

# Internet des Objets (IoT)

---

## IoT

**prof:** DEROUSSI ANASS

## Internet des Objets (IoT)

---

### Présentation du module

Ce cours a pour objectif de :

- Maîtrise des fondamentaux et des technologies IoT.
- Capacité à concevoir et développer des solutions IoT.
- Vision globale des applications et de l'impact de l'IoT dans différents secteurs.



# Plan

I Introduction à l'Internet des Objets (IoT)

II Acquisition des Données IoT

III Protocoles de Communication IoT

IV Pré-stockage et Traitement des Données IoT

V Intégration des Données IoT

- 1 Définition et historique de l'Internet des Objets
- 2 Évolution et impact de l'IoT dans différents secteurs industriels
- 3 Écosystème IoT : composants et architectures
- 4 Exemples d'applications IoT

- **Définition et historique de l'Internet des Objets**
- Évolution et impact de l'IoT dans différents secteurs industriels
- Écosystème IoT : composants et architectures
- Exemples d'applications IoT



## 📖 Définition

L'**Internet des objets** (ou Internet of Things, IoT) désigne l'**interconnexion** de **dispositifs** physiques "**objets**" via Internet, permettant l'échange de données **sans intervention humaine directe**. Ces **objets** intègrent des **capteurs**, des **actionneurs** et des **processeurs** pour **collecter, traiter et transmettre** des informations.

Les objets IoT peuvent être des **appareils domestiques**, des **véhicules**, des **capteurs** de mesure, des **systèmes de sécurité**, des **systèmes de santé**, etc.



## Le Concept de Base



processeurs



Connectivité Internet



Capteurs & actionneurs

**i** L'IoT transforme des objets quotidiens en entités intelligentes et réactives.

- **Définition et historique de l'Internet des Objets**
- Évolution et impact de l'IoT dans différents secteurs industriels
- Écosystème IoT : composants et architectures
- Exemples d'applications IoT

## Concepts fondamentaux :

- **Collecte de données** : Utilisation de **capteurs pour recueillir des informations** sur l'environnement ou le fonctionnement de l'objet.
- **Connectivité** : Capacité des objets à se connecter et à **communiquer entre eux** ou **avec des systèmes centraux**.
- **Traitement et analyse** : Transformation des données collectées en informations exploitables pour la prise de décision ou l'automatisation.
- **Actionnement** : Capacité des **objets à effectuer des actions physiques** en réponse aux informations traitées.

- **Définition et historique de l'Internet des Objets**
- Évolution et impact de l'IoT dans différents secteurs industriels
- Écosystème IoT : composants et architectures
- Exemples d'applications IoT

### Différences entre **objets connectés** et **ordinateurs traditionnels**:

**Ordinateurs traditionnels** : Leur rôle principal est l'**exécution de programmes informatiques**, permettant une grande **polyvalence** dans les tâches qu'ils peuvent accomplir.

#### **Les ordinateurs sont polyvalents**

- Ils sont capables d'exécuter n'importe quoi
- Pas particulièrement efficaces pour le des tâches spécifiques.

#### **Les objets connectés sont spécifiques :**

- fonction bien définie et limitée
- optimal pour cette fonction/tâche
- faible consommation des ressources

- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IIoT dans différents secteurs industriels
- **Écosystème IIoT : composants et architectures**
- Exemples d'applications IIoT

### Différences entre **objets connectés** et **ordinateurs traditionnels**:

**Objets connectés** : Ils sont conçus pour **accomplir des tâches spécifiques**, souvent en **interaction avec leur environnement**, comme surveiller la température ou contrôler l'éclairage.

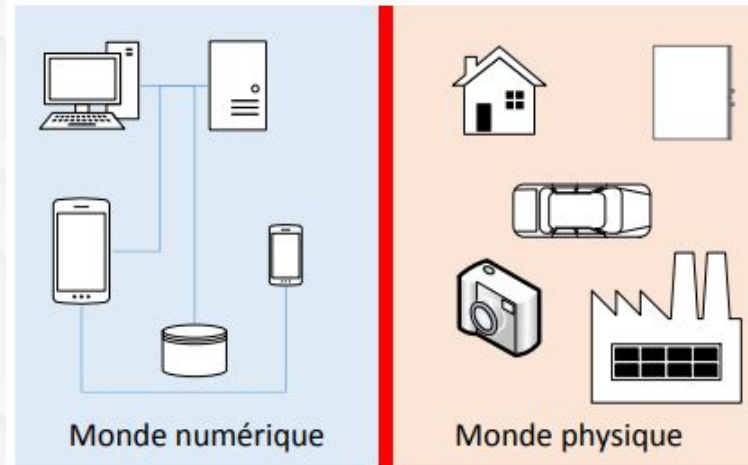
- **Les Software et le Hardware sont efficaces pour une tâche donnée, mais inefficaces pour d'autres tâches.**

Donc les ordinateurs traditionnels sont conçus pour être **polyvalents**, mais cette flexibilité peut les rendre moins efficaces pour des applications spécifiques. En revanche, les objets connectés sont optimisés pour des **fonctions précises**, ce qui les rend plus efficaces et souvent **plus économiques** pour ces tâches spécifiques

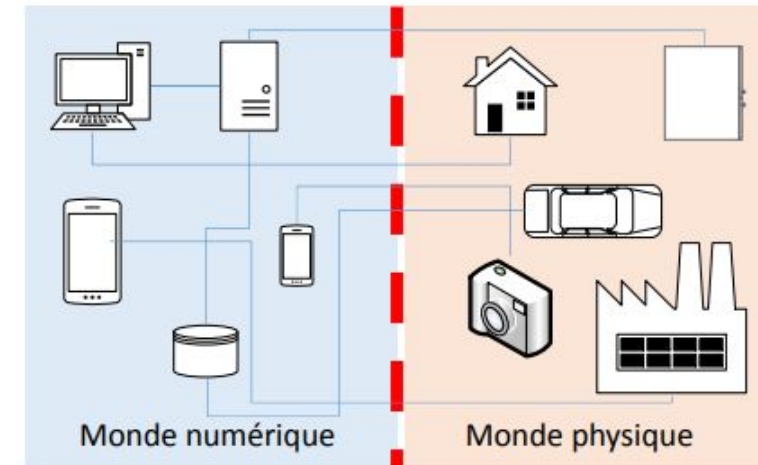
- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IIoT dans différents secteurs industriels
- Écosystème IIoT : composants et architectures
- Exemples d'applications IIoT

L'Internet des objets **permet aux objets physiques** d'échanger des informations **avec des systèmes numériques**, rendant possible la gestion à distance et l'automatisation. Par exemple, une voiture peut envoyer des données en temps réel sur son état, ou un thermostat connecté peut ajuster la température d'une maison en fonction des données reçues via Internet.

Avant l'IIoT



Aujourd'hui



Monde « numérique » /  
« physique »

- **Définition et historique de l'Internet des Objets**
- Évolution et impact de l'IoT dans différents secteurs industriels
- Écosystème IoT : composants et architectures
- Exemples d'applications IoT

## 🕒 La Naissance d'un Concept

1982

### Première machine connectée

Machine à Coca-Cola modifiée à l'Université Carnegie Mellon pour vérifier les stocks à distance.

1990

### Première appareil domestique connecté

John Romkey crée le premier appareil domestique connecté à Internet : un grille-pain contrôlé à distance.

1999

### Invention du terme "IoT"

Le terme « **Internet of Things** » est introduit par **Kevin Ashton**, chercheur au MIT, lors de travaux sur la technologie RFID (identification par radiofréquence).

2000

### Développement des réseaux sans fil

Développement des réseaux sans fil (Wi-Fi, Bluetooth).  
Apparition des premiers objets connectés commerciaux.

2010

### Explosion de l'IoT

grâce à : La généralisation des smartphones, Le cloud computing , La baisse du coût des capteurs, Les réseaux 4G/5G

+2010

### Aujourd'hui

L'IoT est utilisé dans :  
Les maisons intelligentes (Smart Home)  
Les villes intelligentes (Smart City)  
L'industrie 4.0  
La santé connectée  
L'agriculture intelligente

- Définition et historique de l'Internet des Objets
- **Évolution et impact de l'IoT dans différents secteurs industriels**
- Écosystème IoT : composants et architectures
- Exemples d'applications IoT

CHRONOLOGIE & DATA

De la preuve de concept à l'omniprésence mondiale

### Moments Clés de l'IoT



**1982**

Première machine connectée (Distributeur Coca-Cola, CMU)



**1999**

Kevin Ashton invente l'expression "Internet of Things" (RFID)

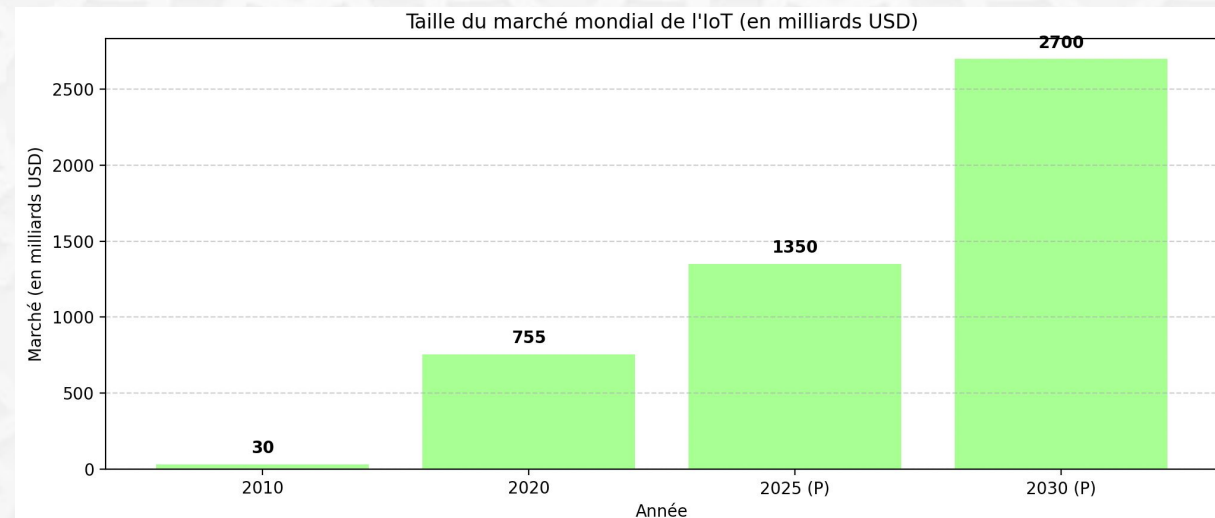


**2008-09**

Objets connectés > Population humaine mondiale

### Évolution du Nombre d'Appareils Connectés

(En milliards d'unités)



- Définition et historique de l'Internet des Objets
- **Évolution et impact de l'IoT dans différents secteurs industriels**
- Écosystème IoT : composants et architectures
- Exemples d'applications IoT

## 🔄 Autres appellations dans le temps

- M2M — machines communicantes
  - Ubiquitous / Pervasive computing — informatique partout
  - Wearable computing — objets portés
  - CPS — systèmes cyber-physiques
  - Télémétrie — mesure à distance
- IoT = convergence moderne de tout cela.

