

Faculté des Sciences

كلية العلوم



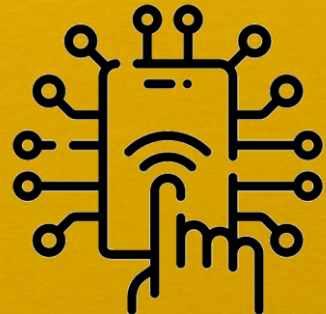
Filière : Master Génie Logiciel pour le Cloud

Module : IoT & Système Embarqué

Année Universitaire : 2023-2024

# INTERNET DES OBJETS (IOT)

Pr. MEZOUARI Abdelkader •



2023/2024

# PLAN



**Introduction**



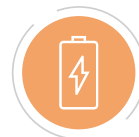
**Systèmes Embarqués**



**Les différentes  
composantes de l'IoT**



**Les différentes catégories  
d'objets connectés**



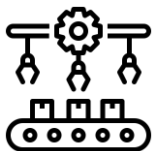
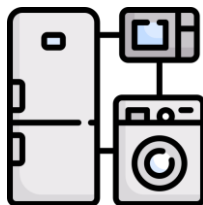
**Les perspectives d'avenir des  
objets connectés**

# Définitions



## Objets connectés

Les objets connectés, sont des dispositifs physiques qui sont connectés et qui peuvent communiquer avec d'autres dispositifs ou systèmes. Ils sont équipés de capteurs, de logiciels et d'une connectivité réseau qui leur permet de collecter et de transmettre des données.



Comme son nom indique: il faut passer tôt ou tard par de l'internet !!  
Et ce n'est pas toujours le cas



## L'Internet des Objets (IoT)

L'Internet des Objets (IoT) est un système de communication entre des objets physiques, tels que des appareils électroniques, des véhicules, des équipements industriels ou des capteurs, qui sont connectés à Internet et peuvent échanger des données et des informations en temps réel.

# Contexte de l'émergence de l'IoT

L'augmentation de la puissance de calcul.



La diminution des coûts de stockage de données.



L'IoT a pris de l'ampleur depuis les années 2000, d'ici 2030 on va atteindre 50 Milliard Objets connectés

La miniaturisation des capteurs et des processeurs.



l'amélioration de la connectivité sans fil.



La généralisation de l'accès à Internet.

# Introduction et définitions des Unités de calculs



- Un système embarqué, c'est quoi?
- Principales caractéristiques des SE
- Principaux domaines d'application des SE
- Le marché des systèmes embarqués
- Le futur des systèmes embarqués

# Systèmes / logiciels embarqués?? Embedded systems / software ??

- « **Embedded** »: notion différente selon les personnes

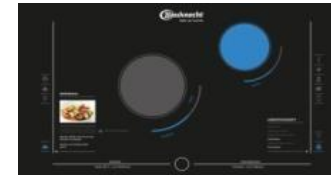
- Pour le « commun des mortels »
  - ?!?!?
- Pour un développeur Web:
  - Un téléphone portable (même un smartphone...) est un système embarqué.
- Pour un développeur de firmware sur cible 8 bits avec qq kB de ROM:
  - Tout ce qui dispose d'un OS n'est plus vraiment très « embedded »



# Systèmes embarqués: de quoi parle t'on exactement?

➤ Un système embarqué n'est **pas** forcément:

- mobile,
- petit,
- caché,
- puissant (ou non puissant),
- complexe,
- alimenté par batterie,
- économe en énergie,
- cher (ou bon marché),
- spécifique,
- industriel,
- ...



## Définition « Embedded System »

- Tout système conçu **pour résoudre un problème ou une tâche spécifique / dédié** mais n'est pas un ordinateur d'usage général.
- Les **parties matérielle et logicielle sont intimement liées** et noyées dans le matériel et ne sont pas discernables comme un environnement de travail classique de type PC.
- Système électronique et informatique **autonome** possédant des **entrées-sorties spécifiques** (pour la plupart, liées à des grandeurs ou des phénomènes **physiques**).
- Composante primordiale d'un système plus large ou une machine dont l'objectif est de commander, contrôler et superviser ce système.



# Principales caractéristiques des SE

- Encombrement mémoire
- Consommation d'énergie
- Poids et volume
- Criticité / Fiabilité / Tolérance aux fautes
- Mobilité
- Communications
- Interfaçage avec monde physique
- Contraintes environnementales
- Contraintes temps réel
- Coûts



# Principaux domaines d'application des SE

- ❑ Transports
  - ❑ Aéronautique
  - ❑ Automobile / Camions / Machinisme agricole
  - ❑ Ferroviaire
  - ❑ ...
- ❑ Spatial
- ❑ Militaire / Défense
- ❑ Réseaux / Télécommunications
- ❑ GTB / Domotique / Bâtiments
- ❑ Distribution et gestion de l'énergie
- ❑ Médical
- ❑ Terminaux de paiement
- ❑ Consumer electronics
- ❑ Robotique
- ❑ ...



## Le marché des systèmes embarqués (2/3)

	Unit Chip Shipments (millions)	2012	2017	2020	2012-2020 Chip CAGR
Consumer/ Home	Mobile	4,800	9,100	10,800	12%
	Home	1,100	2,400	2,400	12%
	Home Networking	650	850	900	5%
Enterprise	Servers	40	50	65	7%
	Enterprise Networking	600	800	900	6%
	Storage	700	1,100	1,400	10%
Emb.	Internet-of-Things	760	2,000	3,000	22%
	Other Embedded	16,500	22,000	24,000	5%
	Other	2,300	3,300	4,300	9%
	<b>Total</b>	<b>27,000</b>	<b>41,000</b>	<b>48,000</b>	<b>9%</b>

Source:  
Gartner, IDC, SIA, and  
ARM estimates

## SE: Technology drivers and enablers

- Toujours plus de **performances** (nombre d'opérations / quantité de données manipulées)
- Gagner en **autonomie** (= autonomous)
- Gagner en **consommation** énergétique
- Toujours plus de **connectivité**
- Améliorer la **réutilisation** et le **partage** (= bannir le propriétaire)
- Assurer la **sûreté** et la **sécurité**
- Toujours plus de **fiabilité**

