

Smart Cities

A. Skrzypczak

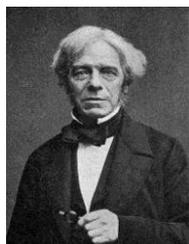
Bat. F – Bureau 311

skrzypczak@ensicaen.fr



La révolution numérique

- De la force électrique aux IoT



Michael Faraday (1791-1867)
Induction électromagnétique
→ Moteur électrique



James C. Maxwell (1831-1879)
Champs électromagnétique
→ l'électricité est une onde



Guglielmo Marconi (1874-1937)
1^{er} transmission radio
→ l'électricité transporte de l'information



John Logie Baird (1888-1946)
1^{er} transmission d'images animée
→ Télévision



Alan Turing (1912-1954)
Machine de Turing
→ Informatique



Claude Shannon (1916-2001)
Théorie de l'information
→ L'information peut être numérisée



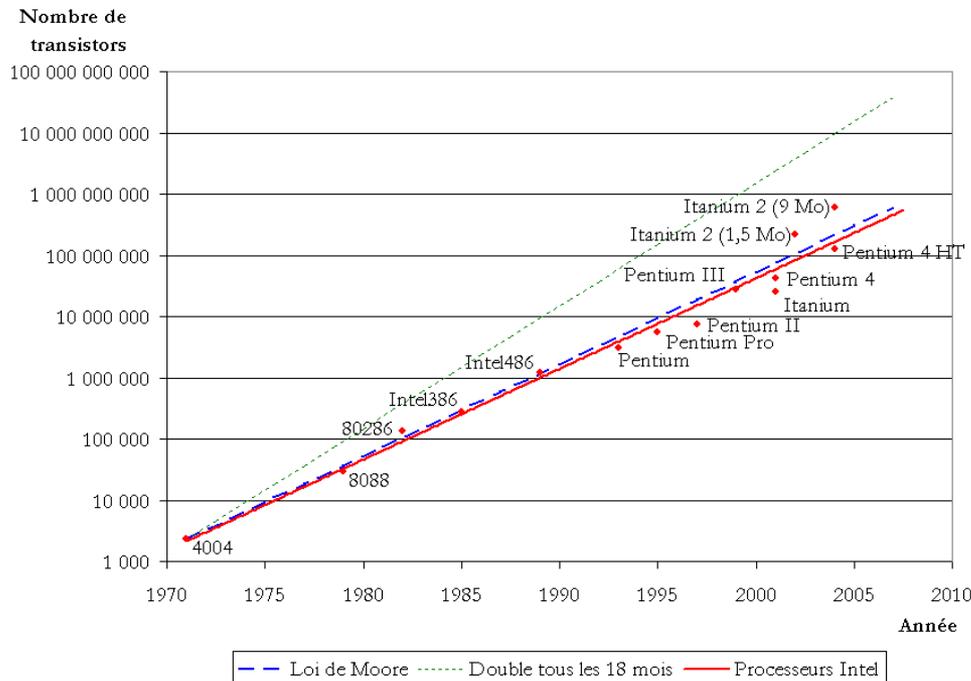
Shockley, Bardeen, Brattain (Nobel 1956)
Transistor
→ Miniaturisation



Télécommunications modernes

La révolution numérique

- **Loi de Moore**: le nombre de transistors double tous les 2 ans dans un processeur d'entrée de gamme à coût constant



Nvidia RTX Titan (2019)
➔ 18,6 Milliards de transistors

La révolution numérique

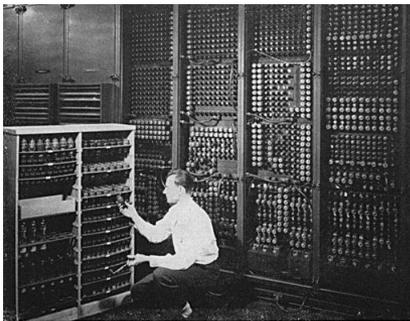
- **Internet**
 - 1965: première communication entre 2 ordinateurs distants
 - 1967: projet Arpanet
 - 1971: 1^{er} e-mail
 - 1973: protocole TCP/IP
 - 1983: apparition du mot Internet
 - 1987: 10 000 ordinateurs connectés
 - 1992: 1 000 000 ordinateurs connectés
 - 2000: 370 000 000 ordinateurs connectés
 - 2014: > 1 000 000 000 sites web

La révolution numérique

- **Loi de Metcalfe**: l'utilité d'un réseau est proportionnelle au carré du nombre de ses utilisateurs
- **Loi de Gilder**: le besoin en bande passante pour les systèmes de communication triple chaque année
- **Loi de Sarnoff**: la valeur d'un réseau de communication est proportionnelle au nombre de ses utilisateurs
- **Loi de Zuckerberg**: le volume d'information partagé sur les réseaux double chaque année

La révolution numérique

- La révolution numérique s'est aussi accompagnée d'une révolution des **moyens de traiter l'information**



Replacing a bad tube meant checking among ENIAC's 19,000 possibilities.

