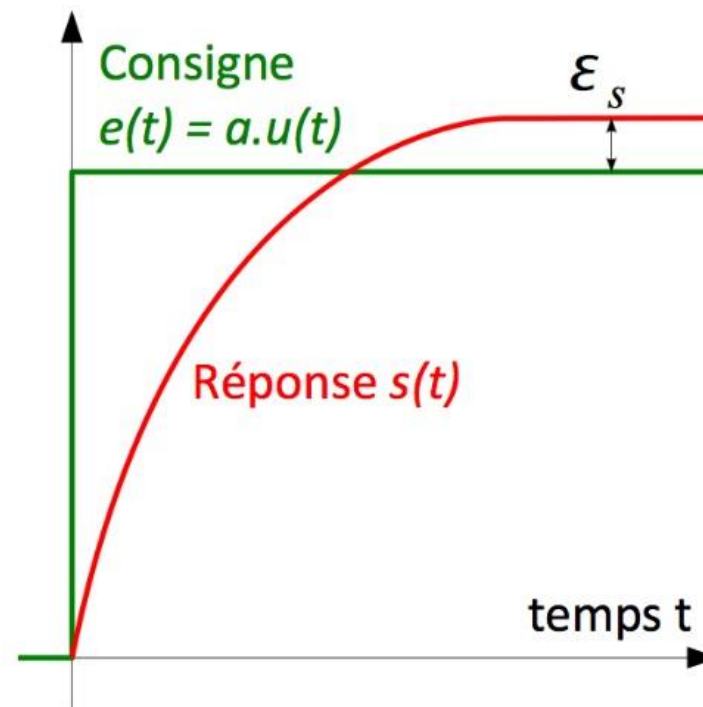
- **Précision statique**
- **Précision dynamique**

Critères de performance d'un système asservi

Précision d'un système – Ecart statique

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

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

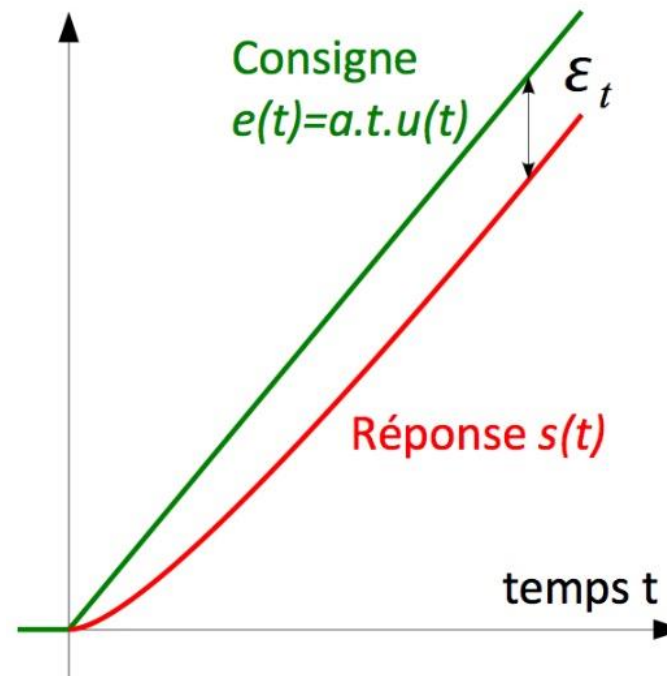


Critères de performance d'un système asservi

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.

