



**IMT Atlantique**

Bretagne-Pays de la Loire

École Mines-Télécom

# Les enjeux des réseaux



<https://transparencyjournal.com/iot-in-intelligent-transportation-system-market/>

## Christophe COUTURIER

### ► Enseignement

- Réseaux (Architecture, Protocoles, Technologies)
- Villes et Transports Intelligents
- Innovation

### ► Recherche

- Équipe E4SE (UMR ISIRA, équipe projet Inria)
- Communications véhiculaires (ITS-G5, C-ITS...)
- Smart cities
- Interactions locales



**Équipe E4SE**

# Sommaire

## 1. Quelques Enjeux

Cloud computing, Réseaux Cellulaires, IoT,  
Cybersécurité, Plateformes

## 2. Exemples sur le domaine routier

Applications, Communication V2X, Standards, déploiement



**IMT Atlantique**  
Bretagne-Pays de la Loire  
École Mines-Télécom

# 1. Quelques Enjeux

Cloud computing, Réseaux Cellulaires, IoT,  
Cybersécurité, Plateformes

# 2. Exemples sur le domaine routier



**IMT Atlantique**  
Bretagne-Pays de la Loire  
École Mines-Télécom

# Cloud Computing

## ► Externaliser son infrastructure

- Grâce à la virtualisation (VM: Virtual Machine)
- Partage des coûts
- Paiement à la demande
- Achat des IP publiques, noms de domaine

## ► Passage à l'échelle (« scalabilité »)

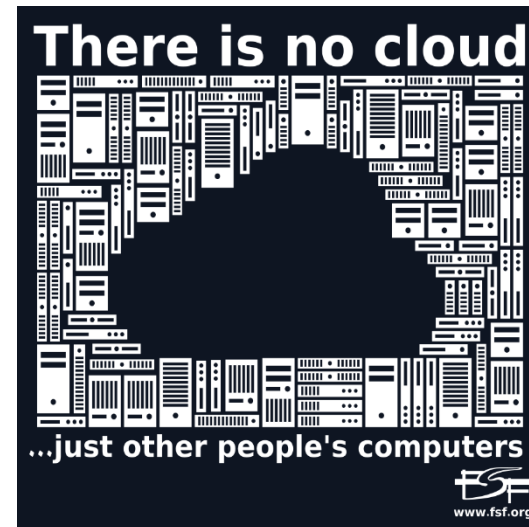
- Ajustement de l'infrastructure aux besoins
- Évolution dynamique et à la demande
- Choix de la localisation

## ► Différents modèles

- SaaS: Software as a Service (ex. Office 365)
- PaaS: Platform as a Service (ex. Hébergement mutualisé)
- IaaS: Infrastructure as Service (ex. VM, k8s à la demande)

## ► Attention à la concentration

- AWS, Microsoft Azure, Google Cloud, OVH



© FSF - CC-BY-SA 4.0, based on work by Markus Meie

# Réseaux cellulaires

## ► 2G/3G/4G/5G...

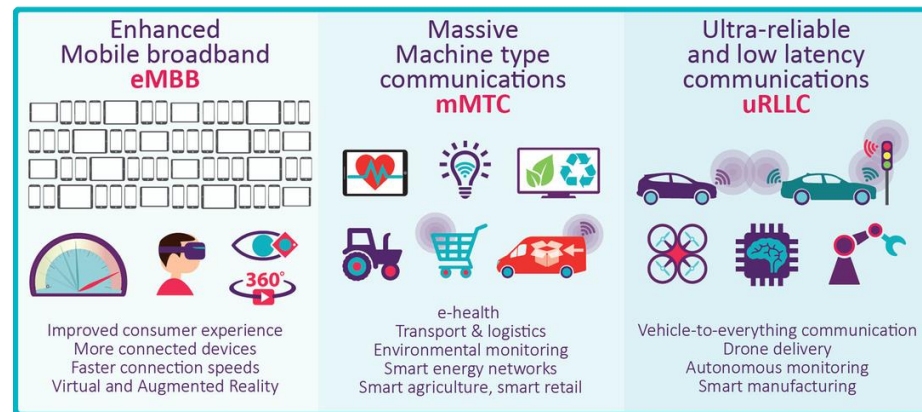
- Une génération tous les 10 ans (en accélération)
- 1 ordre de grandeur par génération

## ► Apports de la 5G

- Débits ↗
- Latence ↘
- Nb de Terminaux ↗ (IoT)
- Fiabilité ↗
- **Attention:** on ne peut pas tout avoir en même temps!