ENIAC (1945)
167 m² - 30 tonnes - 150 kW
50 kFLOPS



IBM Behold Summit (2018)
240 millions d'euros
200 PFLOPS = 200x10¹⁵ FLOPS



Sony PS4 (2013)
250 €
1,84 TFLOPS = 1,84x10¹² FLOPS

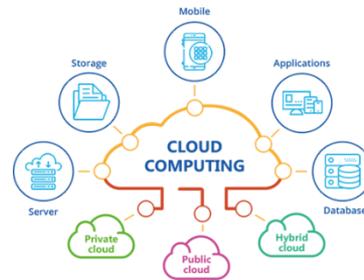
La révolution numérique

- La révolution numérique s'est aussi accompagnée d'une révolution des **moyens de traiter l'information**



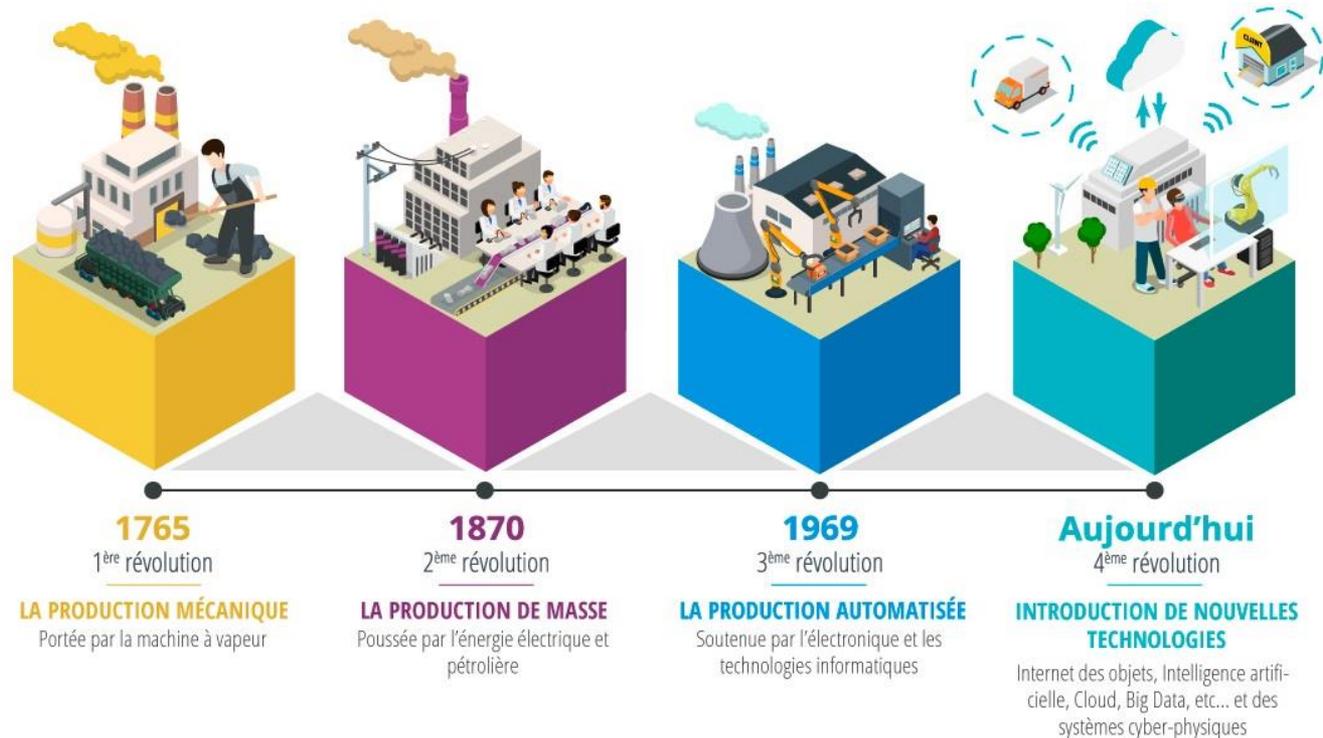
La révolution numérique

- Désormais, les **technologies du numérique** font partie de notre quotidien et prendront une place de plus en plus importante dans notre futur



La révolution numérique

- On parle de **4^e révolution industrielle**

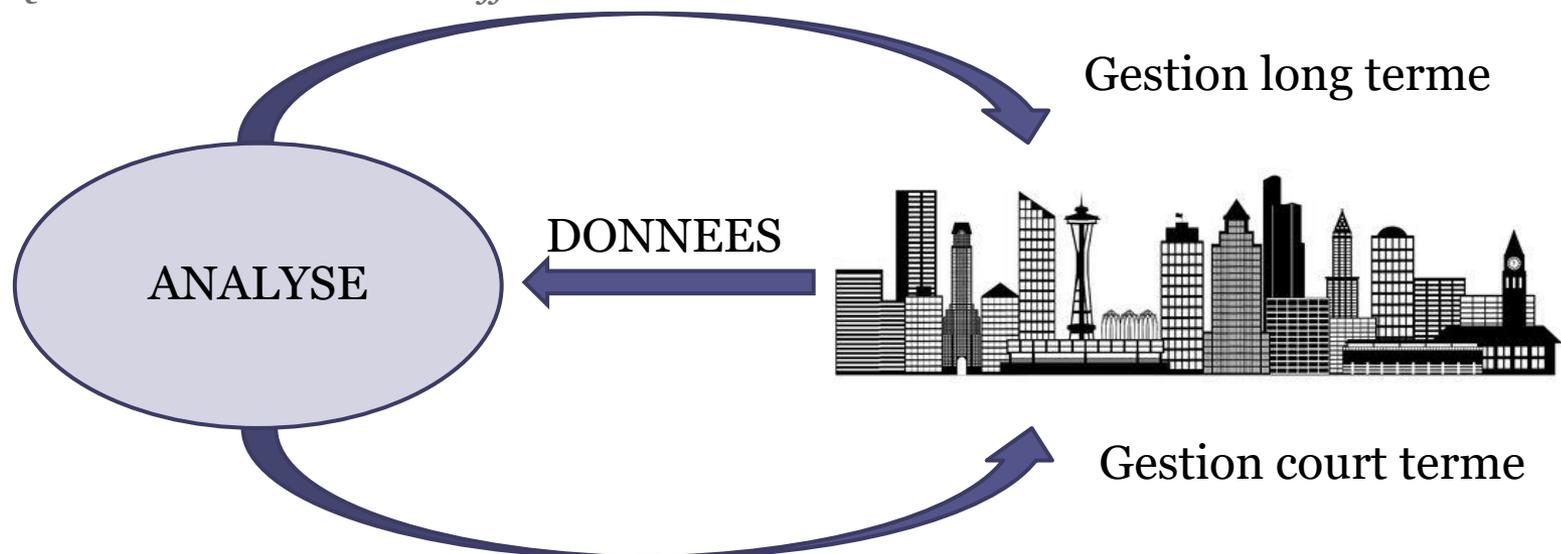


Smart Cities

- Utiliser les technologies de l'information et de la communication pour **améliorer la qualité des services urbains et réduire ses coûts**
 - *Superposition de différents smart grids*
 - Eau
 - Gaz
 - Electricité
 - *Mais aussi:*
 - Régulation du réseau de transport (routier, ferré, ...)
 - Régulation du stationnement
 - Production d'énergie (Eco-quartier)
 - Monitoring des conditions atmosphériques (pollution)
 - Voitures autonomes
 - ...

