



# ANALYSE DES SYSTÈMES

Cours 1

Professeur: YASSINE FARTOUH

v2.1

CPGE - MARRAKECH

## 1 Introduction

### 1.1 Notion de système



#### Définition *Notion de système*

Un système est un **ensemble** d'éléments en interaction, organisés pour **atteindre un ou plusieurs résultats**, quantifiables en termes de performance . Source : ISO 15288.



Ensemble de pièces



Robot humanoïde



Véhicule

FIGURE 1 – Ce sont les pièces et les relations entre les pièces qui font un système



#### Remarque

Comme le montre l'exemple ci-dessus, ce n'est pas l'ensemble de pièces qui constitue un système : il s'agit également de l'interaction entre eux.

### 1.2 Classification

On distingue deux grandes catégories de systèmes :

- les **systèmes naturels** (*système solaire*) ;
- et les **systèmes artificiels**, créés par l'Homme pour remplir une fonction précise. Ces derniers sont appelés **systèmes techniques ou industriels**.

Les systèmes industriels, en tant que systèmes complexes, se caractérisent par une forte complexité et une interdisciplinarité. Pour en faciliter l'étude, il est possible de les décomposer en sous-systèmes plus simples. Chaque sous-système peut alors être considéré comme un système composé à son tour d'autres sous-systèmes en interaction. Cette décomposition peut être poursuivie jusqu'à atteindre des composants élémentaires (FIGURE 2).

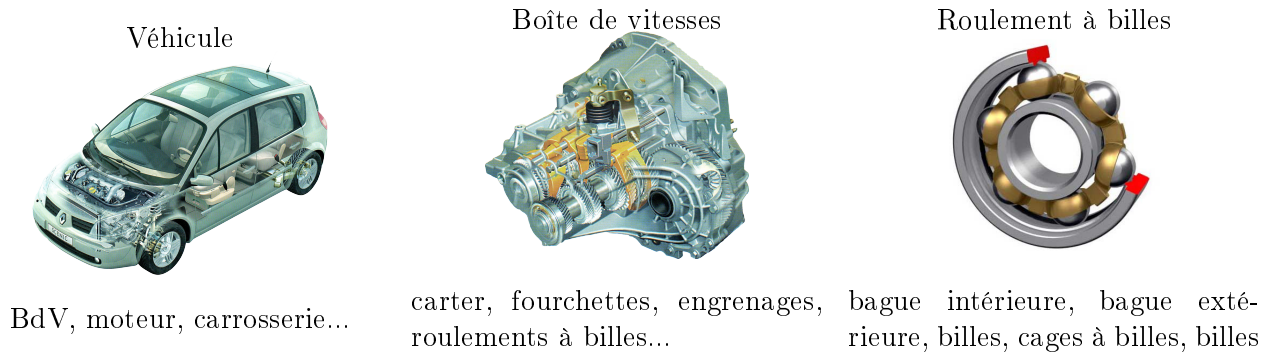


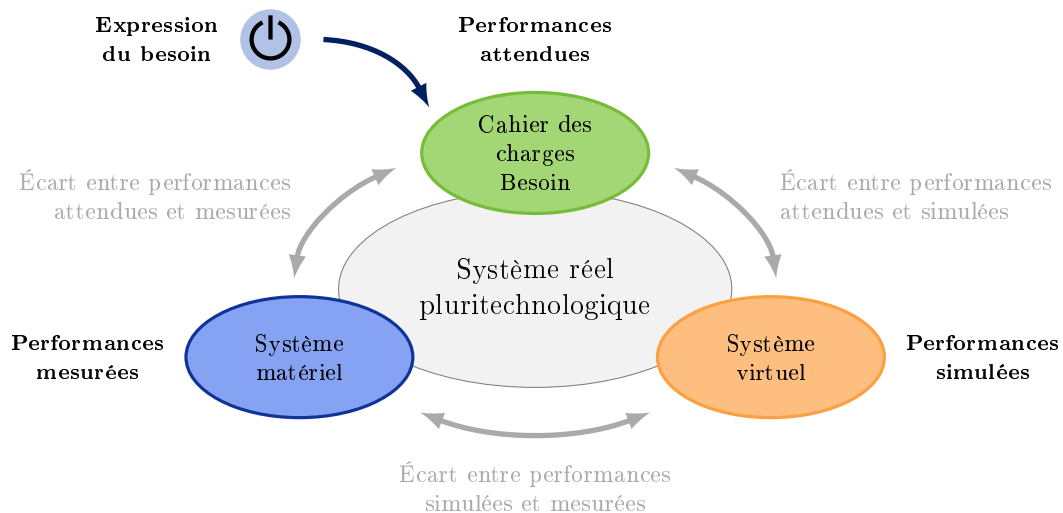
FIGURE 2 – Exemple de sous-systèmes appliqué à un véhicule automobile