## ► Technologies de la 5G

- Nouvelles bandes de fréquences (notamment mmWaves)
- Massive MIMO (=> Débits ↗)
- Évolution couche MAC (Latence ↘, Terminaux ↗)
- Virtualisation + API Web (=> partage d'infrastructure, MEC: Mobile Edge Computing)



<https://www.cambridgewireless.co.uk/news/2018/mar/19/what-is-5g-and-why-is-it-so-important/>



## ► Services de + en + critiques

- Hôpitaux, transports, énergie, commerce, économie, réseaux...

## ► Systèmes de + en + complexes

- Logiciels, OS, Matériel, Réseaux...

## ► Attaques à tous les niveaux (ex.)

- Déni de service (DoS, DDoS)
- Hameçonnage (Phishing) et Rançongiciel (Ransomware)
- Écoute (Man In the Middle)
- Failles logicielles (Zero Day, or not...)
- Chaîne de fourniture (Supply Chain, ex. SolarWinds)
- Canaux Auxiliaires (Side Channel, ex. conso électrique, rayonnement EM)
- Injection de fautes...

## ► Mais aussi au niveau sociétal

- Ex. Cambridge Analytica (diffusion de fake news sur des profils ciblés, collectés via Facebook)
- **Éduquer** les utilisateurs ET **Réguler** les plateformes



© jaydeep - CC0 1.0 Universal Public Domain Dedication.



# Plateformes

## ► Les plateformes deviennent incontournables

- Position de monopole avec prime au premier entrant
- Distorsion de concurrence (trust)
- Des services de plus en plus vitaux (hébergement, emails, messagerie viso...)

## ► Une puissance toujours croissante

- Même budget que certains états
- Pas de frontière
- Force de R&D
- Gigantesques quantités de données (IA, Data analytics)
- Collusion avec les états (ex. PRISM)?

## ► Solutions?

- Législation (eg. RGPD)
- Régulation (Licences, Lois anti-trust, Défense de la concurrence...)
- Fiscalité internationale
- Discrimination positive envers les petits acteurs

Framasoft



La route est longue mais la voie est libre...

© Framasoft - <https://framablog.org/2019/10/15/les-carnets-de-voyage-de-contributopia/>

## ► GAFAM

- Google, Apple, Facebook, Amazon, Microsoft

## ► NATU

- Netflix, AirBnB, Tesla, Uber

## ► BATX

- Baidu, Alibaba, Tencent, Xiaomi

## 1. Quelques Enjeux

## 2. Exemples sur le domaine routier

Applications, Communication V2X, Standards,  
déploiement



**IMT Atlantique**  
Bretagne-Pays de la Loire  
École Mines-Télécom

## Diverses technos pour des besoins variés



# Diverses technos pour des besoins variés



# Diverses technos pour des besoins variés



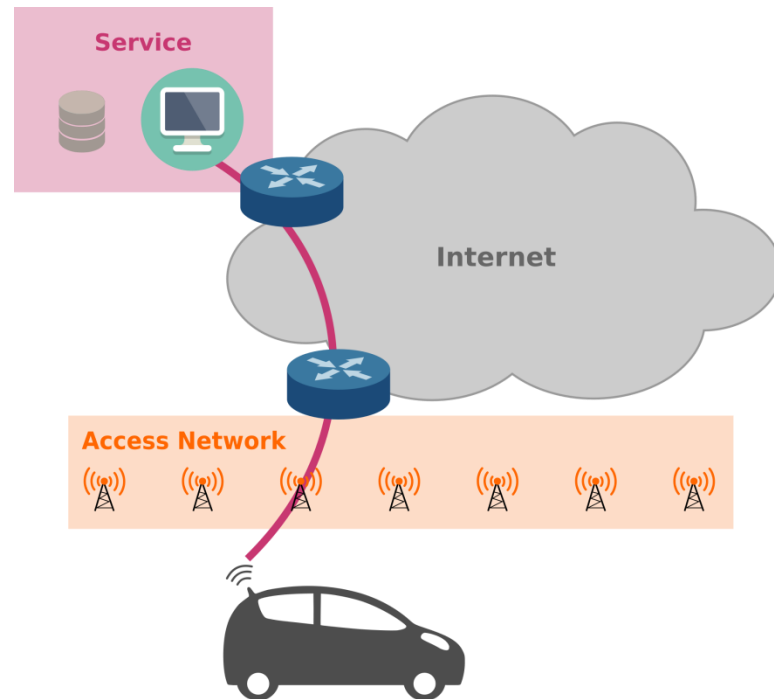
# Diverses technos pour des besoins variés