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



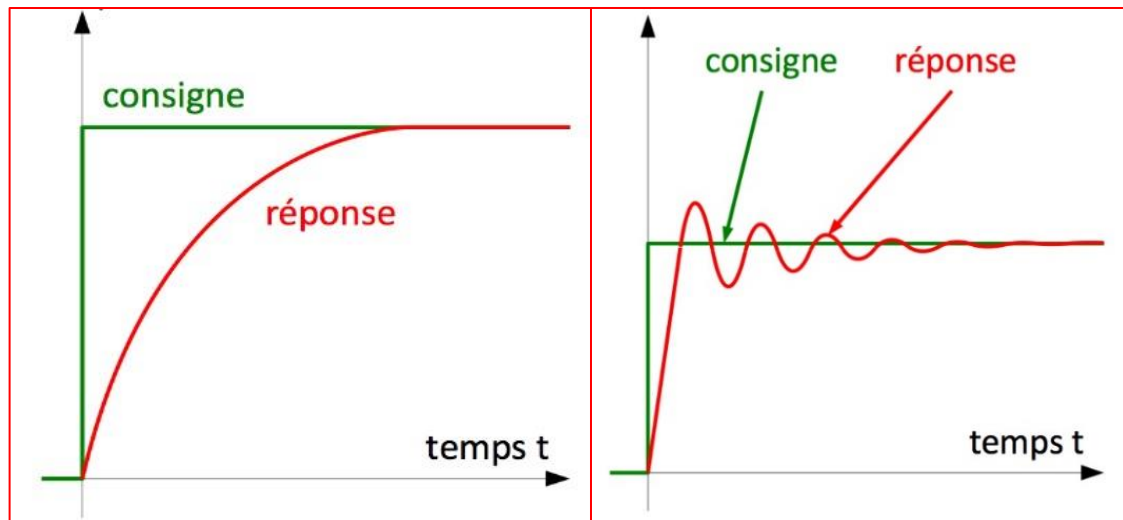
Critères de performance d'un système asservi

Stabilité d'un système

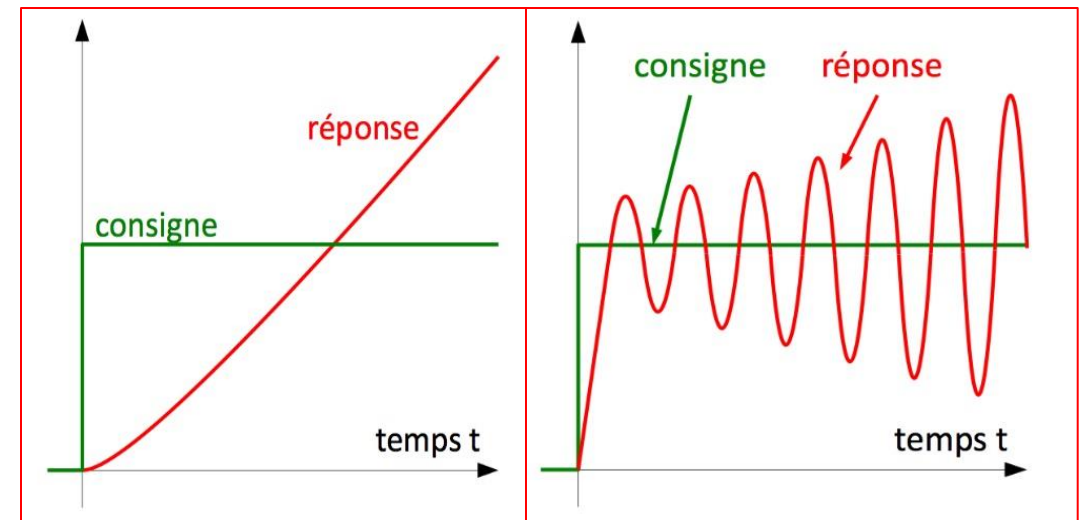
Définition de la stabilité :

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

Exemples de systèmes stables :



Exemples de systèmes instables :



