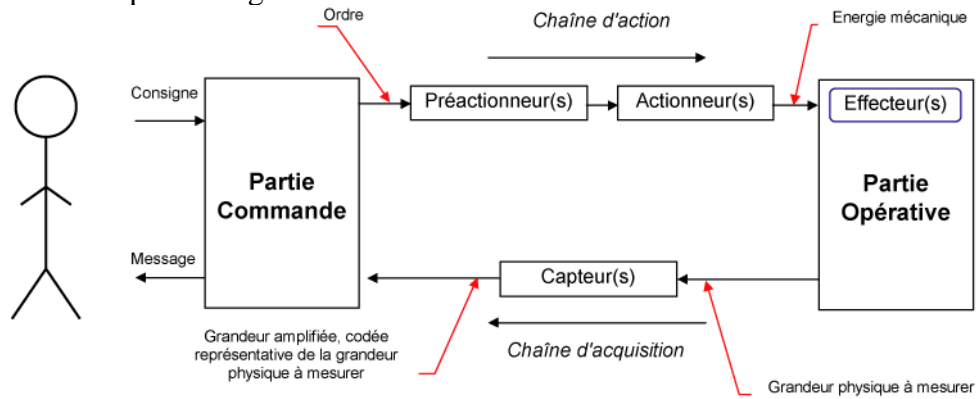


INTRODUCTION AUX SYSTEMES ASSERVIS

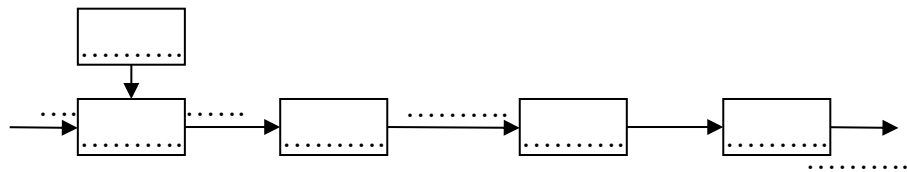
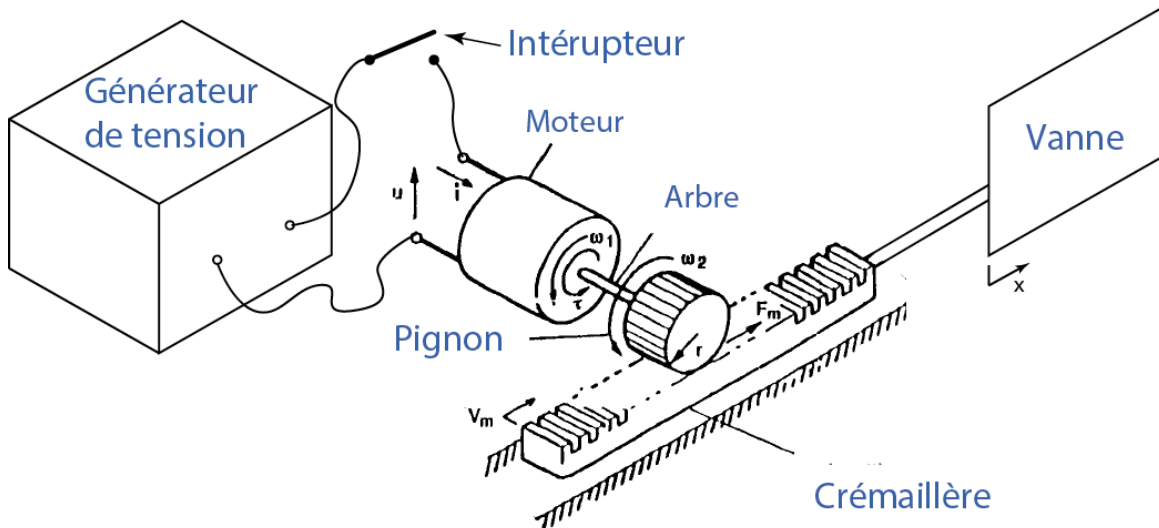
1/ Rappel : chaîne fonctionnelle

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 :



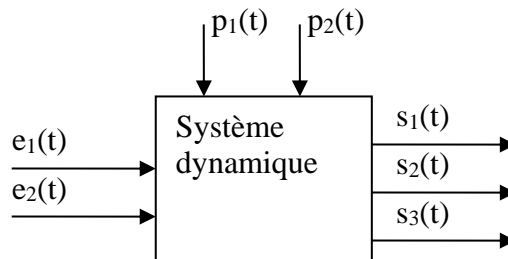
2/ Définitions et principes

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 $s_j(t)$.