Source: <http://fr.slideshare.net/Declanka/note-16-embedded-advantage-1-0>

# Importance de l'IoT dans la société actuelle



**01**

Amélioration de la qualité de vie

**02**

Optimisation des processus industriels

**03**

Santé connectée

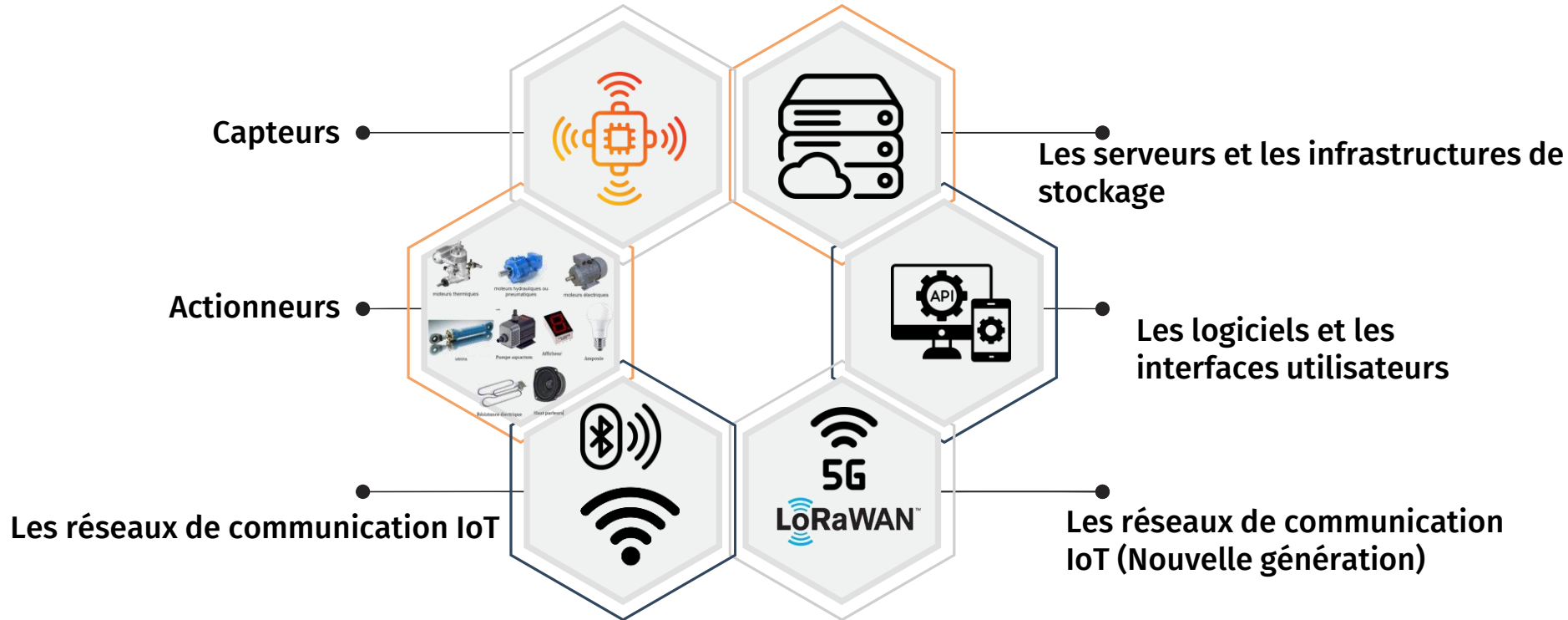
**04**

Ville intelligente

**05**

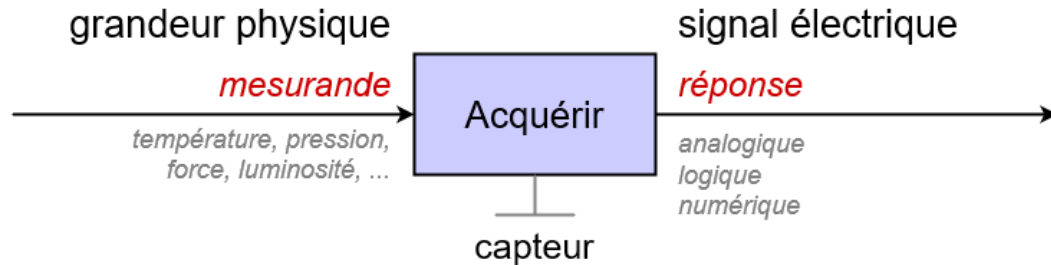
Innovation

# Les différentes composantes de l'IoT



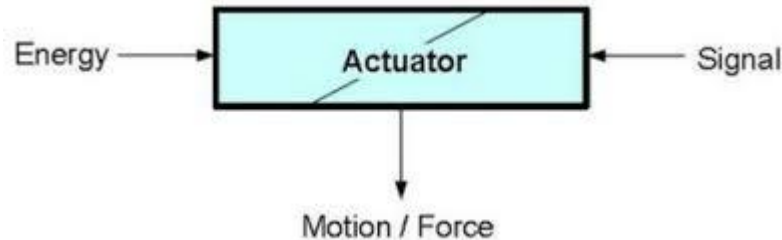
# Les Capteurs

Un capteur convertit la grandeur physique à mesurer en une grandeur électrique et traite cette dernière de telle manière à ce que les signaux électriques puissent être facilement transmis et traités en aval.



# Les Actionneurs

Organe d'un système agissant sur une machine de manière à modifier son état ou son comportement.





# Les réseaux de communication IoT

## Les réseaux cellulaires (2G, 3G, 4G, 5G)

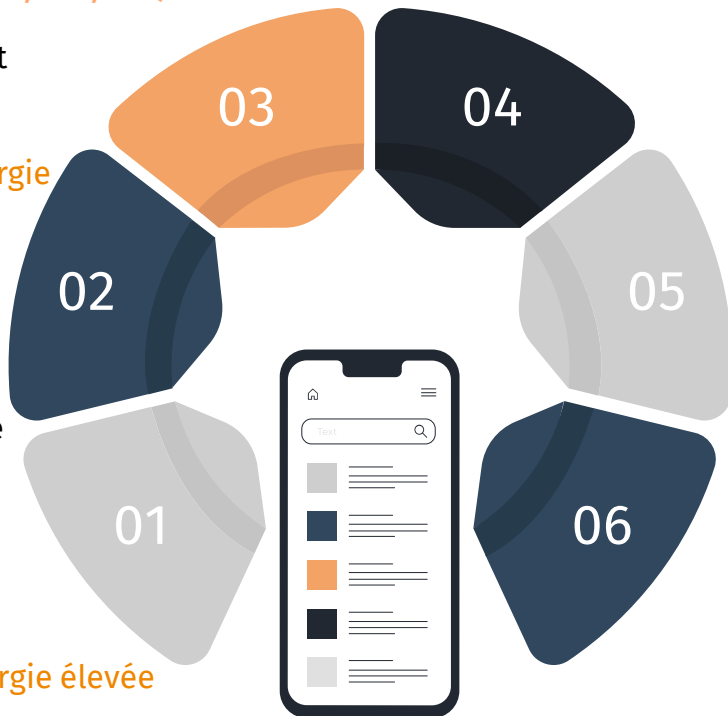
- une large couverture,
- une grande bande passante et
- une connectivité permanente
- **coûteux**
- **consomment beaucoup d'énergie**

## Les réseaux LPWAN (LoRa, Sigfox, NB-IoT et LTE-M )

- grande portée
- faible consommation d'énergie
- coûts relativement faibles
- **bande passante limitée.**

