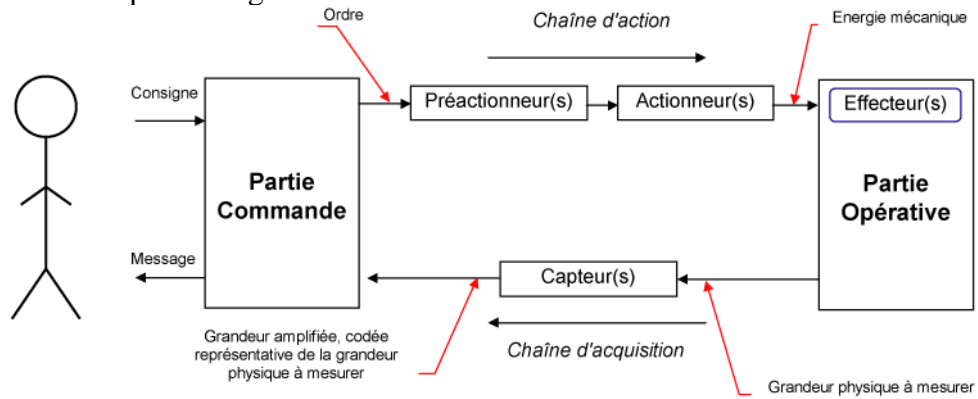


# INTRODUCTION AUX SYSTEMES ASSERVIS

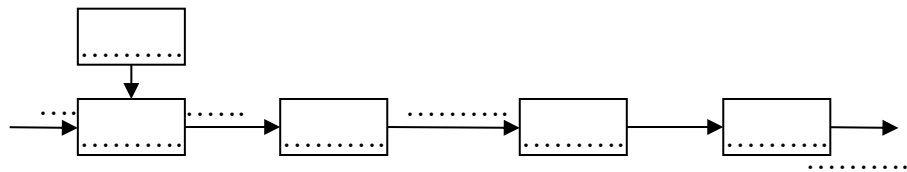
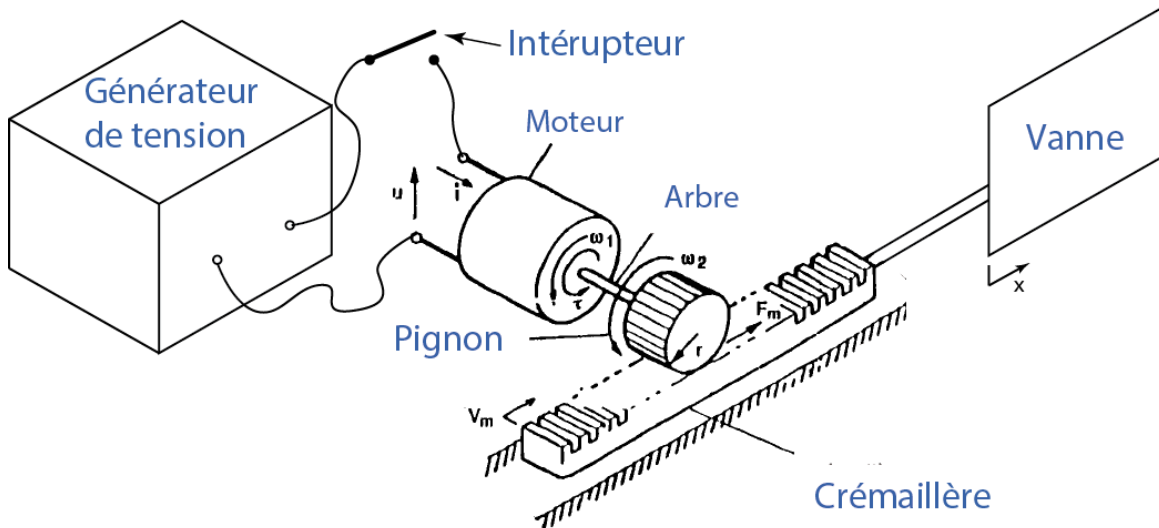
## 1/ Rappel : chaîne fonctionnelle

Ensemble des composants agencés afin de réaliser une fonction.