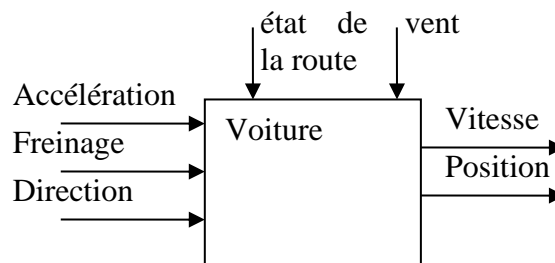
La réaction des sorties aux entrées caractérise le comportement du système.

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 **monovariables** : 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.

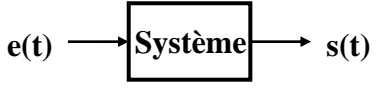
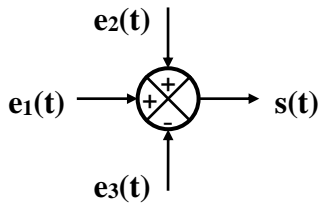
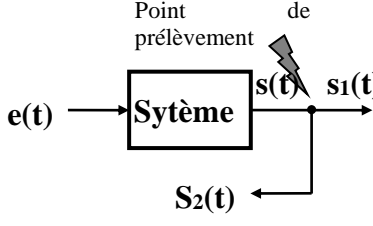
Exemple : évolution de la vitesse d'une voiture en cas d'accélération

3/ Représentation de la structure d'un système

3.1/ Schéma bloc : règles de représentation

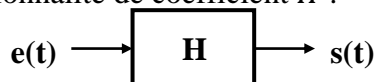
a) Les symboles

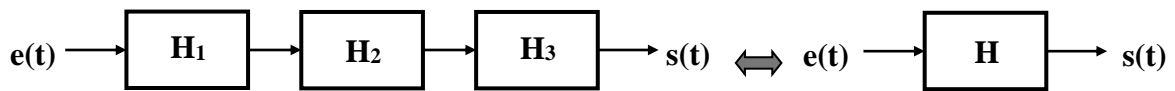
Pour représenter graphiquement la **structure d'un système asservi**, on utilise donc un **schéma bloc**. Cette technique de représentation utilise **trois symboles de base** qui représentent respectivement :

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 une entrée et une 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 plusieurs 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 branche de prélèvement prend le même signal que la branche principale et n'affecte pas le signal de cette branche principale.</p>

b) Le comportement

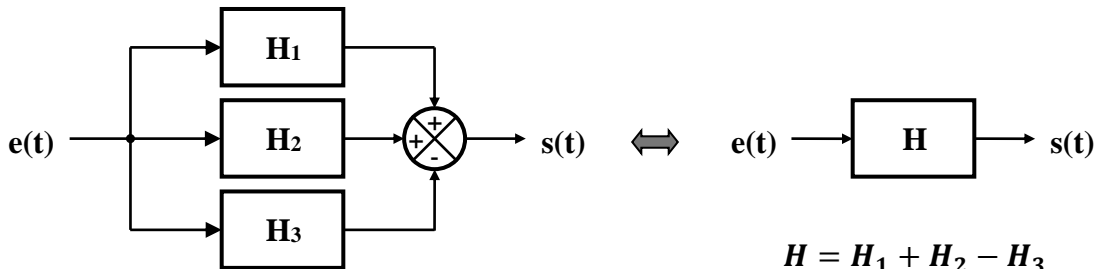
Dans le cadre de ce cours, le comportement est la loi mathématique qui lie un effet $s(t)$ (la réponse ou la sortie) à une cause $e(t)$ (l'excitation ou l'entrée). Dans le cas le plus simple, cette loi est une relation de proportionnalité de coefficient H :



3.2/ Simplification de schéma bloca) Blocs en série

La fonction de transfert de l'ensemble est égale au produit des fonctions de transfert de chaque bloc.