## Les réseaux Wi-Fi

- **portée limitée**
- **consommation d'énergie élevée**



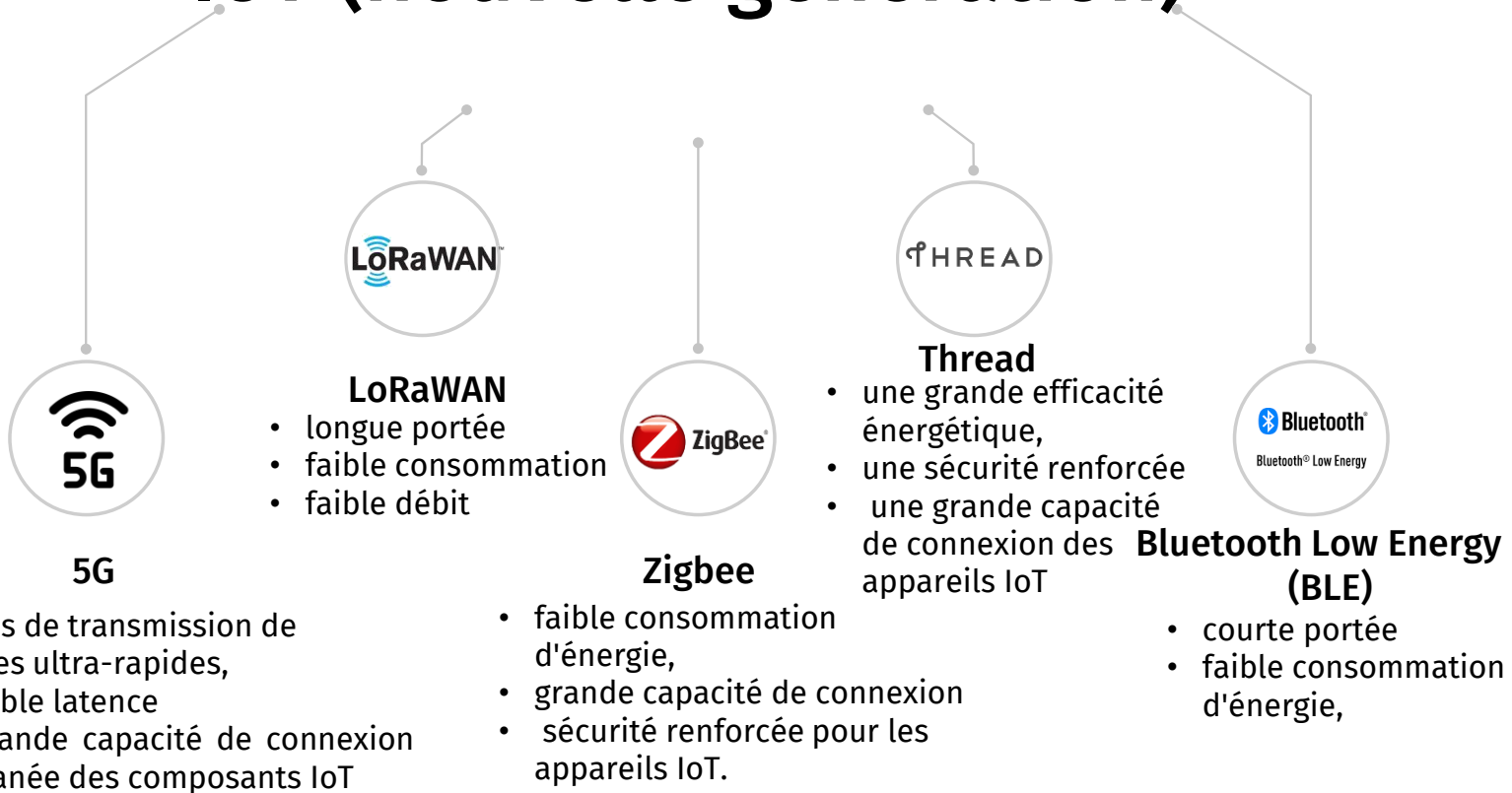
## Les réseaux Mesh

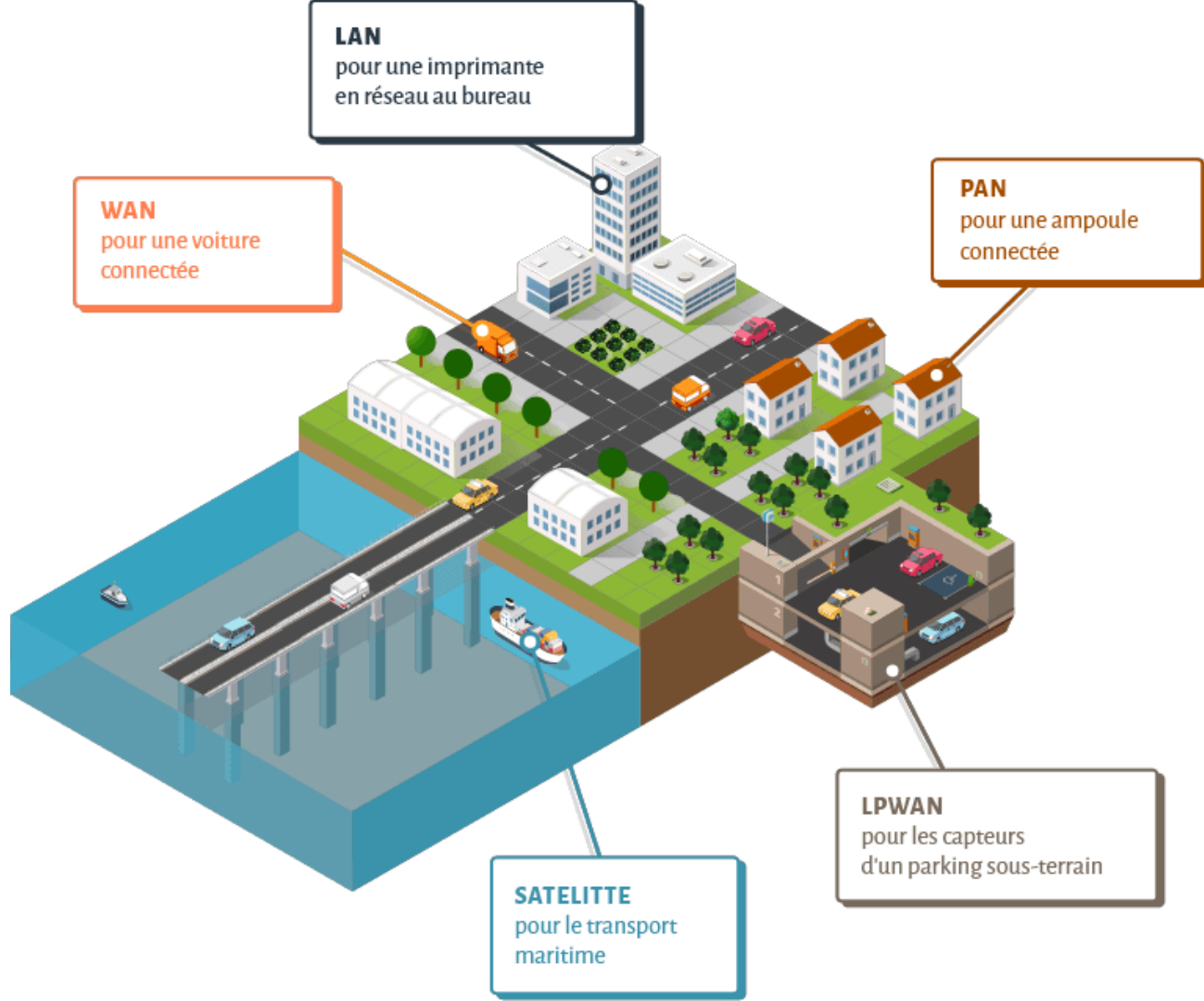
- grande couverture
- grande robustesse,
- **capacités de calcul et de stockage plus élevées.**

## Les réseaux filaires

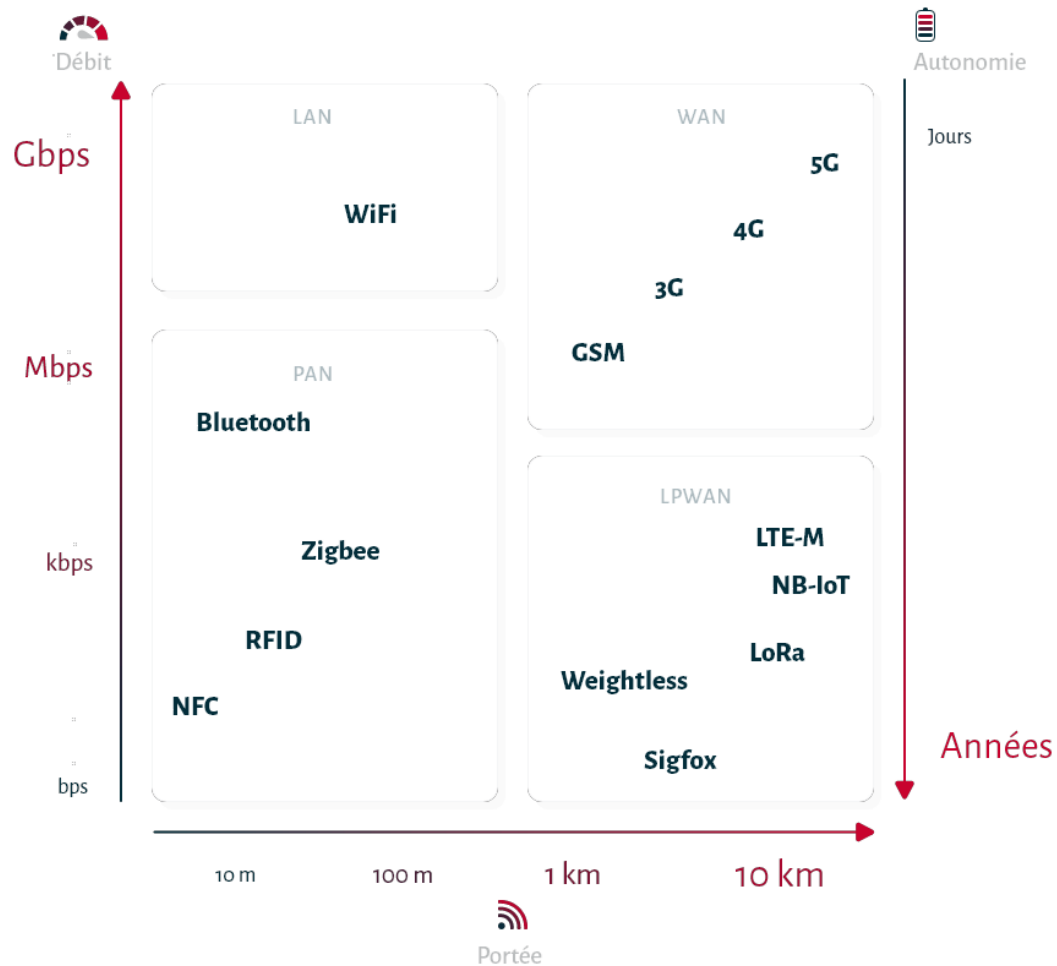
- grande bande passante,
- une grande sécurité et une faible latence,
- **infrastructure coûteuse.**