### 1.3 Notion des écarts , aspects

Au cours de cette année, nous nous focaliserons sur trois aspects :

- **Le système souhaité** (Cahier des charges), défini par un ensemble de documents dont le cahier des charges.
- **Le système simulé** (Système virtuel), défini numériquement par un ou des fichiers exécutables par un ou des logiciels de simulation.
- **Le système réel** (Système matériel), dont une version peut être disponible physiquement ou virtuellement dans le laboratoire.

En se rapprochant d'une démarche simplifiée d'ingénieur, il sera donc possible de traiter trois écarts, numérotés dans la FIGURE 3.



**Objectif :** comprendre et minimiser les écarts.

FIGURE 3 – Démarche de l'ingénieur

### 1.4 Fonction globale d'un système

La fonction globale (générale) d'un système est de conférer une valeur ajoutée à une matière d'oeuvre à entrante.

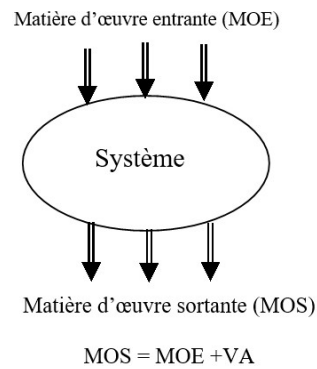


FIGURE 4 – Fonction globale d'un système

## 1.5 Matière d'oeuvre

Il existe trois types de matière d'oeuvre :

- matière/produit ;
- énergie ;
- information.

## 1.6 Valeur ajoutée

La valeur ajoutée est la raison d'être d'un système. Elle est décomposée en trois catégories :

- la **transformation** (modification de la forme de la matière d'œuvre entrante) ;
- le **stockage** (modification de la matière d'œuvre dans le temps) ;
- le **déplacement** (modification de la matière d'œuvre dans l'espace).

## 1.7 Organisation Structurale d'un système

Un système comporte deux parties :

- **La partie commande (PC)** : Représente les organes de décision (Cerveau), qui assurent le fonctionnement de la P.O. Elle gère le déroulement des opérations à réaliser en fonction des informations issues de la P.O et des Interfaces Homme-Machine (IHM).
- **La partie opérative (PO)** : Effectue le travail prévu (Muscles)

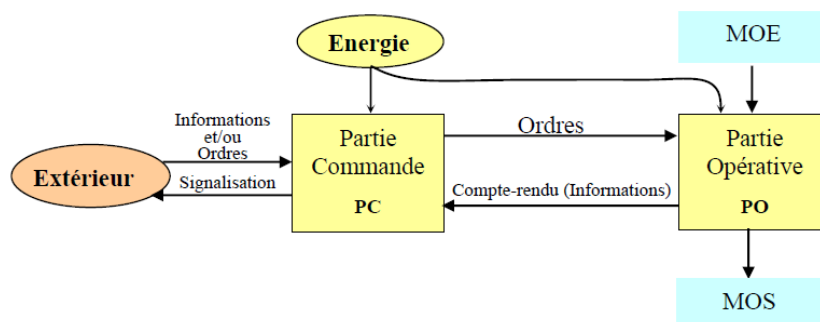


FIGURE 5 – Organisation Structurale d'un système

## 1.8 Organisation fonctionnelle d'un système (*Chaîne d'information – Chaîne d'énergie*)

On peut distinguer deux chaînes, l'une agissant sur les flux de données, appelée **chaîne d'information (PC)**, l'autre agissant sur les flux de matières et d'énergies, appelée **chaîne d'énergie (PO)**.