# ÉCOSYSTÈME IOT

Les quatre composants fondamentaux de la chaîne de valeur



## 1. Les Objets (Things)

Dispositifs physiques équipés de **capteurs** et **actionneurs**. Ils collectent des données de l'environnement ou exécutent des actions physiques.

CAPTEURS   ACTIONNEURS



## 2. La Connectivité

Assure la transmission des données via des réseaux variés (**Wi-Fi, LPWAN, 5G, Bluetooth**). Elle permet le dialogue entre les objets et le cloud.

PROTOCOLES   PASSERELLES



## 3. Plateforme de données

Infrastructure logicielle (Cloud/Edge) où les données sont **stockées, traitées et analysées**. C'est ici que les données brutes deviennent des informations exploitables.

STOCKAGE   ANALYTICS



## 4. L'Application

Interface utilisateur finale (tableaux de bord, apps mobiles). Elle génère la **valeur métier** en permettant le contrôle et la visualisation des processus.

UI/UX   INTÉGRATION

- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IIoT dans différents secteurs industriels
- **Écosystème IIoT : composants et architectures**
- Exemples d'applications IIoT

- Les Objets Connectés sont équipés de **capteurs/actionneurs**, de **processeurs** et de **modules de communication**.  
**Objet Connecté = capteurs/actionneurs + Processeurs + modules de communication.**



réfrigérateur

- Maintient les articles au froid
- Il n'y a pas grand-chose d'autre à faire

## Le Concept de Base



processeurs



Connectivité Internet



Capteurs &amp; actionneurs

- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IoT dans différents secteurs industriels
- **Écosystème IoT : composants et architectures**
- Exemples d'applications IoT

- Les Objets Connectés sont équipés de **capteurs/actionneurs**, de **processeurs** et de **modules de communication**.

**Objet = capteurs/actionneurs + Processeurs.**

Les réfrigérateurs intelligents offrent des fonctionnalités avancées pour faciliter la gestion des aliments et des courses.

- Quand la porte est entrouverte
- Quand le filtre à eau doit être remplacé
- Surveillance du contenu du réfrigérateur
- Le réfrigérateur peut détecter la quantité de lait restante, par exemple, et vous alerter lorsqu'il est temps d'en acheter davantage.
- Liste de courses automatisée: peut générer automatiquement une liste de courses en fonction des articles manquants ou des besoins identifiés.
- Suggestions de recettes correspondent à son contenu.

Réfrigérateur « intelligent ».



- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IoT dans différents secteurs industriels
- **Écosystème IoT : composants et architectures**
- Exemples d'applications IoT

- Les Objets Connectés sont équipés de **capteurs/actionneurs**, de **processeurs** et de **modules de communication**.

**Objet Connecté (IoT) = capteurs/actionneurs + Processeurs + modules de communication.**

Réfrigérateur « IoT ».

Les réfrigérateurs IoT:

- Commande automatique de produits alimentaires.
- Recherche des prix les plus bas.
- Commande automatique de filtres à eau.
- Anticipation des repas et commandes preventives.
- Fourniture d'informations de consommation aux entreprises pour le marketing



- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IoT dans différents secteurs industriels
- **Écosystème IoT : composants et architectures**
- Exemples d'applications IoT

- Les Objets connectés peuvent **interagir entre eux** ou **avec des systèmes centraux** pour **automatiser des processus**, **prendre des décisions** ou **fournir des informations en temps réel**.

- Exemple:

Dans une **maison intelligente**, des **capteurs de température et d'humidité** peuvent **ajuster automatiquement le chauffage et la climatisation** pour maintenir un confort optimal tout en optimisant la consommation d'énergie.



- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IIoT dans différents secteurs industriels
- Écosystème IIoT : composants et architectures
- Exemples d'applications IIoT

Qu'est-ce qu'un « **Objet Connectée** » ?

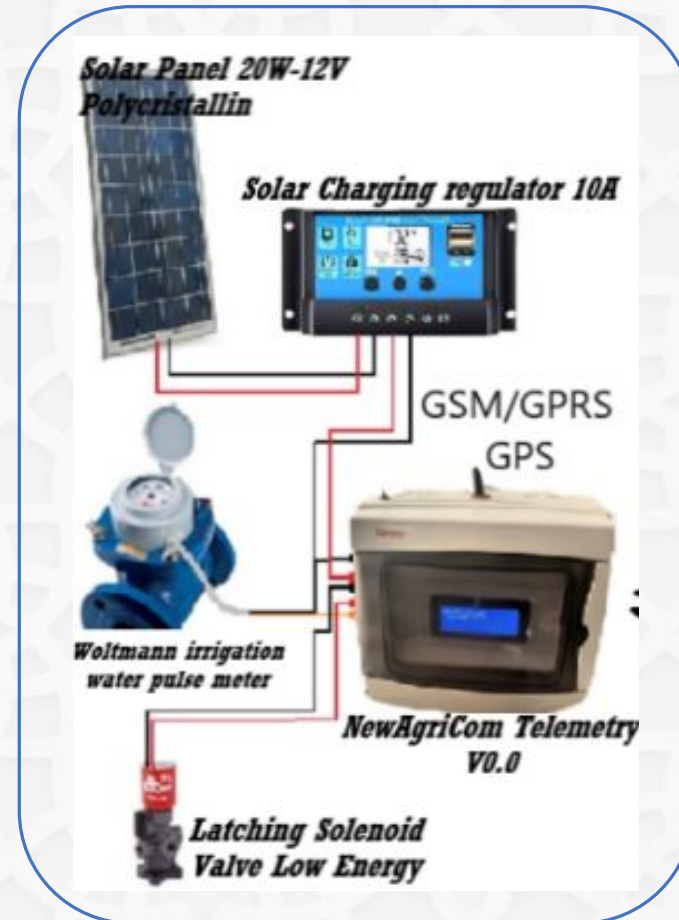
- **Thermostat connecté** : Permet de contrôler à distance la température de votre domicile et d'optimiser la consommation d'énergie.
- **Bracelet de fitness connecté** : Surveille l'**activité physique**, le **rythme cardiaque** et la **qualité du sommeil**, aidant à suivre et améliorer la santé personnelle.
- Ces dispositifs illustrent comment l'IIoT intègre la technologie dans des objets du quotidien pour améliorer le confort, la santé et l'efficacité des activités humaines.

**Objet Connectée (IIoT) = capteurs/actionneurs + Processeurs + modules de communication.**



- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IIoT dans différents secteurs industriels
- **Écosystème IIoT : composants et architectures**
- Exemples d'applications IIoT

- Les Objets Connectés sont équipés de **capteurs/actionneurs**, de **processeurs** et de **modules de communication**.



Objet Connecté

Energie

Alimentation de la plateforme en énergie électrique. Doit être adaptée à l'application

Capteur

Traduction d'une grandeur physique en un signal électrique

Actionneurs

Modification de l'état de l'environnement

Intelligence

Traitement local des données (simple ou complexe)

Communication

Codage et transmission des données, protocoles standards ou dédiés, communication filaire ou sans fil.

- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IIoT dans différents secteurs industriels
- **Écosystème IIoT : composants et architectures**
- Exemples d'applications IIoT

Capteur

Traduction d'une grandeur physique en un signal électrique

Actionneurs

Modification de l'état de l'environnement

Intelligence

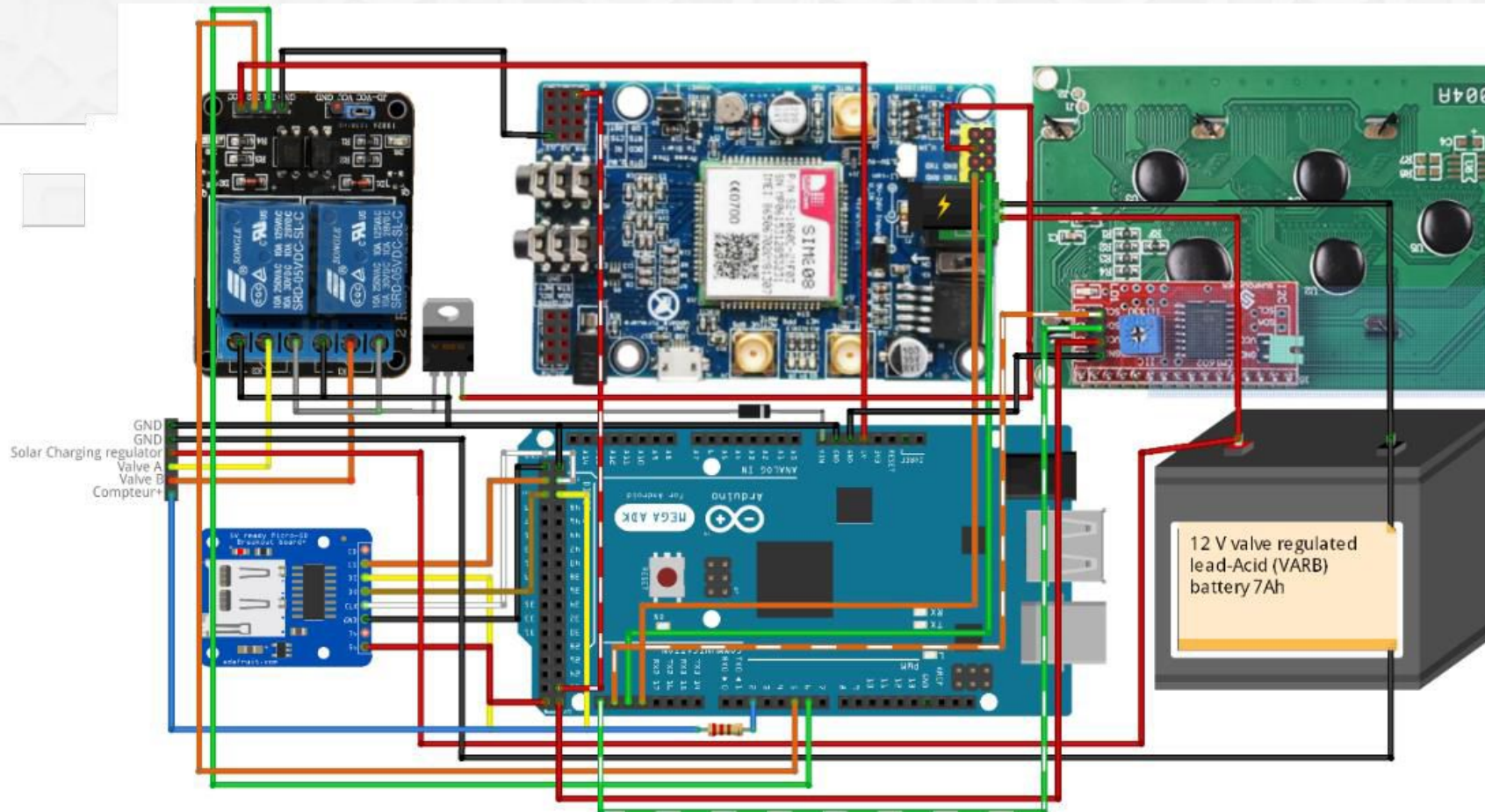
Traitement local des données (simple ou complexe)

