



Université Aboubakr Belkaid
Faculté de Technologie,
Département de génie électrique et électronique
Licence 3

Asservissements continus et régulation

Chargée de module:

Mme BENMANSOUR. S

1. Informations pratiques

- **Crédits: 6**
- **Coefficient: 3**

I. Organisation :

- **3h de cours**
- **1h30min de TD**

II. Mode d'évaluation:

- **Contrôle continu : 40 % ;**
- **Examen final : 60 %.**

2. Contenu du cours

- I. Généralités sur l'asservissement**
- II. Modélisation des systèmes continus LTI**
- III. Réponses temporelles des systèmes continus LTI**
- IV. Réponse fréquentielle des systèmes continus LTI**
- V. Stabilité des systèmes continus LTI**
- VI. Performances des systèmes continus LTI**
- VII. Synthèse des régulateurs continus**



Université Aboubakr Belkaid
Faculté de Technologie,
Département de génie électrique et électronique
Licence 3

Asservissements continus et régulation

Cours 1: Généralités sur l'asservissement

Chargée de module:

Mme BENMANSOUR. S

I. Introduction

Dans le cadre de fonctionnement d'une unité de production industrielle, les performances sont jugées selon des critères imposés (cahier de charge) tels que:

- La qualité de production;
- La sécurité et la sureté de fonctionnement;
- Le respect de l'environnement;
- L'économie des matières première;
-etc.

II. Position du problème

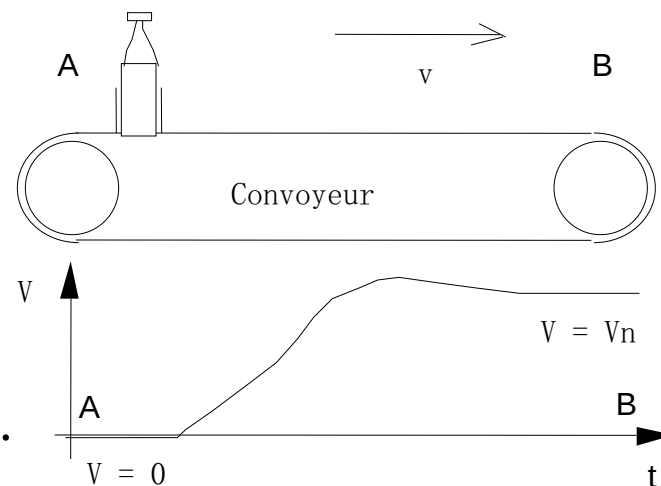
Besoins industriels :

- Tâches bien définies,
- Gains de production,
- Sécurité
- Précision
- Rapidité
- Stabilité

(des personnes et du matériel).

Exemple:

Amener une bouteille d'un point A à un point B Sans faire tomber la bouteille.



un système performant doit être ***précis, rapide et stable.***

- C'est *l'automatique* qui apporte des solutions pratiques pour remplir au mieux l'ensemble de ces critères (satisfaction de cahier de charge).
- Et la mise en œuvre de ces solutions consiste à conduire ou piloter le procédé , tels que: la planification, la surveillance, la supervision et *l'asservissement*.
- Ce Module apporte les *outils mathématiques* nécessaires à *l'asservissement analogique* (signaux à temps continu) des systèmes continus linéaires, et invariants dans le temps *LTI*

III. Définitions

Définition wikipédia

L'automatique est la science qui traite de la **modélisation, de l'analyse, de l'identification et de la commande des systèmes dynamiques** ^a.

a. <http://fr.wikipedia.org/wiki/Automatique>

Autre définition

L'automatique est un ensemble de disciplines scientifiques et techniques utilisées pour la conception de l'emploi des dispositifs qui fonctionnent sans l'intervention d'un opérateur humain..

Pourquoi des systèmes Automatiques ?

- Pas d'intervention de l'homme;
- Réaliser des opérations trop complexes pour l'homme;
- Remplacer l'homme par la machine dans des tâches trop répétitives ou des endroits hostiles.

(exp : boîte de vitesse automatique)

Les différents systèmes automatiques

I. *Systèmes séquentiels: Automates programmables*

L'automatisation porte sur un nombre fini d'opérations prédéterminées dans leur déroulement

exp : machine à laver, ascenseur, systèmes d'alarmes, distributeur automatique.

II. *Systèmes asservis (bouclés):*

Régulation : l'objectif est de maintenir une grandeur constante malgré la présence de perturbations (consigne constante)

✓ exp : chauffage domestique

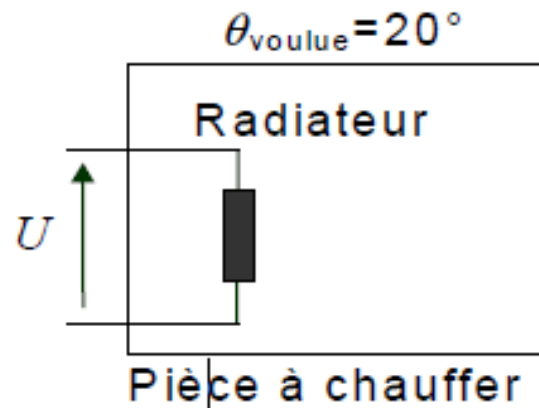
Asservissement ou poursuite: l'objectif est de faire suivre une loi non fixée à l'avance à une grandeur physique (consigne variable)