# Les réseaux de communication IoT (nouvelle génération)

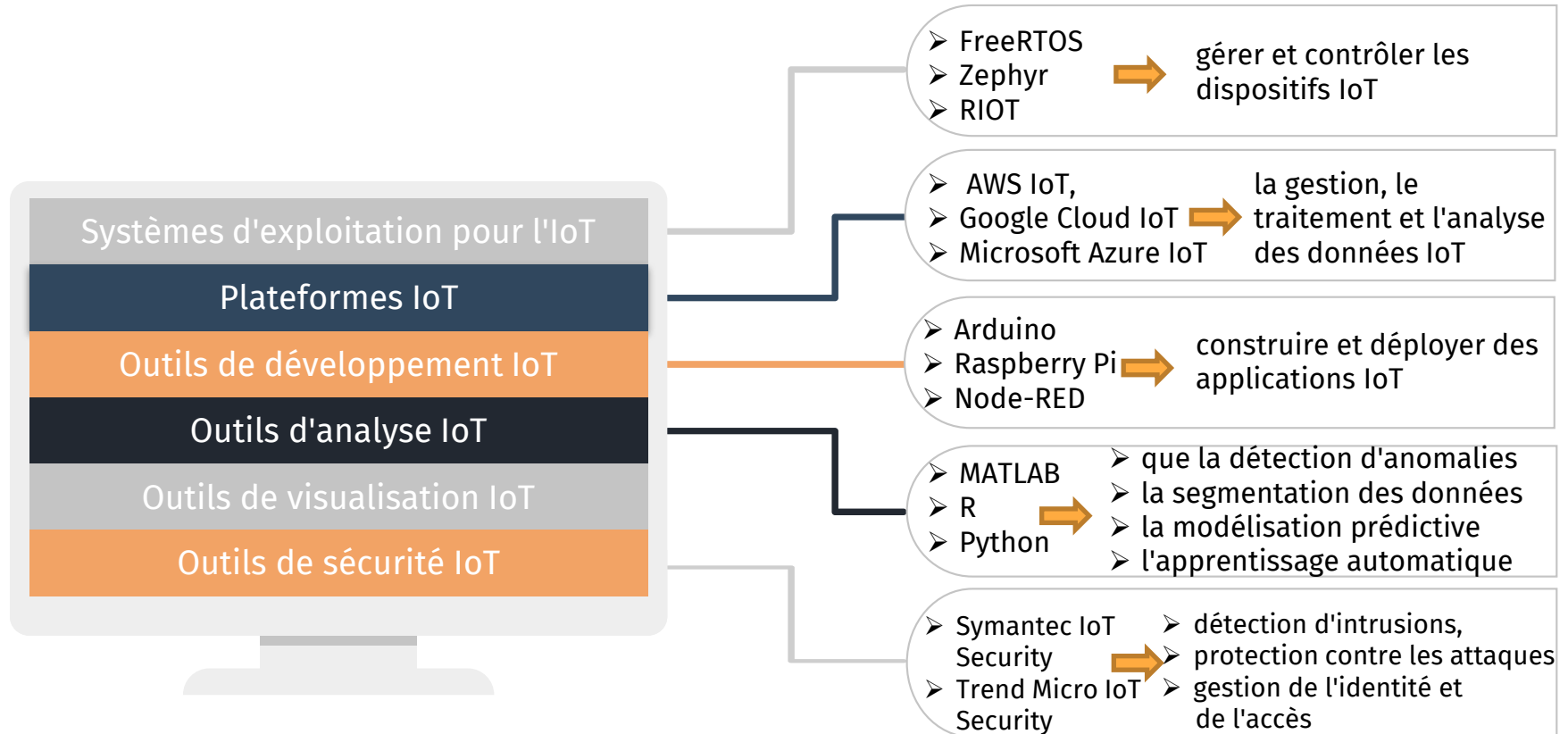


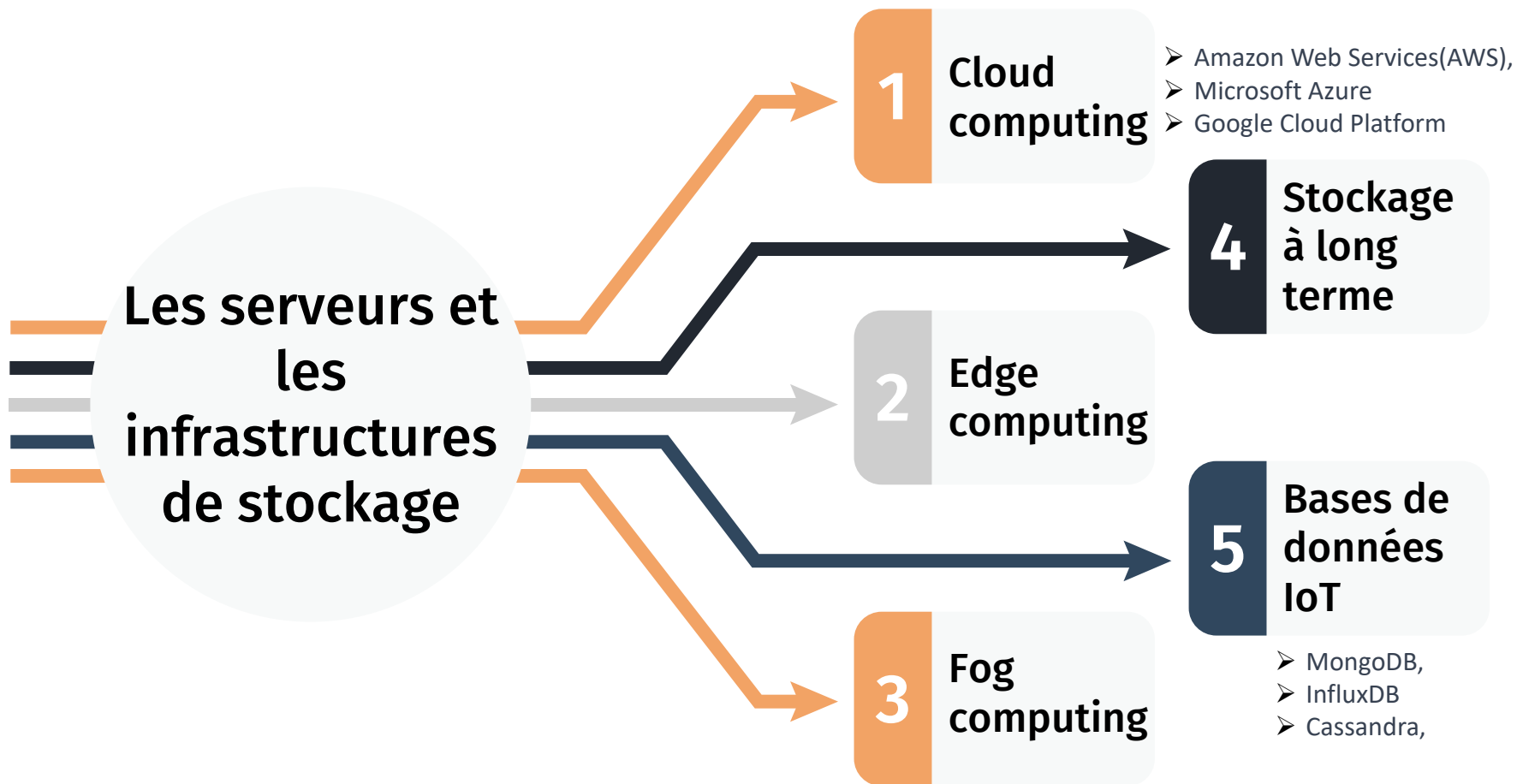


# COMPARATIF DES RÉSEAUX IOT

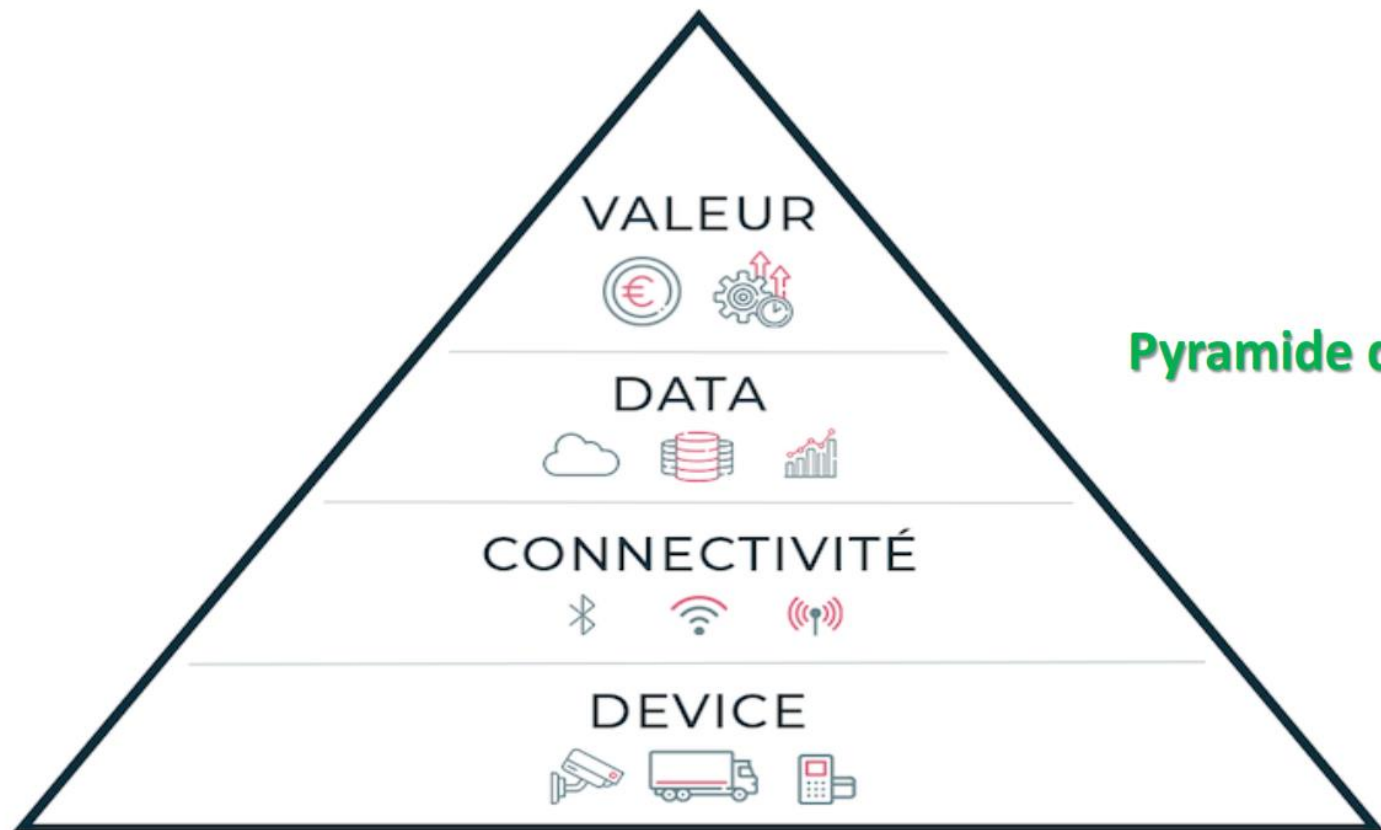


# Les logiciels et les interfaces utilisateurs



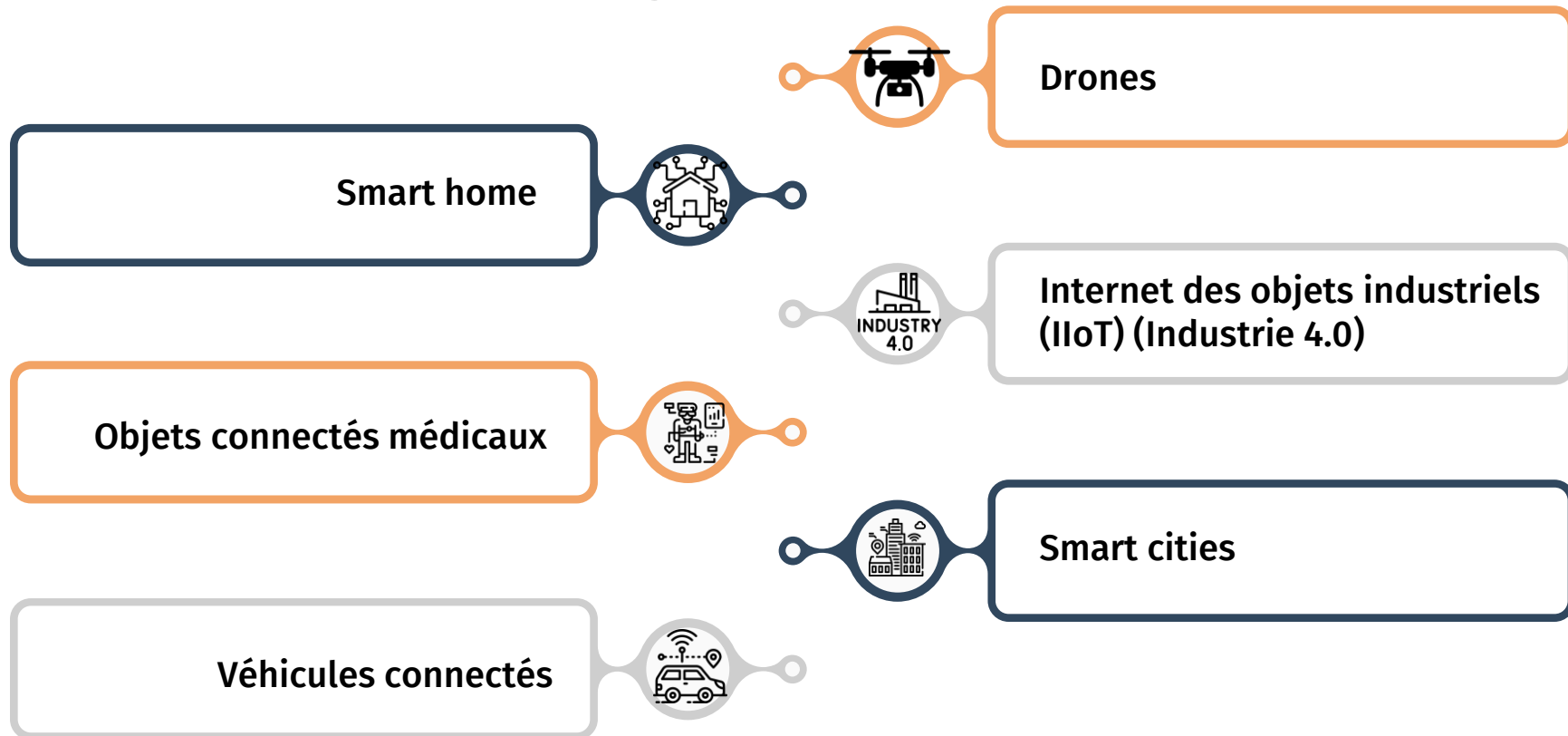


# Les quatre piliers d'une solution IoT



Pyramide de l'IoT

# Les différentes catégories d'objets connectés

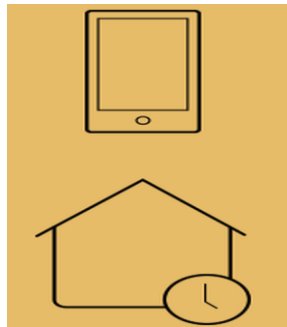




# Smart home

Les objets connectés pour la maison, également appelés objets domestiques intelligents, sont des dispositifs électroniques connectés à Internet qui sont utilisés pour automatiser et contrôler divers aspects de la maison, tels que la température, l'éclairage, la sécurité, la surveillance et les appareils électroménagers.