Energie

Alimentation de la plateforme en énergie électrique. Doit être adaptée à l'application

Communication

Codage et transmission des données, protocoles standards ou dédiés, communication filaire ou sans fil.

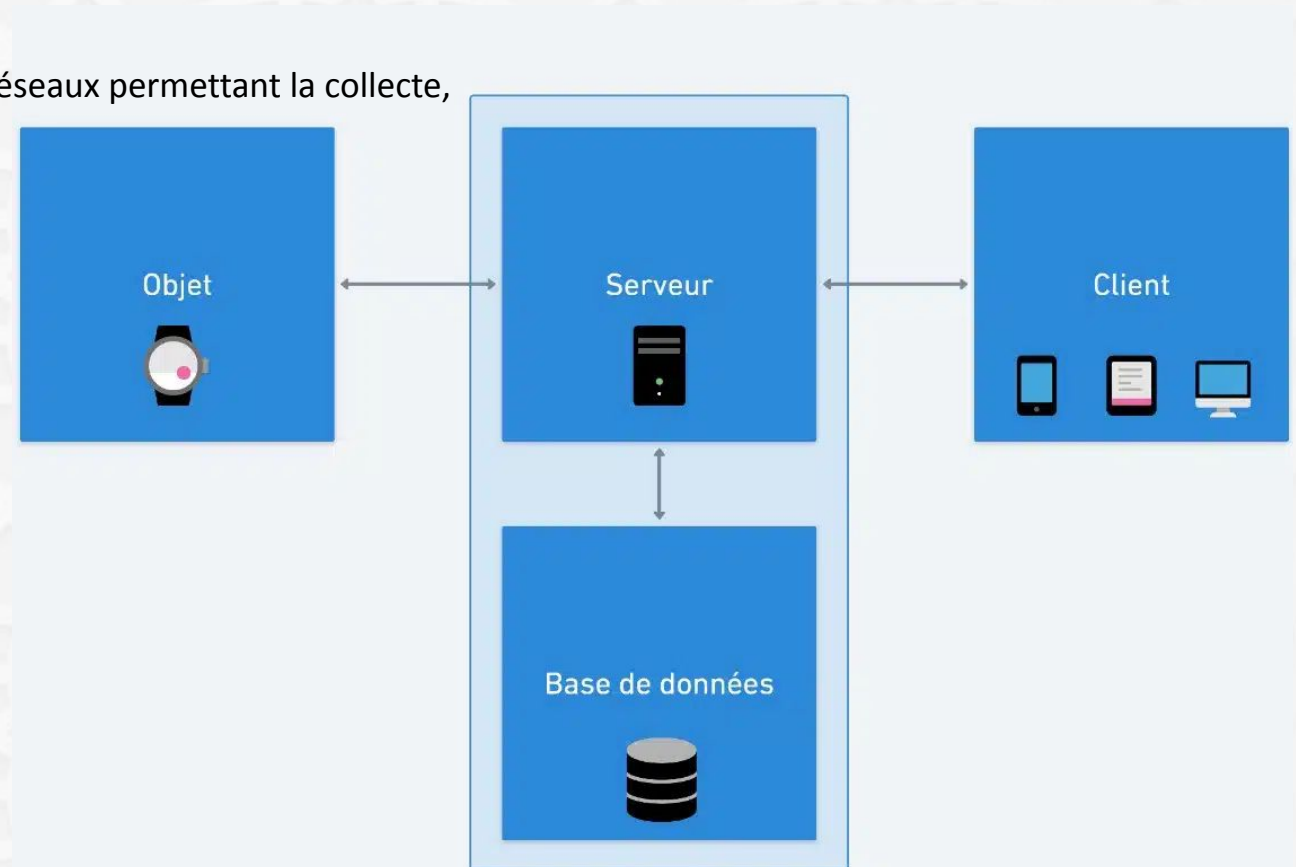


- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IIoT dans différents secteurs industriels
- **Écosystème IIoT : composants et architectures**
- Exemples d'applications IIoT

- Un écosystème IIoT ne se limite pas aux objets connectés
- il englobe un ensemble cohérent de composants matériels, logiciels et réseaux permettant la collecte, le traitement, l'analyse et l'exploitation des données.

Un écosystème IIoT complet comprend généralement :

- Des capteurs et appareils intelligents
- Des passerelles et réseaux de communication
- Une plateforme IIoT (cloud ou locale)
- Des systèmes d'analyse et d'intelligence artificielle
- Des applications et services
- Des mécanismes de sécurité et de gestion



# ÉCOSYSTÈME IOT

Les quatre composants fondamentaux de la chaîne de valeur



## 1. Les Objets (Things)

Dispositifs physiques équipés de **capteurs** et **actionneurs**. Ils collectent des données de l'environnement ou exécutent des actions physiques.

CAPTEURS ACTIONNEURS



## 2. La Connectivité

Assure la transmission des données via des réseaux variés (**Wi-Fi, LPWAN, 5G, Bluetooth**). Elle permet le dialogue entre les objets et le cloud.

PROTOCOLES PASSERELLES



## 3. Plateforme de données

Infrastructure logicielle (Cloud/Edge) où les données sont **stockées, traitées et analysées**. C'est ici que les données brutes deviennent des informations exploitables.

STOCKAGE ANALYTICS



## 4. L'Application

Interface utilisateur finale (tableaux de bord, apps mobiles). Elle génère la **valeur métier** en permettant le contrôle et la visualisation des processus.

UI/UX INTÉGRATION

# Les Technologies **Habilitantes** de l'IoT

La convergence technologique au service de l'interconnectivité

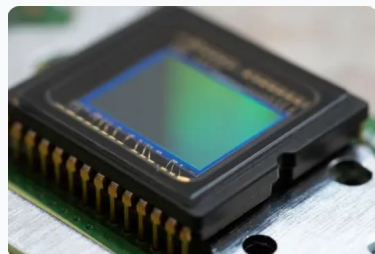
PILIERS TECHNOLOGIQUES

## Capteurs et Actionneurs

Collecte de variables physiques (température, mouvement). Miniaturisation extrême.

**-70%**

de réduction des coûts depuis 2004



## Connectivité Avancée

Options de transfert rapides, fiables et à faible consommation énergétique.

5G / 4G / Wi-Fi

LPWAN (LoRa, NB-IoT)

Faible latence et couverture étendue pour les zones rurales ou industrielles.

## Cloud & Edge Computing

Fournit la puissance de traitement et la capacité de stockage nécessaires pour gérer les volumes massifs de données.

- ✓ Stockage évolutif (Data Lakes)
- ✓ Traitement décentralisé (Edge)

## Big Data & IA

Transformation des données brutes en informations exploitables via des algorithmes.

*"Identification de modèles, prédiction des résultats et automatisation des décisions."*

MACHINE LEARNING

ANALYTICS

INSIGHTS

L'essor de l'IoT résulte de la maturation simultanée de ces quatre domaines technologiques.

- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IIoT dans différents secteurs industriels
- **Écosystème IIoT : composants et architectures**
- Exemples d'applications IIoT

### Modèle à 3 Couches

*le modèle le plus simple*

**3 Couche Application**  
services et interfaces utilisateur

**2 Couche Réseau**  
transmission des données

**1 Couche Perception**  
capteurs et actionneurs

Structure de base pour l'interopérabilité élémentaire.

### Modèle à 5 Couches

Elle sépare la transmission, le traitement et l'utilisation stratégique des données pour créer de la valeur pour l'entreprise.