$$H = H_1 \cdot H_2 \cdot H_3$$

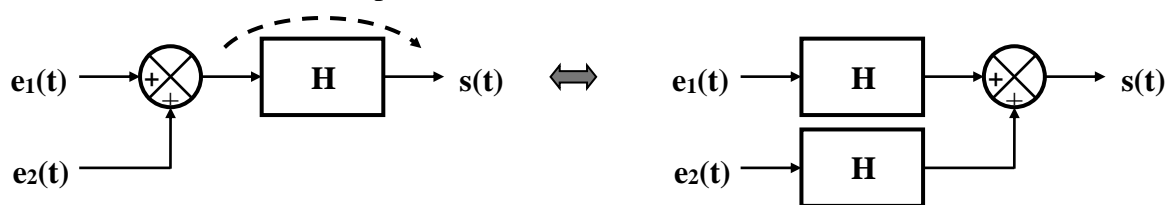
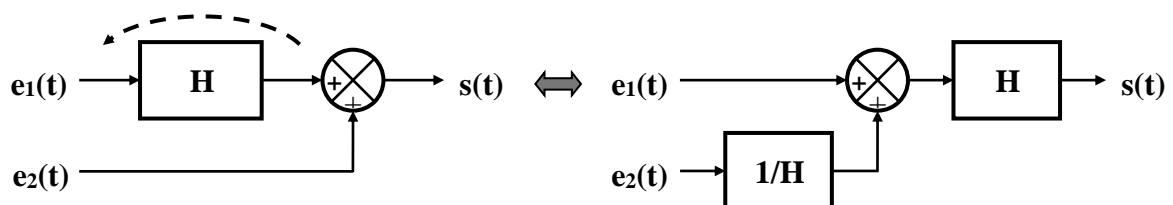
Démonstration :b) Bloc en parallèle

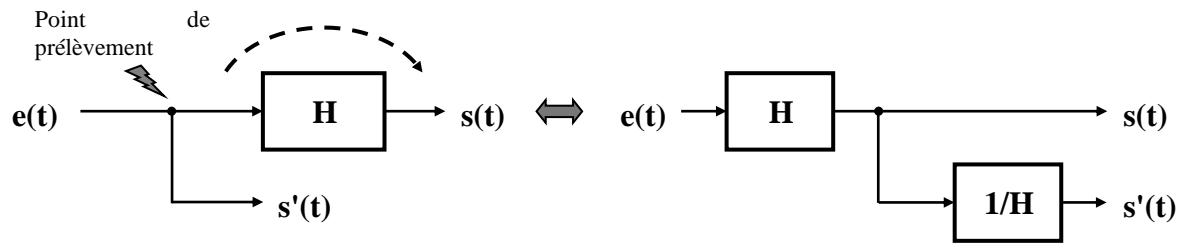
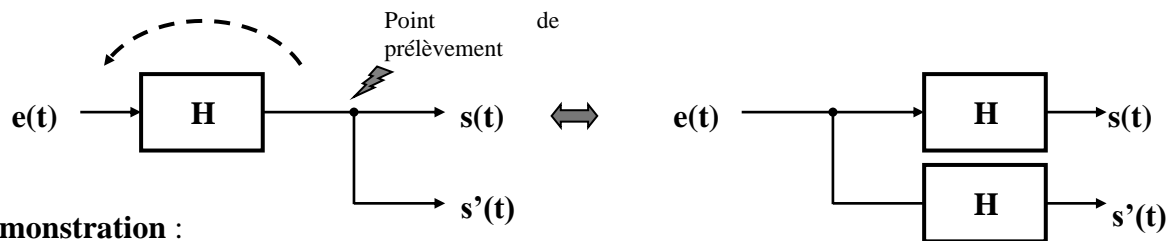
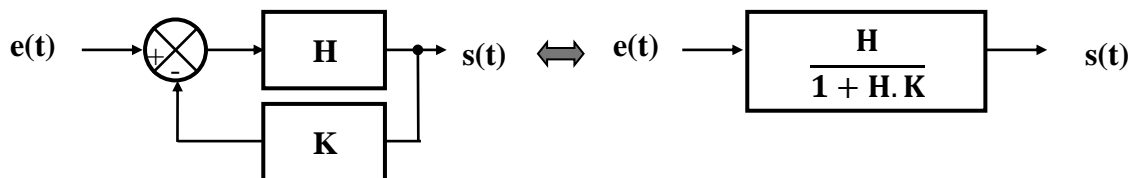
La fonction de transfert de l'ensemble est égale à la somme des fonctions de transfert de chaque bloc.