### 1.1/ Exemple :

On considère le système de pilotage d'une vanne anti-débordement d'un barrage hydraulique :



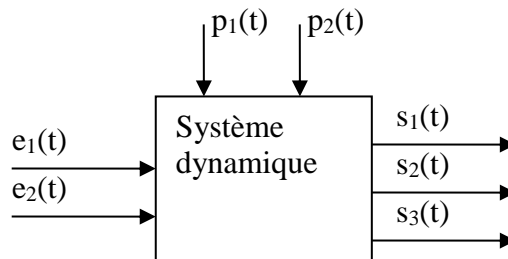
## 2/ Définitions et principes

### 2.1/ Systeme

Un système est un ensemble d'éléments liés entre eux dans le but de réaliser une tâche donnée. Lorsque l'on applique à ce système plusieurs entrées fonctions du temps  $e_i(t)$ , on « récupère » plusieurs sorties fonctions du temps  $s_j(t)$ .

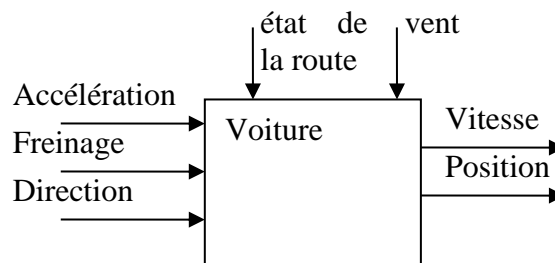
La réaction des sorties aux entrées caractérise le comportement du système.

La représentation se fait sous la forme d'un schéma fonctionnel appelé schéma bloc.



Vis-à-vis du système, les entrées sont les causes et les sorties sont les effets.  $p_1(t)$  et  $p_2(t)$  sont des perturbations (parasites, ou entrées indépendantes du systèmes) qui agissent sur le système.

Exemple :



Ces systèmes sont dits **multivariables**. Nous nous limiterons aux systèmes **monovaryables** : une entrée, une sortie (et une perturbation).

Un système est **instantané** ou **statique** si sa sortie à l'instant  $t$  ne dépend que de son entrée à l'instant  $t$ .  $s(t) = f(e(t)) \forall t$

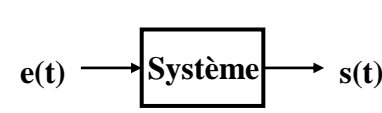
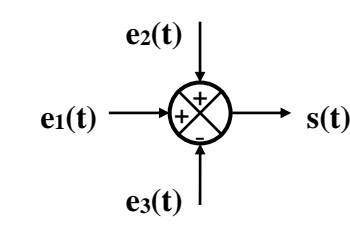
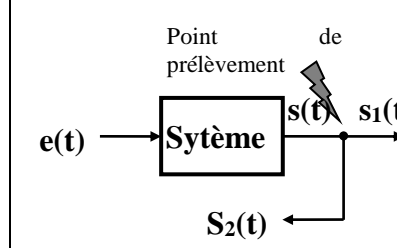
exemple : résistance :  $U(t) = R \cdot i(t)$

Un système est **dynamique** si sa sortie dépend de son entrée et de ses états précédents. On modélise un système dynamique par une équation différentielle.

Exemple : évolution de la vitesse d'une voiture en cas d'accélération

### 2.2/ Structure d'un système

Pour représenter graphiquement la **structure d'un système asservi**, on utilise donc un **schéma bloc**. Cette technique de représentation utilise **trois éléments de base** qui représentent respectivement :

1. Le bloc	2. Le sommateur	3. La jonction
 <p>Le bloc représente la fonction, l'organe ou le comportement (statique ou dynamique) du système.</p> <p>Il a <b>une</b> entrée et <b>une</b> sortie. Les flèches sont orientées de l'entrée vers la sortie.</p>	 $s(t) = e_1(t) + e_2(t) - e_3(t)$ <p>Il peut avoir <b>plusieurs</b> entrées mais une seule sortie. Les signes + ou - associés aux branches entrantes précisent si l'entrée s'additionne ou si elle se soustrait.</p>	 $s(t) = s_1(t) = s_2(t)$ <p>Une <b>branche de prélèvement</b> prend le même signal que la branche principale et n'affecte pas le signal de cette branche principale.</p>