## Les thermostats intelligents



## Les serrures intelligentes



## Les caméras de surveillance



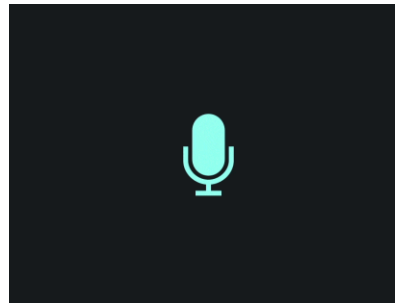
## Les appareils électroménagers intelligents



## Les éclairages intelligents



## Les assistants vocaux



# Objets connectés médicaux

Les objets connectés pour la santé sont des dispositifs électroniques portables ou implantables qui collectent des données sur la santé d'une personne, telles que le rythme cardiaque, la pression artérielle, la glycémie, la qualité du sommeil et l'activité physique.

## Objets connectés médicaux

Ces données peuvent être transmises en temps réel à un smartphone ou à un ordinateur, et être utilisées pour suivre la santé d'une personne ou pour aider à diagnostiquer et à traiter des maladies.



**Les montres intelligentes**

Jupiter is the biggest planet



**Les inhalateurs intelligents**

Neptune is the farthest planet



**Les tensiomètres intelligents**

Saturn has several rings



**Les glucomètres intelligents**

Mars is actually a cold place



**Les patches intelligents**

It's the closest planet of the Sun



**Les piluliers intelligents h**

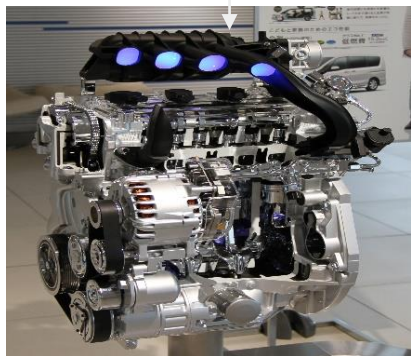
Earth is the third planet to the Sun

# Véhicules connectés



Les véhicules connectés sont des voitures, des camions, des bus, des trains et des bateaux qui sont équipés de technologies de communication sans fil pour échanger des informations avec d'autres véhicules et avec les infrastructures de transport. Les véhicules connectés peuvent collecter et transmettre des données sur leur emplacement, leur vitesse, leur direction, leur consommation de carburant et leur état de fonctionnement. Les informations collectées peuvent être utilisées pour aider les conducteurs à éviter les embouteillages, à réduire les émissions de gaz à effet de serre, à améliorer la sécurité routière et à optimiser les opérations de transport.

**MOTEUR ET TRANSMISSION**  
(injection, commande de boîtes de vitesses)



**SECURITE ACTIVE (ABS, ESP, AFU)**



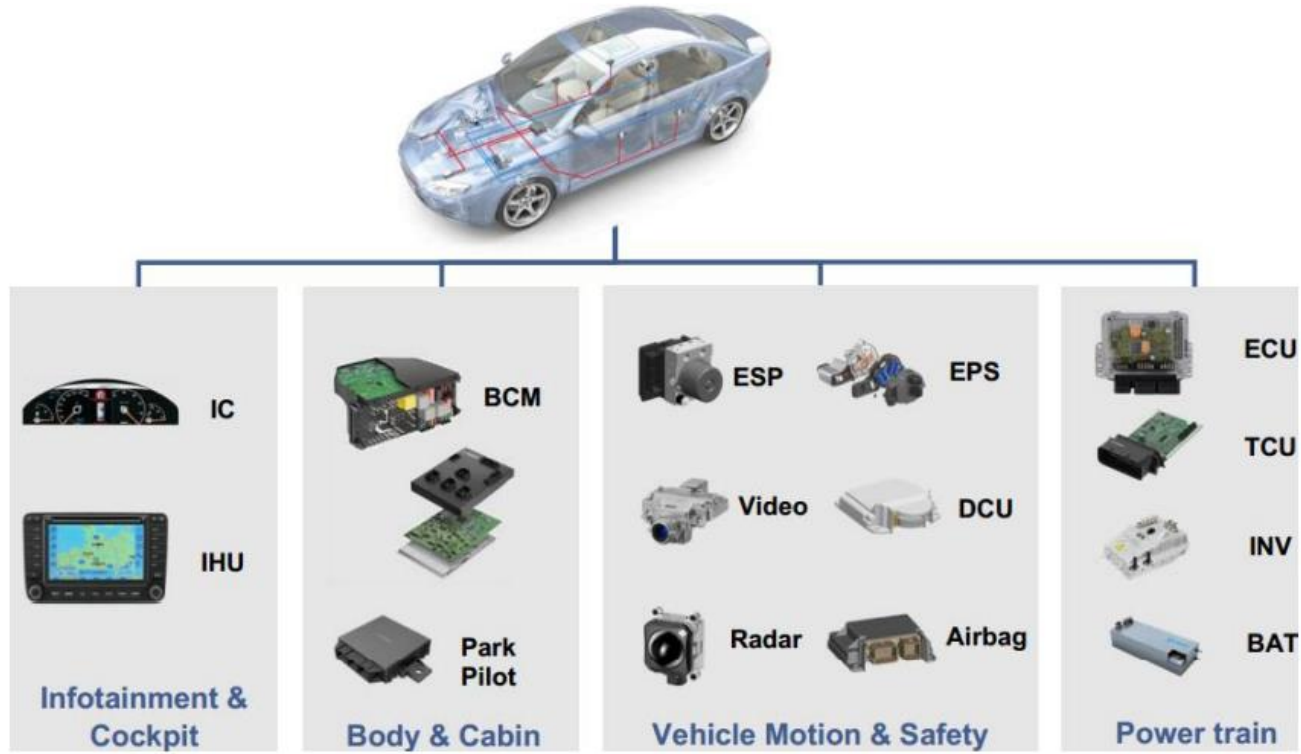
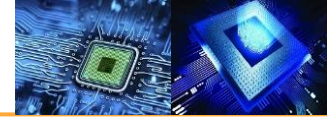
**SECURITE PASSIVE**  
(airbags, ceintures, radars de recul)



**VIE A BORD**  
(ordinateur de bord, navigation)



# Véhicules connectés



Source: Bosch

# Véhicules connectés



Chaque fonction est « assurée » par un calculateur dans lequel sont implantées des lignes de codes.

➤ 1919 : Citroën type A : Aucun !



➤ 2010 Citroën C4 Picasso : 30 calculateurs.

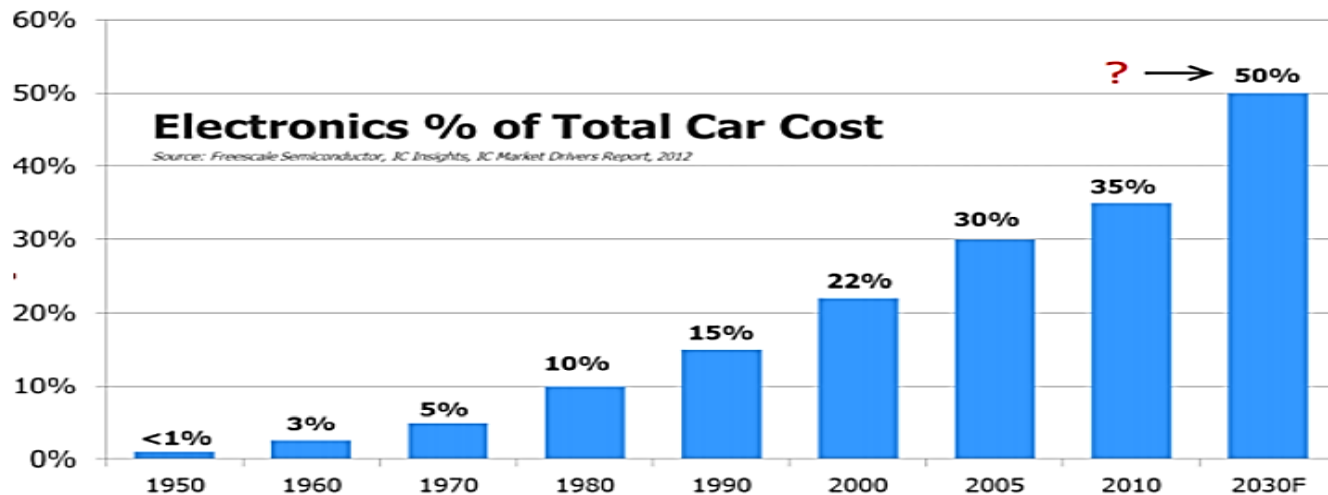


➤ 2015 Peugeot 508 RXH : 50 calculateurs.



