

# AUTOMOTIVE 2018

## Les technologies de capteurs nécessaires à la conduite Autonome



---

RECHERCHE & DEVELOPPEMENT

---

Vincent ABADIE  
Alain SERVEL

## SOMMAIRE

---

- Contexte, niveaux d'autonomie
- Architecture
- Capteurs embarqués et communications V2X
- Expérimentations

## SOMMAIRE

---

- Contexte, niveaux d'autonomie
- Architecture
- Capteurs embarqués et communications V2X
- Expérimentations

## CONTEXTE, NIVEAUX D'AUTONOMIE

LES ADAS (Advanced Driver Assist Systems) SONT DÉJÀ PRODUITS EN MASSE !



## CONTEXTE, NIVEAUX D'AUTONOMIE



- **Waymo cars**

- > 4 Millions kms (fin 2015),
- Driverless envisage à Phenix en Avril 2018



- **Volvo**

- Goteborg, experimentations avec conducteurs non-experts sur 2018-2021 (25 vehicles – avec supervision)

- **Uber Fleet**

- Pittsburg, experimentation en cours.



- **Tesla**

- La fonction “**Autopilot**” est de niveau 2 et basées sur quelques capteurs
- Evolutions prévues sur 2018-2021

- **Intelligence Artificielle, machine learning**

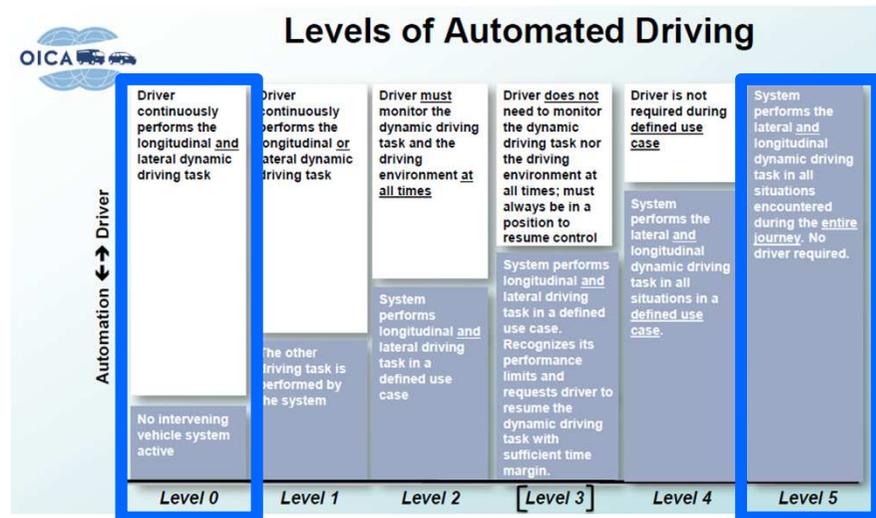
- Poussée par les fournisseurs de GPU (NVIDIA) & startups, 1ere démos à base capteurs video.
- Les OEMs avancent prudemment sur le sujet (**robustesse, méthodes de validation...**)

## CONTEXTE, NIVEAUX D'AUTONOMIE

### SIX niveaux de délégation de conduite selon l'OICA

Trois critères importants:

- Niveau de supervision requis
- Capacité à détecter les limites
- Capacité à gérer des situations inattendues



**Niveau 0: Conduite manuelle**

- Conducteur fait tout

**Niveau 5: Pleine autonomie**

- Aucun conducteur

# CONTEXTE, NIVEAUX D'AUTONOMIE

## SIX niveaux de délégation de conduit selon l'OICA

### Niveau 1: Conduite assistée

- Le véhicule assure le longitudinal **OU**
- Le véhicule assure le latéral

### Niveau 2: Automatisation partiel

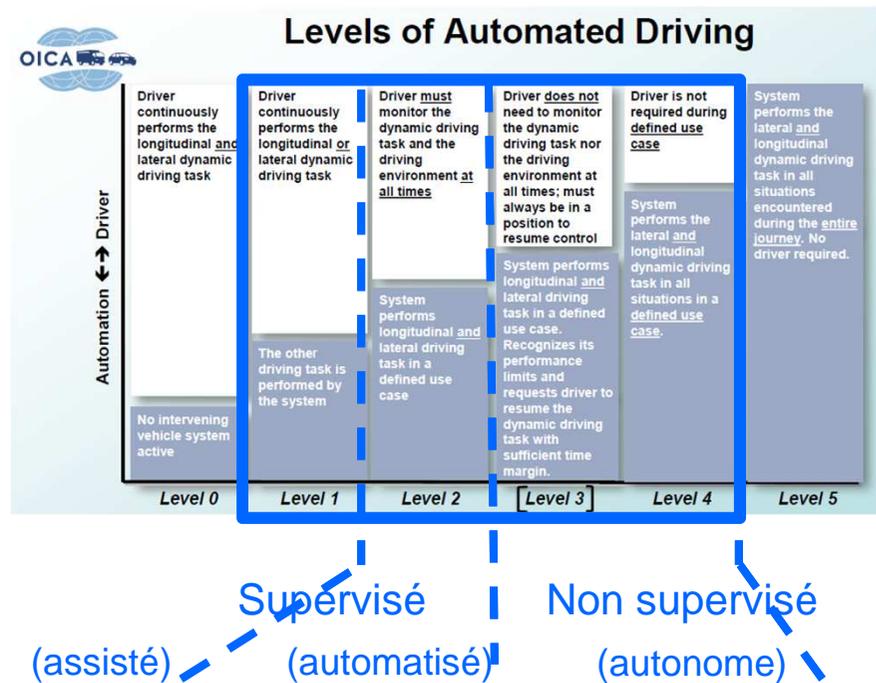
- Le véhicule assure le longitudinal **ET**
- Le véhicule assure le latéral