✓ exp : radar, missile, poursuite d'une trajectoire d'un robot

Structure d'un système asservi

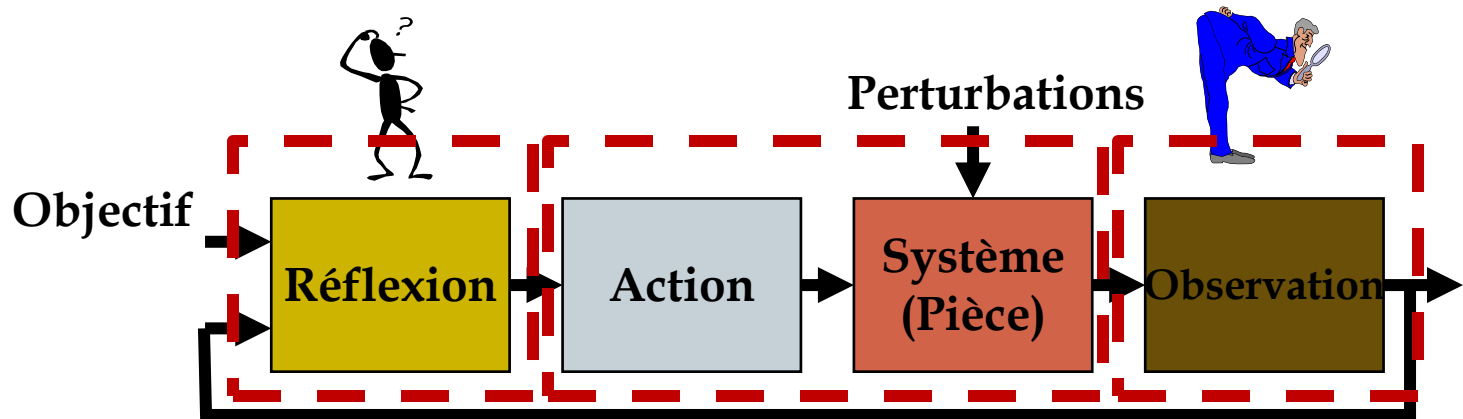
Exemple 1: régulation de température

Comment agir automatiquement sur la tension U pour avoir en permanence une température de 20°C ?

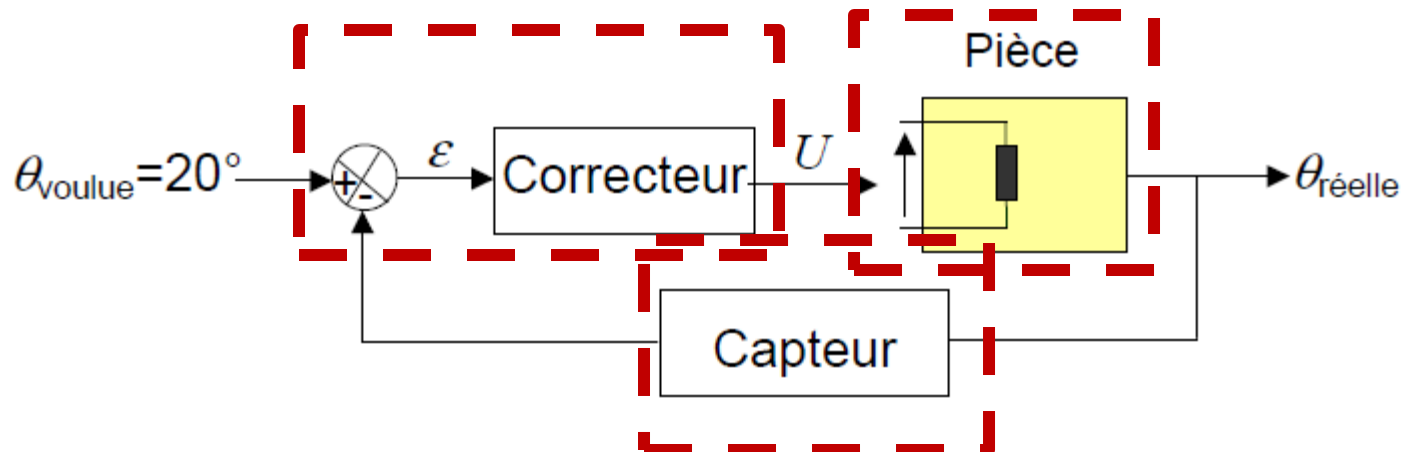


Structure d'un système asservi

Solution: Analogie avec l'homme



Solution: Schéma bloc d'asservissement

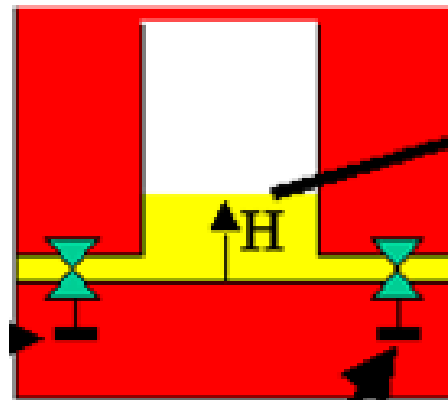


Structure d'un système asservi

Exemple 2: régulation de niveau

Comment agir automatiquement sur le réservoir pour avoir en permanence un débit d'eau désiré?