Certains véhicules possèdent jusqu'à 80 calculateurs avec près de 1 million de lignes de codes.

# Véhicules connectés



Platform Golf IV (1998)



17 ECUs  
2 CANs  
147 CAN-Messages  
434 CAN-signals

Platform Golf V (2003)

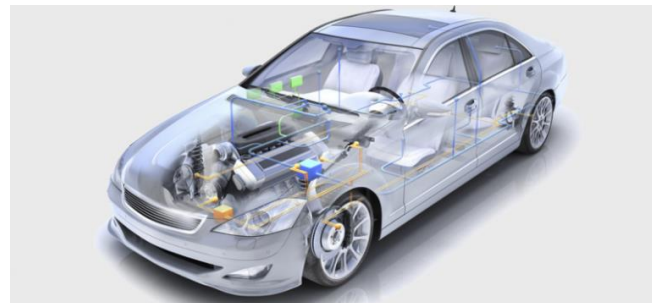


Central Gateway  
35 ECUs  
5 CANs, 3 LINs  
307 CAN-Messages  
2669 CAN-signals

Platform Golf VI (2010)



Central Gateway  
49 ECUs  
5 CANs, 7 LINs  
704 CAN-Messages  
6516 CAN-signals







## Problématique

L'augmentation du nombre de calculateurs et de capteurs entraîne une hausse du nombre de connexions et de longueur de câbles (et donc de pannes).



-Au début de l'électronique automobile, les faisceaux doubleraient de volume et de complexité tous les 10 ans.



## Solutions

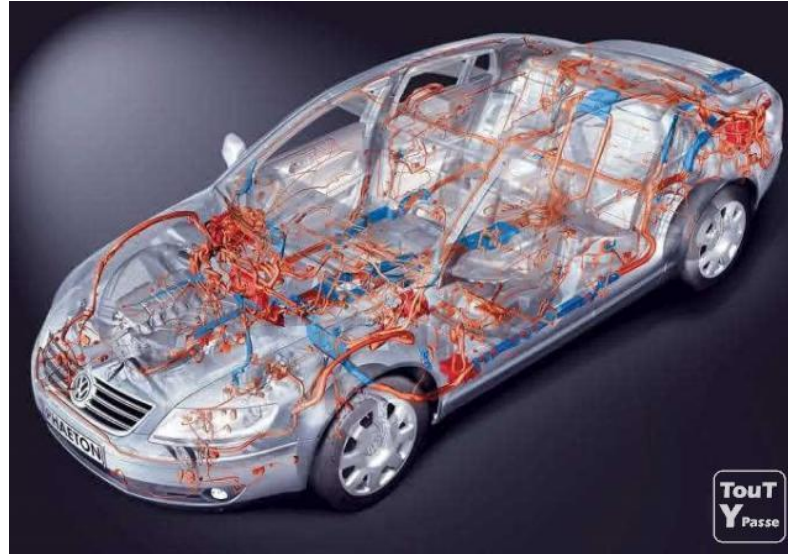
- Regrouper plusieurs fonctions au sein d'un même calculateur :
  - Réduit le nombre de calculateurs.
  - Ne réduit pas suffisamment le volume des faisceaux.
  
- Faire circuler plusieurs informations entre divers calculateurs sur un seul canal de transmission :
  - Simplification du câblage.
  - Echange d'informations entre les calculateurs.
  - Réduction du nombre de capteurs par le partage des informations délivrées.

Cette dernière solution est appelée multiplexage (40% de réduction de câbles entre les Peugeot 306 et 307).

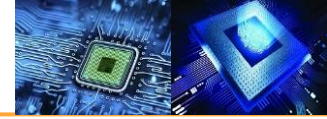




## Le multiplexage

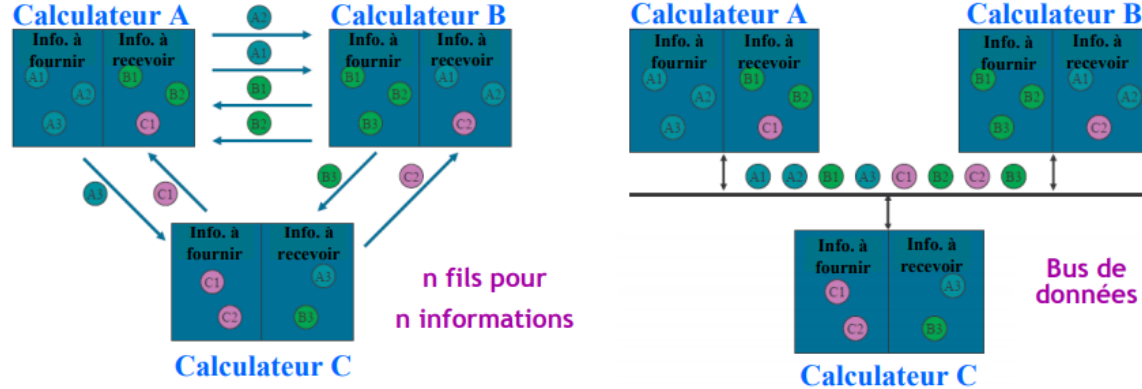


# Véhicules connectés



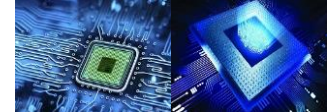
## Le Principe

Les données circulent en série sur deux fils (bus de données) sous formes de trames (suites de 0 et de 1).



Chaque ordinateur possède un identifiant permettant de le reconnaître.

# Véhicules connectés



## Un véhicule plein de superlatifs

### Example: 2014 Mercedes S Class



- ◆ Maximum network ECU connections: 10 for FlexRay, 73 for CAN and 61 for LIN
- ◆ Approximately 200 microprocessors
- ◆ Up to 65 million lines of code, 30 million for the multimedia system alone
- ◆ Four network gateways: EES, the emissions ECU; CPC, the central powertrain controller; the telematics head unit; and ESP, the electronics stability program ECU
- ◆ Base vehicles employ 1,376 wires with a total length of 2,474 meters. A fully optioned vehicle requires 2,385 wires, with a total length of 4,293 meters.
- ◆ 500 LEDs are deployed, no light bulbs
- ◆ 100 motors in the interior
- ◆ 156 buttons and switches in the interior
- ◆ The price for the S 350 BlueTEC short wheelbase diesel S-Class starts at €79,789.50.
- ◆ Equipped with a gasoline engine, the long wheelbase S 500 starts at €107,635.50.

Maximum network ECU connections:  
10 for FlexRay, 73 for CAN and 61 for LIN

Approximately 200 microprocessors

Up to 65 million lines of code, 30 million for the multimedia system alone

Base vehicles employ 1,376 wires with a total length of 2,474 meters. A fully optioned vehicle requires 2,385 wires, with a total length of 4,293 meters.

500 LEDs are deployed, no light bulbs

100 motors in the interior

# Internet des objets industriels (IIoT) (Industrie 4.0)

---

L'Internet des objets industriels (IIoT) est l'application de l'IoT (Internet des objets) à l'industrie, c'est-à-dire l'utilisation de capteurs, de dispositifs et d'autres équipements connectés pour collecter des données en temps réel et les utiliser pour améliorer les processus de production, optimiser la maintenance, réduire les coûts et améliorer la qualité. L'IoT (Internet des objets) est une technologie clé pour l'Industrie 4.0, également appelée la quatrième révolution industrielle. L'Industrie 4.0 repose sur l'utilisation de technologies numériques avancées pour améliorer l'efficacité, la productivité et la flexibilité des processus de production.