$$H = H_1 + H_2 + H_3$$

Démonstration :

Remarque : En combinant des blocs en série et en parallèle, on retrouve la propriété de linéarité.

c) Déplacements des sommateursDémonstration :Démonstration :

d) Déplacements des points de prélèvementDémonstration :Démonstration :e) Simplification d'une boucle de réactionDémonstration :

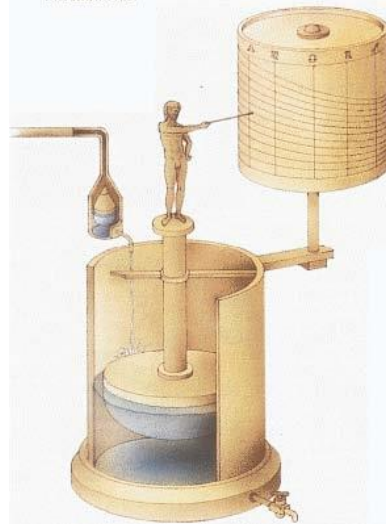
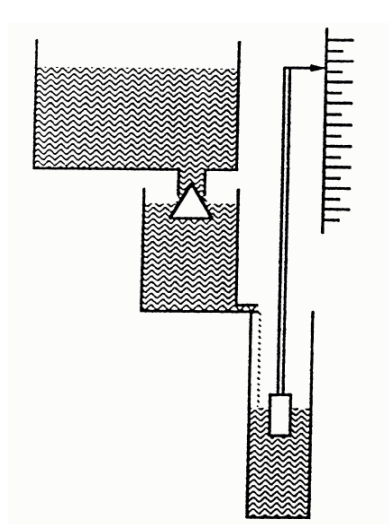
4/ Nécessité du bouclage

4.1/ 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.