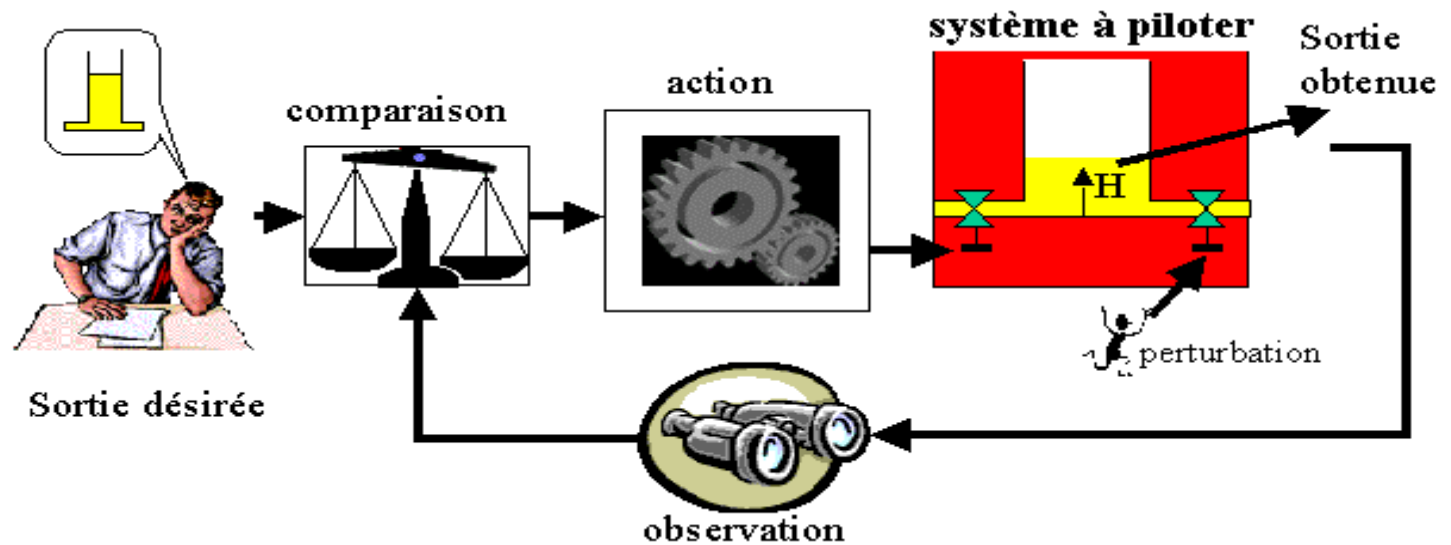
systeme à piloter



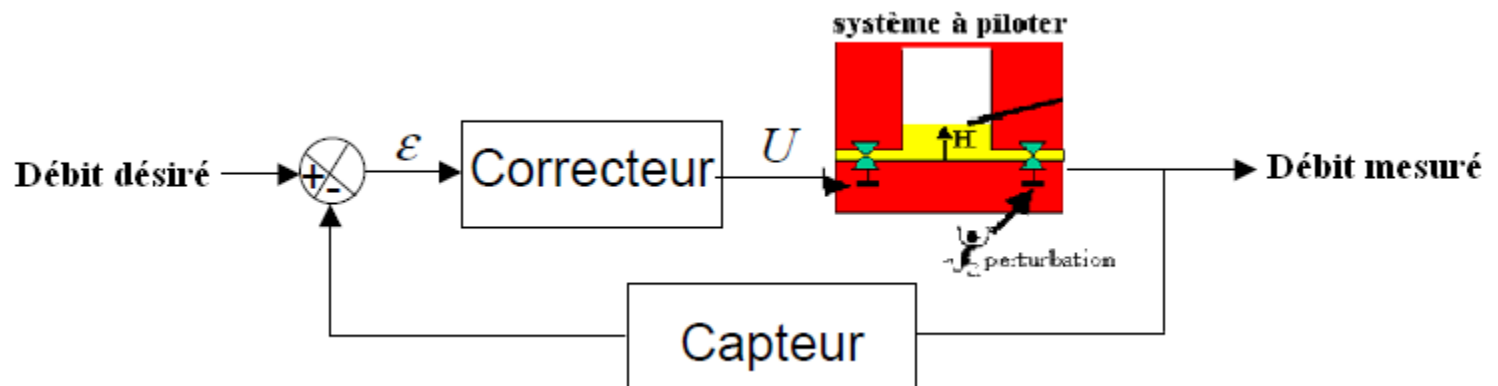
perturbation

Structure d'un système asservi

Solution: Analogie avec l'homme

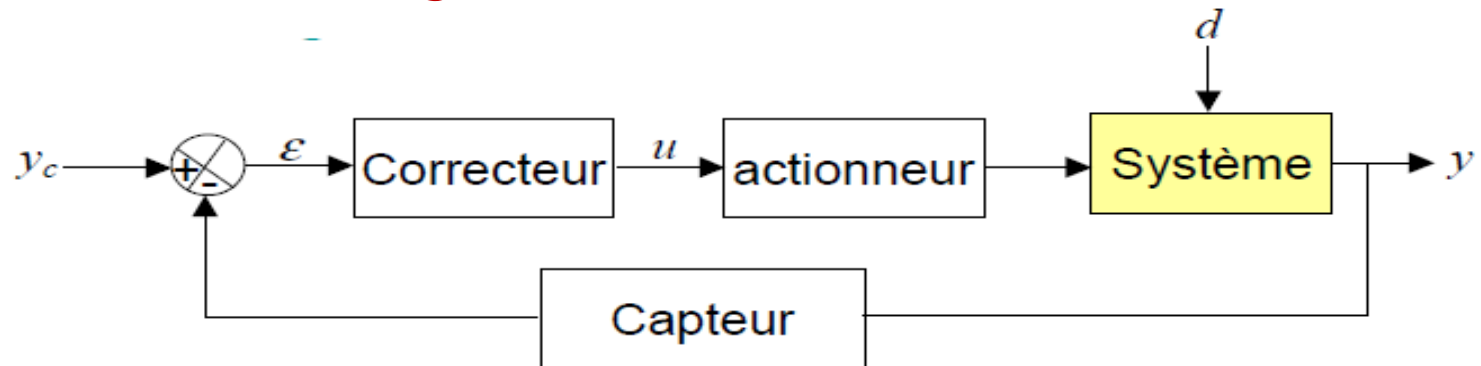


Solution: Schéma bloc d'asservissement



Structure d'un système asservi

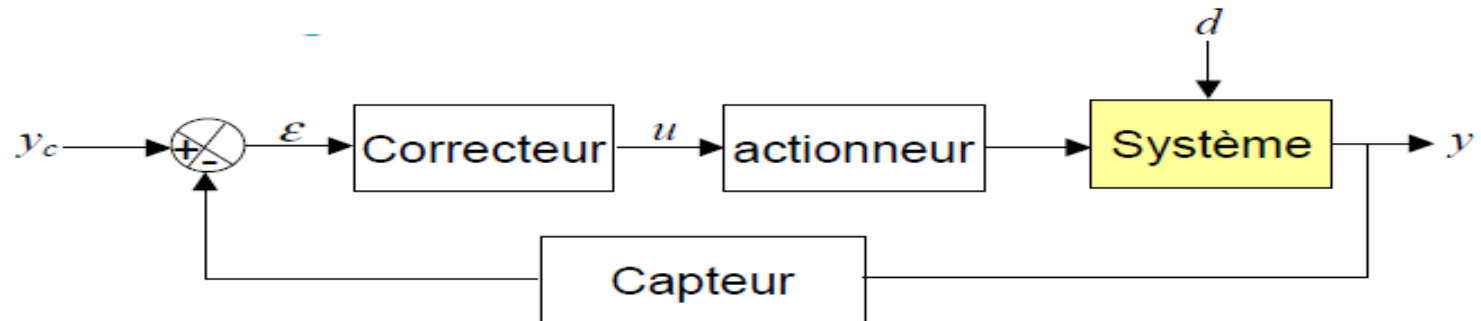
Schéma bloc en général



- y_c : consigne
- $\varepsilon = y_c - y$: signal d'erreur (écart entre consigne et sortie du système)
- Correcteur : élabore la loi de commande u
- Actionneur : applique la commande au système. Joue en général le rôle d'amplificateur de puissance
- y : sortie du système ou grandeur à asservir
- d : perturbations (valeurs imprévisibles en général)

Structure d'un système asservi

Schéma bloc en général



Le capteur permet de transformer une grandeur physique observée en une grandeur électrique utilisable.