**5. Couche business**  
Intégration processus business

**4. Couche application**  
services et interfaces utilisateur.

**3. Couche traitement**  
stockage et analyse des données.

**2. Couche transport**  
réseaux , protocoles et passerelles

**1. Couche perception**  
actionneurs et capteurs

### Modèle à 7 Couches

Modèle IIoT World Forum (Cisco)



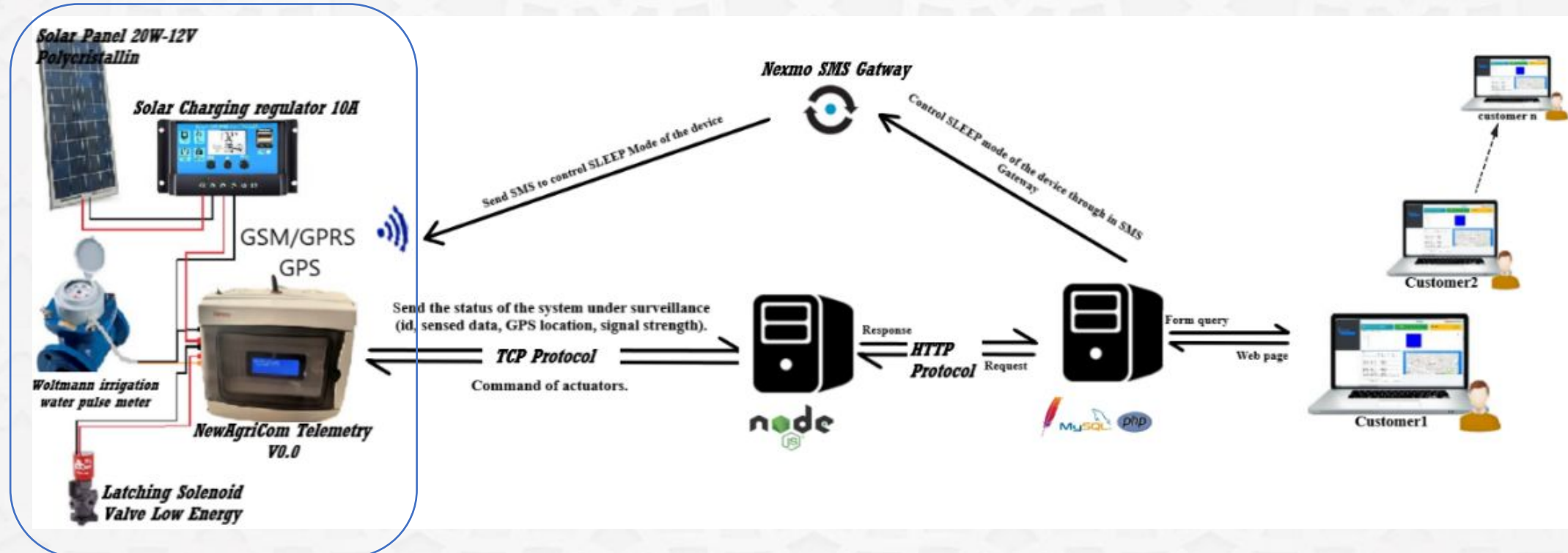
- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IIoT dans différents secteurs industriels
- **Écosystème IIoT : composants et architectures**
- Exemples d'applications IIoT

Les systèmes IIoT sont généralement structurés en plusieurs couches (3 couches) :

Couche de perception (Perception Layer)

Couche de réseau (Network Layer)

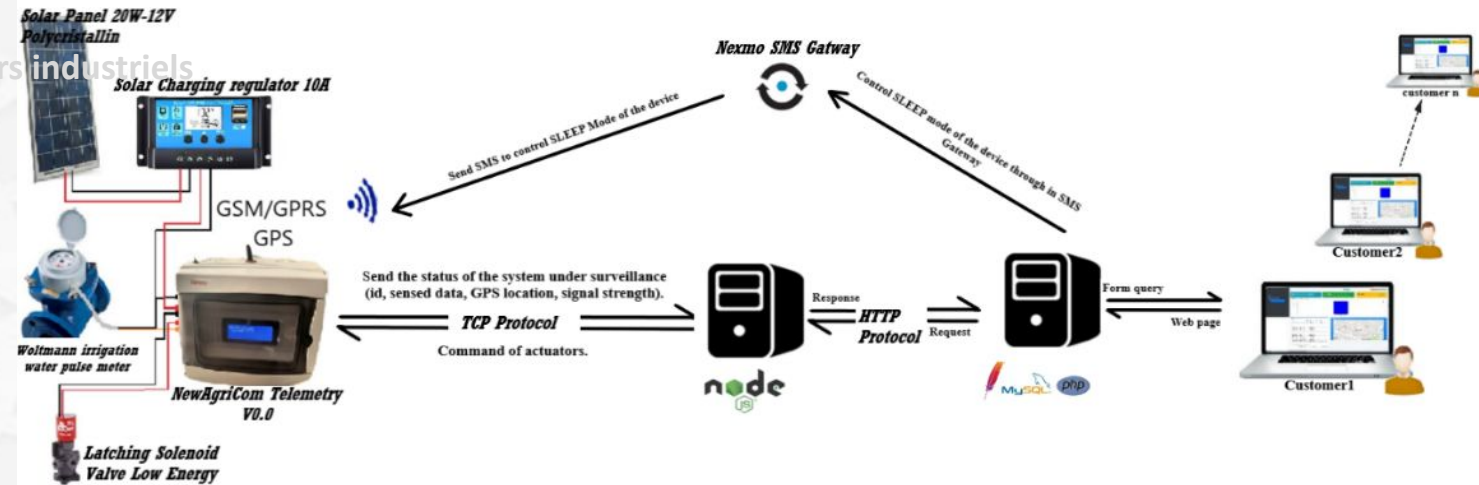
Couche d'application  
(Application Layer)



Objet Connectée

- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IIoT dans différents secteurs industriels
- Écosystème IIoT : composants et architectures
- Exemples d'applications IIoT

Les systèmes IIoT sont généralement structurés en plusieurs couches (3 couches) :



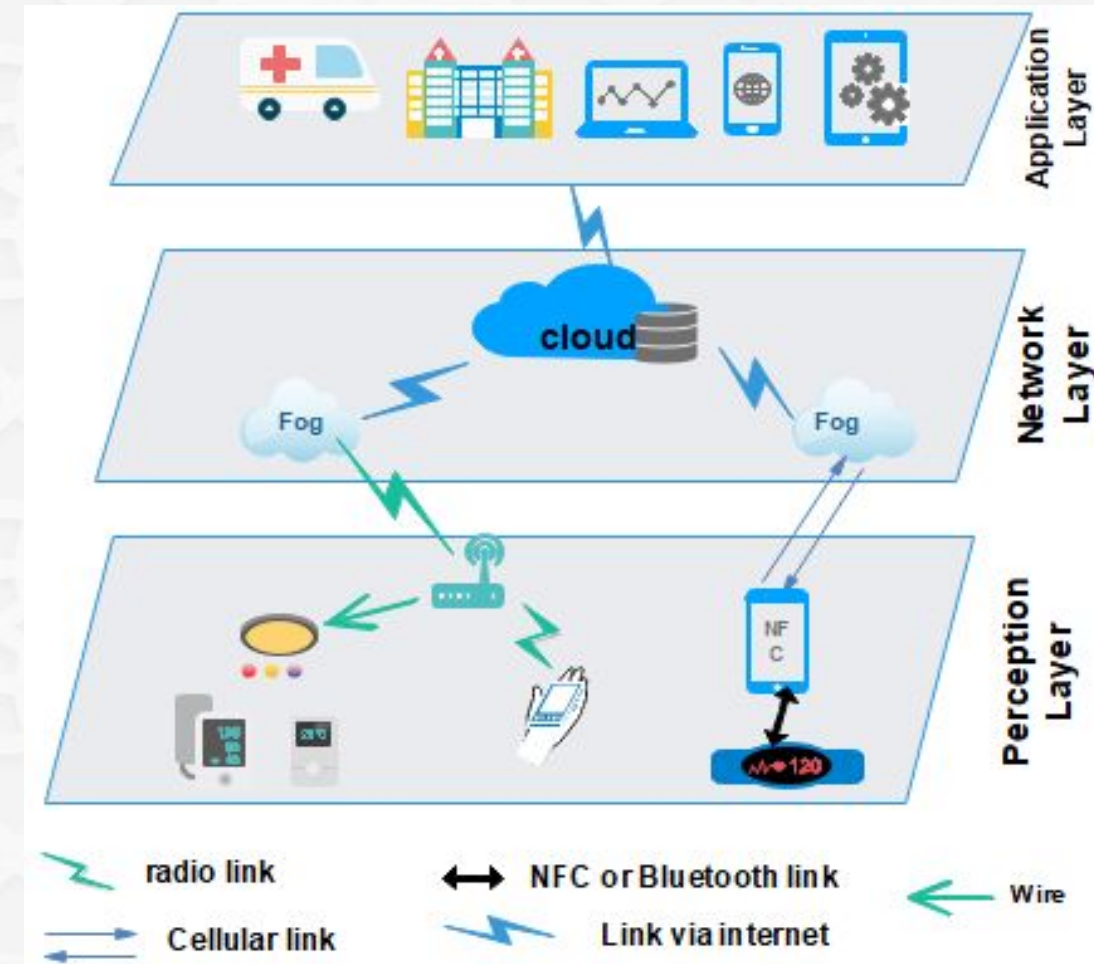
Les systèmes IIoT sont généralement structurés en plusieurs couches :

- **Couche de perception (Perception Layer) :** Composée de **capteurs** et **d'actionneurs**, elle collecte les données de l'environnement.
- **Couche de réseau (Network Layer) :** Assure la **transmission des données collectées** vers des **serveurs** ou des **plateformes de traitement**.
- **Couche d'application (Application Layer) :** **Analyse** et **interprète** les données pour fournir des **services** ou des **informations** utiles à l'utilisateur.

- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IIoT dans différents secteurs industriels
- Écosystème IIoT : composants et architectures
- Exemples d'applications IIoT

Les systèmes IIoT sont généralement structurés en plusieurs couches (3 couches) :

- **Couche de perception (Perception Layer)** : Composée de capteurs et d'actionneurs, elle collecte les données de l'environnement.
- **Couche de réseau (Network Layer)** : Assure la transmission des données collectées vers des serveurs ou des plateformes de traitement.
- **Couche d'application (Application Layer)** : Analyse et interprète les données pour fournir des services ou des informations utiles à l'utilisateur.



