

Plan du cours (1)

- **Chapitre I: Des capteurs ordinaires aux capteurs intelligents**
 1. Introduction aux systèmes intelligents et communicants.
 2. Rappel sur les capteurs ordinaires.
 3. Introduction aux capteurs intelligents:
 - Besoins industriels
 - Architecture interne
 - Fonctionnalités
 - Communication: liaisons privées et réseaux locaux industriels
 - Exemples d'applications

Introduction aux systèmes intelligents et communicants

- « Un **système intelligent** est une machine, dotée d'un **calculateur embarqué**, avec connectivité à **Internet**, qui est capable de **rassembler** et **d'analyser** des données, ainsi que de **communiquer** avec d'autres machines. IL peut également être doté d'autres fonctionnalités, telles que **l'adaptabilité** et la **gestion/monitoring/configuration à distance**».

(Source: **WhatIs.com**)

Introduction aux systèmes intelligents et communicants

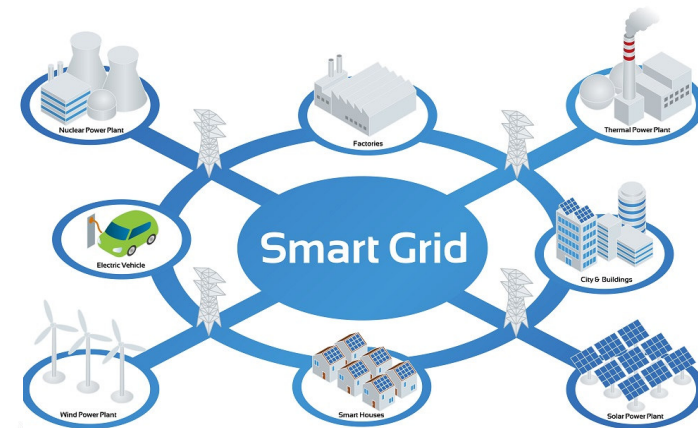
Exemples de systèmes intelligents



TPE



Compteurs communicants (Smart Meters)



Réseaux électriques (Smart Grids)



Automatismes industriels (Intelligence artificielle)