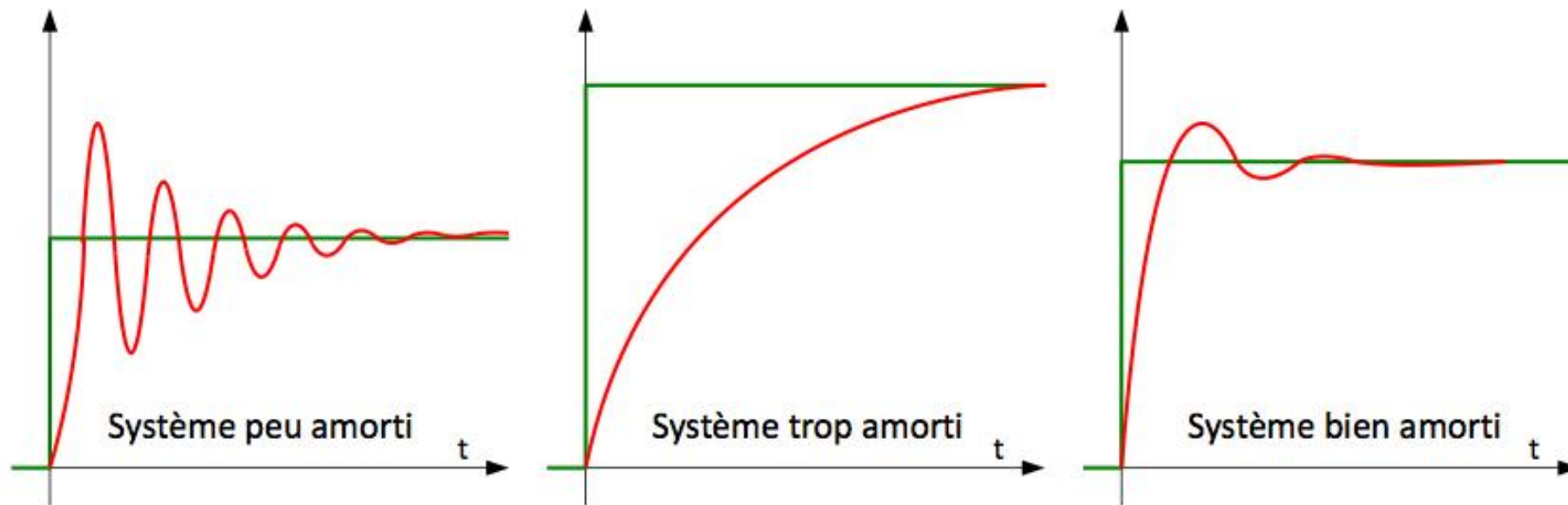
Remarque : Le bouclage peut déstabiliser un système.

Critères de performance d'un système asservi

Amortissement d'un système

Amortissement → rapport entre les amplitudes successives des oscillations de la sortie

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



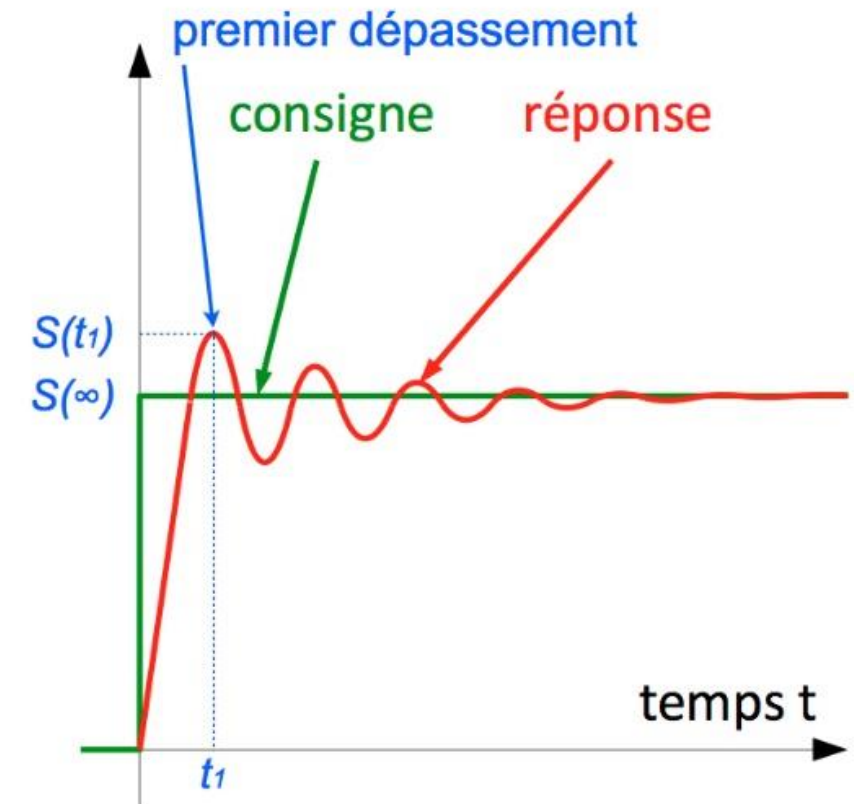
Critères de performance d'un système asservi

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_∞) et non par rapport à la consigne d'entrée !