Smart Cities

- L'utilisation du numérique dans les villes intelligentes aura deux objectifs:
 - Un objectif de **management de la ville** à court terme
 - Réguler les besoins en énergie
 - Réguler le trafic en fonction de la fréquentation
 - Un objectif de **développement de la ville** à plus long terme
 - Quels investissements faire ?
 - Quelles infrastructures remplacer ?
 - Quels nouveaux services à offrir ?



Smart Cities

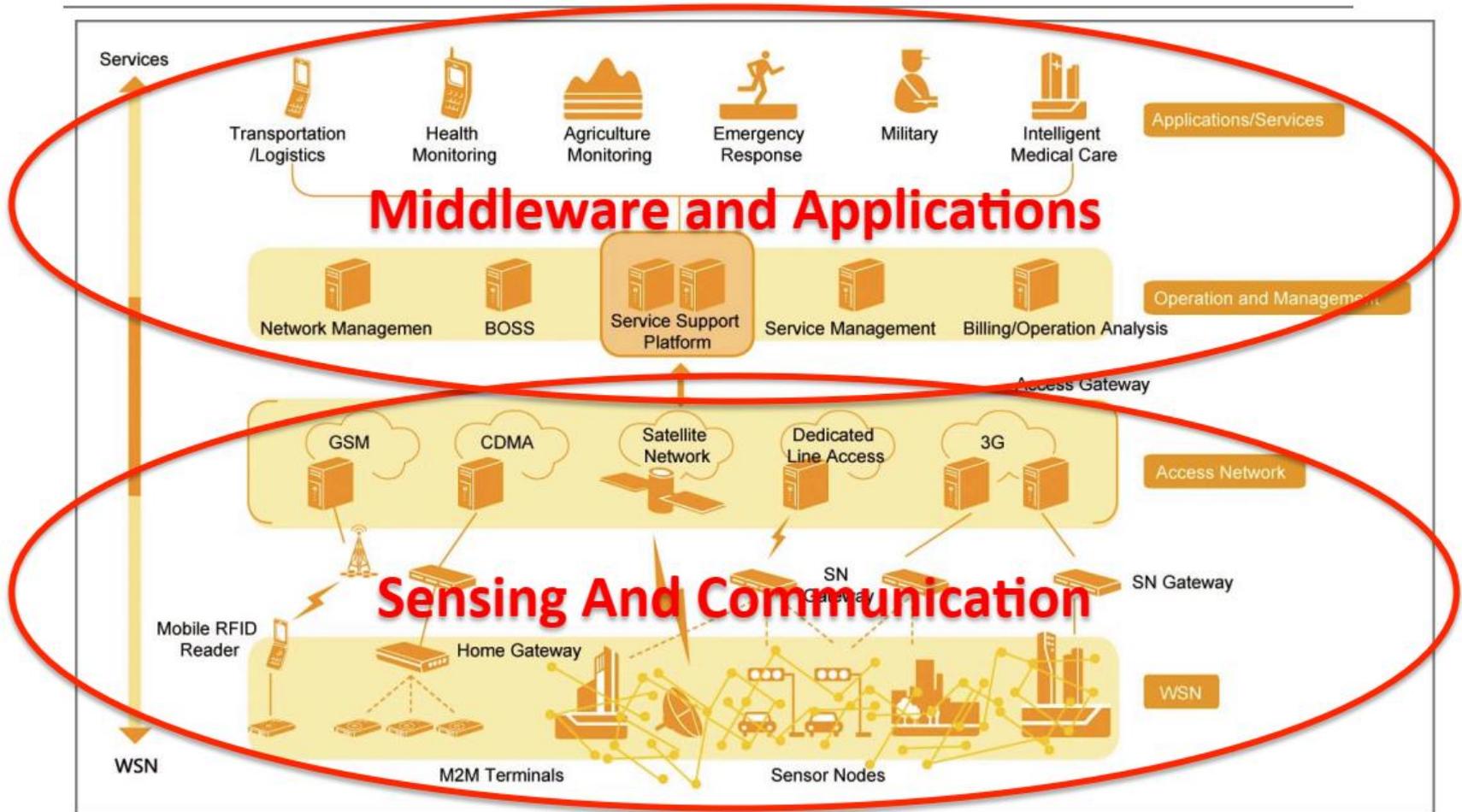
- Quelques limites
 - Outre les limites déjà évoquées au sujet des smart grids (investissement, bande passante, technologies, standardisation, ...), on peut lever quelques interrogations au sujet des smart cities
 - *Y a-t-il un **réel besoin** ?*
 - *Aura-t-on la possibilité d'**analyser** et de prendre en compte l'immense quantité d'information produite par les villes ?*
 - *Liberté individuelle et **surveillance numérique** ?*
 - ***Sécurisation** des données ?*
 - ***Fracture numérique** encore plus grande ?*
 - *Déresponsabilisation politique ?*
 - ...