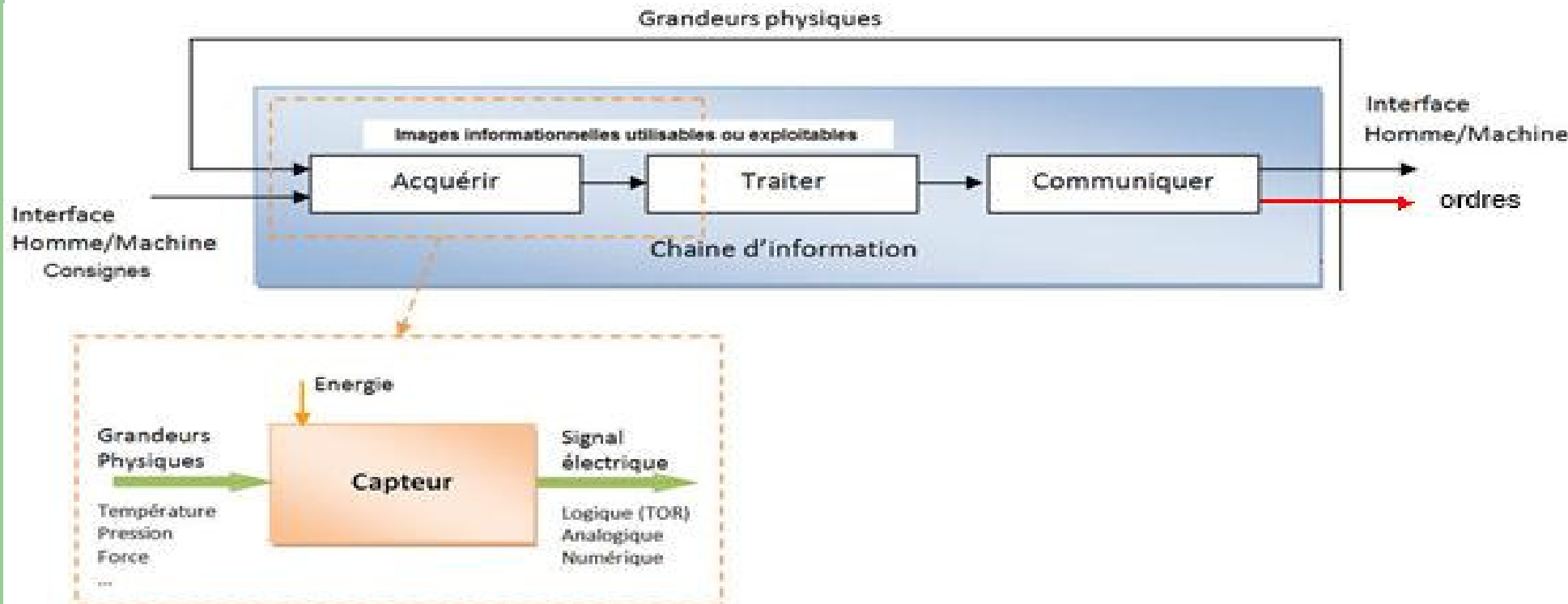


Applications domotiques (Smart Home)

Rappels sur les capteurs ordinaires

Définition

- Un capteur est un dispositif permettant de **détecter** ou de **mesurer** une grandeur physique sous forme d'un **signal exploitable**, telle qu'une **tension électrique**, la **déviaton d'une aiguille**, une **hauteur de mercure**, etc.