### Niveau 3: Automatisation conditionnel

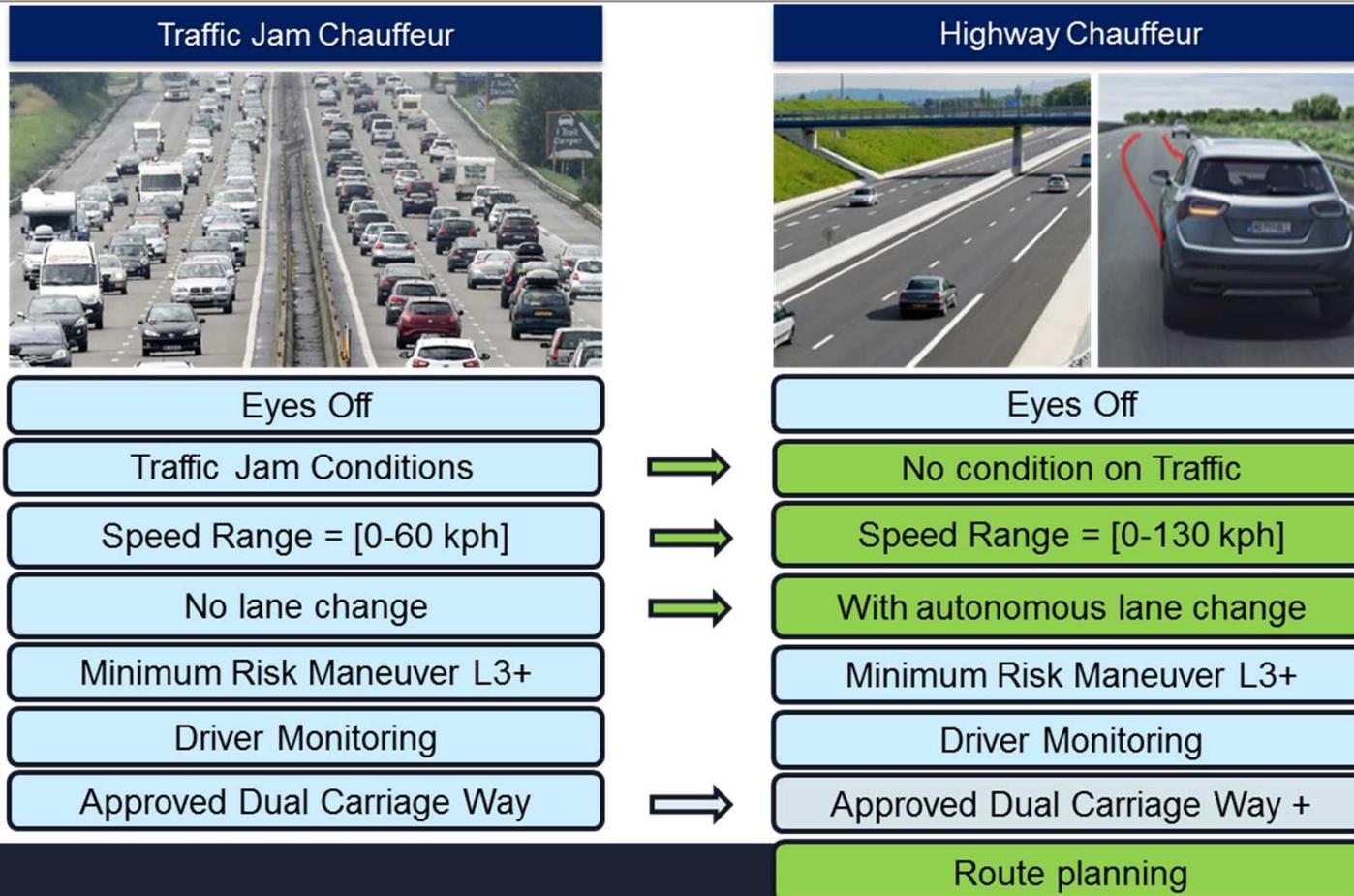
- Autres taches possibles en temps limité