Smart Cities

- Le développement des villes intelligentes ira de pair avec les **IoT** (Internet of Things) voire les **IoE** (Internet of Everything)



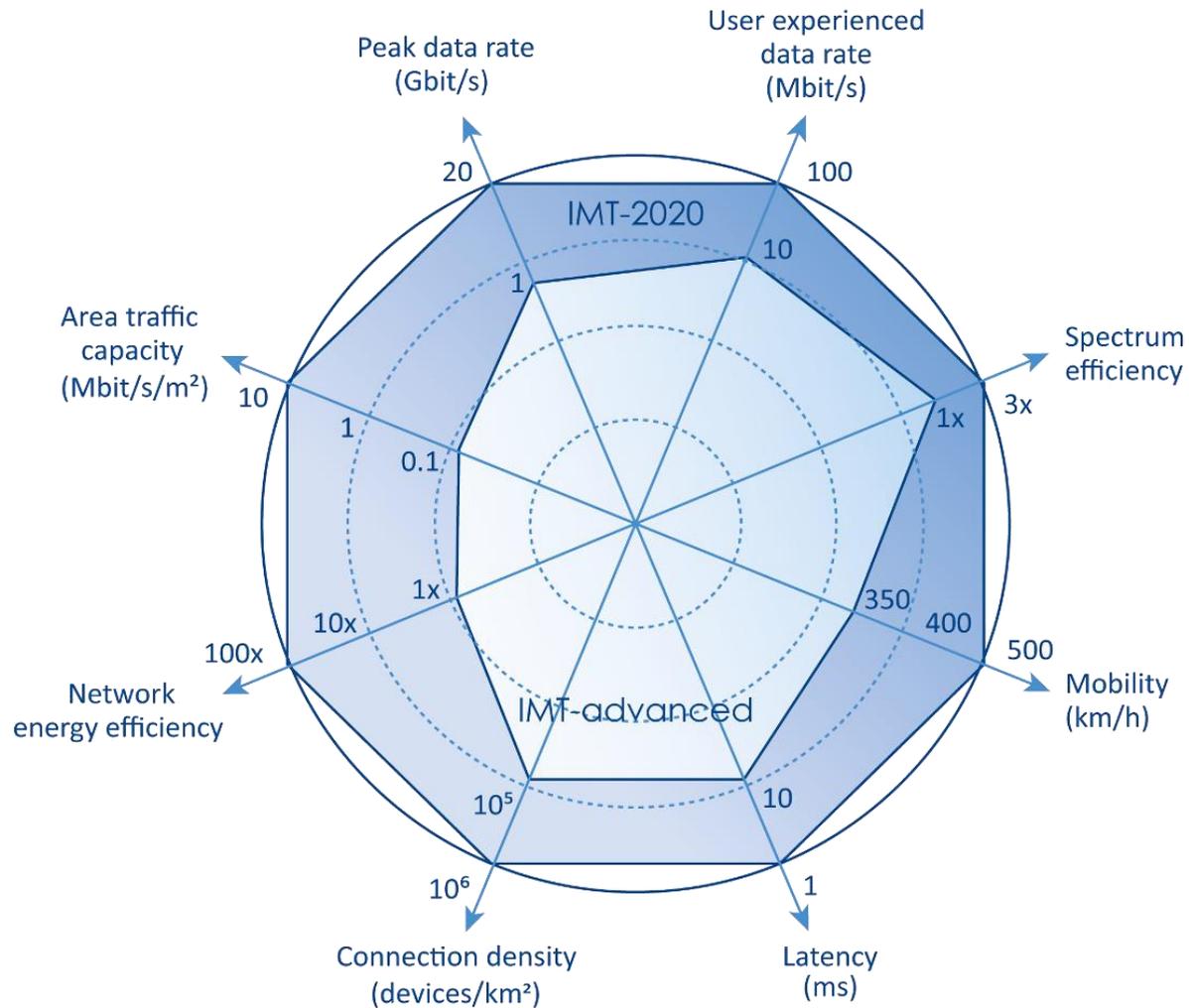
IoT



IoT - réseaux 5G

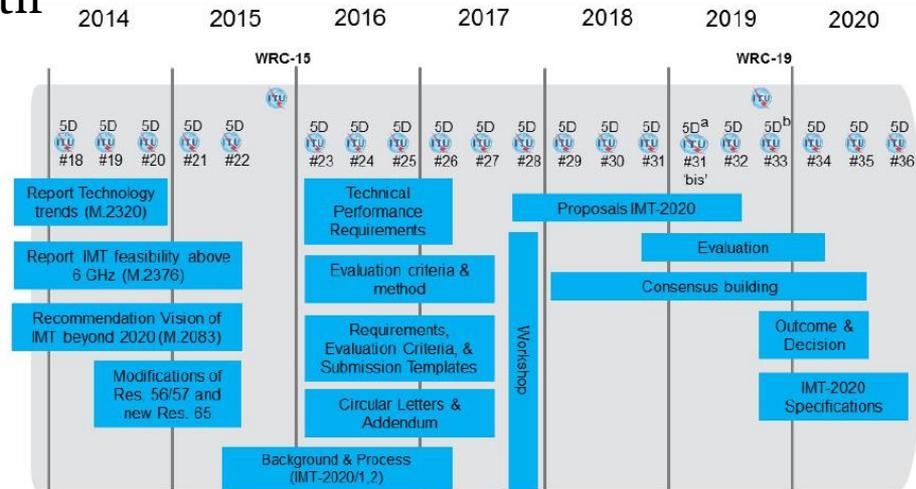
- Le standard qui semble le plus adapté pour la communication des IoT semble être la 5G (**3GPP-5G NR**)
 - Cette technologie pourrait atteindre des débits jusqu'à **10 Gbps**
 - Les bandes utilisées sont situées en **30 et 300 GHz**
 - La **latence est très faible** (1ms contre 50ms en 4G)
 - La communication est **résistante** même à très forte mobilité (500km/h)
 - Jusqu'à **100 fois plus d'objets connectés** par unité de surface (comparativement à la 4G)
 - **Consommation peu élevée** en émission