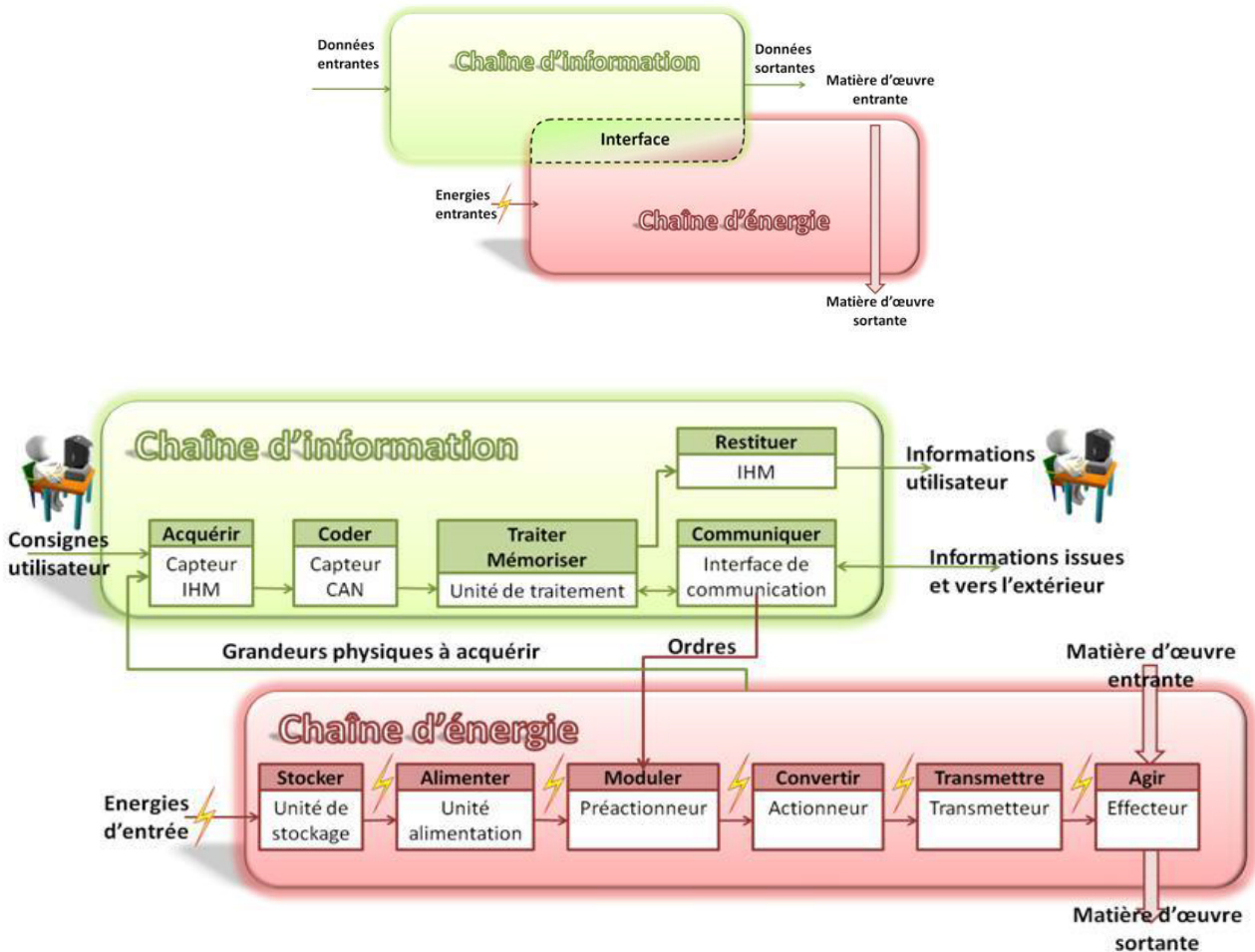


FIGURE 6 – Organisation fonctionnelle d'un système

**La chaîne d'information (PC) permet de :**

- **Acquérir** les informations ;
- **Coder** les informations ;
- **Élaborer** les ordres pour piloter le fonctionnement du système ;
- **Mémoriser** l'information puis la restituer ;
- **Communiquer** les informations vers l'extérieur.

**La chaîne d'énergie (PO) permet de :**

- **Stocker** l'énergie ;
- **Alimenter** le système ;
- **Moduler** l'énergie en vue de sa conversion ;
- **Convertir** l'énergie en l'adaptant, pour la transmettre ;
- **Agir** sur la matière d'œuvre entrante.

Un lien de **puissance** véhicule deux informations dont le produit est une **puissance** :

- Une grandeur de type « **effort** »
- l'autre est de type « **flux** ».