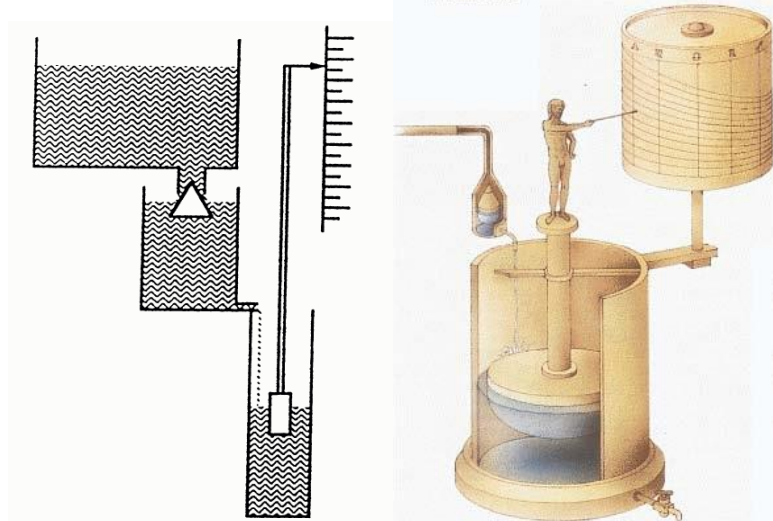
## 3/ Nécessité du bouclage

### 3.1/ Retour sur l'exemple

Pour maîtriser la position de la vanne, un opérateur est obligatoirement présent pour alimenter ou couper l'alimentation du moteur. Pour rendre le système automatique, il est nécessaire que la partie commande connaisse la hauteur réelle dans le réservoir. Un capteur mesurant cette hauteur est nécessaire. L'ordre de fonctionnement dépend de la différence entre la position souhaitée et la position mesurée.

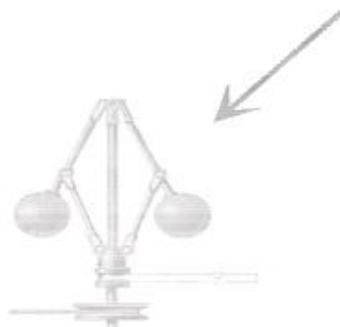
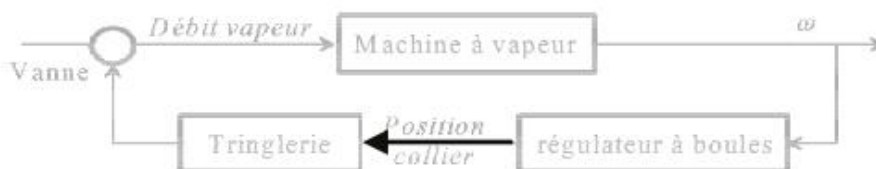
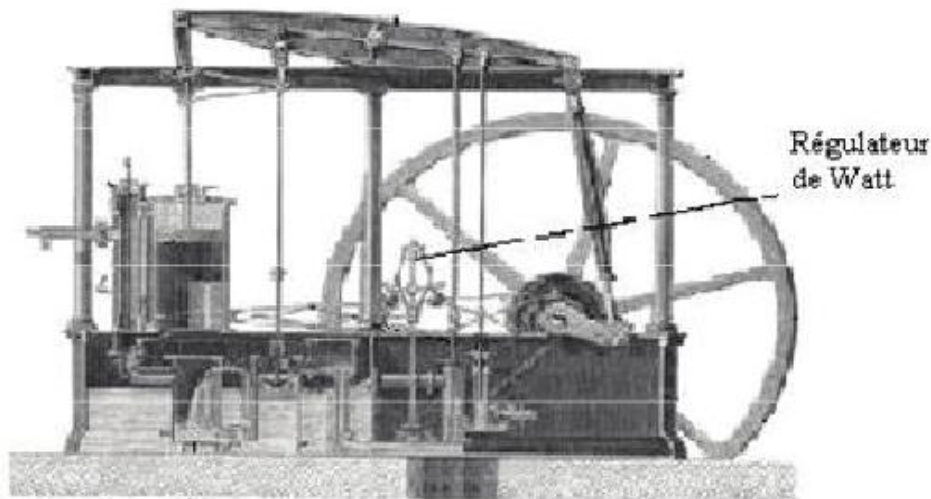
### 3.2/ Deux exemples historiques

Dès 250 avant J.C., nous avons des exemples de régulation de niveau : L'horloge à eau



