

# ETAT DE L'ART DU GENIE ELECTRIQUE

## IV. Automatique

### 4.1 . Introduction

L'Automatique est une discipline scientifique qui vise à conférer à un système, des propriétés souhaitées et ce sans intervention humaine (fonctionnement autonome).

#### 4.1.Introduction

**Fonctions principales de l'automatique:**

**-Surveillance et Sécurité:**

Ces fonctions de type tout/rien sont réalisées par des automates programmables. Exemples : fin de course d'un chariot, débranchement de l'objet de commande en cas de problème, etc.

**Asservissement et Régulation:**

Dans la plupart des installations industrielles, il est nécessaire de maintenir des grandeurs physiques constantes (exp: vitesse, débit, température,...). On parle alors de **régulation**.

On parle d'**asservissement** ou de poursuite, quand la réponse d'un système varie selon les variations de l'entrée de commande (exemple, exécution d'une tâche par un bras de robot).

### 4.2. Notion de Système

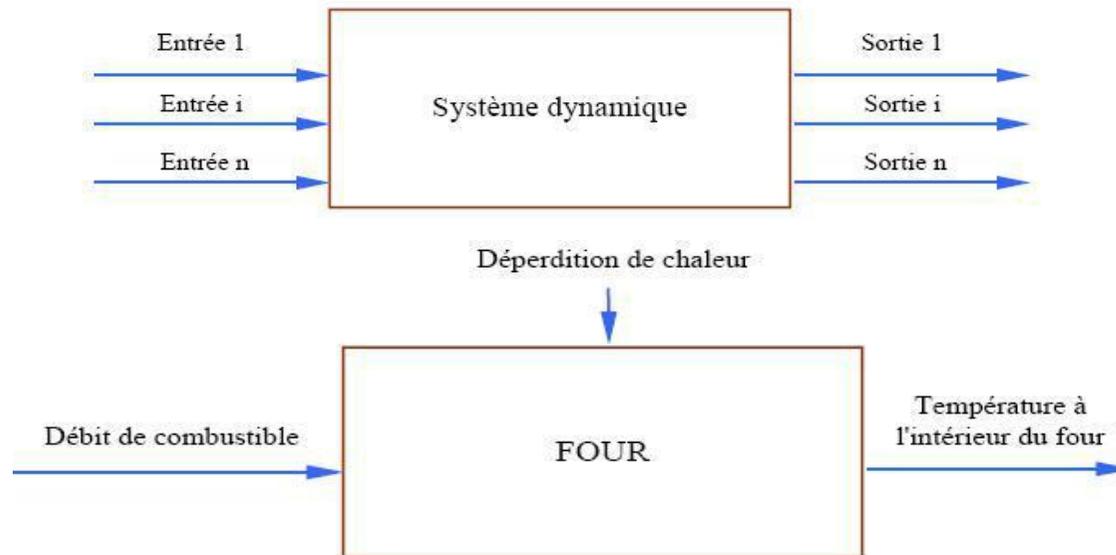
Définition:

# ETAT DE L'ART DU GENIE ELECTRIQUE

Un système est une combinaison de composants interconnectés pour réaliser une tâche. Chaque composant est un organe fonctionnel de nature mécanique, électrique, hydraulique, chimique, etc. Le comportement complet d'un système réel est généralement décrit par plusieurs grandeurs physiques (entrées ou sorties).

Par exemple pour un four on pourrait relever les grandeurs suivantes :

- entrée de commande : débit de combustible
- entrée de perturbation : déperdition de chaleur
- sortie : température à l'intérieur du four.



# ETAT DE L'ART DU GENIE ELECTRIQUE

## 4.3 Classification des systèmes

### 1-Continuité:

Systeme continu: toutes les grandeurs qui le caractérisent sont de nature continue. L'information est disponible à tout instant.

Systeme échantillonné (discret): l'information n'est disponible qu'à des instants bien déterminés ( $T, 2T, 3T, \dots$ ).

### 2-Linéarité:

Systeme linéaire : la relation entre l'entrée et la sortie est une équation différentielle linéaire à coefficients constants.

Systeme non linéaire : caractérisé par des équations non linéaires (exemples: saturation, tout/rien, zone morte, ...).

### 3-Système statique/dynamique:

un système est dit statique si son évolution ne dépend pas du temps. Contrairement au système dynamique dont le comportement dépend de son passé.