4G vs 5G



5G - Communications mobiles

- Le standard 5G (**IMT-2020**) pour les télécommunications mobiles n'est pas encore définitif



- Cependant **plusieurs expérimentations** sont en cours un peu partout dans le monde
 - Effet démonstrateur** pour les constructeurs et les opérateurs
 - Valider une technologie
 - Lobbying en normalisation
 - Prouver les gains théoriques**
 - Actuellement, les tests sont réalisées sur les **bandes basses** (3,4-3,8GHz)
 - Sorte de « 4G++ »

5G - Communications mobiles

- Quelques technologies candidates
 - Technologies de transport de l'information
 - *OFDM et variantes*
 - Technologies courantes (Wi-Fi, DVB-T, ...)
 - Mais contraignantes dans le cas de la 5G (ressources spectrales non optimisées, pas forcément adapté à un contexte multi-utilisateurs massif)
 - *Technologies nouvelles*
 - NOMA/PDMA/LDS/SCMA/IDMA...
 - Faciliter les communications multi-utilisateurs en utilisant la même ressource spectrale à l'émission
 - Distinguer ou prioriser les utilisateurs par
 - Puissance émise
 - Séquence caractéristique
 - Mélange
 - ...

5G - Communications mobiles

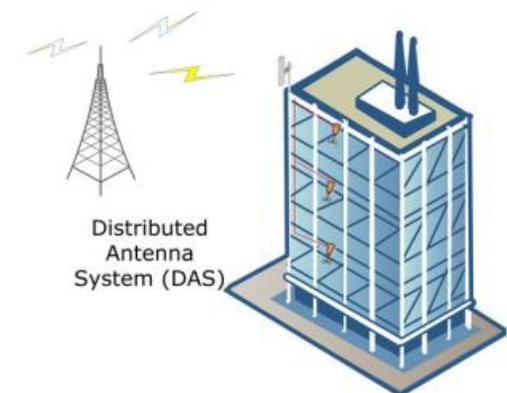
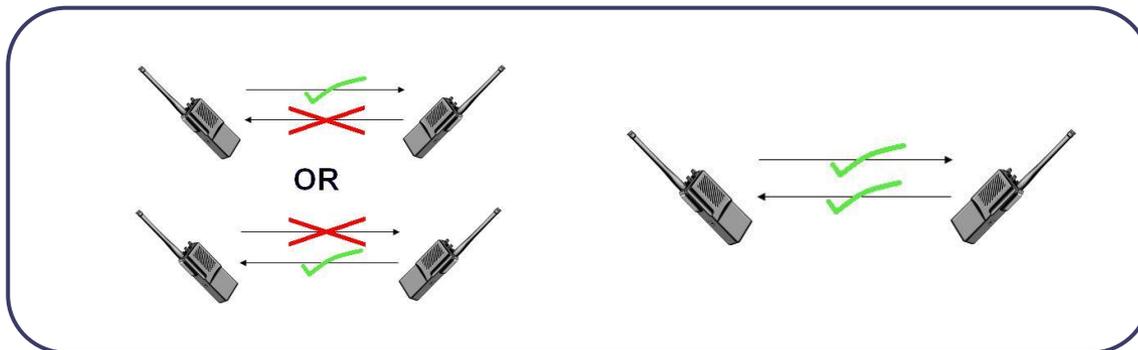
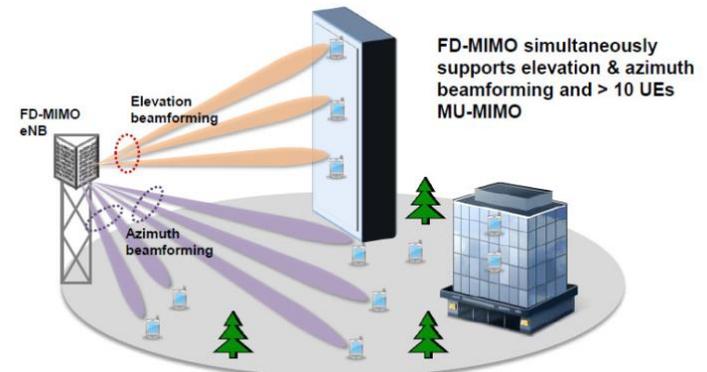
- Quelques technologies candidates