---

# IIoT (Industrie 4.0)



**Maintenance  
prédictive**

• • • • •



**Fabrication  
intelligente**

• • • • •



**Contrôle  
qualité**

• • • • •



**Suivi de la  
chaîne  
d'approvisionnement**

• • • • •



• • • • •

# Smart cities

---

Les applications IoT sont de plus en plus utilisées pour améliorer les villes intelligentes, également appelées smart cities. Les smart cities utilisent des technologies numériques pour améliorer la qualité de vie de leurs habitants, offrir des services plus efficaces et réduire les coûts. Voici quelques exemples d'applications IoT pour les smart cities :

---

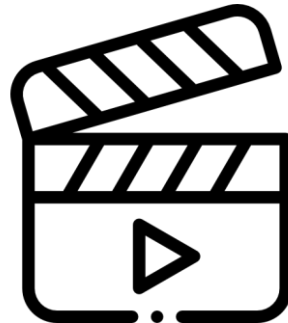


# Smart cities

---

Les applications IoT sont de plus en plus utilisées pour améliorer les villes intelligentes, également appelées smart cities. Les smart cities utilisent des technologies numériques pour améliorer la qualité de vie de leurs habitants, offrir des services plus efficaces et réduire les coûts. Voici quelques exemples d'applications IoT pour les smart cities :

---



---

# **Les perspectives d'avenir des objets connectés**

---



# L'augmentation de la demande pour les objets connectés

L'avenir des objets connectés est très prometteur, car la demande pour ces technologies est en constante augmentation. Selon les prévisions, le nombre d'objets connectés dans le monde devrait atteindre 75 milliards d'ici 2025, contre 30 milliards en 2020. Cette croissance est alimentée par plusieurs facteurs, notamment :



1

La commodité

2

L'efficacité

3

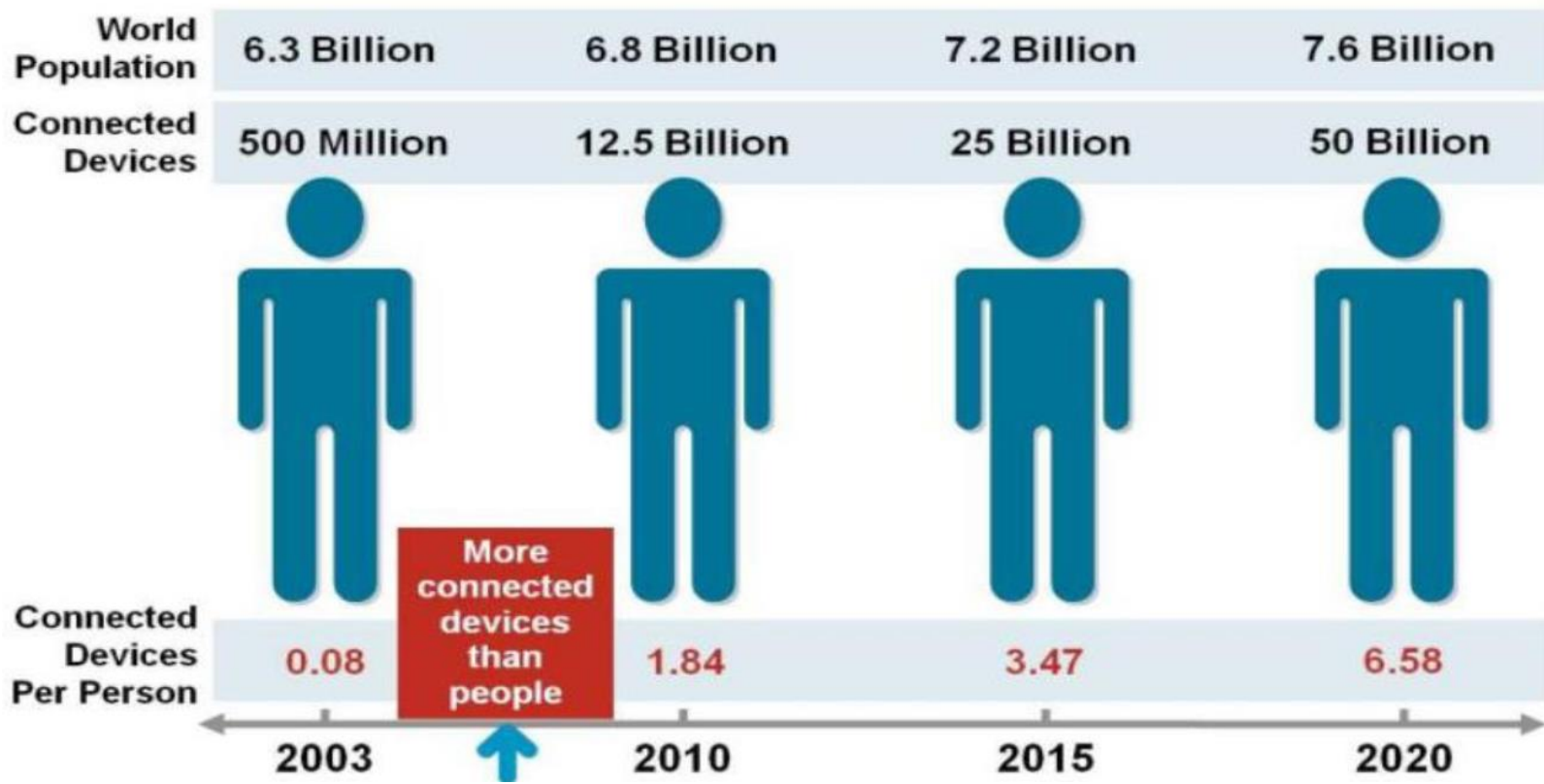
La sécurité

4

Les avantages environnementaux

# Evolution de l'IoT

Nombre de population connectée de 2003 à 2020 (*in billions*)



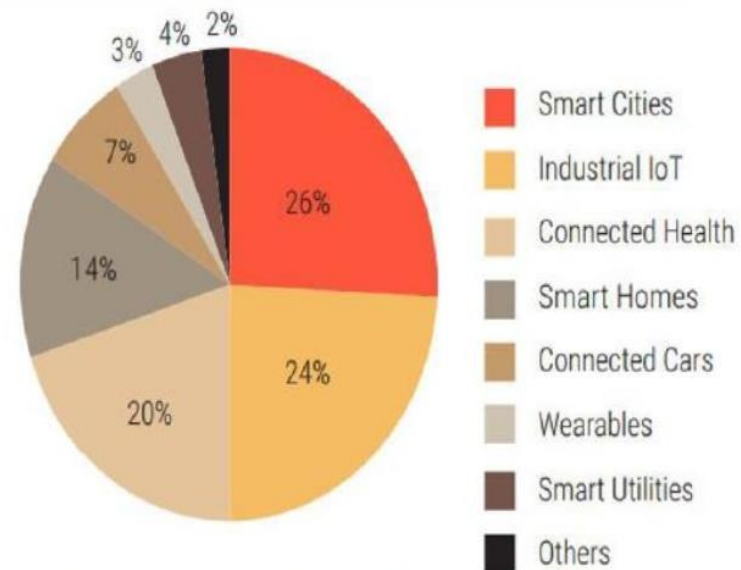
# Evolution de l'IoT

## Marché de l'IoT



[Sources: GrowthEnabler Analysis/MarketsandMarkets]

## Global IoT Market Share by Sub-Sector



[Source: GrowthEnabler Analysis]

# Les avancées technologiques à venir

Les objets connectés ont connu une croissance rapide au cours des dernières années et sont de plus en plus présents dans notre vie quotidienne. Les avancées technologiques à venir permettront de rendre ces objets encore plus performants et utiles. Voici quelques-unes des avancées technologiques qui pourraient avoir un impact important sur l'avenir des objets connectés :