### Niveau 4: Automatisation proche 100%

- Autres taches possibles



# CONTEXTE, NIVEAUX D'AUTONOMIE (ex: Niveau 3)

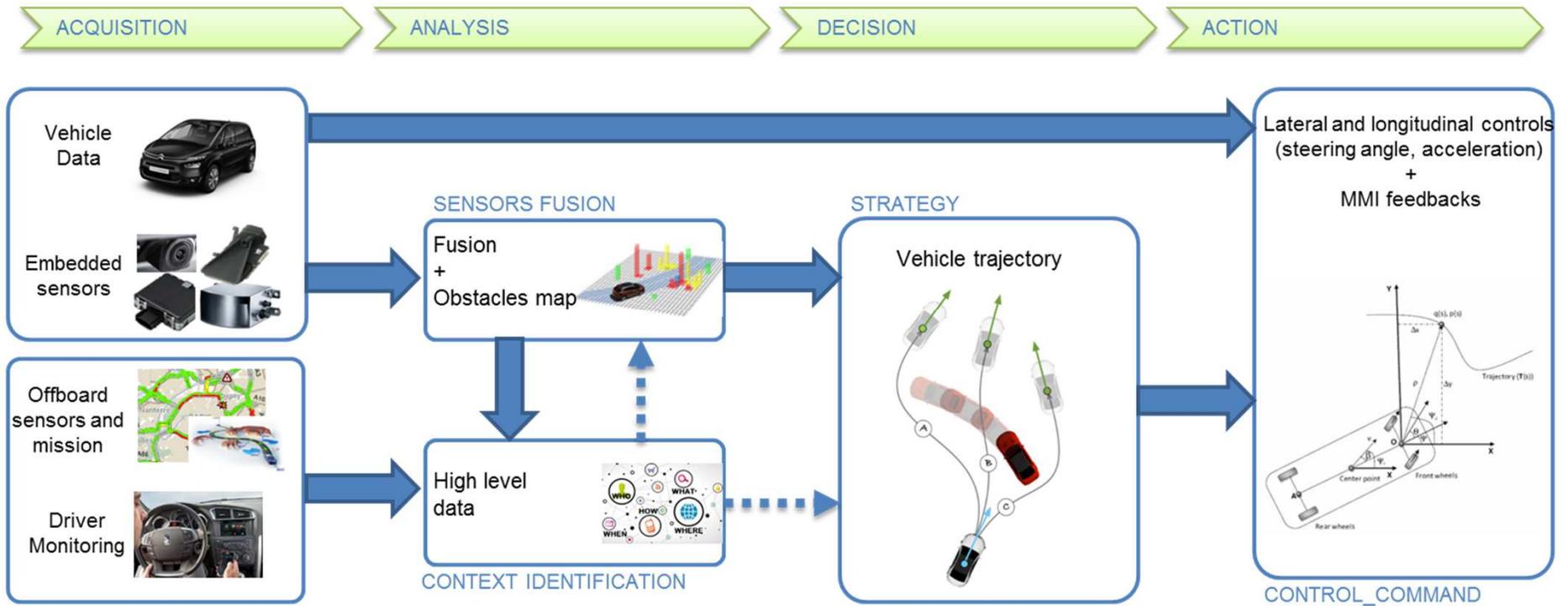


## SOMMAIRE

---

- Contexte, niveaux d'autonomie
- **Architecture**
- Capteurs embarqués et communications V2X
- Expérimentations et infrastructures routières.

# ARCHITECTURE



# ARCHITECTURE

Eyes ON



**Level 2**  
• Partial automation

Voies à chaussée séparées

Transition de désengagement sur perte/défaillance  
**1 Sec**

Eyes On

**Niveau 2**  
Le conducteur doit rester attentif et surveiller l'environnement véhicule et les activités de conduite (Highway Automated Driving ...)