# Communication basée sur l'infrastructure

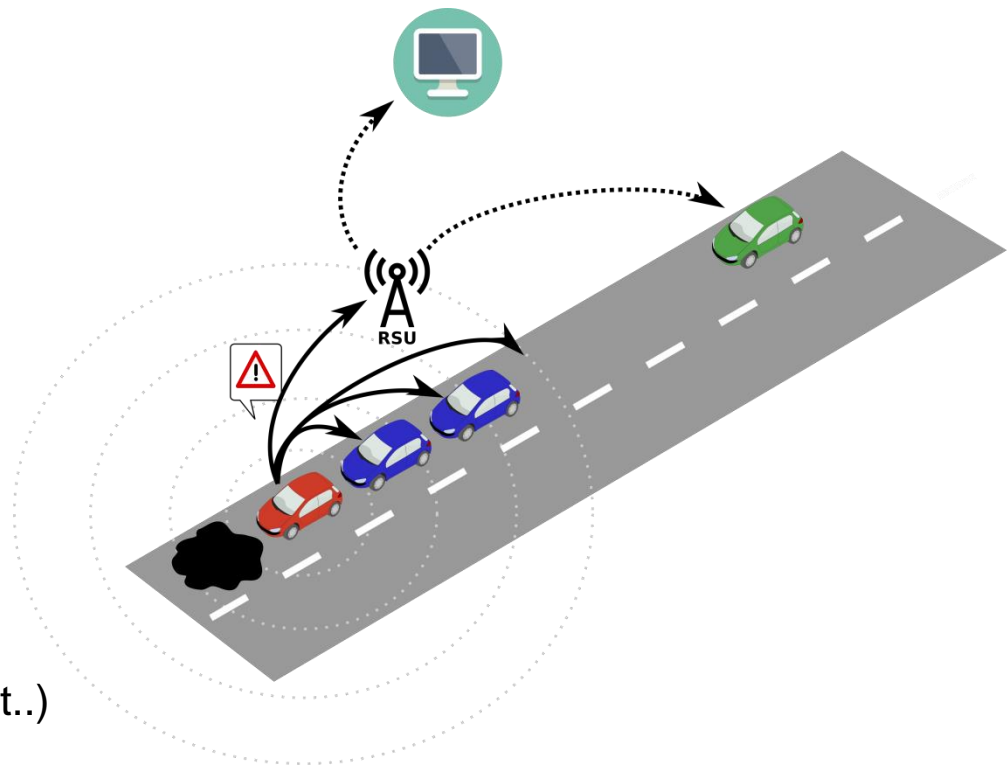
- ▶ Services exposés sur internet
- ▶ Connexion par un **réseau d'accès**
  - Besoin d'un **opérateur** pour l'accès
- ▶ Typiquement basé sur IP



