

*Cours :*

---

*Systemes asservis linéaires et  
continus*

أنظمة التحكم المستمرة و الخطية

*Partie 01*

د. دليلة جودي

[daliladjoudi@gmail.com](mailto:daliladjoudi@gmail.com)

موجه للسنة الثانية ليسانس أوتوماتيك

2019/2020



# *Cours : Systèmes asservis linéaires et continus*

## **Tables des matières**

- ✓ **Chapitre 1 : Généralités sur les systèmes asservis**
- ✓ **Chapitre 2+6 : Transformée de Laplace et représentation des systèmes asservis et représentation d'état d'un système continu**
- ✓ **Chapitre 3 : Analyse dans le domaine temporel**
- ✓ **Chapitre 4 : Analyse dans le domaine fréquentiel**
- ✓ **Chapitre 5 : Synthèse d'un système asservis**



# Mode d'évaluation

---

**40%** : évaluation continue, **60%** : Examen

## Références bibliographiques

---

1. **Modern Control Engineering** ; Katsuhiko Ogata 3rd Edition
2. **Modern Control Engineering : P.N. Paraskevopoulos**
3. **Système asservis , série schaum**
4. Advanced Control Engineering; Roland S Burns
5. Analog and digital control system design ; Chi-Tsong Chen



# Chapitre 1

---

## Généralités sur les systèmes asservis

---

مدخل عام لأنظمة التحكم



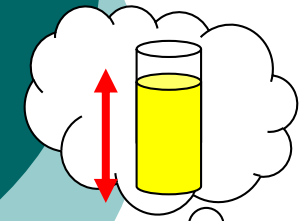
# Chapitre 1

## Généralités sur les systèmes asservis

### Introduction

On veut remplir un réservoir à un certain niveau

نود من خزان زيت الى مستوى محدد سلفا



Niveau d'huile désiré



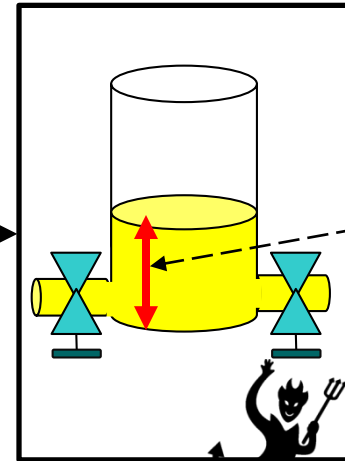
Comparaison



Action  
/Muscle et  
vannes



Réservoir à remplir



Niveau actuel

Perturbation



Observation / Les yeux

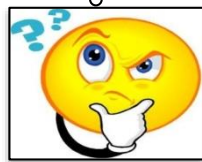
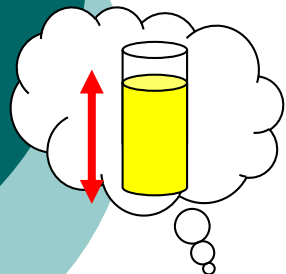


