



# 1. Introduction aux Systèmes Intelligents et Connectés

## 1. Introduction aux Systèmes Intelligents et Connectés

La disponibilité croissante de la technologie fait exploser à la fois l'offre et la demande. Les systèmes intelligents et connectés constituent un secteur d'activité dynamique, fondamentalement pluri et inter disciplinaires, dans lequel des perspectives nouvelles d'applications émergent chaque jour.



**Mais d'abord, qu'est-ce qu'un système intelligent?**

## ❑ Systèmes intelligents

Un système est dit intelligent lorsqu'il est guidé ou contrôlé par un ordinateur, c'est-à-dire en utilisant un microprocesseur pour automatiser les tâches, traiter les données, et fournir un retour intelligent pour l'utilisateur.

**Un système est intelligent s'il est capable d'extraire de la connaissance à partir des données générées.**

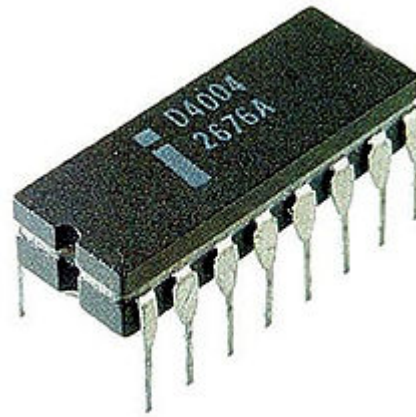
L'évolution naturelle, avec le développement du cloud, est de créer des systèmes intelligents connectés.



**Systèmes connectés...mais pour quelles raisons?**

## ❑ Microprocesseur

- ❑ Un **microprocesseur** est un processeur dont tous les composants ont été suffisamment miniaturisés pour être regroupés dans un unique boîtier. Fonctionnellement, le processeur est la partie d'un ordinateur qui exécute les instructions et traite les données des programmes.



## ❑ Systèmes connectés

En interconnectant les systèmes intelligents entre eux, et avec Internet et ses milliards de données (Big Data), les **possibilités se multiplient**. Ainsi les systèmes connectés permettent de remonter les données vers des systèmes distants (cloud), et éventuellement recevoir des informations à partir de ces systèmes.



**Cependant, il ne suffit pas d'être connecté, il faut pouvoir interagir avec l'utilisateur ou encore traiter la donnée de bout en bout. Mais par quels moyens?**

## ❑ Par quels moyens?

Le système devra nécessairement être capable de :

- Prélever des données sur son milieu environnant en utilisant des **capteurs**
- Communiquer les données pour pouvoir les rassembler puis les analyser en utilisant les **réseaux de communication**
- Agir parfois avec le milieu, notamment l'utilisateur, en utilisant des **actionneurs** (télé irrigation , moteur à pompe etc ...)



**Mais où traiter et stocker les données?**

## ❑ Stocker et traiter les données

Toutes les données prélevées devront être stockées et traitées pour en faire ressortir de l'intelligence. Il va falloir l'orchestrer, choisir entre le faire sur :

- **Les systèmes eux-mêmes** : plus proches de l'utilisateur, plus rapides, plus sûres, mais en ayant une vue partielle de l'information(localement).
- **Les serveurs distants (cloud)**: plus de puissance de calcul, plus d'informations, plus d'intelligence, stocker beaucoup plus longtemps, mais plus lents, plus coûteux et moins sûres.

**Il faudra donc étudier les compromis entre pérennité, efficacité et vie privée.**

# Cloud Computing



Dans cette illustration, le portable (en haut) va utiliser la puissance de calcul du serveur (à gauche), et la capacité de stockage de la baie (à droite).

**Avant pour regarder un film, il vous fallait** le DVD du film, (ou la cassette VHS pour les + vieux) le lecteur DVD.  
un téléviseur.

**Maintenant, avec la VOD (Video on demand), il suffit d'avoir :**  
un téléviseur connecté à Internet



Depuis quelque temps, une tendance du marché objectivement identifiée; un buzzword médiatique; et un eldorado dont tout le monde essaie de s'emparer est sans doute:

## **l'Internet des Objets (IoT)**

Le buzz sur l'Internet des Objets fait que les industries et certains individus en abusent pour présenter n'importe quelle solution comme étant une solution IoT pour des fins purement commerciales ou de reconnaissance.