Eyes OFF



**Level 3**  
• Conditional automation

Voies à chaussée séparées

Transition de désengagement sur perte/défaillance  
**10 Sec**

Eyes Off

**Niveau 3**  
Le système ne repose plus sur la surveillance du conducteur (Traffic Jam Chauffeur, Highway Chauffeur)



**Rupture de conception**

**Responsabilité constructeur**

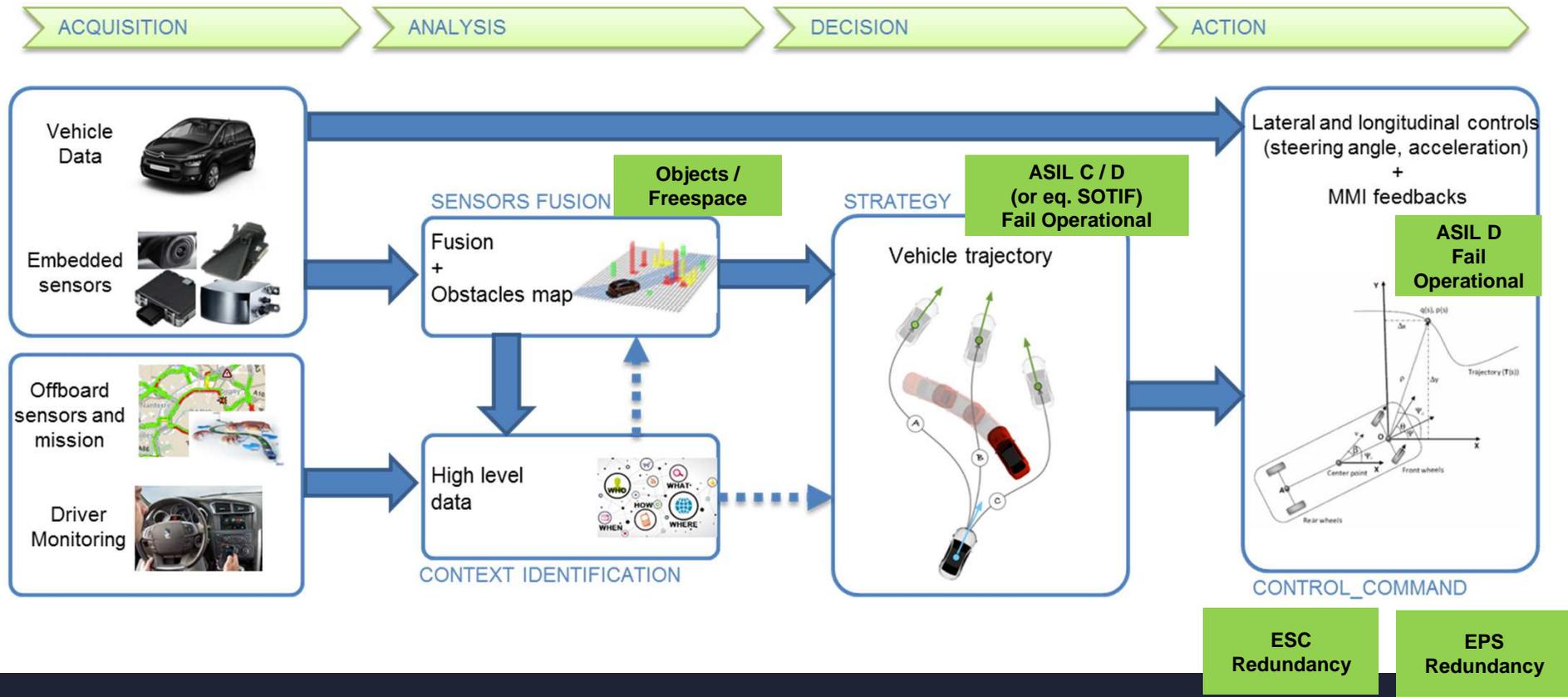
# ARCHITECTURE

---

- Le système **doit être sûr** même en cas d'atteinte de ses limites (ex: météo...)
  - Le taux de défaillance yc fonctionnel sûr doit être minimal (occurrence  $<10^{-8}$  / heure)
  - Le système doit assurer un **mode backup** en cas de besoin
  - Besoin de concevoir un concept safety en rupture inédit dans l'automobile
  - **Redondances nécessaires** (capteurs, calculateurs, chaîne d'actionnement)
- Validation : les méthodes classiques (preuve par l'usage) ne sont pas envisageables :
  - 250 ans de roulage avec une flotte de 300 véhicules ou 150000 véhicules en 6 mois
  - Besoin d'une **méthodologie en rupture basée** en grande partie sur des outils numériques
  - Besoin de flottes de validation à différentes stades du développement
- Ces nouvelles problématiques nécessitent un **renfort de compétence** sur certains points (conception safety, fusion de données, statistiques,...)



# ARCHITECTURE



## SOMMAIRE

---

- Contexte, niveaux d'autonomie
- Architecture
- Capteurs embarqués et communications V2X
- Expérimentations

# CAPTEURS EMBARQUES et COMMUNICATIONS V2X

7

**AUTONOMOUS DRIVING  
(level 3)**

Ultrasonic

Body cameras

Radars

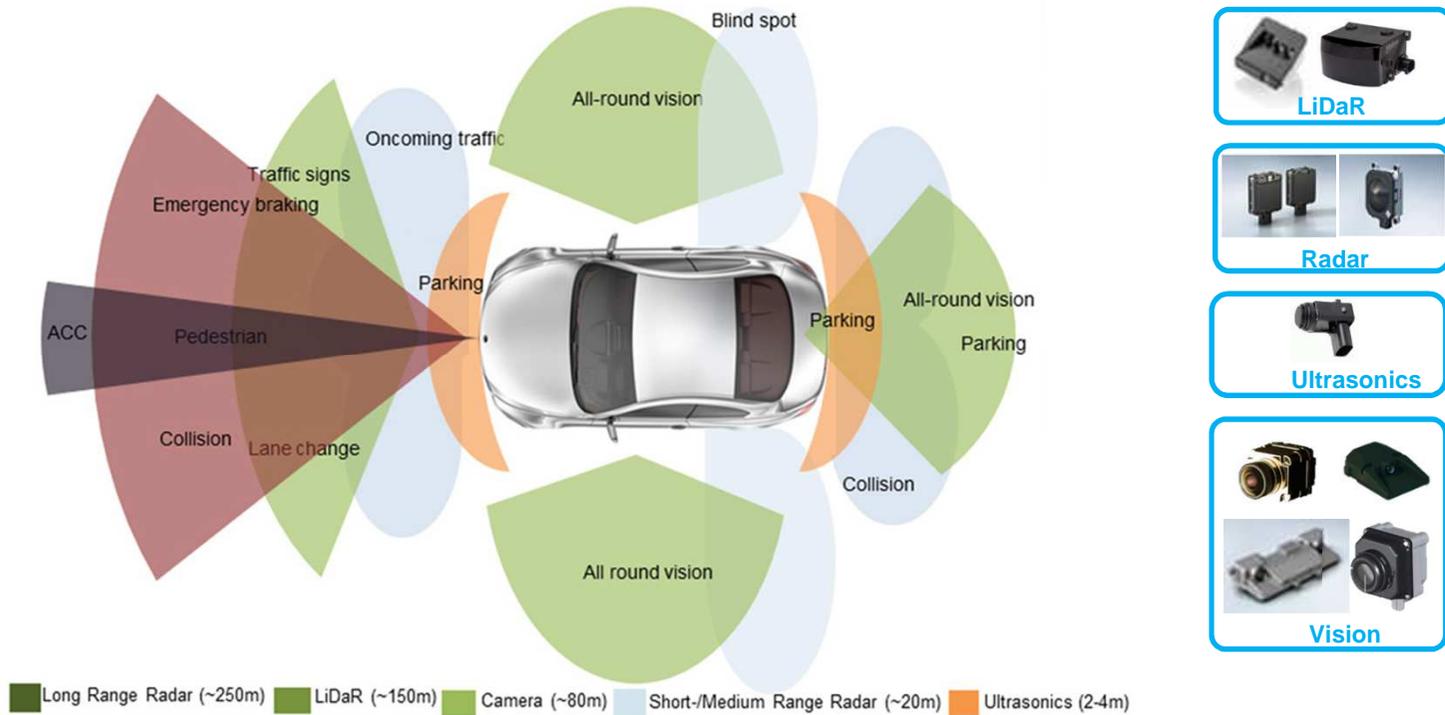
Camera Multi

Interior camera

LaserScanner

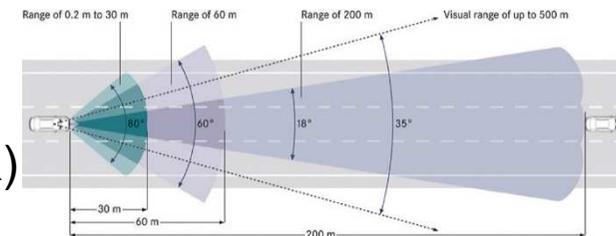
# CAPTEURS EMBARQUES et COMMUNICATIONS V2X

Les nouveaux ADAS demandent de plus en plus de capteurs embarqués pour percevoir la route et le trafic.