# Chapitre 1

## Généralités sur les systèmes asservis

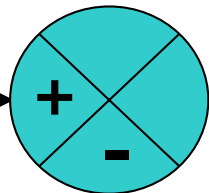
### Introduction

Le système de point de vue automatique *النظام من وجهة نظر آلية أوتوماتيكية*

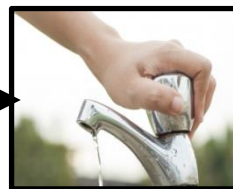


**Consigne  
(Sortie désirée)**

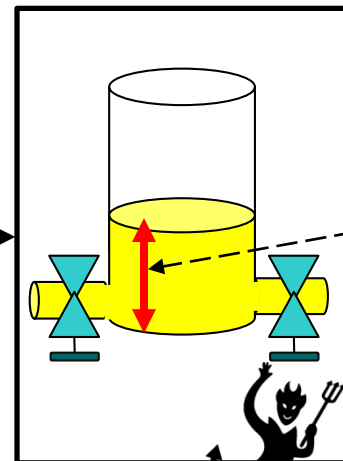
**Comparateur**



**Régulateur**



**Système à asservir**



**Sortie du système**

**Perturbation**



**Capteur**

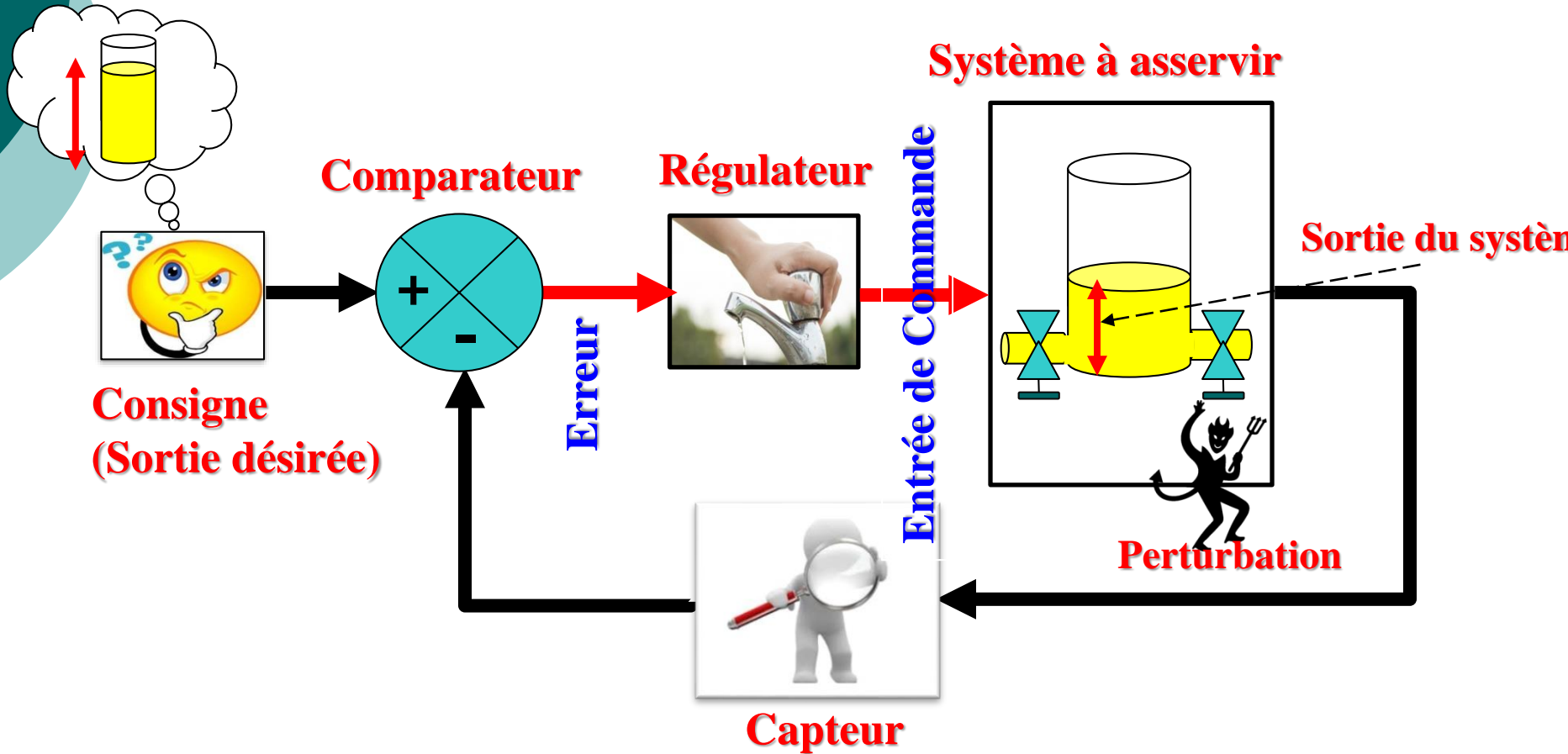


# Chapitre 1

## Généralités sur les systèmes asservis

### Introduction

Le système de point de vue automatique *النظام من وجهة نظر آلية أوتوماتيكية*



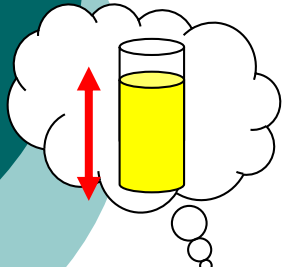


# Chapitre 1

## Généralités sur les systèmes asservis

### Introduction

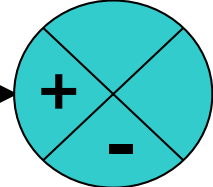
Le système de point de vue automatique *نظام من وجهة نظر آلية أوتوماتيكية*



نموذج النظام المراد التحكم به

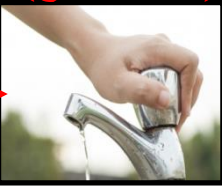
الإشارة المرغوبة أو المطلوبة للمخرج

المقارن (حساب الفرق)

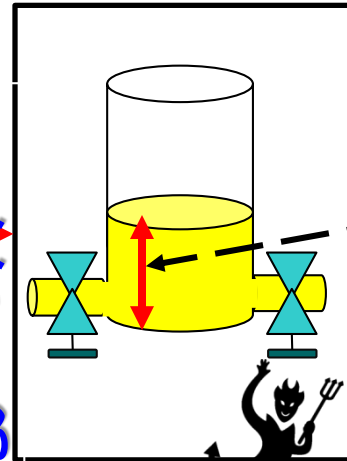


إشارة الفرق

المتحكم (عدة انواع)



إشارة أو دالة التحكم  
تحويل بدلالة الفرق



إشارة المخرج (مستوى السائل)

إشارة تشويش



الجاساس Capteur