**Au fond, qu'est-ce que l'Internet des Objets?**

## ❑ Internet des Objets

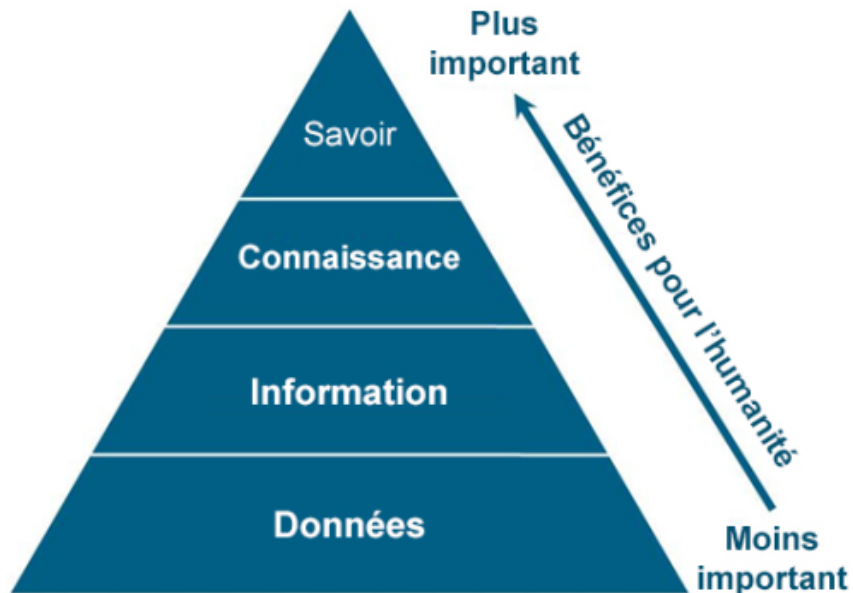
Il existe plusieurs définitions de l'Internet des Objets. Cela dépend juste d'un point de vue: applicatif, technologique, contexte industriel, bénéfices... Dans la suite de ce module, nous retiendrons la définition suivante:

***L'Internet des Objets se réfère au scénario où la connectivité réseau (Internet) et la capacité de calcul s'étendent aux objets, normalement pas considérés comme des ordinateurs. Ces objets génèrent et consomment des données, communiquent entre eux, développent leurs propres intelligences sans ou avec une intervention minimale de l'humain.***

## □ Je communique, donc j'évolue

L'Internet des Objets permettra aux services/applications de se rapprocher de la vision 4A (Anywhere, Anytime, by Anyone and Anything). L'IoT augmente considérablement le nombre de données que nous pouvons traiter.

***D'ici 2020, il y aura 50 milliards d'objets connectés***



Plus le nombre de données créées est élevé, plus les connaissances et le savoir que les êtres humains peuvent en tirer sont importants.

# ☐ Applications de l'IoT



## SMART CITIES

Smart Parking  
Structural Health  
Noise Urban Maps  
Traffic Congestion  
Smart Lighting  
Waste Management  
ITS



## SMART ENVIRONMENT

Forest Fire Detection  
Air Pollution  
Avalanche Prevention  
Earthquake Early Detection



## SMART METERING

Smart Grid  
Tank Level  
Photovoltaic Installations  
Water Flow  
Silos Stock Calculation



## SMART eHEALTH

Fall Detection  
Medical Fridges  
Sportsmen Care  
Patients Surveillance  
Ultraviolet Radiation



## SMART RETAIL

Supply Chain Control  
NFC Payment  
Shopping Applications  
Product Management



## SMART LOGISTICS

Shipment Conditions  
Item Location  
Storage Detection  
Fleet Tracking



## SMART SECURITY

Perimeter Access Control  
Liquid Presence  
Radiation Levels  
Hazardous Gases



## SMART DOMOTIC

Energy and Water Use  
Remote Control Appliances  
Intrusion Detection Systems  
Art and Goods Preservation