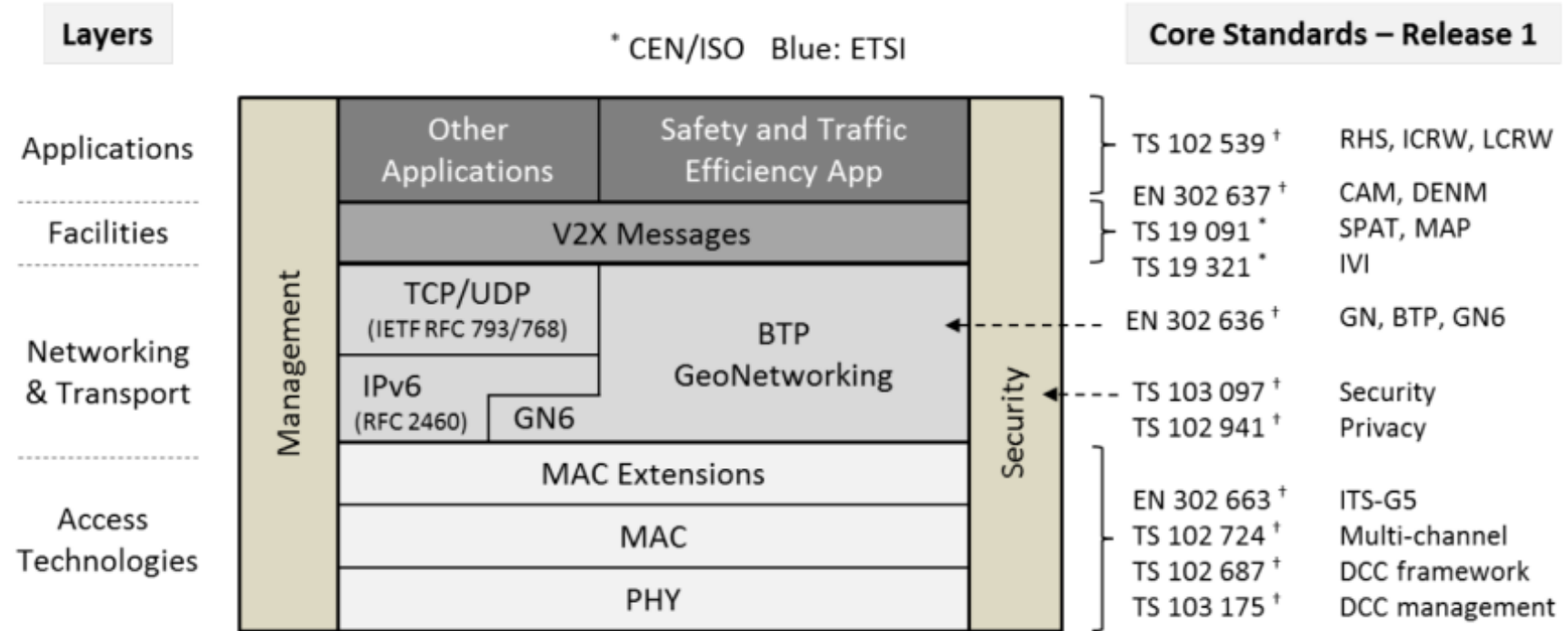


# Communication **Directe**

- ▶ **Émission dans zone de diffusion**
  - Relayage possible par mobiles ou infra
  - Zone de couverture non déterministe
- ▶ **Adressage:**
  - Direct (Comm. Point à Point)
  - Ou diffusion (broadcast)
- ▶ **Nœuds peuvent être**
  - Mobiles (OBU: On board Unit)
  - Ou Fixes (RSU: Road Side Unit)
- ▶ **Simple** (pas d'infra)
- ▶ **Rapide** (pas de connexion)
- ▶ **Mais limité** (portée, pas d'ack en bcast..)



# Architecture ITS Station

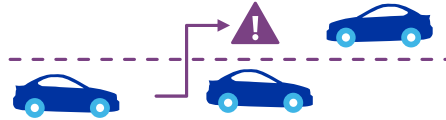


Festag, A. (2015). Standards for vehicular communication—from IEEE 802.11 p to 5G. e & i Elektrotechnik und Informationstechnik, 132(7), 409-416.

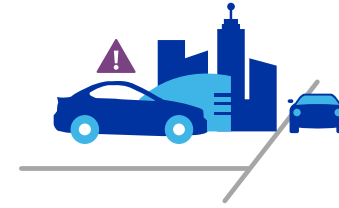
# V2X enables much more than collision avoidance



Forward collision warning



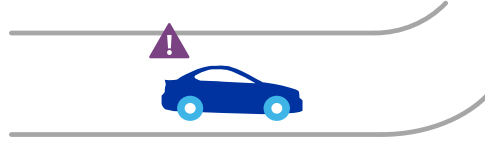
Do Not Pass Warning (DNPW)



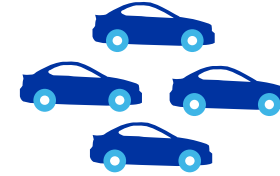
Blind intersection



Queue warning



Curve speed warning



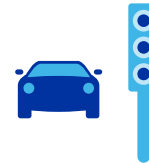
Cooperative adaptive cruise control & platooning