# Chapitre 1

## Généralités sur les systèmes asservis

### 1. Définition d'un système asservis ou bien un système de commande : (**Control system**)

- Un système de commande est un assemblage de constituants physiques branchés ou reliés les uns aux autres de telle sorte qu'ils puissent se commander, se diriger ou se régler lui-même, ou bien commander, diriger ou régler un autre système

### 1 تعريف نظام التحكم

نظام التحكم هو تجميع وتركيب لمركبات فيزيائية مختلفة مرتبطة فيما بينها بشكل يمكنها من التحكم و التوجيه و التعديل فيما بينها أو التحكم و توجيه و تعديل نظام آخر

### ***The original definition***

A **control system** is an arrangement of physical components connected or related in such a manner as to command, direct, or regulate itself or another system.



# Chapitre 1

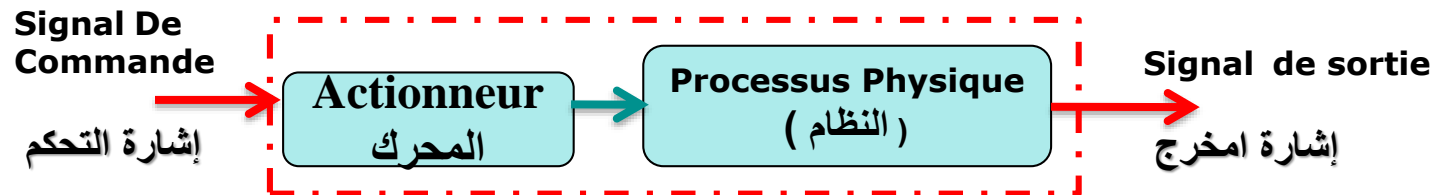
## Généralités sur les systèmes asservis

### 2. Classification des systèmes de commande : تصنيف أنظمة التحكم

1. **Système de commande à boucle ouverte.**
2. **Systèmes de commande à boucle fermée.**

- **1. Le système de commande à boucle ouverte (Open loop system)** est un système où le signal de commande est indépendant du signal de sortie. En général tous les systèmes à minuterie.