Le comparateur permet la contre-réaction indispensable pour tenir compte des variations de la sortie du système .

Le correcteur permet d'imposer des caractéristiques à l'asservissement en termes de :

Rapidité;

Stabilité;

Précision.

Exemples d'actionneurs industriels



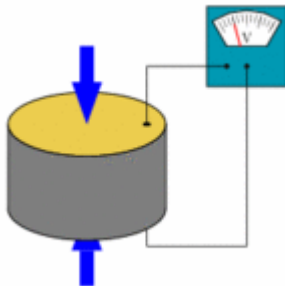
Moteur



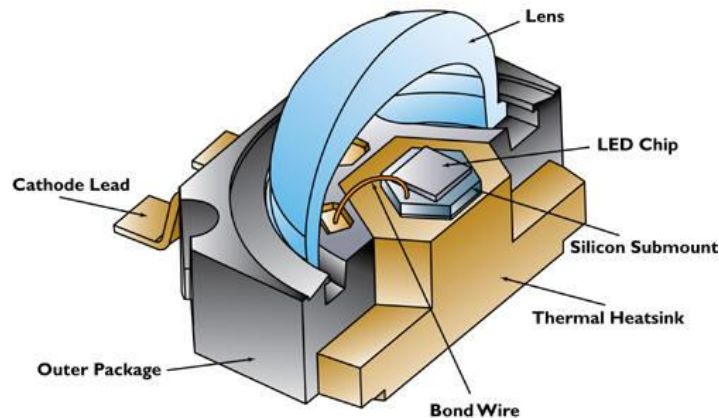
Fours



Vérin hydraulique
ou pneumatique



Piézoélectriques ...



Lampes

Ces actionneurs sont souvent linéaires. Ils satisfont à la théorie des systemes linéaires où la sortie est proportionnelle à l'entrée. (Nous nous limitons à l'étude de ces systèmes dans ce cours)

Synthèse d'un système asservi

1. Etapes préalables

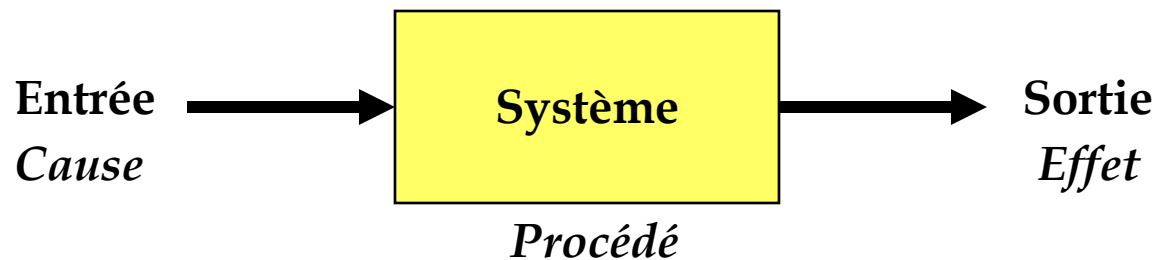
1.1 Analyse du système

✓ définir la variable que l'on veut maîtriser

-variable de sortie: variable à régler

✓ disposer d'une grandeur sur laquelle on peut agir et qui permette de faire évoluer la variable qui nous intéresse