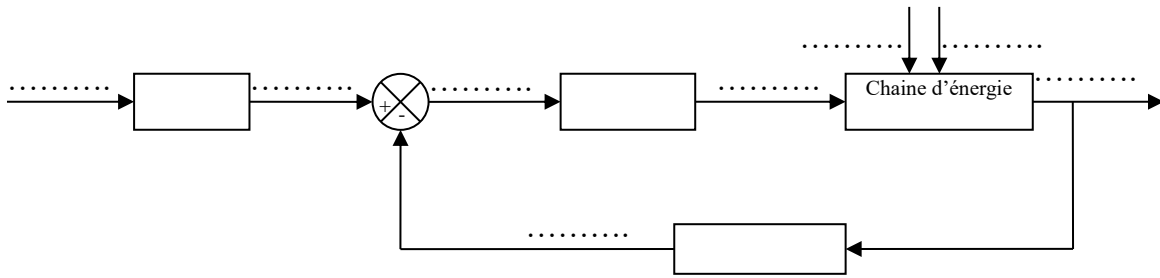
La Clepsydre

Plus tard, Watt et son régulateur (1788) fait progresser l'automatique. Le régulateur de Watt a pour but de maintenir constante la vitesse de rotation d'une turbine à vapeur. La commande d'admission de vapeur dans la turbine est contrôlée par une vanne dont on peut manœuvrer le pointeau. Un ensemble mécanique déformable constitué de masselottes et de tringles permet de mesurer la vitesse de rotation de la turbine. Le pointeau de la vanne est commandé par l'écartement des masselottes.



### 3.3/ Définitions

**Bouclage** : un bouclage apparaît chaque fois qu'au cours d'une opération, un système prend en compte l'observation de son état pour le modifier.



**Asservissement** : deux types de systèmes bouclés -

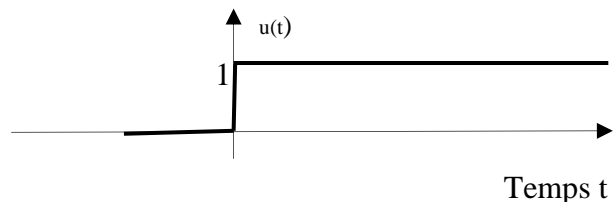
**Régulations** : consigne pratiquement constante, la sortie doit tendre vers cette consigne, malgré les perturbations

**Poursuite** : suivi d'une consigne qui varie au cours du temps, la sortie doit suivre (quelques soient les perturbations).

## 4/ Signaux canoniques

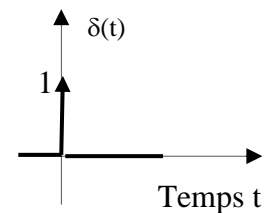
### 4.1/ Fonction Echelon unité ou fonction de Heaviside.

On définit la fonction échelon  $u(t)$ , telle que :



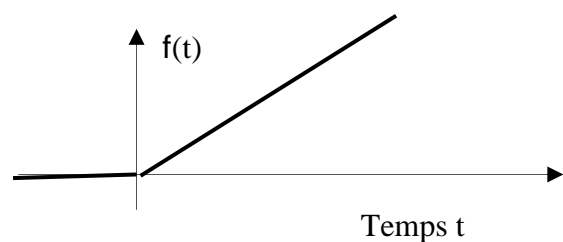
### 4.2/ Fonction Impulsion ou de Dirac

Cette fonction est purement théorique car elle correspondrait à provoquer une impulsion physique d'intensité infinie durant un temps nul. :



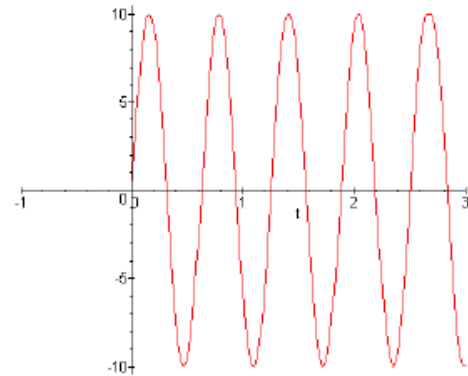
### 4.3/ Fonction Rampe

Cette fonction correspond à une droite affine telle que :



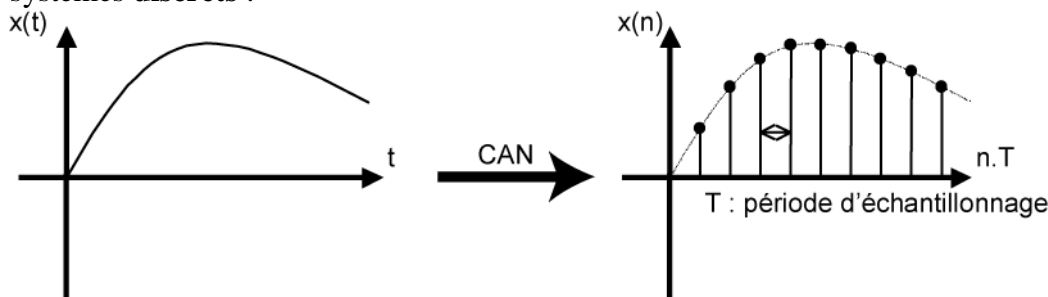
#### 4.4/ Fonction sinusoïdale

Ce signal est le signal de base pour l'étude fréquentielle des systèmes linéaires, il est appelé aussi signal harmonique.