- **Emission de l'information**

- *Massive MIMO/FD-MIMO*

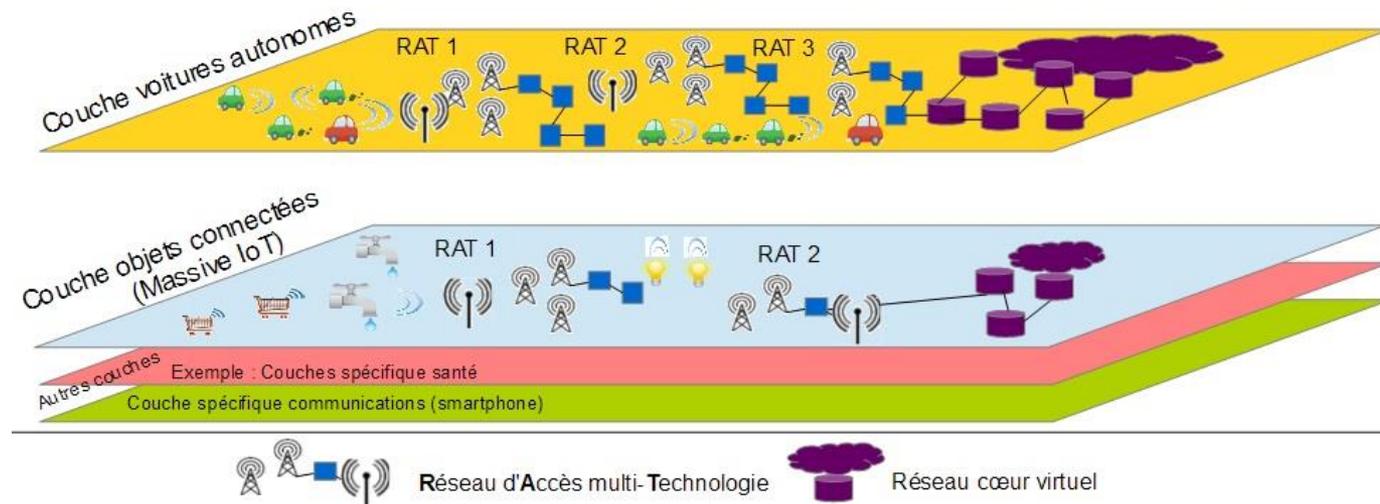
- *Réseau d'antennes distribuées*

- *Communications « full Duplex »*



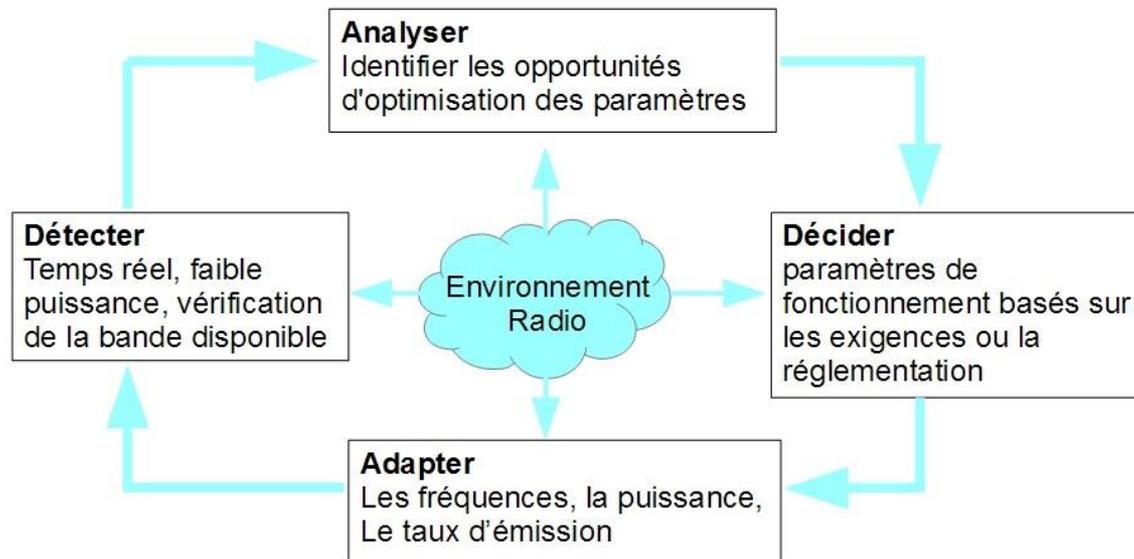
IoT - réseaux 5G

- Il faudrait apporter des **améliorations au standard 5G** pour application aux IoT
 - **Network Slicing**: découper le réseau en sous-réseau spécialisés



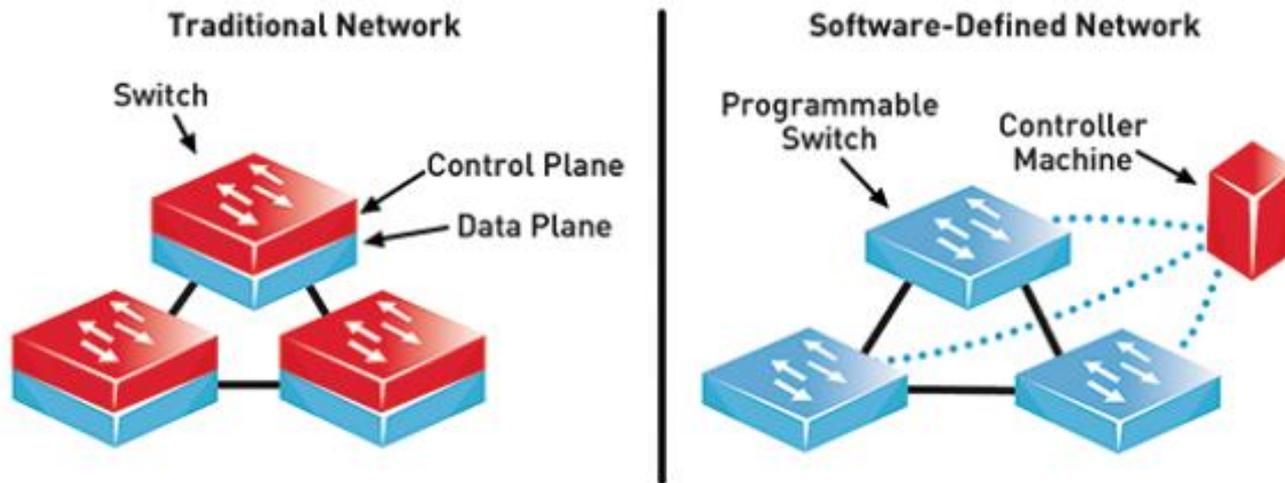
IoT - réseaux 5G

- Il faudrait apporter des **améliorations au standard 5G** pour application aux IoT
 - **Cognitive Radio**: gestion opportuniste du spectre