Rappels sur les capteurs ordinaires

Exemples



Capteur de température



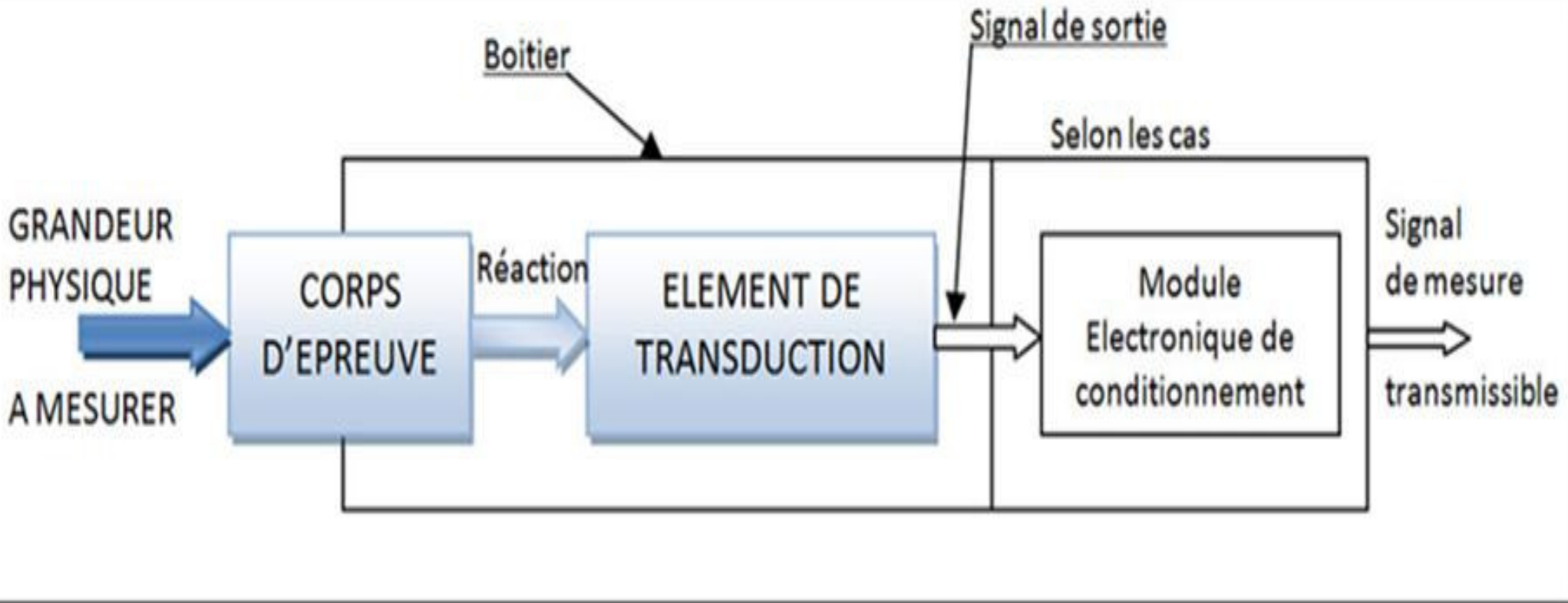
Capteur de pression



Détecteur de présence

Rappels sur les capteurs ordinaires

Architecture interne



Rappels sur les capteurs ordinaires

Description des différents éléments

- **Corps d'épreuve:** élément mécanique qui réagit à la grandeur mesurée (mesurande). La réaction du corps d'épreuve se traduit généralement par une déformation (**compression, dilatation, torsion,...**).
- **Transducteur:** élément sensible lié au corps d'épreuve. Il traduit les réactions de ce dernier en une grandeur électrique (**une variation de résistivité par exemple**).
- **Conditionneur:** module électronique assurant l'une ou l'ensemble des fonctions suivantes:
 - Alimentation électrique du capteur (**cas de capteurs passifs**),
 - Filtrage, amplification du signal,
 - Conversion du signal (**Conversion Analogique Numérique**).

Rappels sur les capteurs ordinaires

Grandeurs d'influence

- Les **grandeurs d'influence** sont des grandeurs externes au capteur qui, selon leur nature et leur intensité, peuvent causer des perturbations sur le fonctionnement du capteur, et par suite, des dérives sur ses mesures.
- **Exemples:**
 - Température,
 - Pression environnante,
 - Vibrations mécaniques ou acoustiques,
 - Humidité, projection d'eau, submersion,
 - Corrosion,
 - Émissions électromagnétiques,
 - Rayonnements électriques....

Rappels sur les capteurs ordinaires

Capteur réel VS capteur idéal

- Le transducteur du capteur produit une grandeur (**G**) qui dépend de la grandeur physique à mesurer (**m**) et des grandeurs d'influence (**gi**):

$$\mathbf{G} = f(\mathbf{m}, \mathbf{g1}, \mathbf{g2}, \dots)$$

- Dans le **cas idéal**, la mesure fournie par le transducteur (**M**) est identique au mesurande (**m**):

$$\mathbf{M} = \mathbf{m}$$

- Dans le **cas réel**, il existe toujours un écart (**e**) entre le mesurande et la mesure, dû à la méconnaissance de l'influence de certaines grandeurs et aux composantes aléatoires:

$$\mathbf{M} = \mathbf{m} + \mathbf{e}(\mathbf{m}, \mathbf{g1}, \mathbf{g2}, \dots)$$