#### 5/ Propriétés des systèmes et hypothèses

L'évolution technologique fait que les PC sont maintenant des calculateurs numériques (ordinateur de bord, dans l'automobile), calculateur qui ont la particularité de réaliser les calculs à une fréquence donnée (appelée fréquence d'échantillonnage). On appelle ces systèmes des systèmes **discrets** :



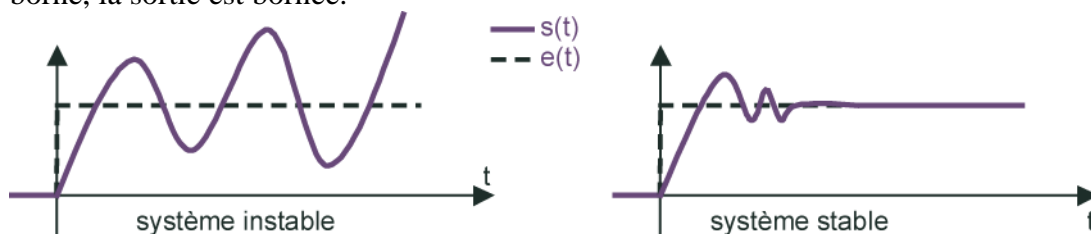
Systèmes **invariants** : les propriétés du système ne varient pas au cours du temps. Les coefficients des équations différentielles sont indépendants du temps.

Systèmes **linéaires** : les coefficients des équations de comportements sont des constantes

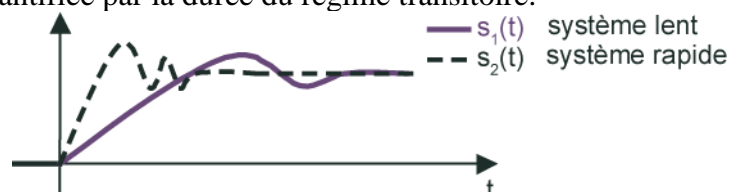
Dans le cadre du cours, on se borne aux **systèmes continus, linéaires et invariants**

#### 6/ Performances des systèmes :

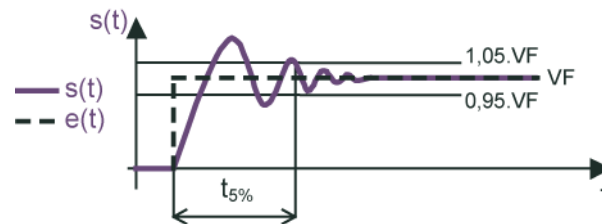
La **stabilité** d'un système est la capacité à converger vers une valeur constante lorsque l'entrée est constante, et en l'absence de perturbation. On dit qu'un système est stable si, à une entrée bornée, la sortie est bornée.



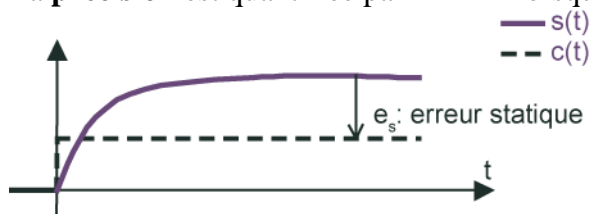
La **rapidité** est quantifiée par la durée du régime transitoire.



Le critère utilisé est le **temps de réponse à 5%**. Il représente le temps nécessaire entre l'instant d'excitation et l'instant où la sortie atteint la valeur finale +/- 5%. C'est la durée du régime transitoire.



La **précision** est quantifiée par l'erreur lorsque le régime stationnaire est atteint.



Intérêt de l'asservissement dans le cas général (par rapport à un système non asservi) :

- **Stabilité** : système naturellement divergent que l'on souhaite stabiliser
- **Précision** : le bouclage permet de constater une erreur entre la consigne et le résultat (sortie) et d'y réagir pour le diminuer.
- **Rejet de perturbations** : l'observation de la grandeur de sortie (sensible aux perturbations) d'un système bouclé permet de tenir compte de ces perturbations et d'y réagir.
- **Compensation des incertitudes** : Si le comportement du système est mal connu ou variable, il serait impossible de le piloter par anticipation.