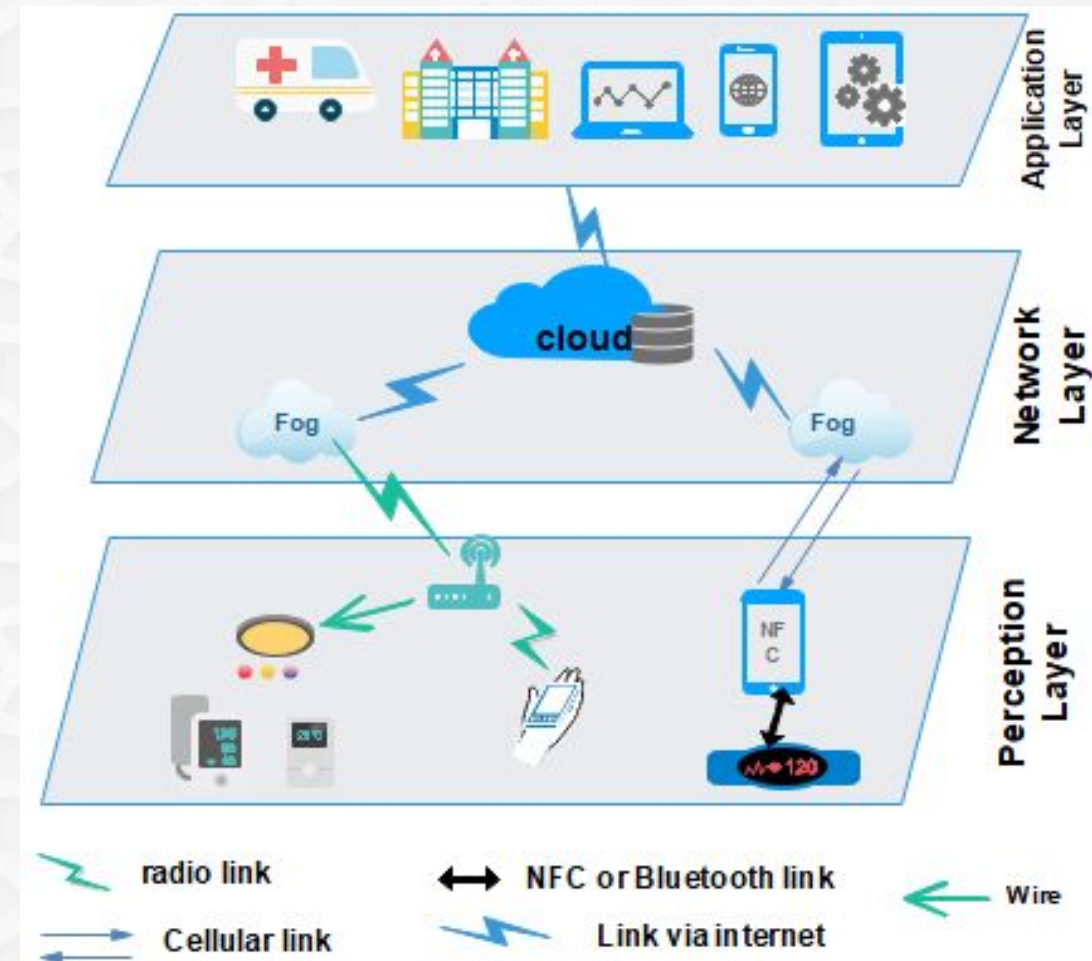
- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IIoT dans différents secteurs industriels
- Écosystème IIoT : composants et architectures
- Exemples d'applications IIoT

## Architecture Edge / Fog / Cloud

**Edge Computing** : le traitement des données s'effectue directement **au niveau des dispositifs ou capteurs**, ce qui permet de réduire les délais de réponse et de diminuer le volume de données à transmettre.

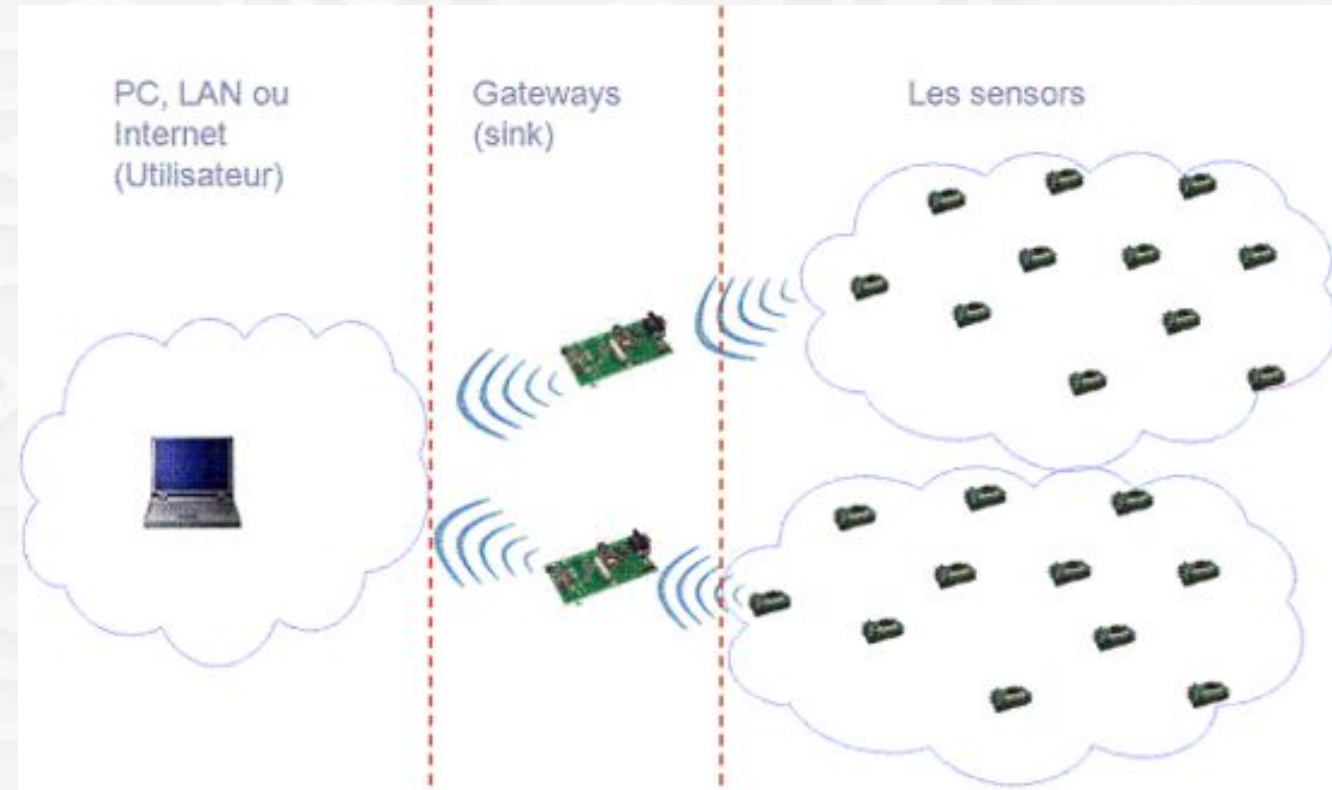
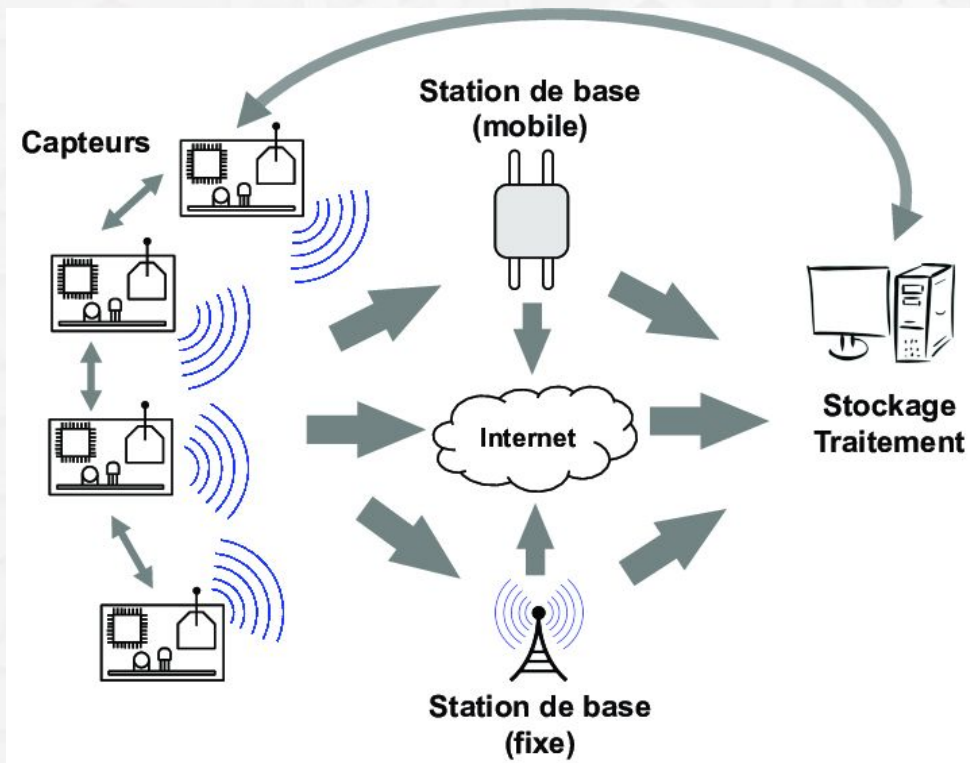
**Fog Computing** : il s'agit d'une **infrastructure décentralisée** qui place des capacités de calcul et de stockage **plus proches du réseau**, souvent au niveau des passerelles ou routeurs, ce qui **réduit la latence** et améliore la réactivité des applications en temps réel.

**Cloud Computing** : c'est une **infrastructure centralisée** où les données sont traitées et stockées dans des **centres de données distants**, offrant une grande capacité de stockage et de traitement, mais avec une latence plus élevée que le edge ou le fog.



- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IoT dans différents secteurs industriels
- **Écosystème IoT : composants et architectures**
- Exemples d'applications IoT

- Les Objets connectés peuvent **interagir entre eux** ou **avec des systèmes centraux** pour **automatiser des processus**, **prendre des décisions** ou **fournir des informations en temps réel**.



- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IIoT dans différents secteurs industriels
- Écosystème IIoT : composants et architectures
- Exemples d'applications IIoT

## Les systèmes IIoT (5 couches) :

### 1. Couche de perception (Perception Layer) :

- **Rôle** : Cette couche est responsable de la **collecte des données** depuis l'environnement physique.
- **Composants** :
  - **Capteurs** : Dispositifs qui **mesurent des paramètres physiques** tels que la **température, l'humidité, la luminosité**, etc.
  - **Actionneurs** : Dispositifs qui **exécutent des actions** en réponse aux commandes reçues, comme **allumer** une lumière ou **ouvrir** une vanne.