## CAPTEURS EMBARQUES et COMMUNICATIONS V2X

Les RADARs actuels fonctionnent suivant des principes d'analyse angulaire de type beam-forming et de modulations FMCW ou PMCW. Ils sont développés pour différents secteurs de perception:



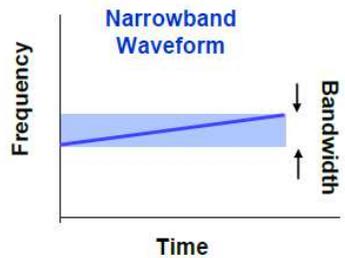
- Longue portée 77 GHz pour perception frontale (LRR)
  - Orientés ACC, conduite Autonome
  - Multimodes (champs) / FMCW
  - Ils évoluent vers les radars 4D à antennes MIMO
- Corners avant-arrière\* 24\*-77-79 GHz (MRR/SRR)
  - Orientés EuroNcap et conduite Autonome
  - Beam-forming en réception / PMCW
  - Champ large / résolution D

	LRR	MRR	SRR
Range (m)	>220	>150	>70
Résol (m)	1	0,7	0,4
H FOV (°)	10	50	120
H Resol (°)	<3	<5	<5
V FOV (°)	10	20	30
V Resol (°)	-	-	-

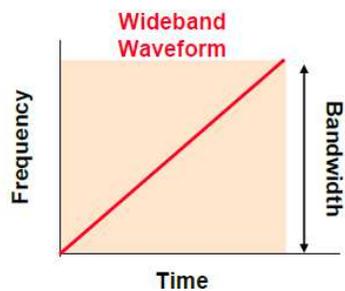
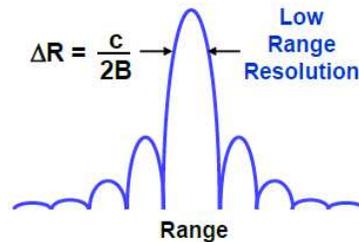
# CAPTEURS EMBARQUES et COMMUNICATIONS V2X

Les RADARs corners profitent d'une bande élargie (4 GHz @ 79GHz) pour une amélioration de la caractérisation des objets

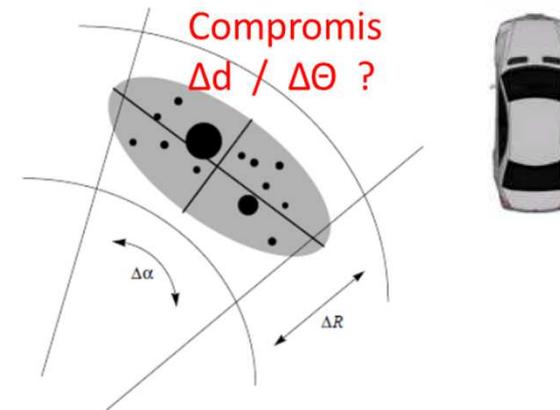
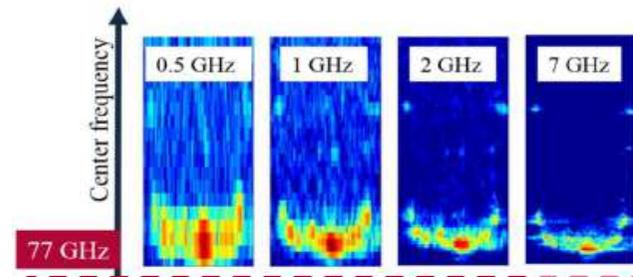
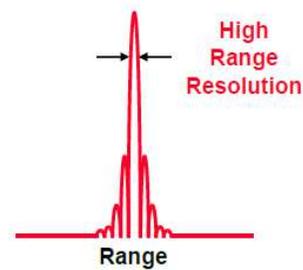
$$\Delta d = c / 2B$$



Compressed Pulse



Compressed Pulse

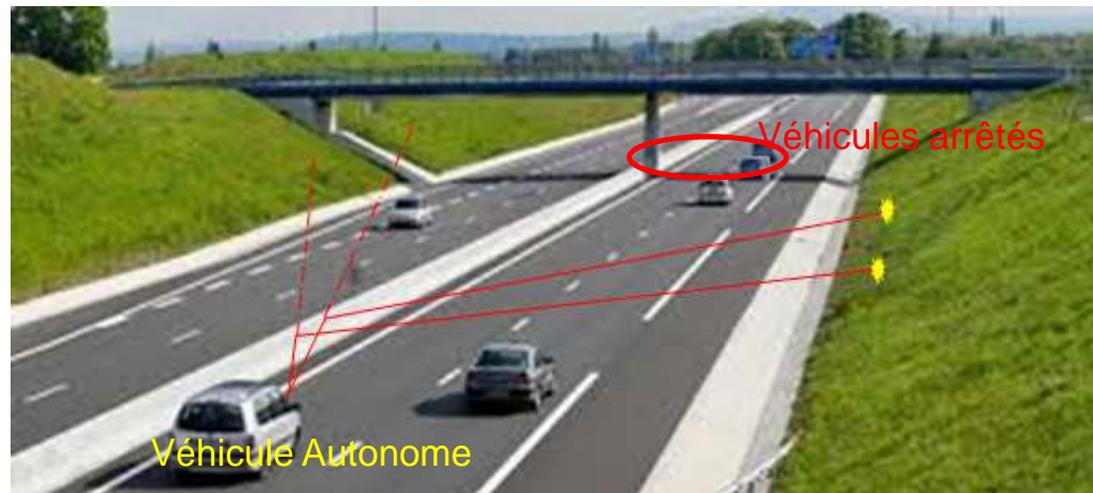


## CAPTEURS EMBARQUES et COMMUNICATIONS V2X

---

Les RADARs actuels sont moins performants que les LIDARs, pour la détection d'obstacles fixes du fait de leur trop grande résolution angulaire et de la longueur d'onde:

- A 77GHz, la glissière joue le rôle de miroir, l'espace de roulage est apparemment libre à gauche du véhicule.
- Un véhicule arrêté à même distance/vitesse que la pile de pont risque de créer un faux positif dans la voie



## CAPTEURS EMBARQUES et COMMUNICATIONS V2X

---

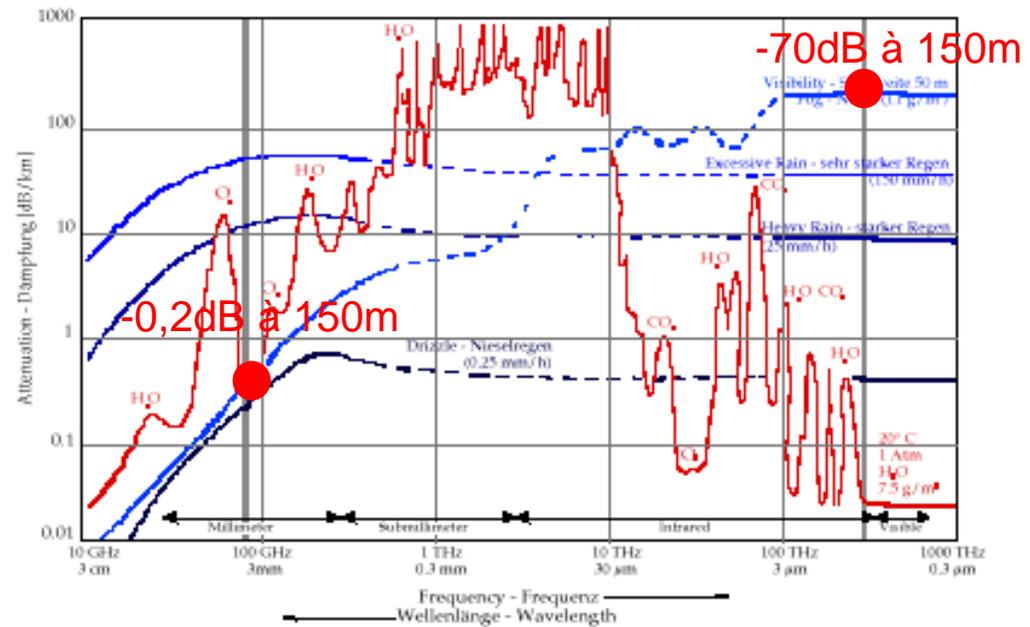
Les LIDARs fonctionnent selon le principe d'une mesure du temps de vol A/R d'un groupe d'impulsions Laser (905 nm) de classe 1, basés sur les principes suivants:



- Balayage mécanique bloc optique
  - champ H élevé
  - champ V réduit
  - Durée de vie, pièces mobiles ?
- Balayage à miroirs MEMs
  - Quasi statique
- Flash Lidars matriciels
  - Compromis champ V/H

# CAPTEURS EMBARQUES et COMMUNICATIONS V2X

Les LIDARs fonctionnent selon le principe d'une mesure du temps de vol A/R d'un groupe d'impulsions Laser (905 nm), pour cette longueur d'onde ils sont donc plus dépendants des conditions atmosphériques que le radar:



## CAPTEURS EMBARQUÉS et COMMUNICATIONS V2X

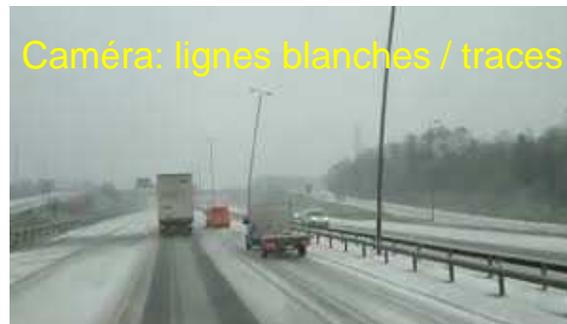
Les Caméras actuelles sont déclinées selon trois familles distinctes:

- Caméras mono-vision 1 à 3 focales (150°, 50°, 20°) pour vision frontale
- Caméras stéréovision
  - Mesure de profondeur
- Caméras panoramiques
  - Optique fish-eye (180°)
- Caméras pour vision de nuit
  - FIR (thermique)
  - NIR avec illuminateur laser