## SMART INDUSTRY

M2M Applications  
Indoor Air Quality  
Temperature Monitoring  
Ozone Presence



## SMART AGRICULTURE

Wine Quality Enhancing  
Green Houses  
Golf Courses  
Meteorological Station



## SMART ANIMAL FARMING

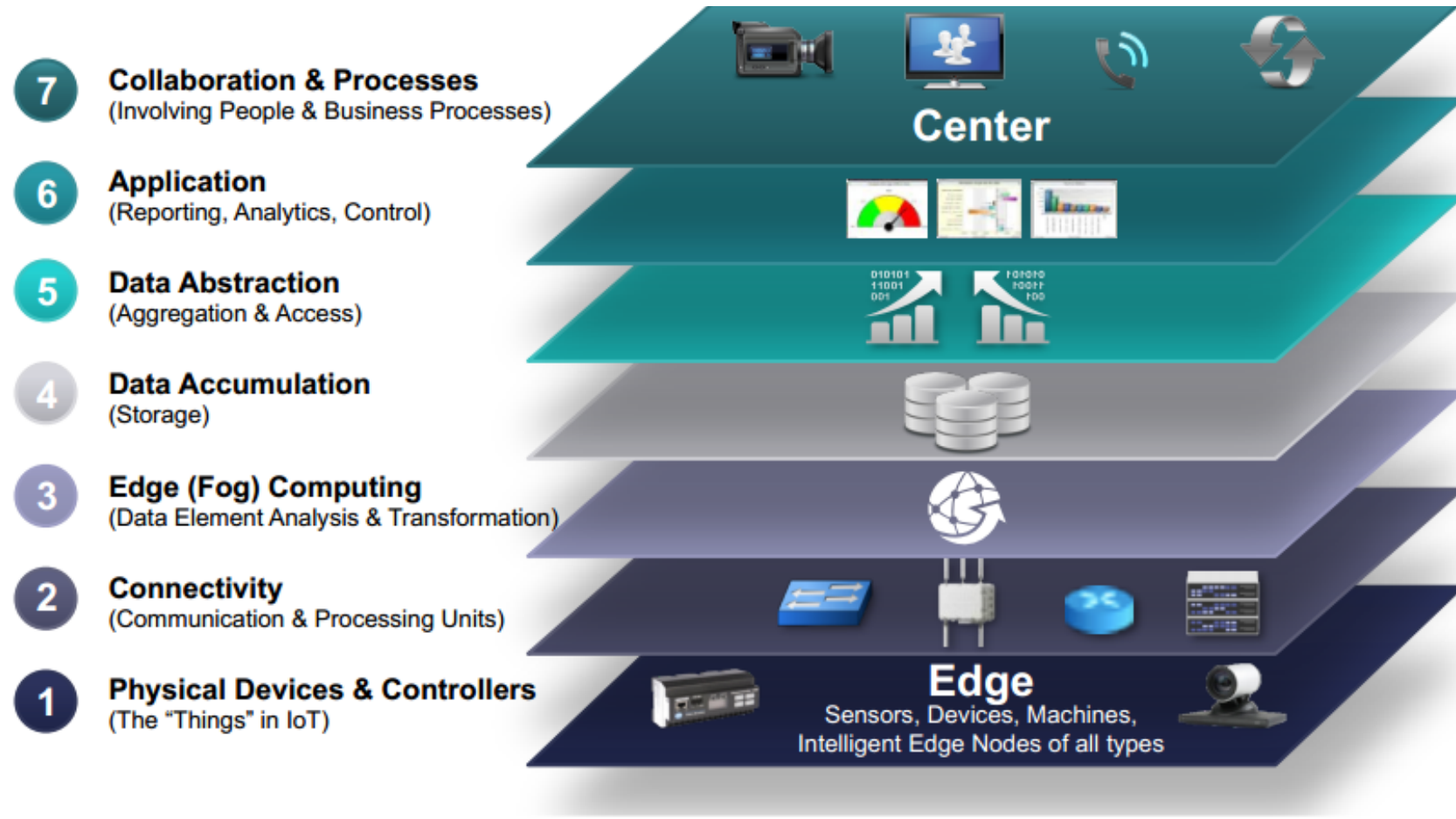
Offspring Care  
Animal Tracking  
Toxic Gas Levels