# ETAT DE L'ART DU GENIE ELECTRIQUE

## 4.4. Modèle d'un système et notions de fonction de transfert

Exemple (Mécanique): Suspension d'une voiture

Forces en présence :

- ressort :  $-k(x - x_0)$
- amortisseur :  $-fx'$
- inertie :  $m.x''$
- force externe, pesanteur,...

bilan des forces: équation différentielle

$$Mx'' + fx' + kx = u$$

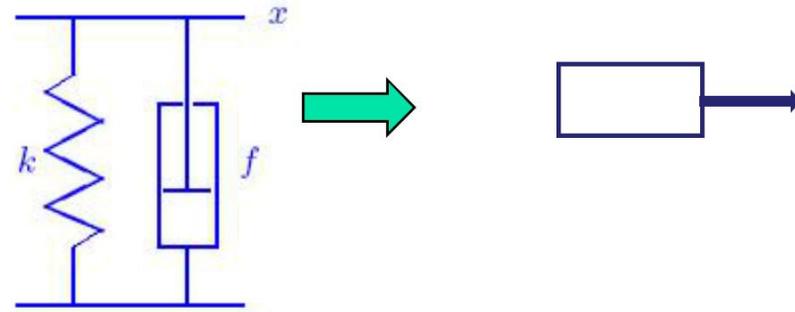
normalisation :

$$x'' + 2.z.w.x' + w^2.x = w^2.u$$

**w** : pulsation propre .    **z**: amortissement.

# ETAT DE L'ART DU GENIE ELECTRIQUE

Le rapport Sortie/entrée est appelé fonction de transfert



La transformée de Laplace donne :

$$X = \frac{w^2}{s^2 + 2zws + w^2} U$$

$$\frac{w^2}{s^2 + 2zws + w^2}$$

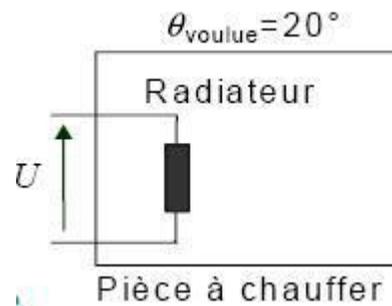
# ETAT DE L'ART DU GENIE ELECTRIQUE

## 4.5 Système en Boucle Ouverte

Un système est dit en boucle ouverte *si la sortie n'a aucun effet sur l'entrée*, selon le schéma fonctionnel de la figure.

**Avantage** : simplicité.

**Inconvénient** : mauvais comportement en présence des perturbations. Pour une même tension  $U$ , la température risque de varier en fonction de celle de l'environnement.

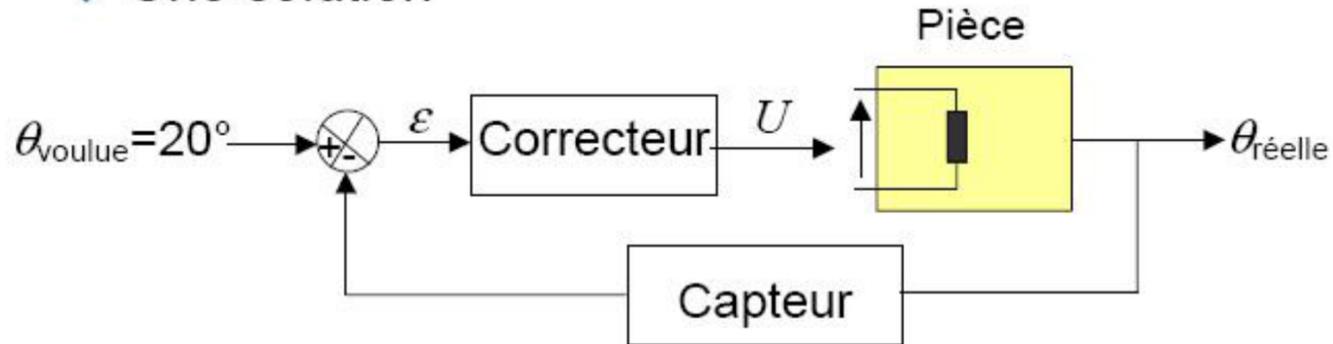


# ETAT DE L'ART DU GENIE ELECTRIQUE

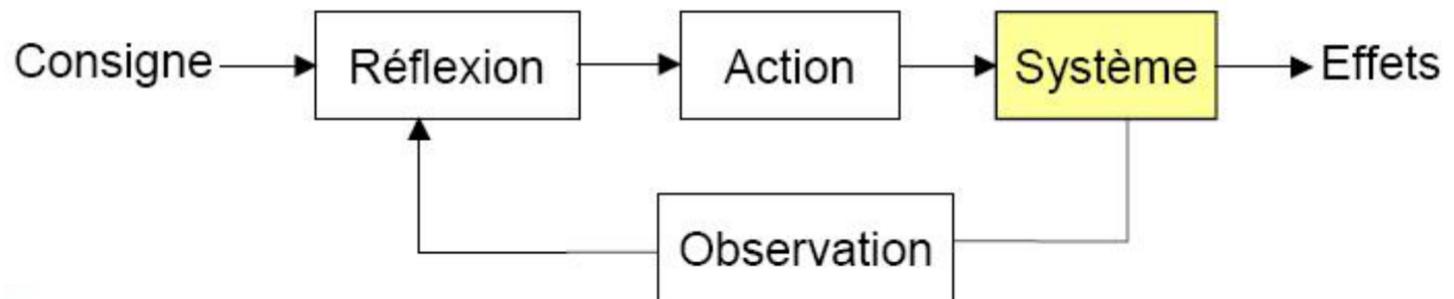
## 4.6 Système en Boucle Fermée et Notion de Régulation