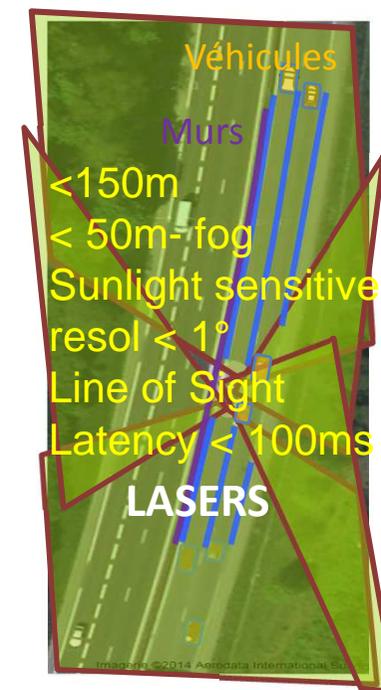
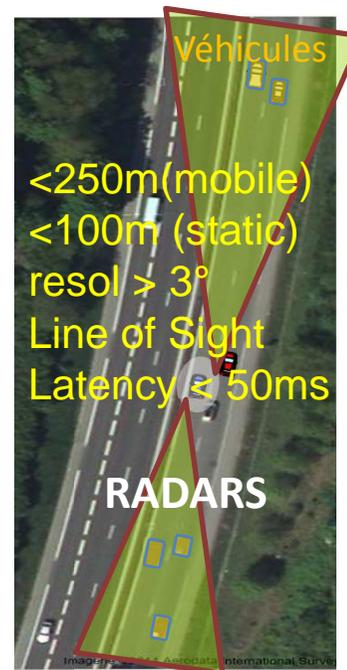
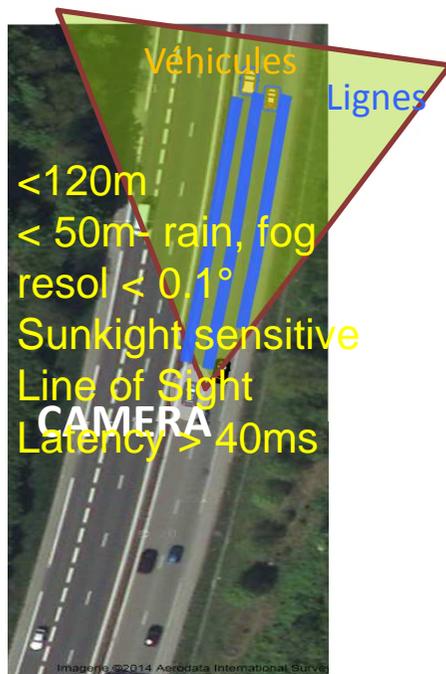
# CAPTEURS EMBARQUES et COMMUNICATIONS V2X

Les Capteurs peuvent être pris en défaut par la nature des objets à détecter, les conditions de visibilité:

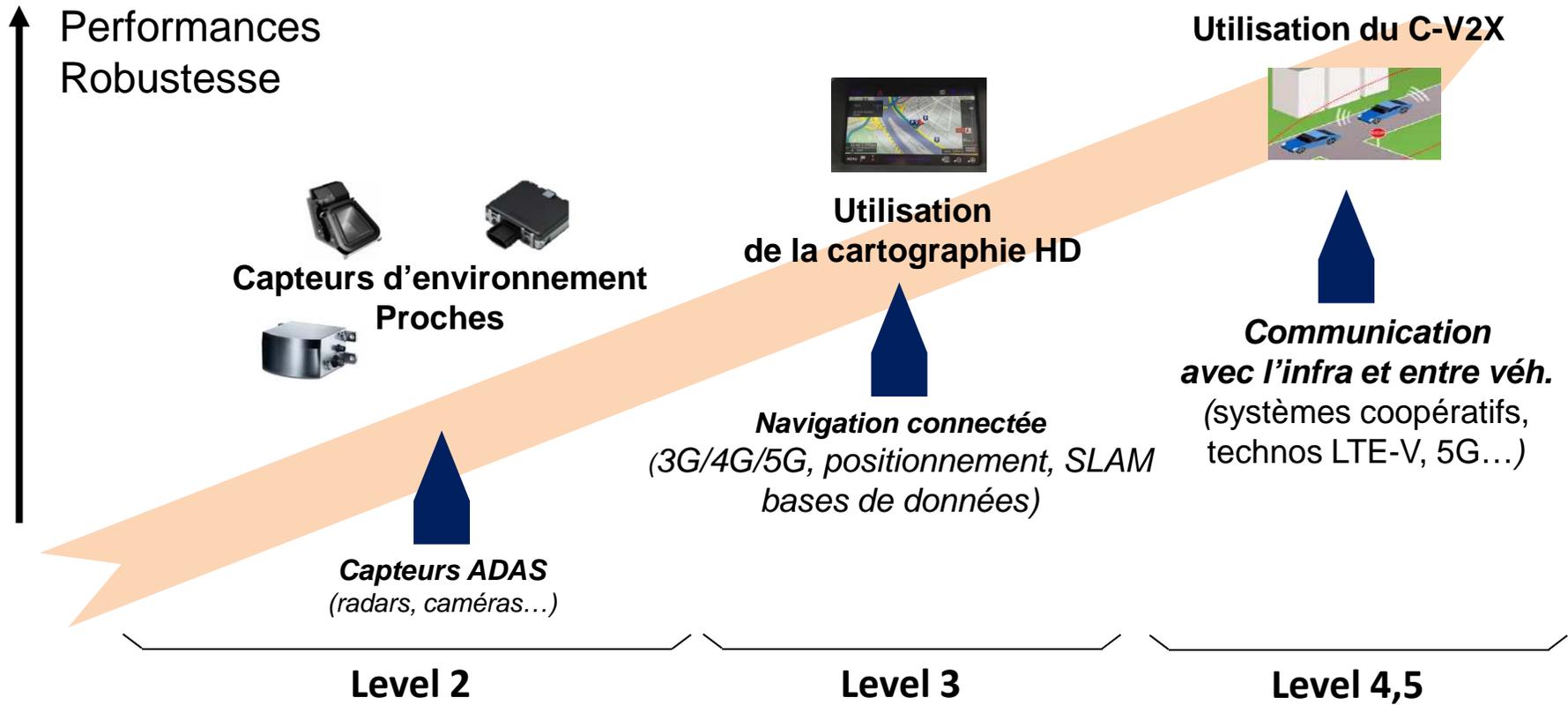


## CAPTEURS EMBARQUES et COMMUNICATIONS V2X

Actuellement, la combinaison des trois technologies ne permet pas d'anticiper suffisamment la perception d'une zone de travaux ou d'un accident.....une coopération avec l'infrastructure est nécessaire