✓ **أنظمة التحكم بدارة تحكم مفتوحة** هي أنظمة تكون إشارة التحكم فيها مستقلة كلية عن إشارة المخرج ومثال ذلك عموماً كل الأنظمة التي تشتغل بمؤقت مثل حماسة الخبز أو الغسالة الأوتوماتيكية.



*Système en BO* نظام بدارة تحكم مفتوحة



# Chapitre 1

## Généralités sur les systèmes asservis

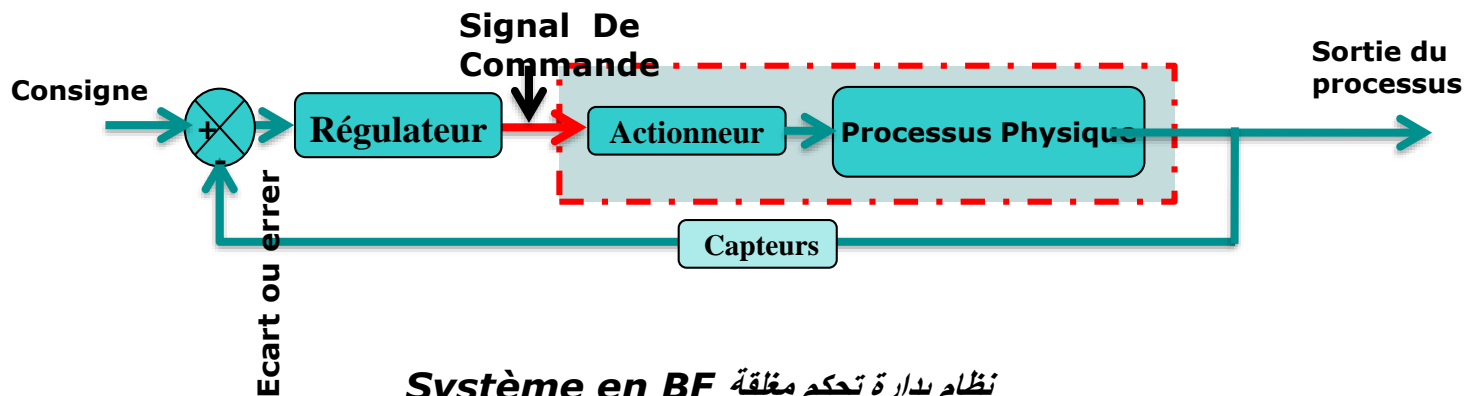
### 2. Classification des systèmes de commande : تصنيف أنظمة التحكم

1. Système de commande à boucle ouverte.

2. Systèmes de commande à boucle fermée.

- 1. Le système de commande à **boucle fermée (Closed loop system)** est un système où le signal de commande dépend d'une façon ou d'une autre du signal de sortie et présente une relation systématique qui compare entre le signal de sortie et la consigne.

✓ أنظمة التحكم بدارة تحكم مغلقة هي أنظمة تكون إشارة التحكم فيها مرتبطة بطريقة أو بأخرى بإشارة المخرج, و تقارن بشكل دائم بين إشارة المخرج و الإشارة المرغوب فيها له.



نظام بدارة تحكم مغلقة BF



# Chapitre 1

## Généralités sur les systèmes asservis

### 2. Classification des systèmes de commande : *تصنيف أنظمة التحكم*

**Exemple :** Le chauffage à gaz : une température désirée / une mesure de la température de la chambre / une thermostat qui commande le flux de gaz.



# Chapitre 1

## Généralités sur les systèmes asservis

### Le résumé nécessaire

#### 3. Automatisation d'un processus : أتممة النظام

L'automatisation d'un processus consiste à transformer sa conduite manuelle en un système fonctionnant complètement (ou partiellement) indépendamment de tout être humain

أتممة النظام هي تحويل نظام تشغيله يدوي إلى نظام مستقل جزئياً أو كلياً عن التحكم اليدوي.

#### 4. Analyse fonctionnelle de l'automatisation d'un processus

#### التحليل الوظيفي لأتممة نظام ما

##### Etape 1 :

##### الخطوة الاولى

- a. Description du processus à réguler..... وصف النظام المراد التحكم به
- b. Schéma fonctionnel de chaque élément du système. رسم مخطط وظيفي لكل عنصر من عناصر النظام.