### 2. Couche de passerelle (Gateway Layer) :

- **Rôle** : Elle sert **d'intermédiaire** entre la **couche de perception** et **les couches supérieures**, assurant la transmission des données.
- **Composants** :
  - **Passerelles IIoT** : Appareils qui **agrègent, filtrent et transmettent** les données des capteurs vers le réseau.
  - **Protocoles de communication** : Technologies telles que **Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, LoRaWAN**, etc., utilisées pour la transmission des données..

- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IIoT dans différents secteurs industriels
- Écosystème IIoT : composants et architectures
- Exemples d'applications IIoT

Les systèmes IIoT sont généralement structurés en plusieurs couches (5 couches) :

### 3. Couche de traitement (Processing Layer) :

- **Rôle** : Cette couche est chargée du **traitement** et de l'**analyse** des données collectées.
- **Composants** :
  - **Serveurs** : Machines qui **hébergent les applications de traitement des données**.
  - **Bases de données** : Systèmes de **stockage des données** collectées pour une analyse ultérieure.
  - **Algorithmes d'analyse** : Programmes qui **traitent les données** pour en extraire des informations pertinentes.

### 4. Couche d'application (Application Layer) :

- **Rôle** : Elle fournit des services spécifiques aux utilisateurs finaux en fonction des données analysées.
- **Composants** :
  - **Applications logicielles** : Programmes qui offrent des fonctionnalités telles que la **surveillance**, le **contrôle** ou la **gestion** des dispositifs IIoT.
  - **Interfaces utilisateur** : **Tableaux de bord**, **applications mobiles** ou **web** permettant aux utilisateurs d'interagir avec le système.

- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IoT dans différents secteurs industriels
- **Écosystème IoT : composants et architectures**
- Exemples d'applications IoT

**Les systèmes IoT sont généralement structurés en plusieurs couches (5 couches) :**

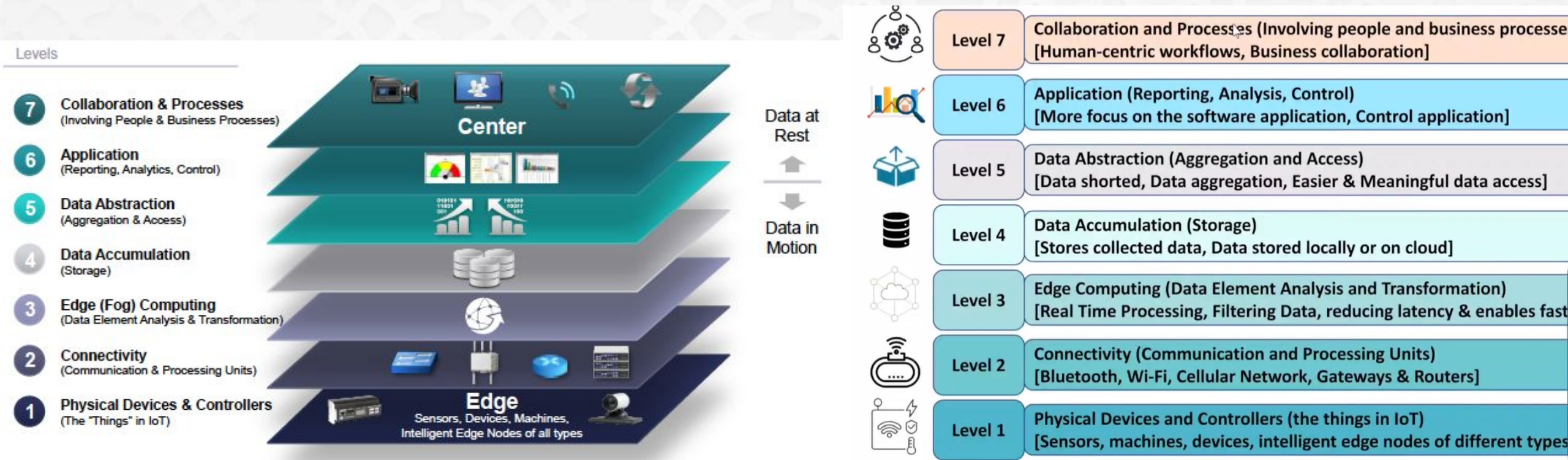
### **5. Couche métier (Business Layer) :**

- **Rôle :** Elle intègre **les données et les analyses** dans les **processus métier pour soutenir la prise de décision.**
- **Composants :**
  - **Outils d'aide à la décision :** Logiciels qui utilisent les données IoT pour fournir des recommandations ou des analyses approfondies.
  - **Systemes d'intégration :** Interfaces qui relient les données IoT aux systèmes d'information de l'entreprise.

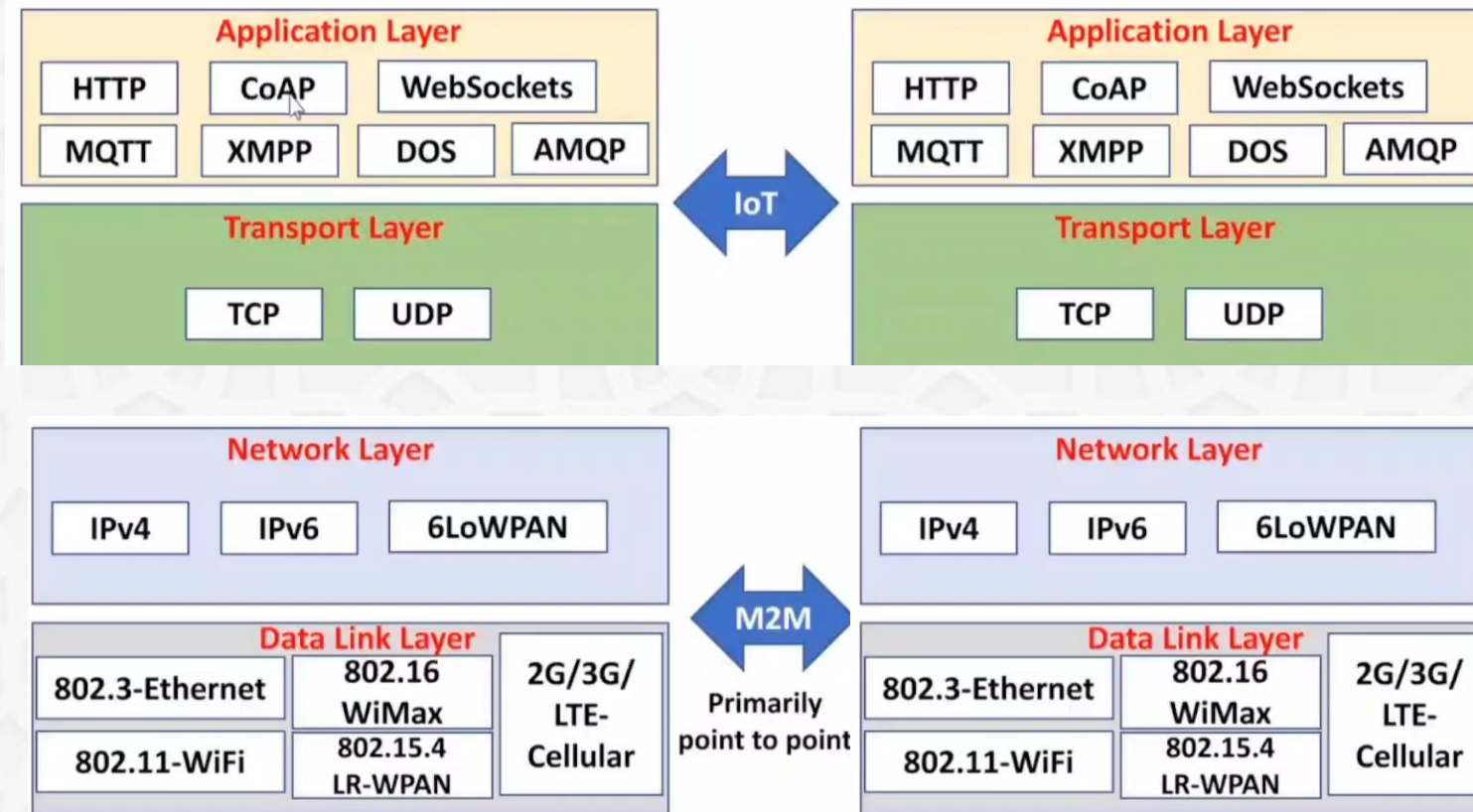
Cette structure en couches permet une gestion efficace et une évolutivité des systèmes IoT, en assurant une séparation claire des responsabilités et des fonctions au sein de l'architecture.

- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IIoT dans différents secteurs industriels
- **Écosystème IIoT : composants et architectures**
- Exemples d'applications IIoT

Les systèmes IIoT sont généralement structurés en plusieurs couches (7 couches) :



# Communication dans l'IoT vs M2M



- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IoT dans différents secteurs industriels
- Écosystème IoT : composants et architectures
- Exemples d'applications IoT

## Applications de l'IoT (Internet of Things)

L'IoT transforme divers secteurs en connectant des appareils physiques à Internet pour collecter, échanger et analyser des données en temps réel.

Voici un aperçu détaillé des principales applications de l'IoT, couvrant les **maisons intelligentes, villes intelligentes, industrie 4.0, agriculture intelligente, santé connectée, transport intelligent, et commerce de détail intelligent.**



- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IIoT dans différents secteurs industriels
- Écosystème IIoT : composants et architectures
- Exemples d'applications IIoT

## 1. Maisons intelligentes (Smart Homes)

Les maisons intelligentes utilisent l'IIoT pour **automatiser** et **contrôler à distance** divers aspects de la vie domestique, **augmentant le confort, la sécurité et l'efficacité énergétique**.

### 1.1. Systèmes de Domotique

**Description** : Contrôle à distance des appareils électroménagers, de l'éclairage, du chauffage et de la climatisation.

**Exemples** :

- **Google Nest** et **Amazon Alexa** pour la gestion des **appareils domestiques par commande vocale**.
- **Philips Hue** pour le contrôle intelligent de l'éclairage.

**Fonctionnalités** :

- Programmation horaire et commandes à distance via des applications mobiles.
- Automatisation en fonction de la présence détectée par des capteurs.

- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IIoT dans différents secteurs industriels
- Écosystème IIoT : composants et architectures
- Exemples d'applications IIoT

## 1. Maisons intelligentes (Smart Homes)

### 1.2. Sécurité Domestique

• **Description** : Surveillance et sécurité en temps réel via des **caméras connectées** et des **capteurs de mouvement**.

• **Exemples** :

- **Ring Video Doorbell** pour les sonnettes vidéo intelligentes.
- **Arlo** pour les caméras de sécurité connectées.

• **Fonctionnalités** :

- **Notifications** en temps réel sur smartphone en cas d'activité suspecte.
- **Enregistrement vidéo dans le cloud** pour consultation à distance.

- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IoT dans différents secteurs industriels
- Écosystème IoT : composants et architectures
- Exemples d'applications IoT

## 1. Maisons intelligentes (Smart Homes)

### 1.3. Gestion de l'Énergie

• **Description** : Optimisation de la consommation énergétique pour réduire les coûts.

• **Exemples** :

- **Nest Thermostat** pour l'ajustement intelligent de la température.
- **Smart Plugs** pour suivre la consommation énergétique des appareils.

• **Fonctionnalités** :

- Analyse de la consommation d'énergie en temps réel.
- Programmation automatique en fonction des habitudes des utilisateurs.

- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IIoT dans différents secteurs industriels
- Écosystème IIoT : composants et architectures
- Exemples d'applications IIoT

## 2. Villes intelligentes (Smart Cities)

Les villes intelligentes utilisent l'IIoT pour améliorer la **gestion des infrastructures urbaines**, réduire les coûts opérationnels, et améliorer la qualité de vie des citoyens.

### 2.1. Gestion du Trafic et du Stationnement

**Description** : Régulation du trafic et gestion intelligente des places de stationnement.

#### Exemples :

- **Smart Parking** avec capteurs pour détecter les places disponibles.
- **Systèmes de feux de circulation intelligents** adaptant les cycles en fonction du flux de trafic.

#### Fonctionnalités :

- Notifications en temps réel des places de stationnement libres via une application mobile.
- Optimisation des trajets pour réduire les embouteillages.

- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IoT dans différents secteurs industriels
- Écosystème IoT : composants et architectures
- Exemples d'applications IoT

## 2. Villes intelligentes (Smart Cities)

Les villes intelligentes utilisent l'IoT pour améliorer la gestion des infrastructures urbaines, réduire les coûts opérationnels, et améliorer la qualité de vie des citoyens.

### 2.2. Gestion des Déchets

**Description :** Optimisation des collectes de déchets en fonction du niveau de remplissage des conteneurs.

**Exemples :**

- **Smart Waste Management** avec des capteurs de niveau pour les poubelles.

**Fonctionnalités :**

- Planification des itinéraires de collecte pour réduire les coûts.
- Notifications pour le ramassage lorsque les poubelles sont pleines.

- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IoT dans différents secteurs industriels
- Écosystème IoT : composants et architectures
- Exemples d'applications IoT

## 2. Villes intelligentes (Smart Cities)

Les villes intelligentes utilisent l'IoT pour améliorer la gestion des infrastructures urbaines, réduire les coûts opérationnels, et améliorer la qualité de vie des citoyens.

### 2.4. Télérelève Eaux / Electricité

**Description :** Relevé sans intervention humaine. Coupure en cas de problèmes, fuites, ou problèmes de paiement.

**Exemples :**

- **Siemens' EnergyIP** implémentée par l'ONEE dernièrement.

**Fonctionnalités :**

- relevé automatique des index de consommation à distance (sans passage d'agent)
- transmission périodique des données vers un système central pour suivi et facturation
- détection d'anomalies : fuites, surconsommation, coupures, fraude possible



- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IoT dans différents secteurs industriels
- Écosystème IoT : composants et architectures
- Exemples d'applications IoT

## 2. Villes intelligentes (Smart Cities)

Les villes intelligentes utilisent l'IoT pour améliorer la gestion des infrastructures urbaines, réduire les coûts opérationnels, et améliorer la qualité de vie des citoyens.

### 2.3. Éclairage Public Intelligent

**Description** : Gestion automatisée de l'éclairage public pour économiser l'énergie.

**Exemples** :

- **Philips CityTouch** pour le contrôle à distance de l'éclairage urbain.

**Fonctionnalités** :

- Ajustement automatique de l'intensité lumineuse en fonction de l'heure et de la fréquentation.
- Détection des pannes d'éclairage en temps réel.

- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IIoT dans différents secteurs industriels
- Écosystème IIoT : composants et architectures
- Exemples d'applications IIoT

### 3. Industrie 4.0

L'Industrie 4.0 utilise l'IIoT pour **automatiser** les processus de fabrication, améliorer l'efficacité opérationnelle et optimiser la maintenance des équipements.

#### 3.1. Maintenance Prédicative

**Description** : Surveillance en temps réel des machines pour prévenir les pannes.

##### Exemples :

- **GE Predix** pour l'analyse prédictive des équipements industriels.

##### Fonctionnalités :

- Utilisation de **capteurs de vibration et de température** pour détecter les anomalies.
- Alertes automatiques pour la **maintenance préventive**.

- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IoT dans différents secteurs industriels
- Écosystème IoT : composants et architectures
- Exemples d'applications IoT

### 3. Industrie 4.0

L'Industrie 4.0 utilise l'IoT pour automatiser les processus de fabrication, améliorer l'efficacité opérationnelle et optimiser la maintenance des équipements.

#### 3.2. Optimisation de la Production

**Description :** Suivi en temps réel des lignes de production pour améliorer l'efficacité.

**Exemples :**

- **Siemens MindSphere** pour l'analyse des données de production.

**Fonctionnalités :**

- Analyse des **goulots d'étranglement** (Limites des ressources) pour optimiser les flux de travail.
- Ajustement dynamique des lignes de production en fonction de la demande.

# L'Industrie 4.0

L'Internet Industriel des Objets (IIoT) au cœur de la performance.

## Maintenance Prédictive

Anticipation des pannes via capteurs de température et vibrations.

## Efficacité Énergétique

Surveillance en temps réel et optimisation de la consommation.

## Qualité & Contrôle

Automatisation des étapes pour une production de haute précision.

### BÉNÉFICES QUANTIFIABLES (%)

Efficacité Énergétique 20%

Réduction Coûts Maintenance 30%

Source: Étude Markets And Markets cité dans le rapport.



Kit de capteurs IIoT pour maintenance prédictive

### Cas d'Usage Réels :

-  Bosch
-  Renault
-  Air Liquide
-  Ferrero

- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IIoT dans différents secteurs industriels
- Écosystème IIoT : composants et architectures
- Exemples d'applications IIoT

## 4. Agriculture Intelligente (Smart Agriculture)

L'IIoT en agriculture permet une gestion précise des cultures, des ressources en eau et de la santé du bétail.

### 4.1. Irrigation Intelligente

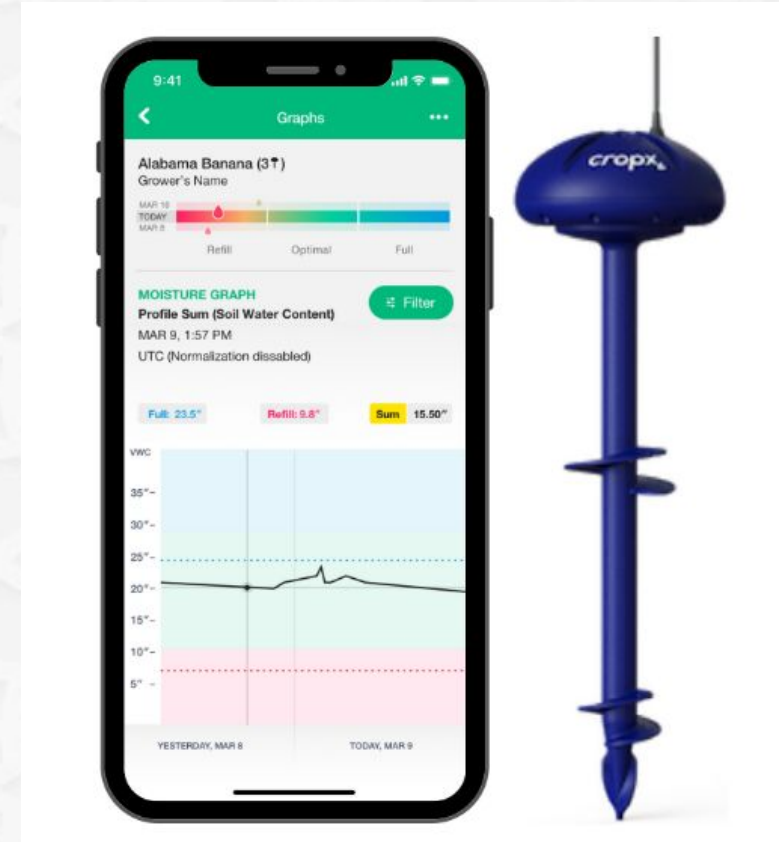
**Description :** Gestion optimisée de l'irrigation en fonction des données en temps réel.

**Exemples :**

- **CropX pour l'optimisation de l'irrigation** à partir des capteurs d'humidité du sol.

**Fonctionnalités :**

- Déclenchement automatique de l'irrigation en fonction du niveau d'humidité.
- Réduction de la consommation d'eau en fonction des prévisions météorologiques.



- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IIoT dans différents secteurs industriels
- Écosystème IIoT : composants et architectures
- Exemples d'applications IIoT

#### 4. Agriculture Intelligente (Smart Agriculture)

L'IIoT en agriculture permet une gestion précise des cultures, des ressources en eau et de la santé du bétail.

##### 4.2. Surveillance des Cultures et du Bétail

**Description :** Utilisation de capteurs pour surveiller la santé des cultures et du bétail.

##### Exemples :

- **eCow** pour la surveillance de la santé du bétail via des colliers connectés.

##### Fonctionnalités :

- Suivi de la température, de l'humidité et de la croissance des cultures.
- Surveillance de la localisation et de l'état de santé du bétail.



- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IoT dans différents secteurs industriels
- Écosystème IoT : composants et architectures
- Exemples d'applications IoT

## 5. Santé Connectée (Smart Health)

Les dispositifs IoT en santé améliorent le suivi des patients, la gestion des traitements et l'analyse des données médicales.