Introduction aux capteurs intelligents

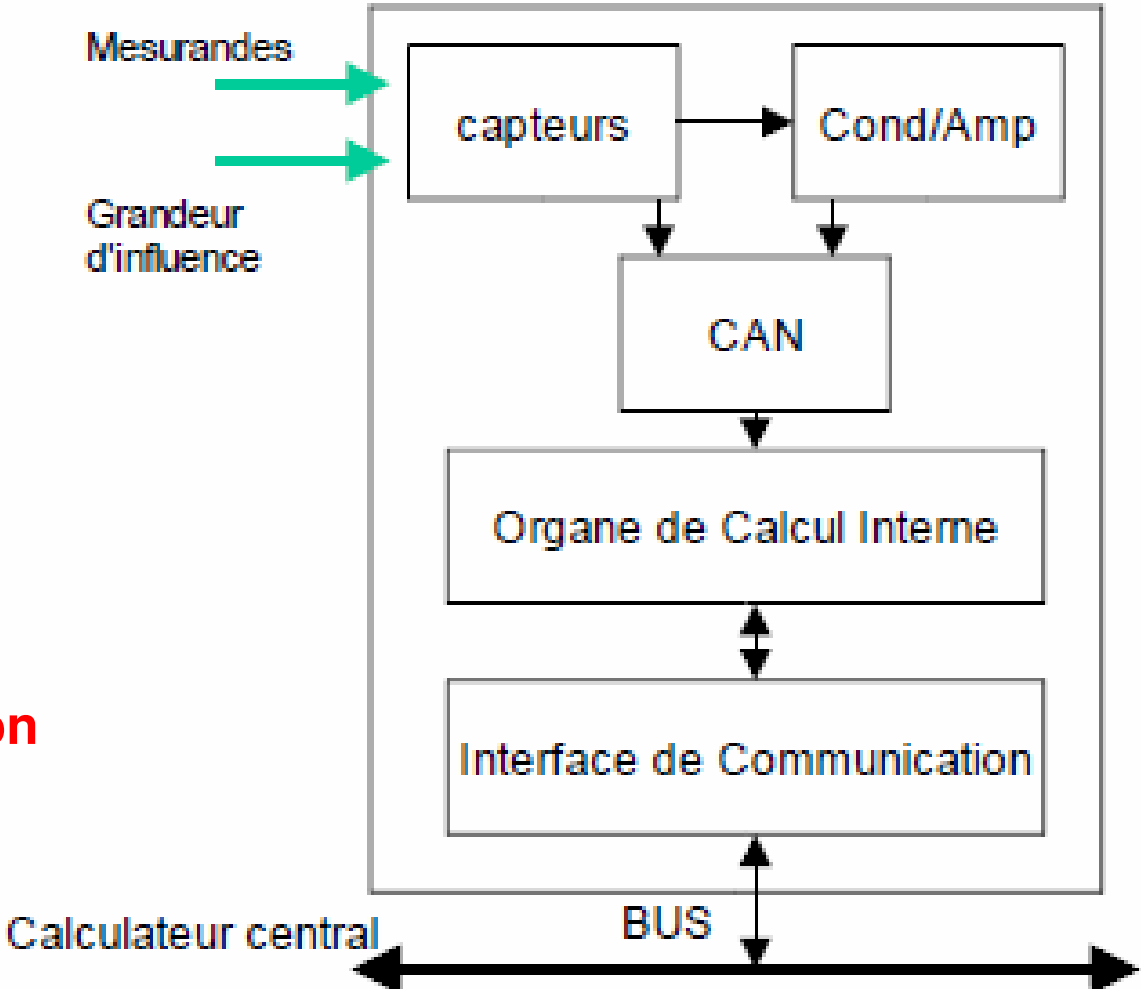
Besoins industriels

- Procédés industriels de plus en plus complexes → Nombre élevé de capteurs sur l'ensemble du procédé de fabrication → **Instrumentation variée et coûteuse.**
 - Besoin d'utiliser des capteurs qui interagissent avec leur **environnement** et rendent compte sur leur **état de fonctionnement.**
- **Le capteur doit être doté d'une capacité interne de calcul et de communication.**