##### Etape 2 :

##### الخطوة الثانية

Description du processus vue par l'automaticien.... وصف النظام من وجهة نظر آليّة أو أوتوماتيكية

##### Etape 3 :

##### الخطوة الثالثة

Dessin du schéma bloc représentant l'ensemble de la boucle d'asservissement

رسم المخطط البياني الذي يمثل دائرة التحكم الإجمالية



# Chapitre 1

## Généralités sur les systèmes asservis

### 4. Analyse fonctionnelle de l'automatisation d'un processus

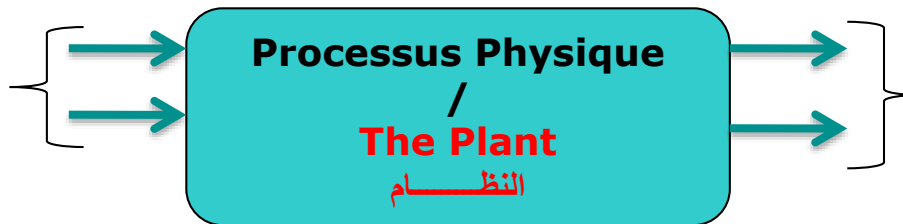
التحليل الوظيفي لأتممة نظام ما

#### Etape 1 : a. Description du processus à réguler

وصف النظام المراد التحكم به

- ✓ Nom du processus lui-même تسمية النظام
- ✓ Définir les grandeurs d'entrée : ( commandes et perturbations) et de sorties : تمييز مداخل النظام (التحكم و التشويش) و مخرجه
- ✓ Dessiner le schéma fonctionnel du processus physique رسم مخطط وظيفي للنظام

Entrées/  
**Inputs**  
المداخل



Sorties /  
**Outputs.**  
المخارج

**Remarque:** Le système peut avoir une seule entrée et une seule sortie, c'est un système dit **SISO** (Singal Input, Single Output) ou MIMO avec plusieurs entrées et plusieurs sorties (Multi Inputs, Multi Outputs). On s'intéresse dans ce cours aux systèmes SISO.



# Chapitre 1

## Généralités sur les systèmes asservis

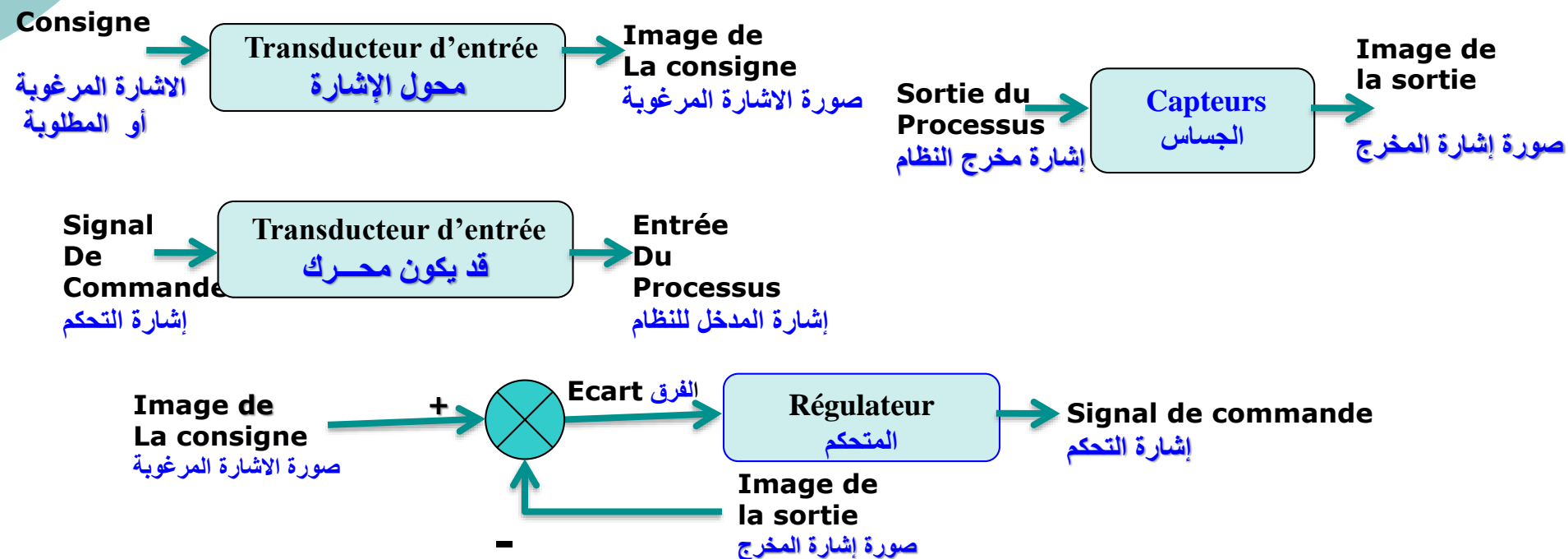
### 4. Analyse fonctionnelle de l'automatisation d'un processus