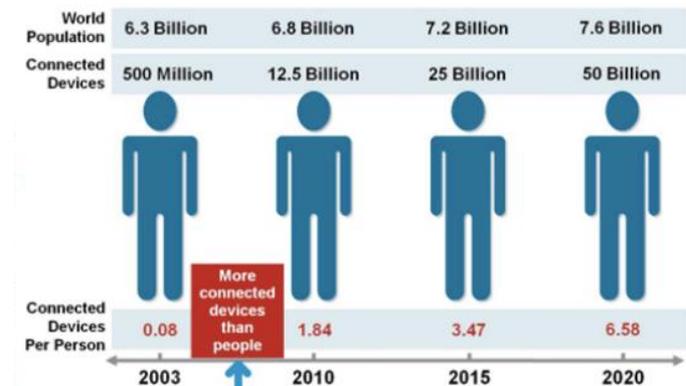
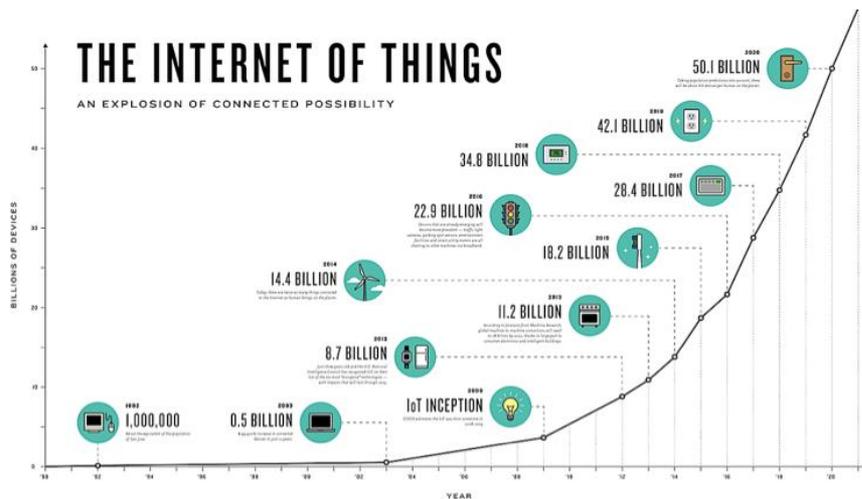
IoT - réseaux 5G

- Il faudrait apporter des **améliorations au standard 5G** pour application aux IoT
 - **Software Defined Network**: réseau reconfigurable



IoT

- Challenges et problèmes ouverts
 - **Pas de standard** pour le moment
 - *la 5G n'est prévue pour le moment que pour les communications mobiles*
 - Les IoT seront potentiellement **très nombreux** à naviguer sur le réseau
 - *Problème d'adresse*
 - *Gestion du big data au niveau des réseaux*



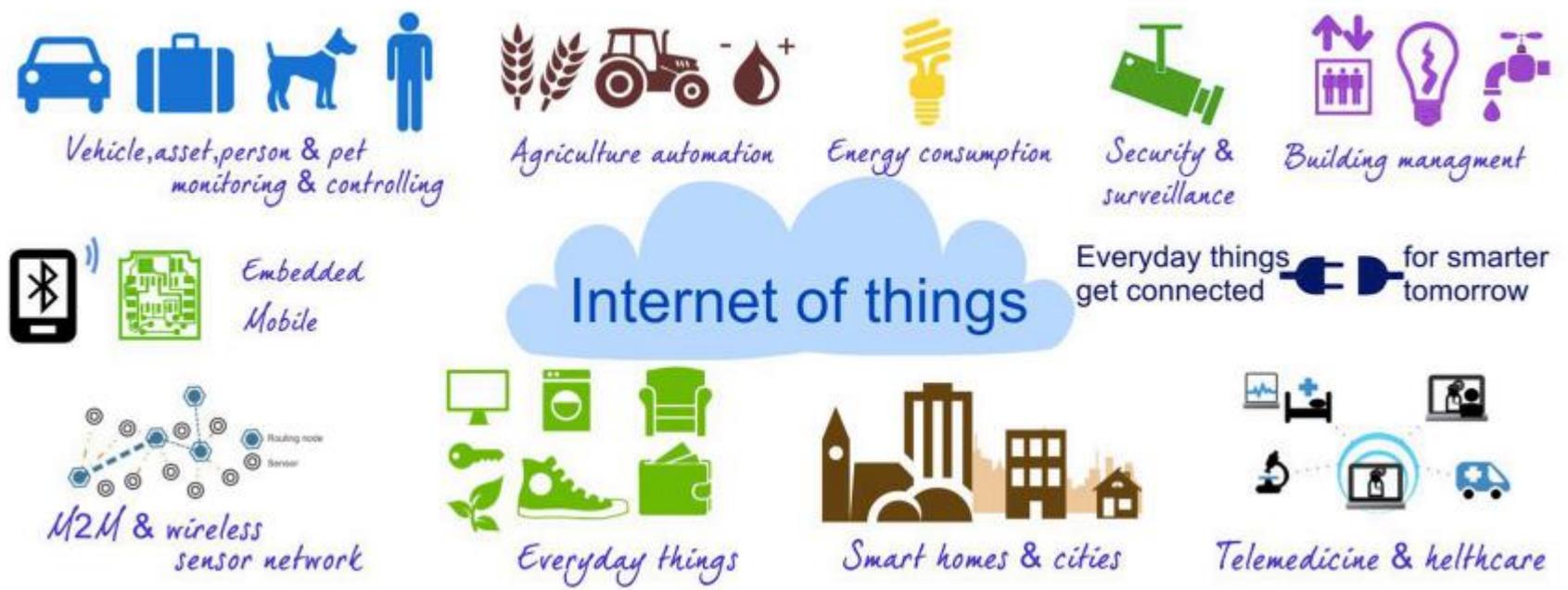
Source: Cisco IBSG, April 2011

IoT

- Challenges et problèmes ouvert
 - **Sécurité**
 - *Un problème insoluble: faible consommation – bonne sécurité*
 - *Une sécurisation des données implique plus de traitement à l'émission donc une plus forte consommation énergétique*
 - *Intégrité des données*
 - **Ethique et confidentialité**
 - *Aspect intrusif des IoT*
 - *Stockage des données ?*