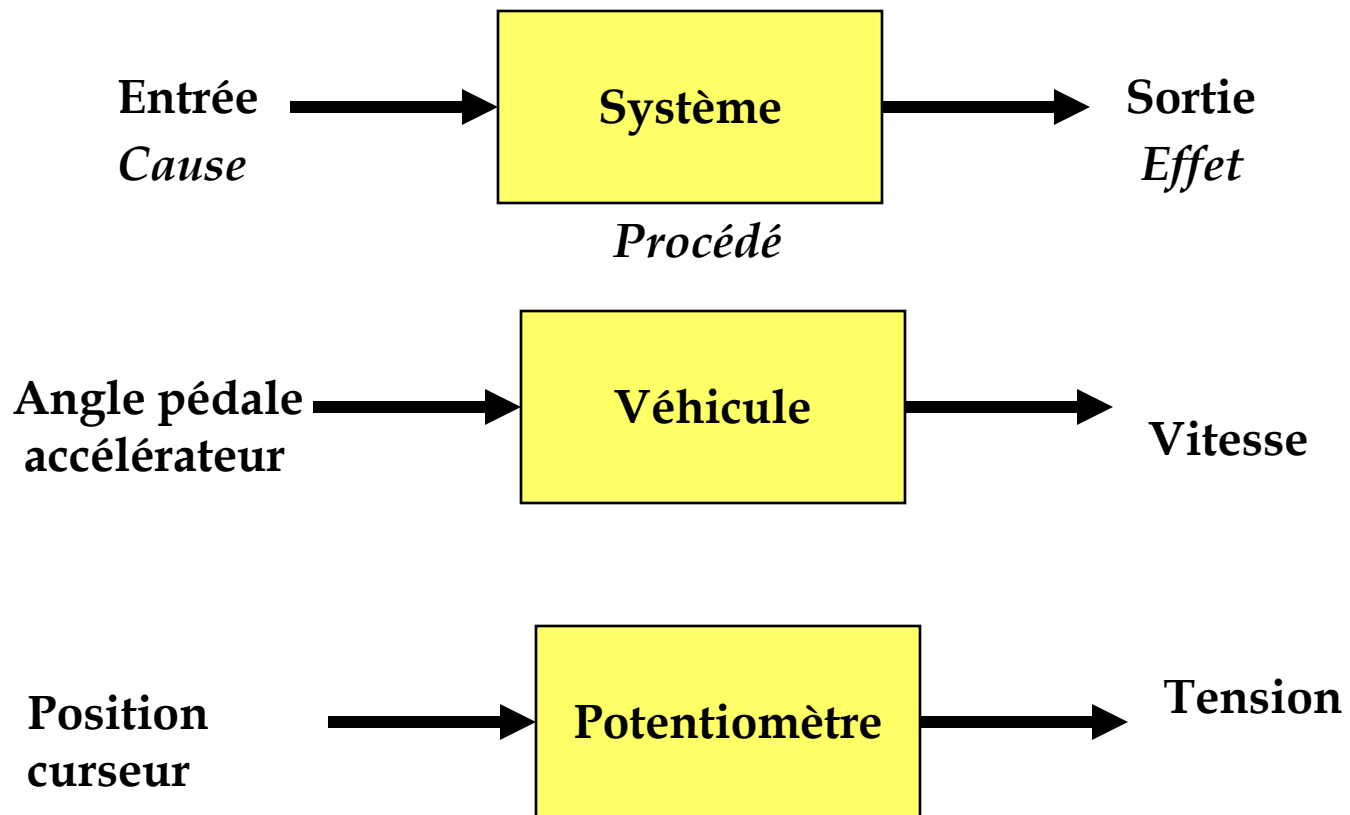
- variable d'entrée: variable de réglage