Introduction aux capteurs intelligents

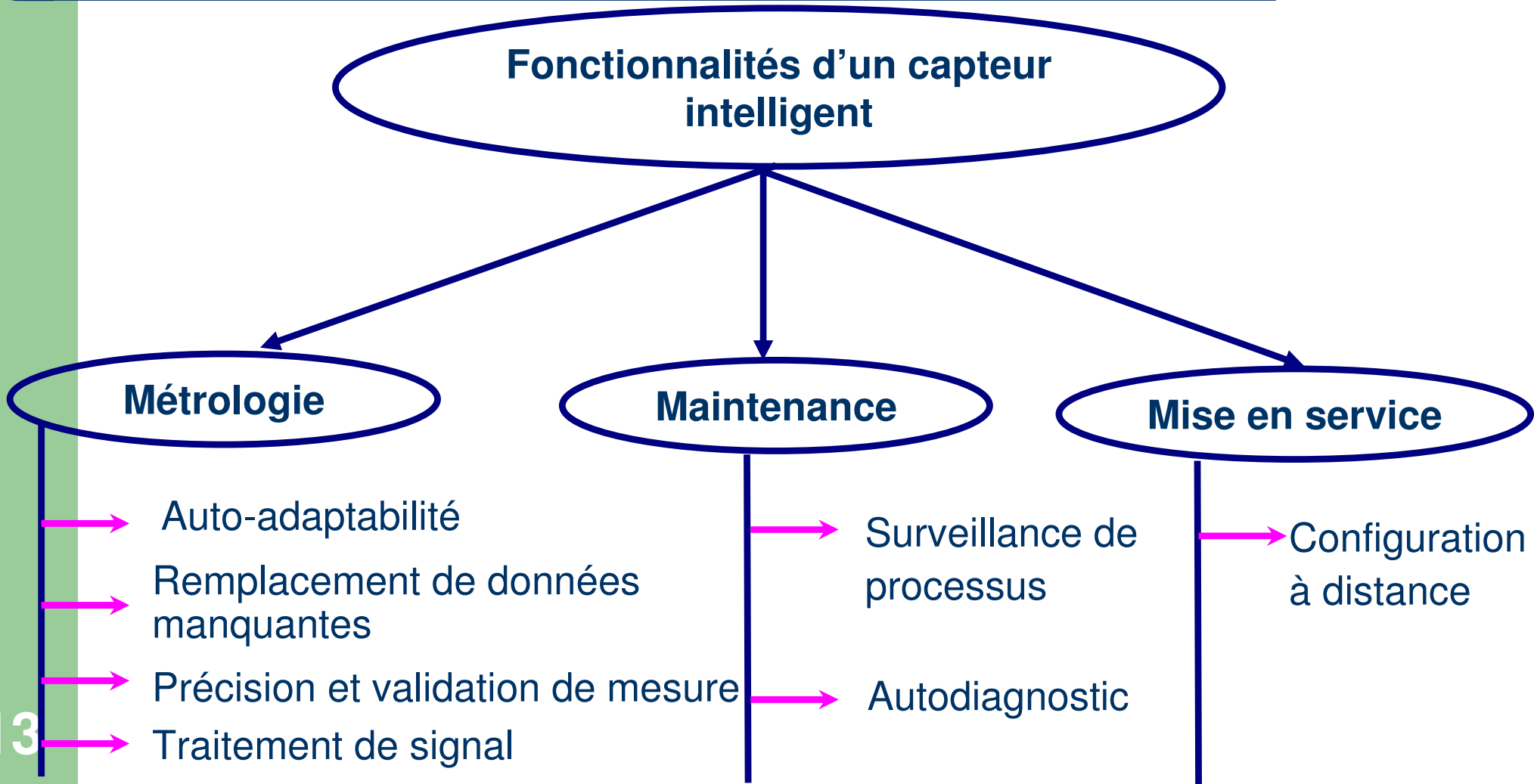
Architecture interne

Capteur intelligent
=
Capteur ordinaire
+
Organe de calcul interne
+
Interface de communication bidirectionnelle



Introduction aux capteurs intelligents

Fonctionnalités



Introduction aux capteurs intelligents

Fonctionnalités métrologiques (1)

- **Auto-adaptabilité:** Capacité du capteur intelligent à s'adapter au signal mesuré. Exemples: adaptation au gain d'amplification variable, à une fréquence de coupure variable, etc.
- **Remplacement de données manquantes:** capacité d'estimer les données manquantes, suite à une panne occasionnelle, à partir des données disponibles.

Introduction aux capteurs intelligents

Fonctionnalités métrologiques (2)

- **Précision de mesure:** prise en compte et compensation des grandeurs d'influence.
- **Validation des mesures:** évaluation de la qualité des mesures et élimination de celles qui se trouvent hors tendance.
- **Traitement du signal:** filtrage des composantes fréquentielles indésirables et maintien de l'information utile.

Introduction aux capteurs intelligents

Fonctionnalités de maintenance

- **Surveillance à distance:** détection des défauts du processus à surveiller et déclenchement d'alarmes. Cette détection permet la recherche des causes possibles de l'anomalie, en analysant les relations de cause à effet entre l'anomalie et sa cause.
- **Autodiagnostic:** évaluation par le capteur de son propre état de fonctionnement et diagnostic d'un éventuel dysfonctionnement.

Introduction aux capteurs intelligents

Fonctionnalités de mise en service

- **Configuration à distance:** possibilité de d'adapter les caractéristiques du capteur en fonction de la tâche à réaliser et au contexte de mesure. La configuration peut être de 2 types:
 - **Une configuration technologique:** conforme le capteur, lors de son intégration dans le système, aux tâches qu'il va assurer.
 - **Une configuration fonctionnelle:** modifie les caractéristiques du capteur quand le contexte de mesure a été modifié.