Vulnerable Road User (VRU) alerts



Discover parking and charging



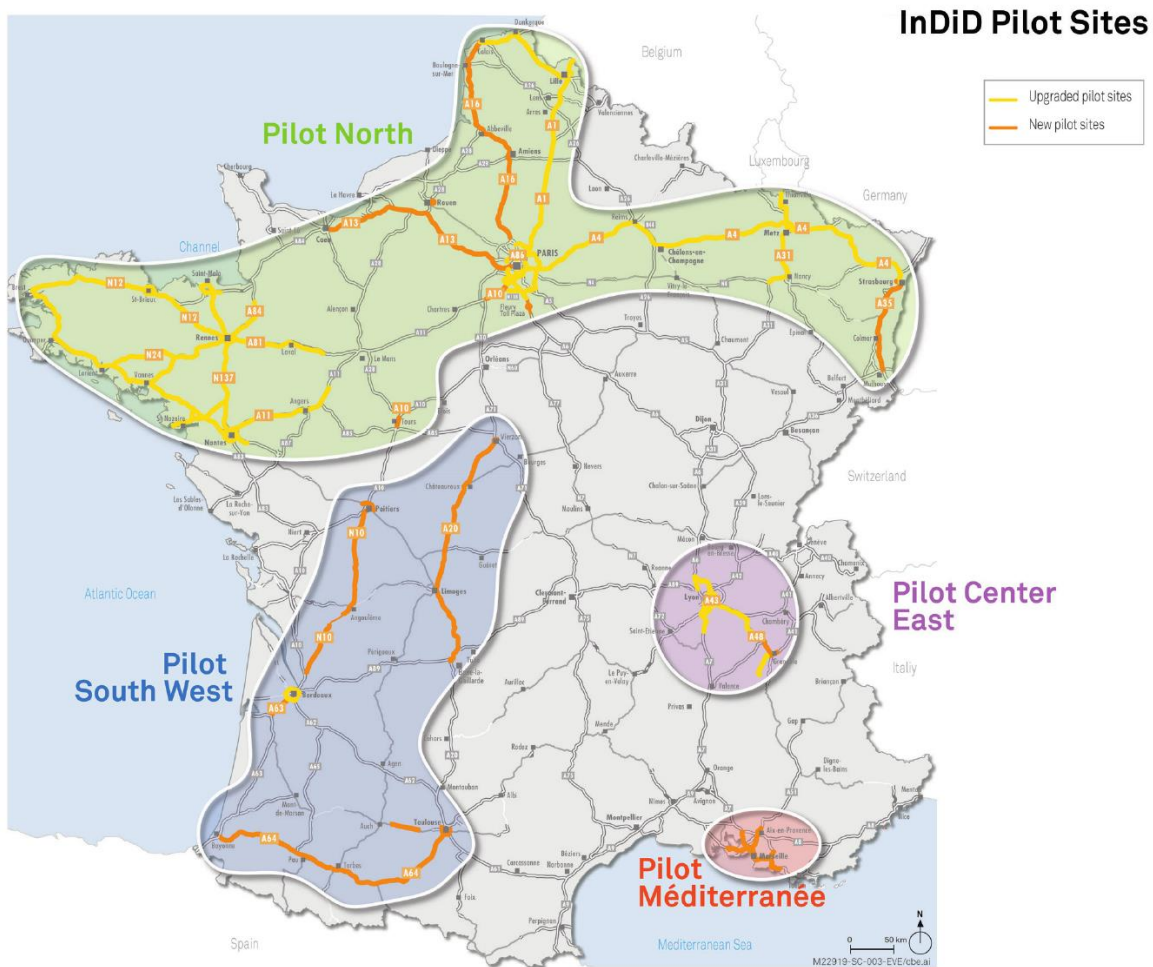
Traffic signal priority and optimal speed advisory



Emergency vehicle alert

Source: Qualcomm, "Leading the world to 5G: Cellular Vehicle-to-Everything (C-V2X) technologies"

# Déploiement InDiD (2019-2023)



# En résumé

## ► ITS: Un **système** complexe

- Diversité d'acteurs: Conducteurs, Constructeurs, Opérateurs, Pouvoir publics...
- Complexité technique: Perception, Planification, Action
- Milieu ouvert

## ► Les communications sont à l'**interface**

- 2 types: V2X, Internet
- Plusieurs standards

## ► Le tout doit être **sûr** et **fiable**

=> Comment industrialiser?



# The End



**IMT Atlantique**  
Bretagne - Pays de la Loire  
École Mines-Télécom

Un mode en silo ????



# An example of X2RAIL topic

## ACS: Adaptable communication system