### 5.1. Dispositifs Médicaux Connectés

**Description :** Suivi en temps réel des signes vitaux et des paramètres de santé.

**Exemples :**

- **Fitbit** pour le suivi de l'activité physique et du rythme cardiaque.
- **iHealth** pour les glucomètres connectés pour le suivi du diabète.

**Fonctionnalités :**

- Suivi en temps réel de la fréquence cardiaque, de la tension artérielle et du glucose.
- Transmission des données aux professionnels de santé pour le suivi à distance.

- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IoT dans différents secteurs industriels
- Écosystème IoT : composants et architectures
- Exemples d'applications IoT

## 5. Santé Connectée (Smart Health)

Les dispositifs IoT en santé améliorent le suivi des patients, la gestion des traitements et l'analyse des données médicales.

### 5.2. Surveillance des Patients à Distance

**Description :** Suivi des patients chroniques à domicile pour une meilleure gestion des maladies.

**Exemples :**

- **Philips HealthSuite** pour le suivi à distance des patients cardiaques.

**Fonctionnalités :**

- Alertes automatiques en cas de détection d'anomalies.
- Réduction des visites à l'hôpital grâce à la télésurveillance.

- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IIoT dans différents secteurs industriels
- Écosystème IIoT : composants et architectures
- Exemples d'applications IIoT

## 6. Transport Intelligent (Smart Transportation).

L'IIoT dans le transport intelligent vise à optimiser **la gestion du trafic**, à améliorer la **sécurité routière**, et à offrir une expérience utilisateur améliorée pour les passagers.

### 6.1. Systèmes de Gestion du Trafic en Temps Réel.

**Description** : Surveillance et gestion en temps réel du trafic pour réduire les embouteillages et améliorer le flux de circulation.

#### Technologies Utilisées :

- **Capteurs de flux de trafic** pour mesurer le volume de véhicules.
- **Caméras intelligentes** pour la reconnaissance des plaques d'immatriculation.
- **V2I (Vehicle-to-Infrastructure)** pour la communication entre les véhicules et les feux de circulation.

- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IoT dans différents secteurs industriels
- Écosystème IoT : composants et architectures
- Exemples d'applications IoT

## Transport Intelligent (Smart Transportation)

### 6.1. Systèmes de Gestion du Trafic en Temps Réel

#### Exemples :

- **SCATS (Sydney Coordinated Adaptive Traffic System)** utilise des capteurs pour ajuster les feux de circulation en temps réel.
- **Google Maps / Waze** utilise des données en temps réel pour proposer des itinéraires optimisés.

#### Fonctionnalités :

- Ajustement dynamique des feux de circulation pour optimiser le flux de trafic.
- Notifications en temps réel pour éviter les embouteillages.
- Collecte de données pour l'analyse des tendances de trafic à long terme.

- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IIoT dans différents secteurs industriels
- Écosystème IIoT : composants et architectures
- Exemples d'applications IIoT

## Transport Intelligent (Smart Transportation)

### 6.2. Systèmes de Transport Public Intelligent

**Description :** Suivi des véhicules en temps réel pour améliorer la ponctualité et l'expérience utilisateur.

**Technologies Utilisées :**

- **GPS** pour le suivi des véhicules en temps réel.
- **IIoT Beacons** pour la localisation précise dans les gares et les arrêts de bus.
- **Applications mobiles** pour informer les passagers en temps réel.

**Exemples :**

- **Moovit** et **Citymapper** fournissent des informations en temps réel sur les horaires de bus et de métro.
- **SNCF (France)** utilise des capteurs IIoT pour surveiller l'état des trains et anticiper les pannes.

**Fonctionnalités :**

- Notifications en temps réel sur les horaires de départ et d'arrivée.
- Informations sur le taux de remplissage des bus et des trains pour le confort des passagers.
- Paiement sans contact via des applications mobiles et des cartes RFID.

- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IoT dans différents secteurs industriels
- Écosystème IoT : composants et architectures
- Exemples d'applications IoT

## Transport Intelligent (Smart Transportation)

### 6.3. Gestion Intelligente du Stationnement (Smart Parking)

**Description :** Optimisation des places de stationnement en temps réel pour réduire le trafic de recherche de places disponibles.

#### Technologies Utilisées :

- **Capteurs de stationnement** pour détecter les places disponibles.
- **Applications mobiles** pour guider les conducteurs vers les emplacements libres.
- **Paiement électronique** via des applications ou des bornes connectées.

#### Exemples :

- **ParkNow** et **ParkMobile** pour la réservation de places de stationnement en temps réel.
- **SFpark (San Francisco)** ajuste dynamiquement les tarifs en fonction de la demande.

#### Fonctionnalités :

- Notifications en temps réel des places de stationnement disponibles.
- Réservation à l'avance via des applications mobiles.
- Paiement sans contact via l'application ou la carte bancaire.

- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IoT dans différents secteurs industriels
- Écosystème IoT : composants et architectures
- Exemples d'applications IoT

## Transport Intelligent (Smart Transportation)

### 6.4. Véhicules Connectés et Véhicules Autonomes

**Description :** Communication entre les véhicules (V2V) et avec les infrastructures (V2I) pour améliorer la sécurité et l'efficacité de la conduite.

#### Technologies Utilisées :

- **V2V (Vehicle-to-Vehicle)** pour l'échange d'informations sur la vitesse et la position.
- **V2I (Vehicle-to-Infrastructure)** pour l'interaction avec les feux de circulation et les panneaux de signalisation.
- **LIDAR et RADAR** pour la détection d'obstacles et la conduite autonome.

#### Exemples :

- **Tesla Autopilot** utilise l'IoT pour les mises à jour OTA et la conduite semi-autonome.
- **Waymo** utilise des capteurs avancés pour les véhicules autonomes.

#### Fonctionnalités :

- Conduite autonome et assistance à la conduite (freinage automatique, maintien de voie).
- Communication entre les véhicules pour éviter les collisions.
- Mise à jour Over-The-Air (OTA) pour les logiciels embarqués.



- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IIoT dans différents secteurs industriels
- Écosystème IIoT : composants et architectures
- Exemples d'applications IIoT

## 7. Commerce de Détail Intelligent (Smart Retail)

L'IIoT transforme le commerce de détail en offrant une expérience client personnalisée, en optimisant la gestion des stocks, et en améliorant l'efficacité opérationnelle.

### 7.1. Expérience Client Personnalisée

**Description :** Utilisation des données en temps réel pour personnaliser l'expérience d'achat.

**Technologies Utilisées :**

- **Beacons Bluetooth** pour des notifications contextuelles.
- **RFID et NFC** pour le suivi des produits et le paiement sans contact.
- **Intelligence Artificielle (IA)** pour des recommandations personnalisées.

- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IoT dans différents secteurs industriels
- Écosystème IoT : composants et architectures
- Exemples d'applications IoT

## 7. Commerce de Détail Intelligent (Smart Retail)

### Exemples :

- **Amazon Go** utilise des capteurs et l'IA pour des paiements sans caisse ("Just Walk Out").
- **Sephora** utilise des beacons pour envoyer des promotions personnalisées en magasin.

### Fonctionnalités :

- Recommandations personnalisées en fonction du comportement d'achat.
- Notifications push pour des offres promotionnelles ciblées.
- Paiement sans caisse avec reconnaissance faciale et mobile.

- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IoT dans différents secteurs industriels
- Écosystème IoT : composants et architectures
- Exemples d'applications IoT

## 7. Commerce de Détail Intelligent (Smart Retail)

### 7.2. Gestion Intelligente des Stocks

**Description :** Optimisation des stocks pour éviter les ruptures et réduire les coûts de surstockage.

**Technologies Utilisées :**

- **RFID** pour le suivi en temps réel des stocks.
- **Capteurs de poids et caméras intelligentes** pour la surveillance des rayons.
- **IA et Big Data** pour l'analyse prédictive de la demande.

**Exemples :**

- **Walmart** utilise des robots d'inventaire IoT pour scanner les rayons en temps réel.
- **Zara** utilise RFID pour suivre l'inventaire en temps réel et optimiser le réapprovisionnement.

**Fonctionnalités :**

- Alertes automatiques pour le réapprovisionnement.
- Prévission de la demande en fonction des tendances d'achat.
- Optimisation des chaînes d'approvisionnement avec une visibilité de bout en bout.



- Définition et historique de l'Internet des Objets
- Évolution et impact de l'IIoT dans différents secteurs industriels
- Écosystème IIoT : composants et architectures
- Exemples d'applications IIoT

## 7. Commerce de Détail Intelligent (Smart Retail)

### 7.3. Automatisation des Magasins et Caisse Intelligente

**Description :** Réduction des files d'attente et amélioration de l'efficacité en automatisant le processus de paiement.

**Technologies Utilisées :**

- **Reconnaissance faciale et vision par ordinateur** pour le suivi des produits.
- **RFID et NFC** pour un paiement sans contact.

**Exemples :**

- **Amazon Go** pour les magasins sans caisse enregistreuse ("Just Walk Out").
- **Decathlon / Marjane ...etc** utilisent des bornes de paiement autonomes basées sur RFID.

**Fonctionnalités :**

- Paiement sans contact via mobile ou reconnaissance faciale.
- Réduction du temps d'attente aux caisses.
- Suivi automatique des achats sans scanner les produits.

# Atelier

## Cas pratique 1 : Ville intelligente

Une ville souhaite réduire la consommation énergétique de l'éclairage public en utilisant l'IoT.

- Quels composants IoT seraient nécessaires ?
- Comment fonctionnerait le système ?
- Quels seraient les bénéfices ?

## Cas pratique 2 : Agriculture intelligente

Une exploitation agricole souhaite optimiser l'irrigation de ses cultures grâce à l'IoT.

- Quels types de capteurs seraient utilisés ?
- Comment les données seraient-elles exploitées ?
- Quels avantages pour l'agriculteur ?

## Cas pratique 3 : Santé connectée

Un hôpital souhaite mettre en place un système de surveillance à distance des patients atteints de maladies chroniques.

- Quels dispositifs IoT seraient nécessaires ?
- Quelle architecture générale proposeriez-vous ?
- Quels enjeux en matière de sécurité et de confidentialité ?