Introduction aux capteurs intelligents

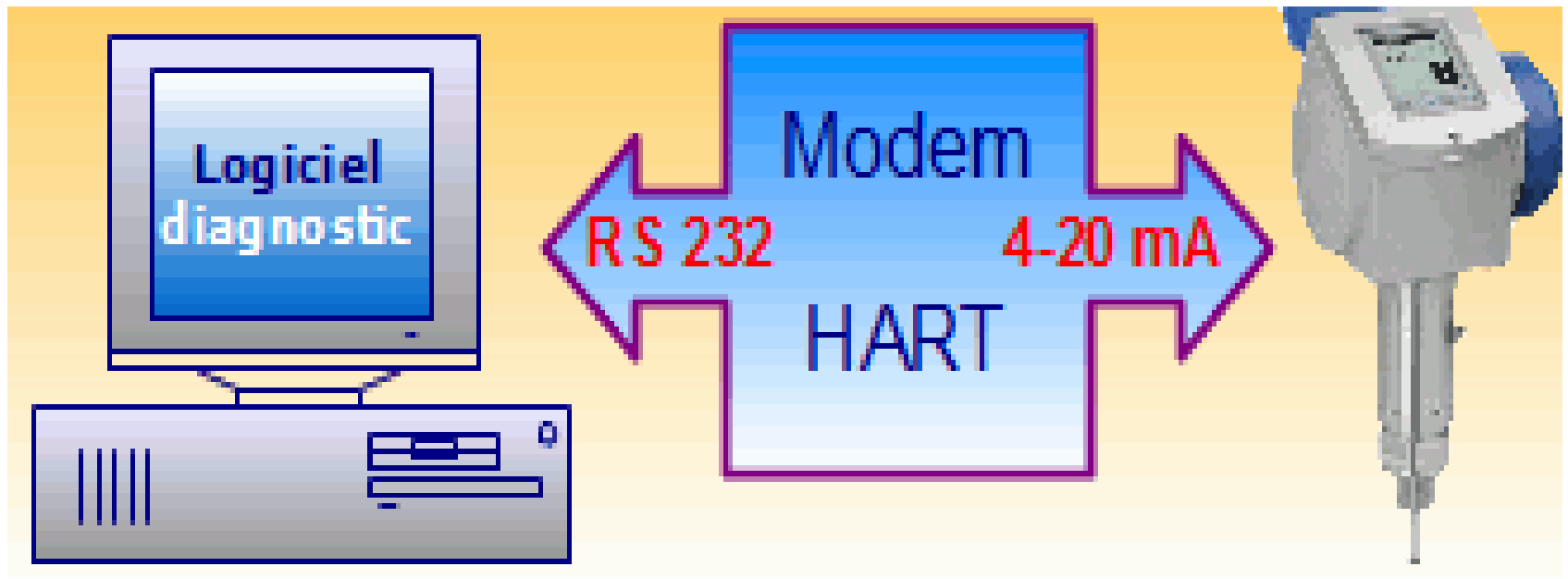
Communication

- La force d'un capteur intelligent réside dans son pouvoir de communication:
 - Echanges avec l'unité de calcul central et/ou l'organe de supervision.
 - Transmission de données (transfert des mesures, communication des résultats d'un certain traitement des données).
 - Configuration et contrôle à distance (autodiagnostic, transfert du fichier de configuration).

Introduction aux capteurs intelligents

Liaisons privées

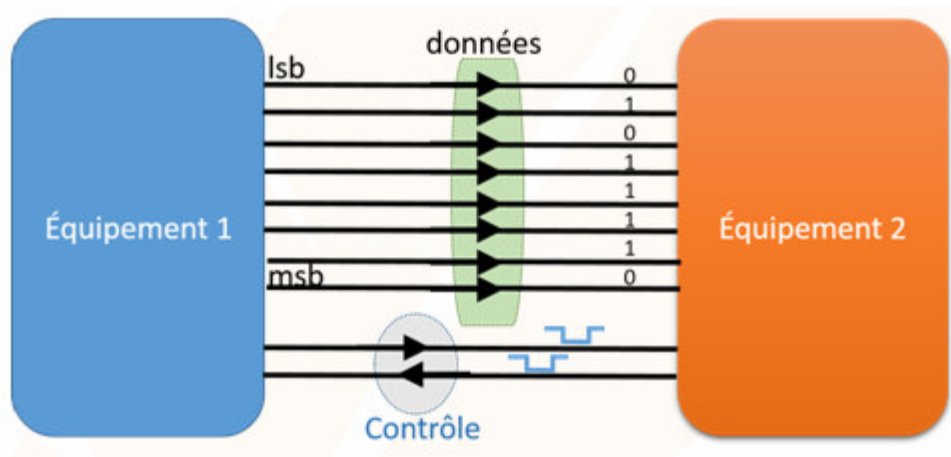
- Liaison de type point à point (un seul interlocuteur):