Selon les grandeurs mises en jeu, la nature de l'énergie change :

Nature de l'énergie	Grandeur effort	Grandeur flux
Électrique	Tension $U$ (V)	Courant $I$ (A)
Mécanique (de translation)	Force $F$ (N)	Vitesse $V$ (m/s)
Mécanique (de rotation)	Couple $C$ (N·m)	Vitesse de rotation $\Omega$ (rad/s)
Hydraulique / pneumatique	Pression $P$ (Pa)	Débit volumique $Q_V$ (m <sup>3</sup> /s)
Thermique	Température $T$ (K)	Flux d'entropie $Q_S$ (W/°C)

TABLE 1 – Correspondance entre nature de l'énergie, grandeur d'effort et grandeur de flux.

## 2 Constituants de la chaîne fonctionnelles

### 2.1 Constituants de la chaîne d'énergie



FIGURE 7 – Constituants de la chaîne d'énergie

### 2.1.1 Actionneurs

**Fonction :** Ce sont des organes de la PO permettant de convertir une énergie d'entrée disponible sous certaine forme en une énergie de sortie utilisable pour obtenir un effet donné, et ceci en développant :

- Une force mécanique ;
- Un mouvement de rotation ou de translation...



**Actionneurs couramment utilisés :**

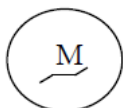
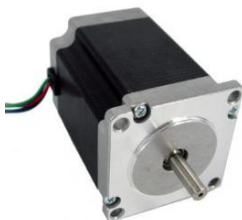
- **Moteurs électriques :** Transformer l'énergie électrique en énergie mécanique de rotation (ou de translation pour certains moteurs).

Un moteur électrique est constitué d'un stator (Partie fixe) et d'un rotor (Partie tournante).



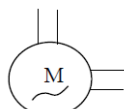
Plusieurs types de moteurs électriques existent :

**Moteur pas à pas**

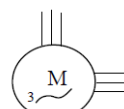


le rotor ne tourne pas d'une façon continue. Le nombre de pas par tour varie entre 48 et 200.

**Moteur à courant alternatif**



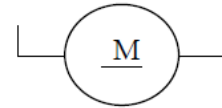
Monophasé



Triphasé

alimenté en courant triphasé ou monophasé, ce moteur permet d'obtenir des couples élevés.

**Moteur à courant continu**



ce moteur tourne à des vitesses nominales allant de 100 tr/mn à 10000 tr/mn.

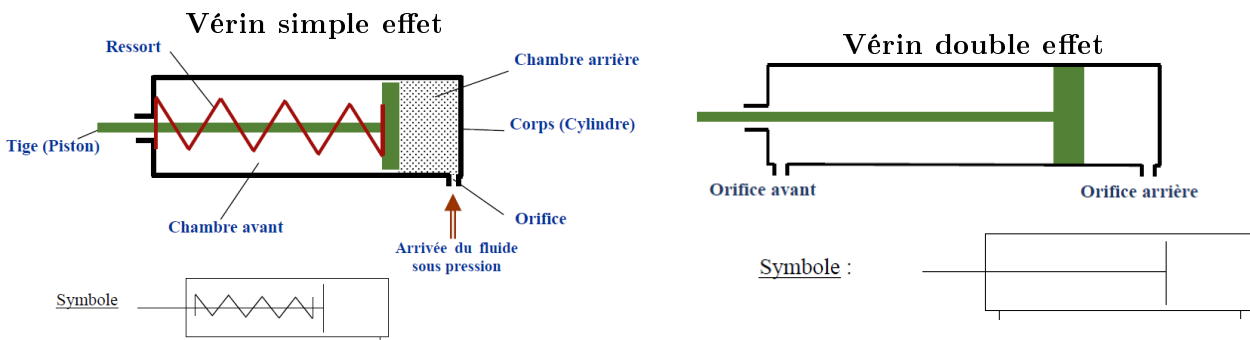
FIGURE 8 – Actionneurs couramment utilisés

- **Vérins** : Transformer l'énergie pneumatique ou hydraulique en énergie mécanique de translation.



FIGURE 9 – Vérin

Deux types de vérins existent :



la sortie de la tige est obtenue par le fluide sous pression. Sa rentrée s'obtient par un ressort.

la rentrée de la tige ainsi que sa sortie sont obtenues par le fluide sous pression.