التحليل الوظيفي لأتمتة نظام ما

### Etape 1 : b. Schéma fonctionnel de chaque élément du système

رسم مخطط وظيفي لكل عنصر من عناصر النظام

✓ Le transducteur d'entrée : capteurs, actionneurs, comparateurs, régulateurs  
✓ محول الإشارة : يمكن أن يكون الجساس, المحرك, المقارن, المتحكم...





# Chapitre 1

## Généralités sur les systèmes asservis

### 4. Analyse fonctionnelle de l'automatisation d'un processus

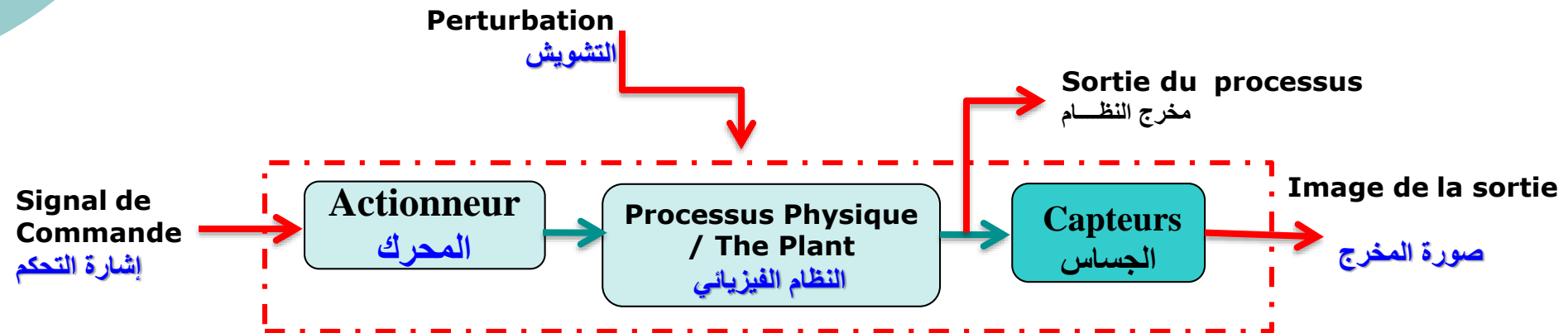
التحليل الوظيفي لأتممة نظام ما

#### Etape 2 : Description du processus vu par l'automaticien

وصف النظام من وجهة نظر آلية أو أوتوماتيكية

✓ C'est le processus physique munis de ses capteurs et actionneurs.