Synthèse d'un système asservi

1. Etapes préalables

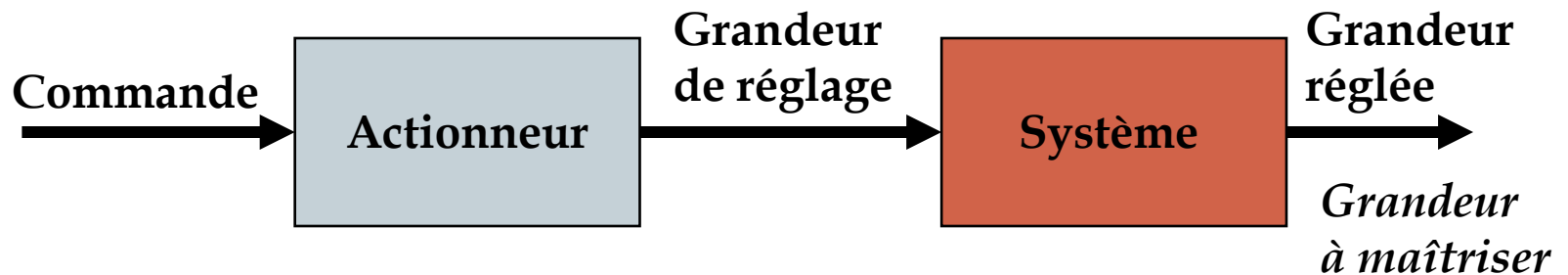
1.1 Analyse du système: Exemples



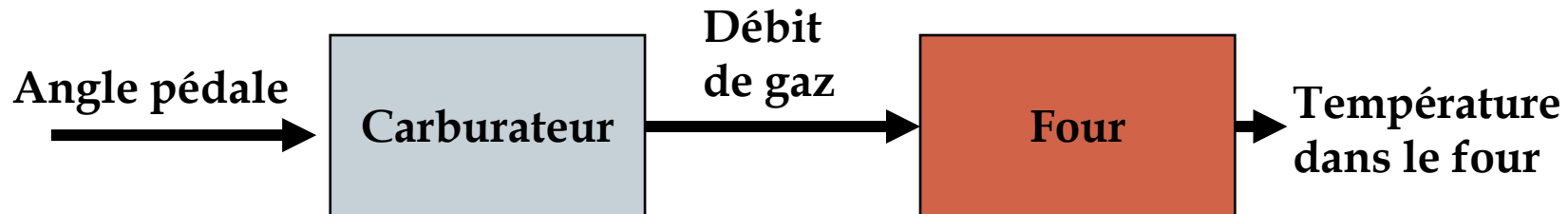
Synthèse d'un système asservi

2. Etude des performances du système

Principe



Exemple



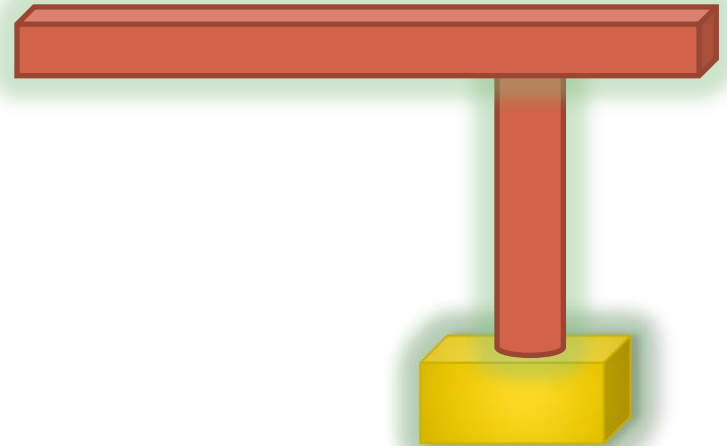
Synthèse d'un système asservi

3. Validation et mise en œuvre de l'asservissement

But de l'asservissement

Résoudre le problème : **sortie = consigne**

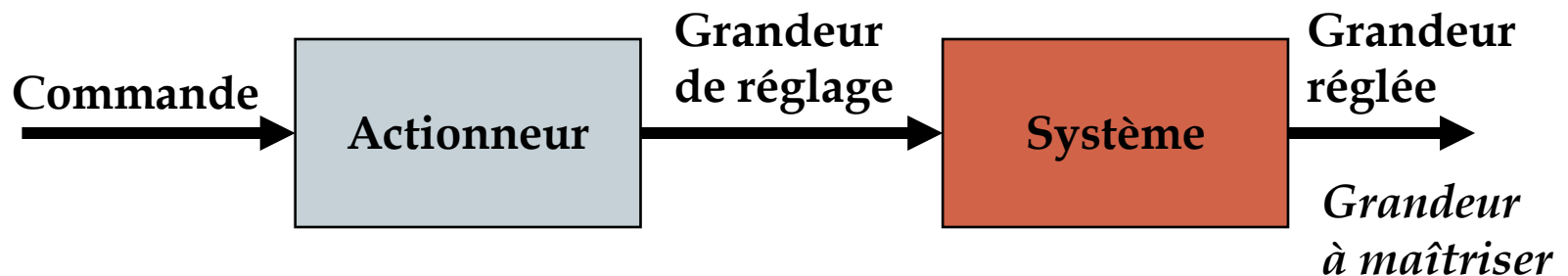
Exemple d'une grue :



Synthèse d'un système asservi

3. Validation et mise en œuvre de l'asservissement

Boucle ouverte:



➤ Principe

On connaît la relation (le modèle) qui relie la commande à la grandeur réglée, il suffit alors d'appliquer la commande correspondant à la sortie désirée

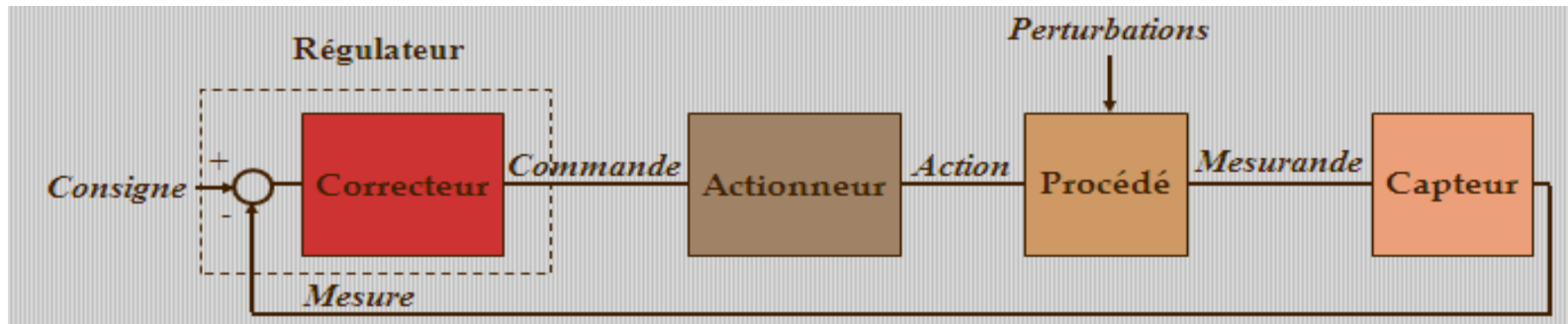
➤ Inconvénients

- ne prend pas en compte les perturbations
- difficulté d'obtenir une mesure souhaitée