IoT

- Applications



IoT

- Applications médicales

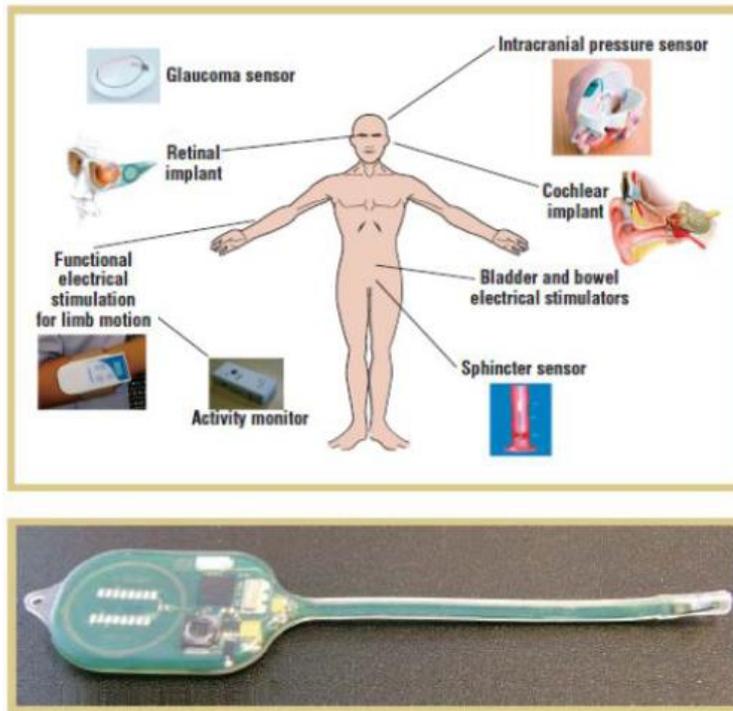
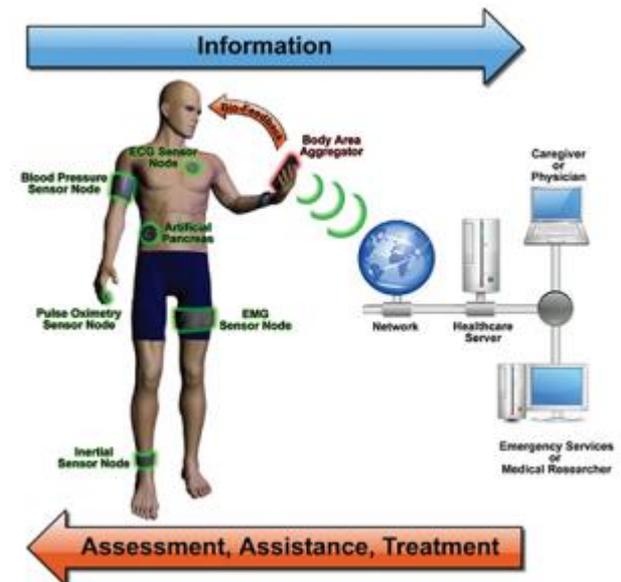
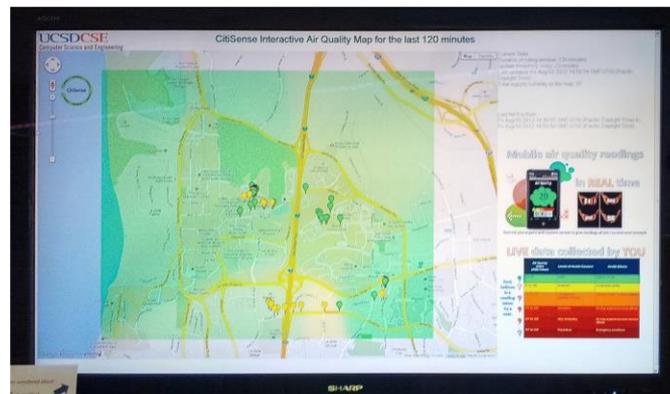


Figure 6. Fully implantable wireless sensor for the intracranial pressure monitoring system.



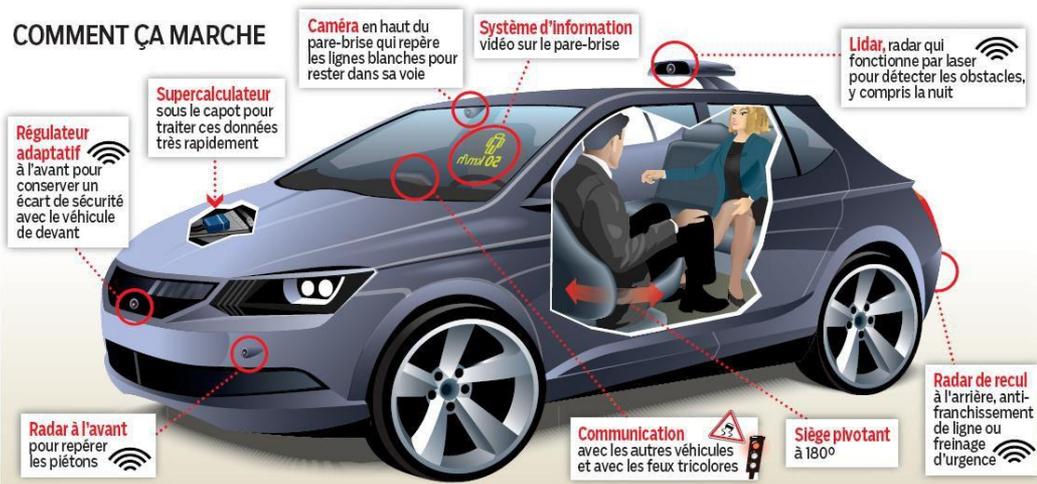
IoT

- Applications environnementales



IoT

• Applications au transport



Conclusion

- Pour le moment, la ville intelligente est plus **un concept qu'une réalité**
- De **nombreux défis** techniques, technologiques ou éthiques restent à relever avant que ce concept ne voit le jour
- Une première étape essentielle est la **viabilité du concept des IoT** et de sa cohabitation avec la 5G