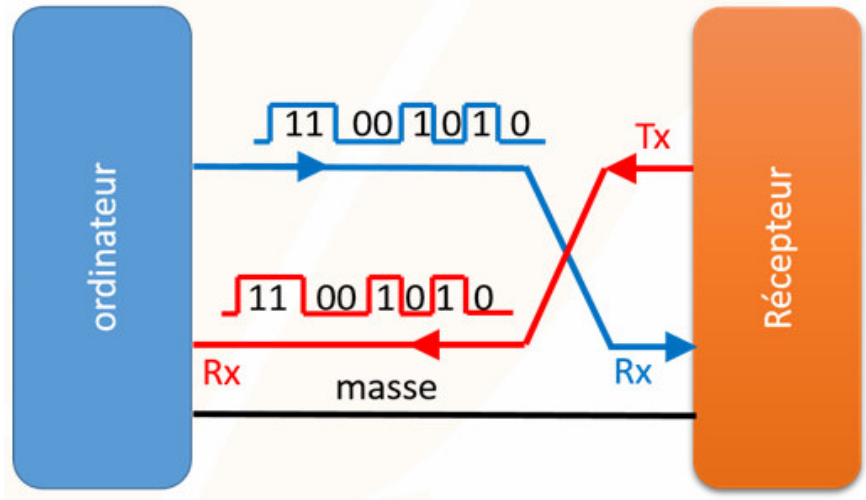
Introduction aux capteurs intelligents

Liaisons privées (1)

- Communication parallèle ou série:



Communication parallèle

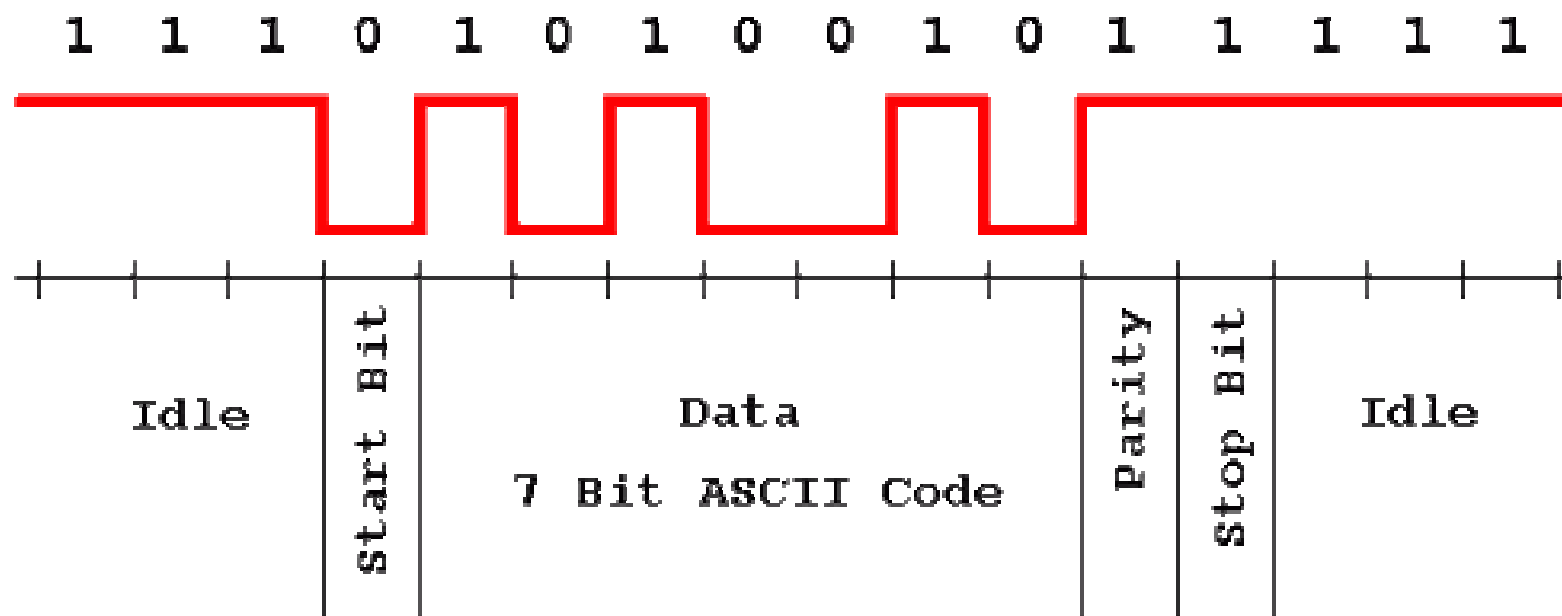


Communication série

Introduction aux capteurs intelligents

Liaisons privées (2)