## SMART WATER

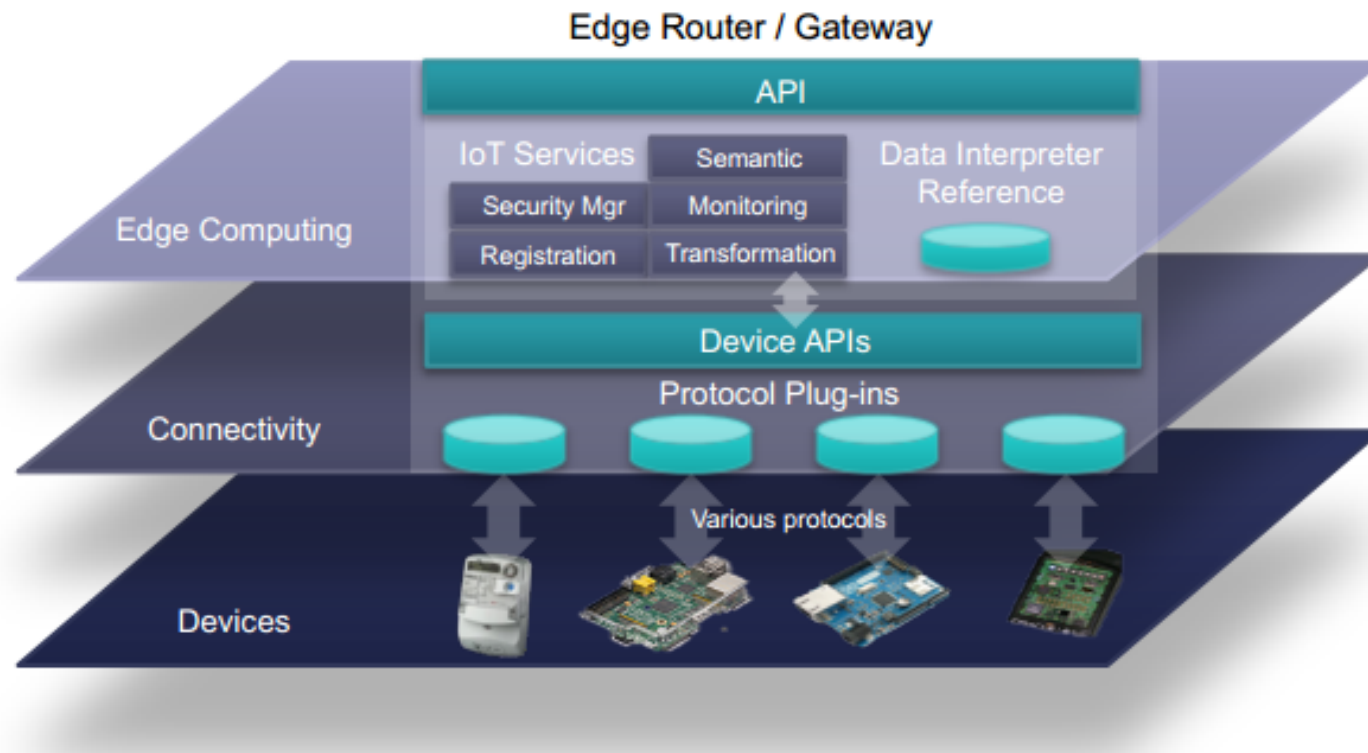
Water Quality  
Water Leakages  
River Floods

## ❑ Modèle de référence de l'IoT



## □ Domaine d'étude

Dans la suite du cours, nous nous focaliserons sur l'étude de la couche des **Objets** et de la couche **Connectivité**.



## ❑ **Objet connecté**

Les objets connectés vont envahir notre quotidien. Dans un mode de plus en plus temps réel, il devient nécessaire que les objets qui nous entourent puissent interagir entre et avec nous. Nous allons devoir apprendre à nous adapter, et adapter notre société à ce bouleversement sans précédent qui aura certainement un impact supérieur à celui même de l'arrivée de l'Internet.

**Un objet connecté est un objet que l'on ne considère pas, de près ou de loin, comme un ordinateur.**



**Aujourd'hui, plus de 99% des objets du monde physique restent encore non connectés sur Internet.**



## ❑ Rôles des objets connectés

Un objet connecté remplit 2 rôles :

→ **Capteur** : il surveille l'apparition d'un événement ou effectue une mesure spécifique (capteur de présence, capteur de température, mesure du nombre de pas...)

→ **Actionneur** : il réalise une action suite à un événement spécifique mesuré ou détecté (déclenchement d'une alarme en cas d'intrusion, ouverture d'une porte à distance...)

Un objet connecté reçoit des instructions ou des paramètres à partir du backend (souvent le cloud), et/ou envoie à ce backend des données collectées par ses capteurs.