FIGURE 10 – Exemples des vérins

- **Moteurs hydrauliques (ou Pneumatiques)** : Permettent de transformer l'énergie hydraulique (pneumatique) en énergie mécanique de rotation. Leurs avantages résident dans leur puissance massique élevée et leur capacité à supporter les variations brusques des couples résistants, ainsi que la possibilité de changer facilement le sens et la vitesse de rotation.

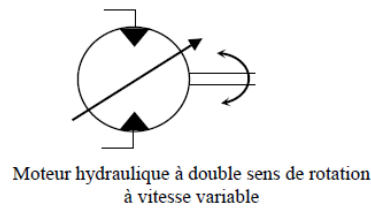


FIGURE 11 – Moteur hydraulique avec symbole

- *Moteurs thermiques* : Transforment l'énergie thermique en énergie mécanique.

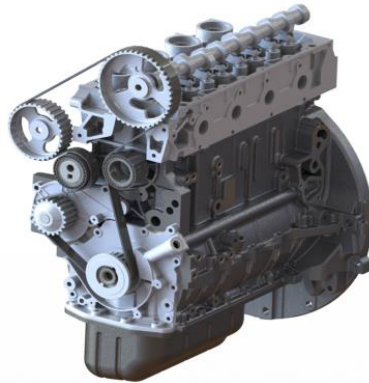


FIGURE 12 – Exemple d'un Moteur thermique

### 2.1.2 Interfaces de commande et de puissance (Pré-actionneurs) :

- *Fonction* : Permettent, à partir d'un signal basse énergie (de commande), de mettre en relation l'actionneur avec la source d'énergie (Haute énergie : de puissance).

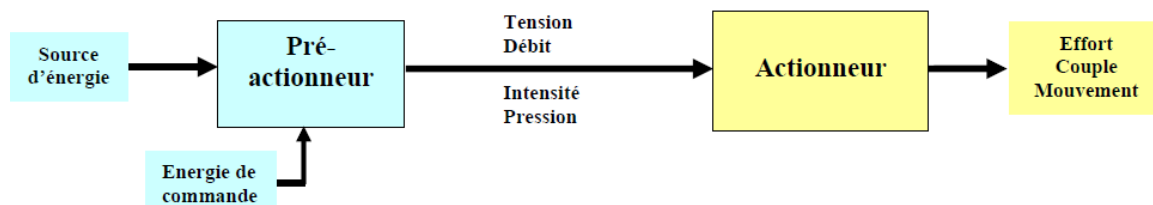


FIGURE 13 – Placement du pré-actionneur



FIGURE 14 – Exemples de réalisation

- *Applications (TD)* :
  - ◇ Association d'un distributeur 3/2 et d'un vérin simple effet.
  - ◇ Association d'un distributeur 5/2 et d'un vérin double effet.