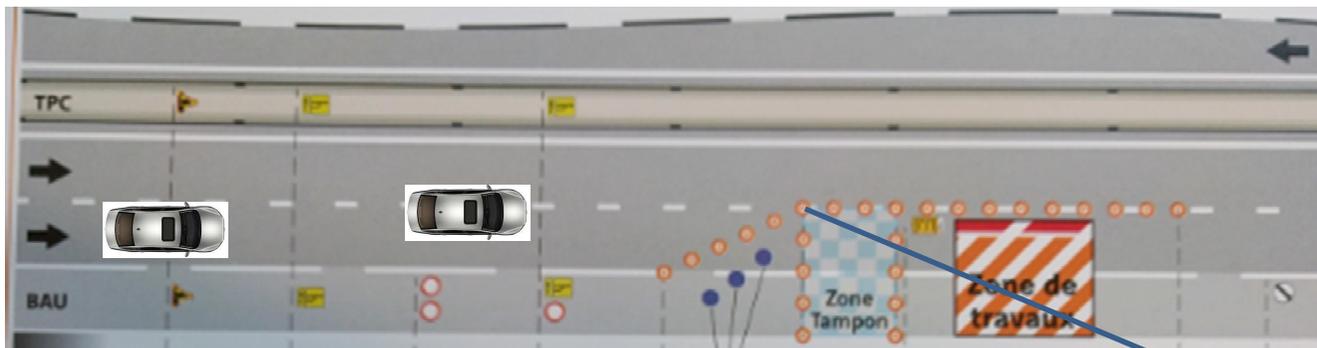
# CAPTEURS EMBARQUES et COMMUNICATIONS V2X



## CAPTEURS EMBARQUES et COMMUNICATIONS V2X

La zone de travaux (temporaires ou programmés):

- doit être intégrée rapidement (qq minutes) dans la cartographie débarquée (cloud).  
Nécessité de connexions V2N fréquentes vers le cloud.
- Peut-être signalée directement par l'opérateur routier par le biais de diffusions V2X.

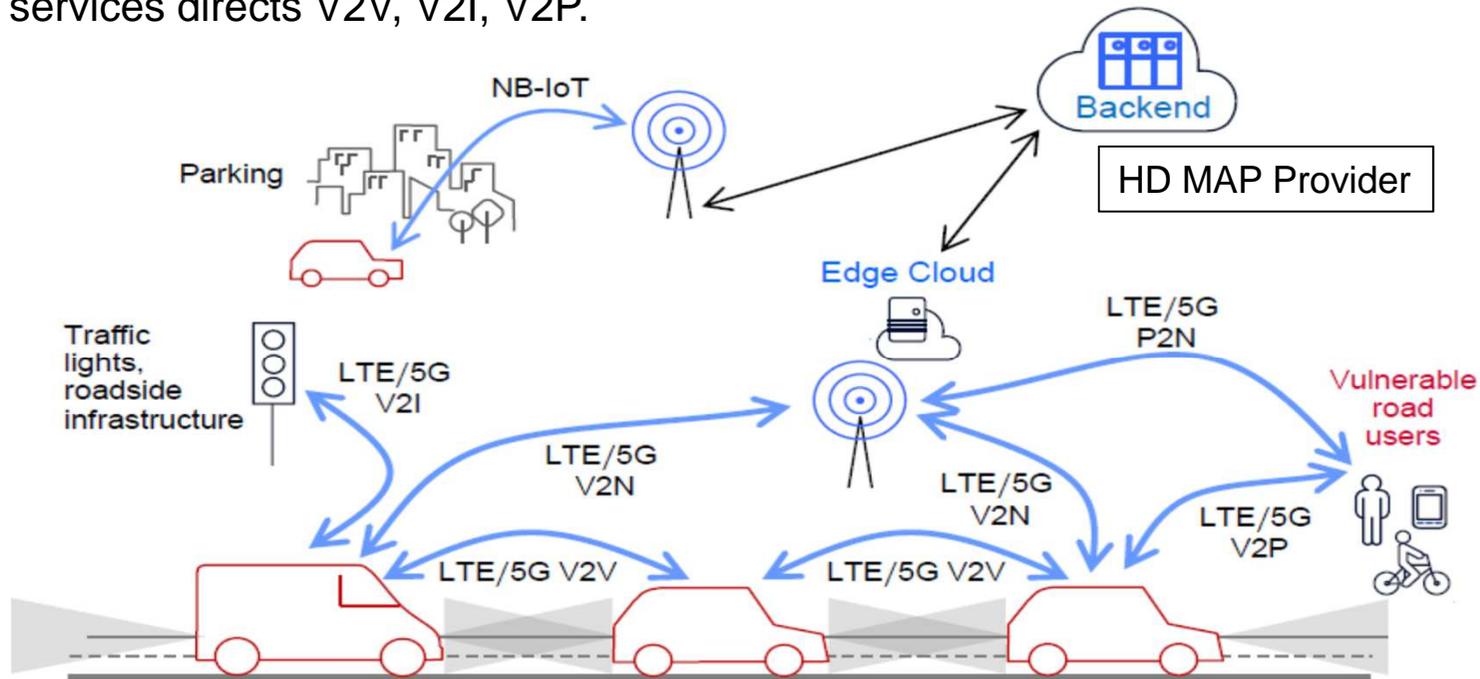


→ La connectivité peut permettre d'augmenter la disponibilité de la fonction

Information  
« voie de droite et  
BAU neutralisée)

## CAPTEURS EMBARQUES et COMMUNICATIONS V2X

Architecture intégrée C-V2X short range / long range permettant l'accès au Cloud (V2N) et aux services directs V2V, V2I, V2P.



## SOMMAIRE

---

- Contexte, niveaux d'autonomie
- Architecture
- Capteurs embarqués et communications V2X
- Expérimentations