### Exemple : régulation de température

#### Une solution



### Analogie avec l'homme



# ETAT DE L'ART DU GENIE ELECTRIQUE

## 4.6 Synthèse d'un Système Asservi

Les étapes de conception d'un système automatique sont les suivantes:

- 1- Analyse et compréhension du fonctionnement du système en question.
- 2- Modélisation mathématique du système et calcul de sa fonction de transfert.
- 3- Analyse de son comportement (précision, rapidité,...).
- 4- Conception et calcul du régulateur.
- 5- Implantation pratique: analogique (*en général, à base des amplificateurs opérationnels*) ou numérique (*par calculateur*).

# ETAT DE L'ART DU GENIE ELECTRIQUE

## 4.7. Commande Numérique

### Historique:

L'évolution de la commande numérique est étroitement liée à celle des calculateurs.

- 1950s : idée d'exploiter l'ordinateur en automatique, pour certaines réalisations spatiales et militaires. Mais, coût ↑, fiabilité ↓, performances ↓.

-1965 : apparition des mini-ordinateurs → Gros industriels.

- 1972 : Apparition des micro-processeurs → Banalisation.

-Nos jours : plusieurs types de calculateurs ( micro-processeurs, micro-

contrôleurs, DSP, kits dSpace, PLD, FPGA,...)

et généralisation de la commande numérique (... , voitures, appareils

domestiques et même les jouets pour enfants).

### Avantages:

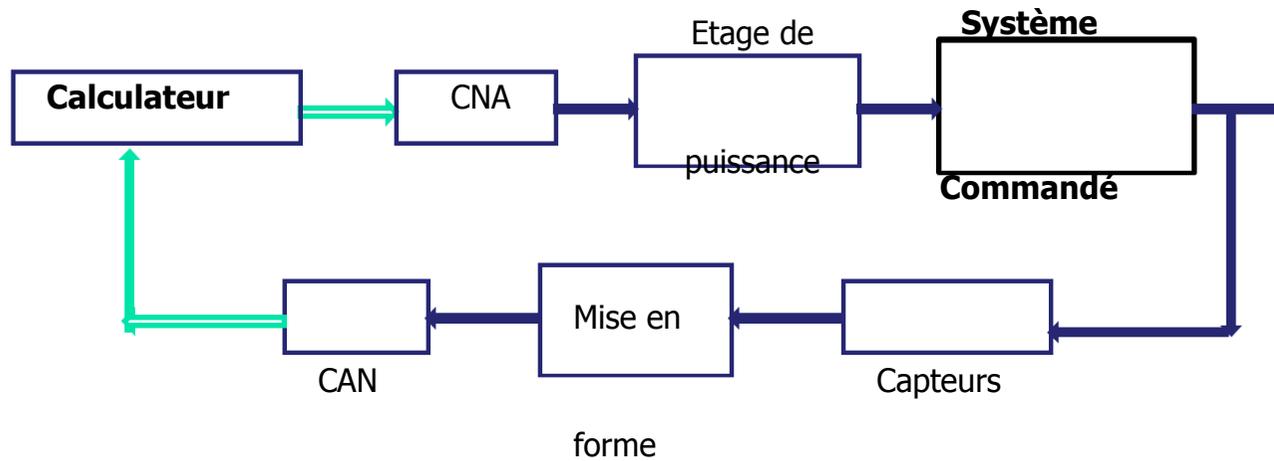
-Souplesse : reprogrammer au lieu de refaire la réalisation.

-Capacités de décision : implémentation d'algorithmes plus sophistiqués et intelligence

- Simulation et commande à distance.

-Rejection de bruit, fiabilité, très faible coût,...

# ETAT DE L'ART DU GENIE ELECTRIQUE



## Schéma de la commande numérique

CAN : convertisseur analogique numérique de résolution : 8, 12, 16 bits, ...

CNA : convertisseur numérique analogique.

Calculateur: micro-contrôleur, DSP, Micro-ordinateur, Automate,...

Mise en forme: amplification, filtrage, ....

Capteurs: tachymètre pour la vitesse, thermomètre pour la température, ...

[Tapez un texte]

# ETAT DE L'ART DU GENIE ELECTRIQUE

## V. Conclusion

L'évolution de l'automatique à travers le temps est liée → besoins et exigences, théorie des systèmes, calculateurs, informatiques et outils de conception.

**De nos jours :** - Dispositifs très sophistiqués dédiés à l'automatisation.

Outils de simulation et de conception.

Spécialisation dans les techniques de commande.

Intelligence artificielle.