## □ Nature des objets connectés

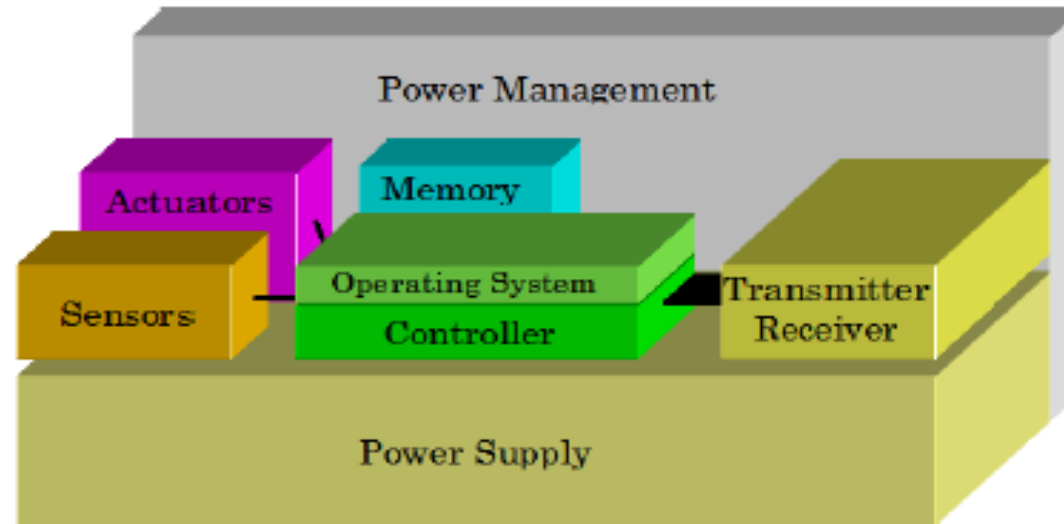
Dans le cas de l'IoT il faut bien entendu tenir compte de l'étendue des possibilités du matériel, allant du simple capteur monotâche (8 bits, comme l'Atmega328 équipant l'Arduino Uno) à un module ARM (comme la Raspberry Pi) ou x86 (32 bits), x64 capable de faire fonctionner Android ou Linux.



**Les objets connectés sont donc de nature disparate**

## ❑ Architecture matérielle des objets connectés

Permet l'implémentation de fonctions d'intelligence au sein des objets connectés. RASBERY



**Les objets connectés sont-ils réellement intelligents?**

## ❑ Des objets intelligents?

En générale, il n'y a aucune intelligence au sein des objets. Toutefois, si suffisamment d'objets sont connectés et capables d'agir de manière automatique et autonome, ils créent un système cohérent capable d'interagir sans intervention humaine...

**D'où cette impression d'intelligence collective.**

## ❑ Contraintes des objets connectés

Les objets connectés obéissent souvent à des contraintes fortes:

- Ressources (CPU/Mémoire faible)
- Bande passante réduite
- Réseau non fiable (pertes de paquets, latence)
- Consommation d'énergie faible

## ❑ Comment créer un objet connecté?

Chaque projet d'ingénierie exige des compromis délicats en termes de performance, de consommation d'énergie, et de prix. Il est donc capital de trouver l'équilibre entre ces trois facteurs qui dépendent également du produit, du marché et du timing.

Pour nous aider dans notre réflexion, nous nous poserons des questions qui nous feront prendre conscience des éléments à considérer pour un bon développement.



**Mais c'est quoi un développement?**

## ❑ Développement?

C'est l'ensemble des activités qui permettent de transformer une idée, un principe en un produit, objet ou système, prêt à être exploité. Le développement est composé de trois phases:

- **Conception:** permet de comprendre et de prévoir ce qu'il faut faire.
- **Réalisation:** consiste à le faire concrètement.
- **Mise au point:** consiste en des tests de validation et apporter des correctifs si nécessaire.

## ❑ Conception?

La conception est séparée en deux étapes:

- **Analyse fonctionnelle:** s'occupe des fonctions, des services rendus par le produit (ici l'objet connecté). Chaque fonction exprime un résultat à atteindre.
- **Analyse organique:** étudie la façon dont le système est construit pour répondre aux attentes de l'analyse fonctionnelle. Il exprime la solution retenue pour atteindre le résultat.

La qualité en conception est la meilleure garantie pour obtenir un bon produit.



**Conception = 70% de la qualité et du coût d'un produit.**

## ❑ Exercices d'applications

Concevoir :

- ① Un détecteur d'intrusion connecté.
- ② Un contrôleur de la qualité des conditions d'expédition de produits pharmaceutiques.
- ③ Un système de détection de stockage de produits incompatibles : cas des produits inflammables contre des sources d'étincelles, ou de flamme.
- ④ Un système de feux de circulation routière intelligent.
- ⑤ Un système de contrôle à distance d'appareils domestiques pour la prévention d'accident et de gaspillage.