- Protocoles de communication classiques (RS232, RS485, ...):



Introduction aux capteurs intelligents

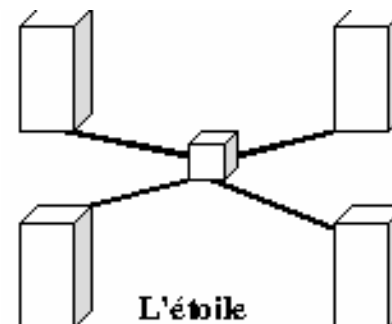
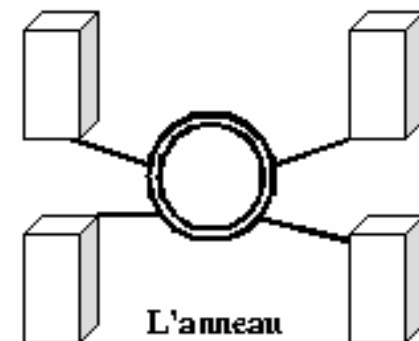
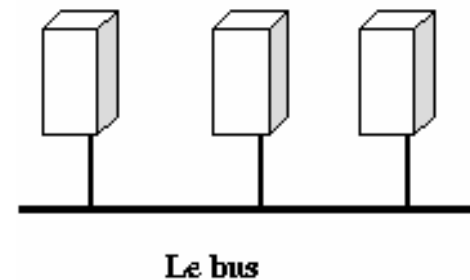
Liaisons privées (3)

- Avantages:
 - Mise en œuvre simple et peu coûteuse.
- Inconvénients:
 - Débit faible et décroissant en fonction de la longueur de la liaison.
 - Distance limitée (**20m maxi**).
 - Nombre de capteurs limité.

Introduction aux capteurs intelligents

Réseaux locaux industriels (1)

- Les nombreux et divers capteurs dialoguent avec les autres équipements via un réseau local et selon une topologie prédéfinie:



Introduction aux capteurs intelligents

Réseaux locaux industriels (2)

- **Avantages:**

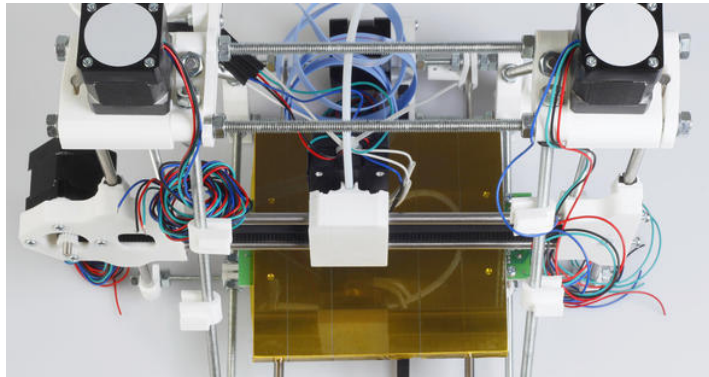
- Nombre élevé de capteurs (selon type de réseau) avec possibilité d'extension/suppression,
- Diffusion rapide de l'information,
- Transport fiable des données sous forme numérique (temps de réponse < 100ms),
- Longues distances,
- Câblage simplifié.

- **Inconvénients:**

- Technologies plus complexes,
- Coûts logistiques supplémentaires,
- Manque de compatibilité entre constructeurs.

Introduction aux capteurs intelligents

Exemples d'applications (1)



**Détecteurs de formes et de couleurs
Pour robots (Pixy)**



**Capteur de pression pour contrôle
de combustion (IPCS)**



Capteur intelligent de batterie (IBS)

Introduction aux capteurs intelligents

Exemples d'applications (2)

Systeme ABS