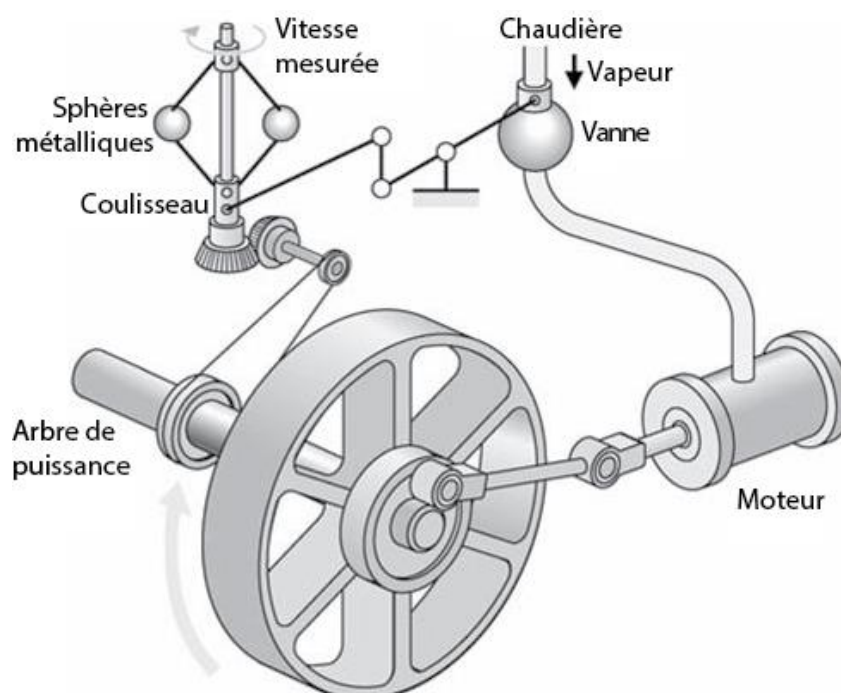
4.2/ Deux exemples historiques

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



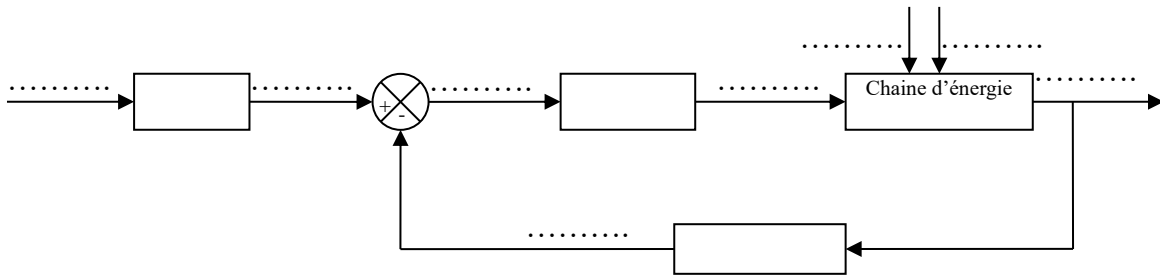
La Clepsydre

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.



4.3/ 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

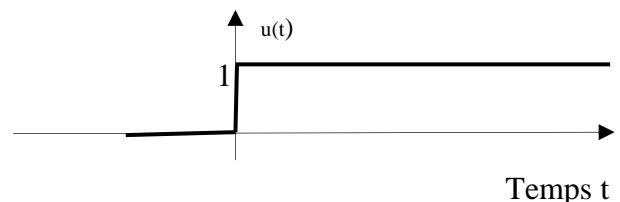
Poursuite : suivi d'une consigne qui varie au cours du temps, la sortie doit suivre (quelques soient les perturbations).

5/ Performances des systèmes :

5.1/ Fonction Echelon unité ou fonction de Heaviside.

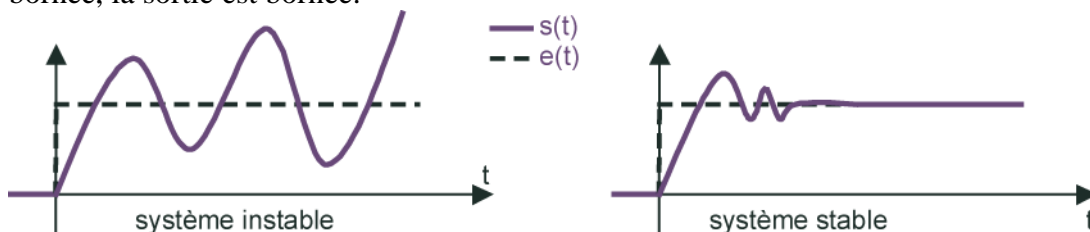
Dans un premier temps, nous étudierons les performances lorsque l'excitation est de type échelon.

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



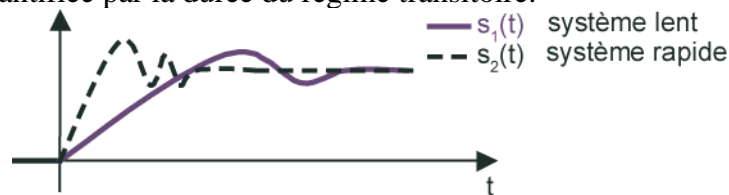
5.2/ Stabilité

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.

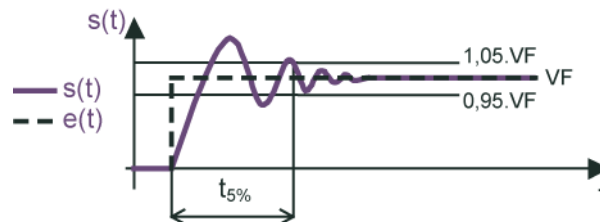


5.3/ Rapidité

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

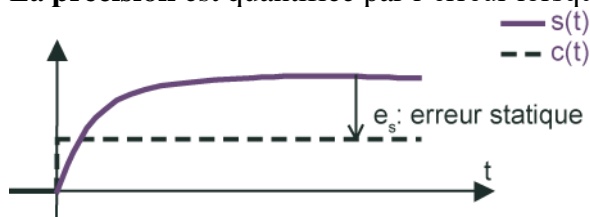


Le critère utilisé est le **temps de réponse à 5%**. Il représente le temps nécessaire entre l'instant d'excitation et l'instant où la sortie atteint la valeur finale $\pm 5\%$. C'est la durée du régime transitoire.



5.4/ Précision

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



5.5/ Intérêt de l'asservissement

(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.