## 2.2 Constituants de la chaîne s'information

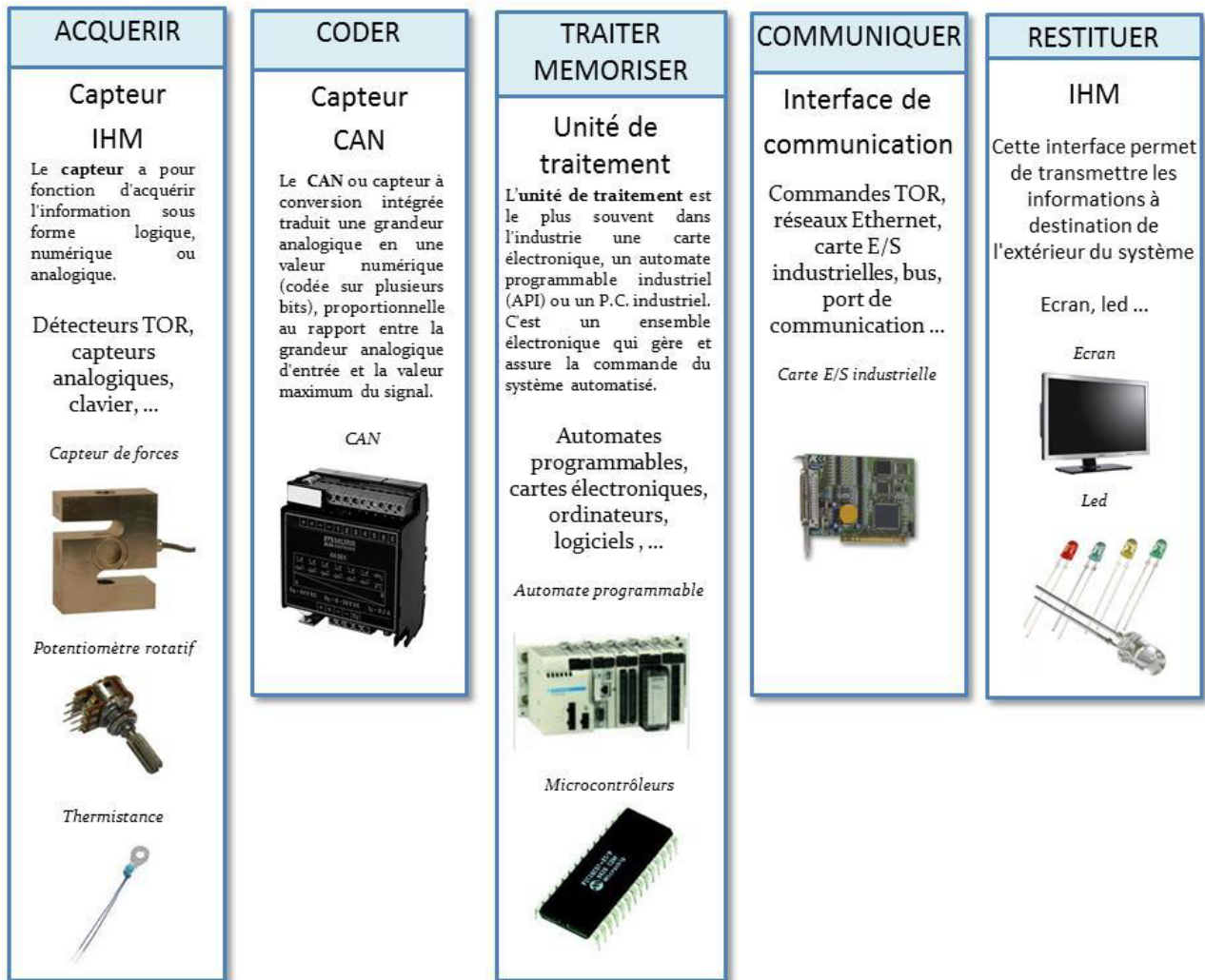


FIGURE 15 – Constituants de la chaîne s'information

### 2.2.1 Capteurs

**Fonction :** Les capteurs appelés aussi détecteurs, recueillent une information sur le comportement de la P.O et/ou sur l'état de l'environnement et la transforment en une information exploitable par la P.C.

**Types de capteurs :**

- **Capteurs T.O.R (Tout Ou Rien) :**  
Le signal supportant l'information captée ne peut prendre que deux états possibles (Vrai – Faux).



FIGURE 16 – Exemples des capteurs T.O.R

- Capteurs analogiques :

Ces capteurs délivrent une image proportionnelle à la grandeur captée.

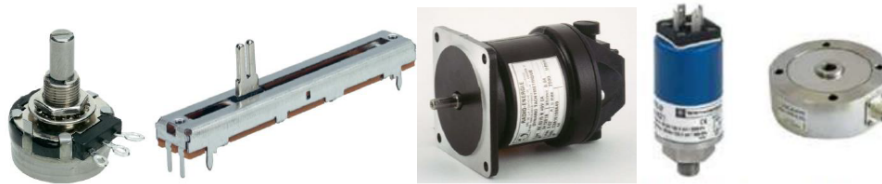


FIGURE 17 – Exemples des capteurs analogiques

- Capteurs numériques :

Ces capteurs sont capables de détecter une grandeur physique et de la coder en un signal binaire.

◇ Applications (TD)

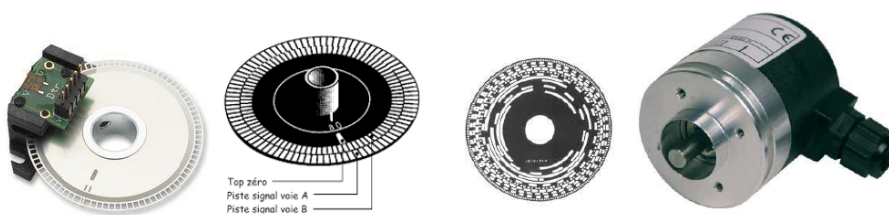


FIGURE 18 – Exemples des Capteurs numériques

- Autres capteurs : Capteurs intelligents :

Capables de capter la grandeur, traiter les données, communiquer avec l'extérieur et de diagnostiquer les pannes.