Synthèse d'un système asservi

3. Validation et mise en œuvre de l'asservissement

Boucle fermée: contre réaction



➤ Principe

On observe le comportement de la sortie et on ajuste la commande en fonction de l'objectif souhaité

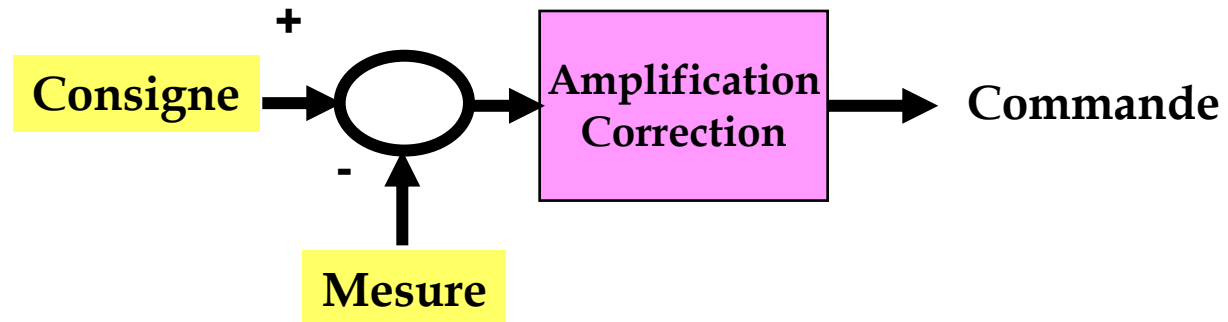
➤ Inconvénients

- en plus de l'actionneur, il faut :
 - un capteur, pour observer la variable à maîtriser
 - un régulateur, pour ajuster la commande

Synthèse d'un système asservi

3. Validation et mise en œuvre de l'asservissement

Le régulateur



Le régulateur est composé de deux éléments :

- un **comparateur** qui fait la différence entre la consigne et la mesure
- un **correcteur**, qui transforme ce signal d'erreur en une commande appropriée ; l'art du régulateur est de déterminer judicieusement ce correcteur

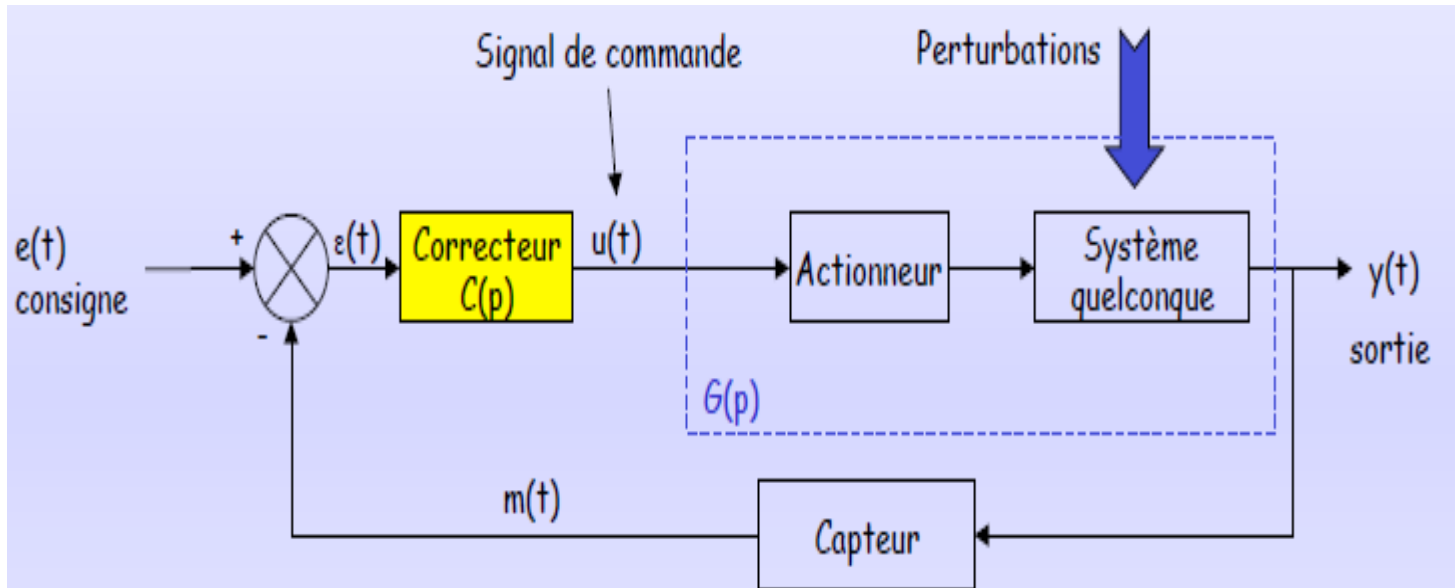
Synthèse d'un système asservi

4. Synthèse d'un correcteur

Synthèses de lois de commande:

- Méthodes à temps continu
 - * P, PI, PD, PID...
 - * correcteur avance de phase,
 - * correcteur retard de phase,
 - * Commande des systèmes multivariables (retour d'état),
 - * Autres méthodes.