✓نقصد بذلك النظام الفيزيائي ممثلا بكامل محركاته و جساساته







# Chapitre 1

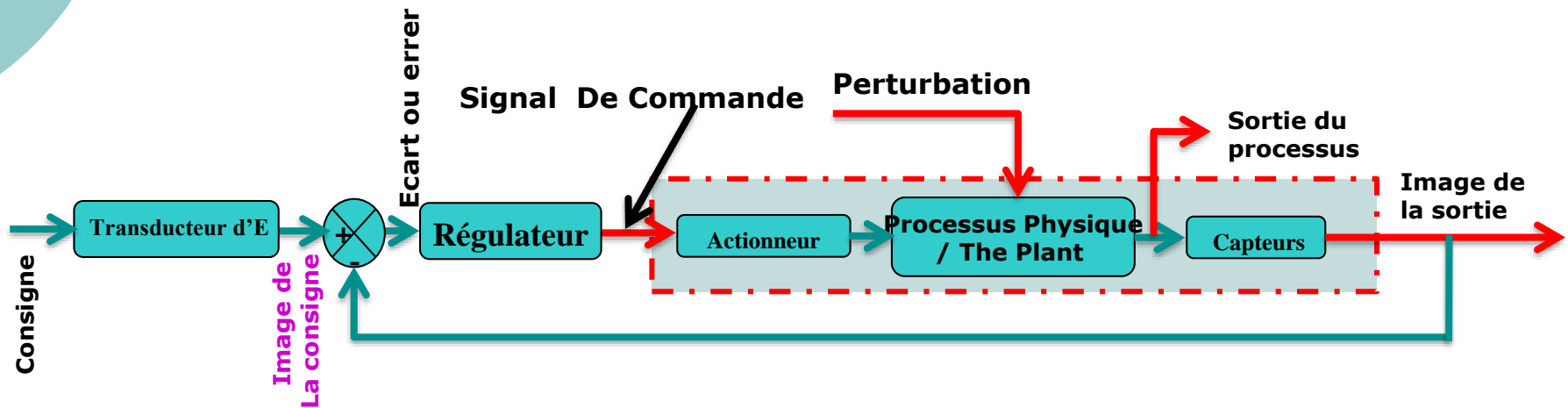
## Généralités sur les systèmes asservis

### 4. Analyse fonctionnelle de l'automatisation d'un processus

التحليل الوظيفي لأتمتة نظام ما

### Etape 3 : Dessin du schéma bloc représentant l'ensemble de la boucle d'asservissement

رسم المخطط البياني الذي يمثل دائرة التحكم الإجمالية





# Chapitre 1

## Généralités sur les systèmes asservis

### 4. Analyse fonctionnelle de l'automatisation d'un processus

#### التحليل الوظيفي لأتمتة نظام ما

#### Remarques

- ✓ Les deux grandeurs comparées doivent être homogènes
- ✓ Le comparateur n'est pas toujours un composant localisé, il figure la comparaison réalisée quelque part.
- ✓ Une perturbation est une entrée du système qui agit sur la sortie et elle n'est pas contrôlable par l'opérateur, elle dépend de l'environnement.
- ✓ Le signal de commande est à la disposition de l'opérateur pour piloter le processus.
- ✓ Le capteur de sortie, a en général une constante de temps très petite devant celle du processus, il est incorporé au processus à piloter il donne l'image de la sortie
- ✓ Si le gain du capteur est k **Signal de la sortie = Image de la sortie/ K**

- ✓ الكميات المقارنة يجب أن تكون متجانسة
- ✓ المقارن ليس مركبا ماديا بل هو يعبر عن عملية الطرح أينما كانت
- ✓ إشارة التشويش هي مدخل للنظام يؤثر على مخرجه ولا يمكن التحكم به من طرف المتعامل (الانسان) انما يتعلق بالبيئة المحيطة.
- ✓ إشارة التحكم هي في متناول المتعامل يمكنه تعديلها بمعادلات معينة للتحكم في النظام.
- ✓ الجساس لإشارة المخرج لديه ثابت زمن صغير جدا مقارنة بثابت زمن النظام يتم دمج مع النظام ليعطي صورة للمخرج.



# Chapitre 1

## Généralités sur les systèmes asservis

Pour asservir ou commander un système on a besoin d'un modèle qui représente ce système

لكي نتحكم في نظام ما أول ما نحتاج اليه هو نموذج يمثل هذا النظام