Objectif général de l'asservissement

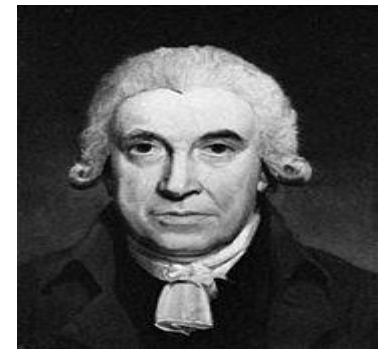
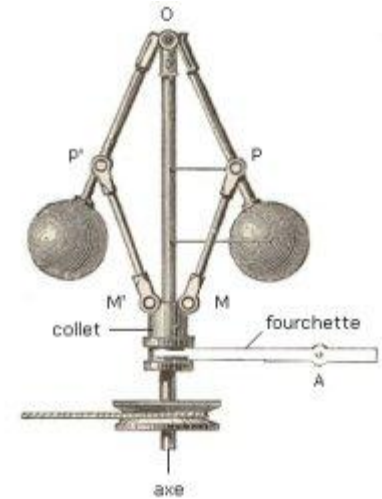
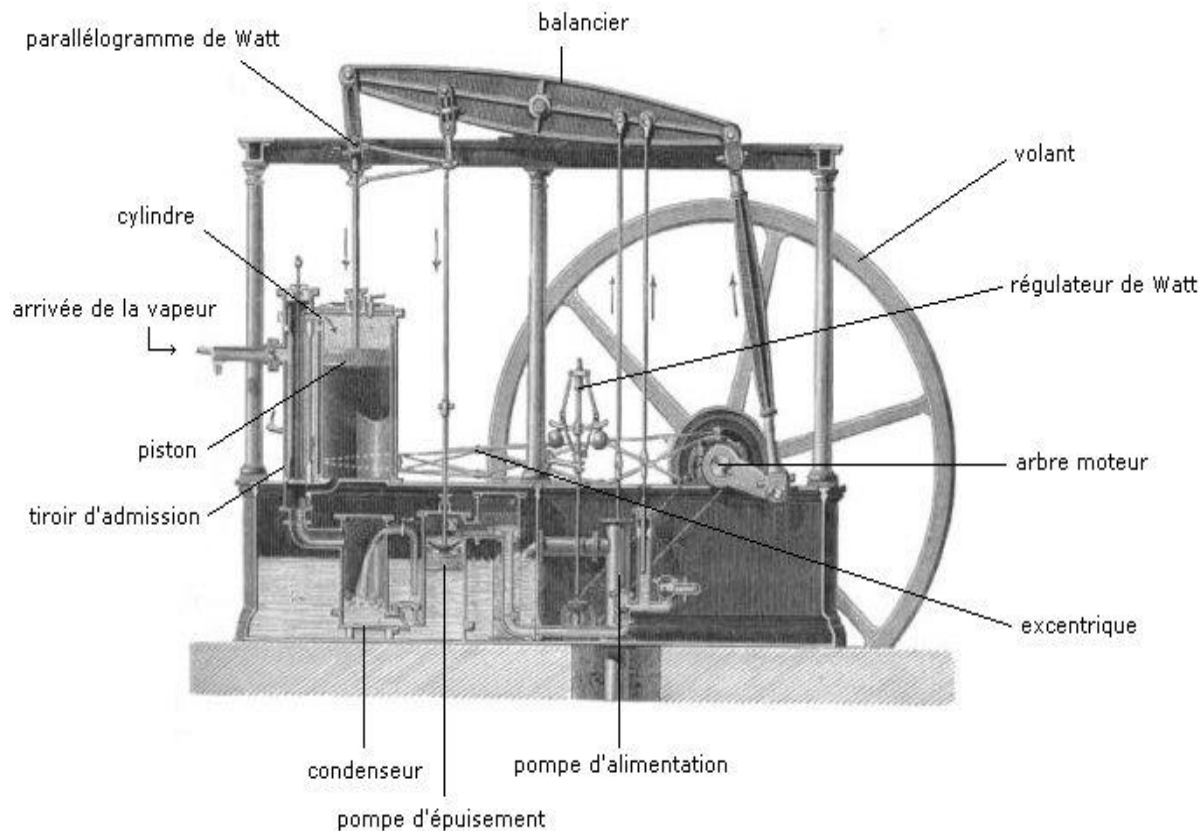


Pour asservir la sortie d'un système à une consigne il faut comparer la sortie à la consigne et de corriger le système pour diminuer cet écart consigne-sortie: il faut donc **concevoir le correcteur pour respecter les objectives (*stabilité, précision, rapidité et robustesse aux perturbations*)**.

Exemple historique

Régulateur de Watt (1788)

- Première régulation de la vitesse
- Mise en application sur les machines à vapeur



James Watt
(1736-1819)

Autres domaines d'application

Applications aériennes:

- Auto-pilote d'un avion de ligne (Commande robuste, Commande à retour d'état);
- Auto-pilote d'un avion de chasse (Commande par calculateur);
- Auto-pilote d'un hélicoptère, lanceur spatial.

Autres domaines d'application

Applications terrestres:

- ABS (Anti-Blocking System)
- ESP (Electronic Stability Program): contrôle de trajectoire
- Régulateur de vitesse
- Climatisation automatique
- Régulation de l'injection moteur

Autres domaines d'application

Applications informatiques:

- Lecteur CD, DVD, imprimante...

Applications industrielles:

- Robotique (bras robot), domotique (+écolo)...
- Chaîne d'automatisation de production
- Asservissement par vision pour les robots, véhicules
- Régulation de température (douche)
- Régulation de niveau d'eau