



Quelles évolutions des infrastructures face aux véhicules automatisés?

Nicolas Hautière

Adjoint au Directeur du département COSYS en charge de la R5G



IFSTTAR



Problématique

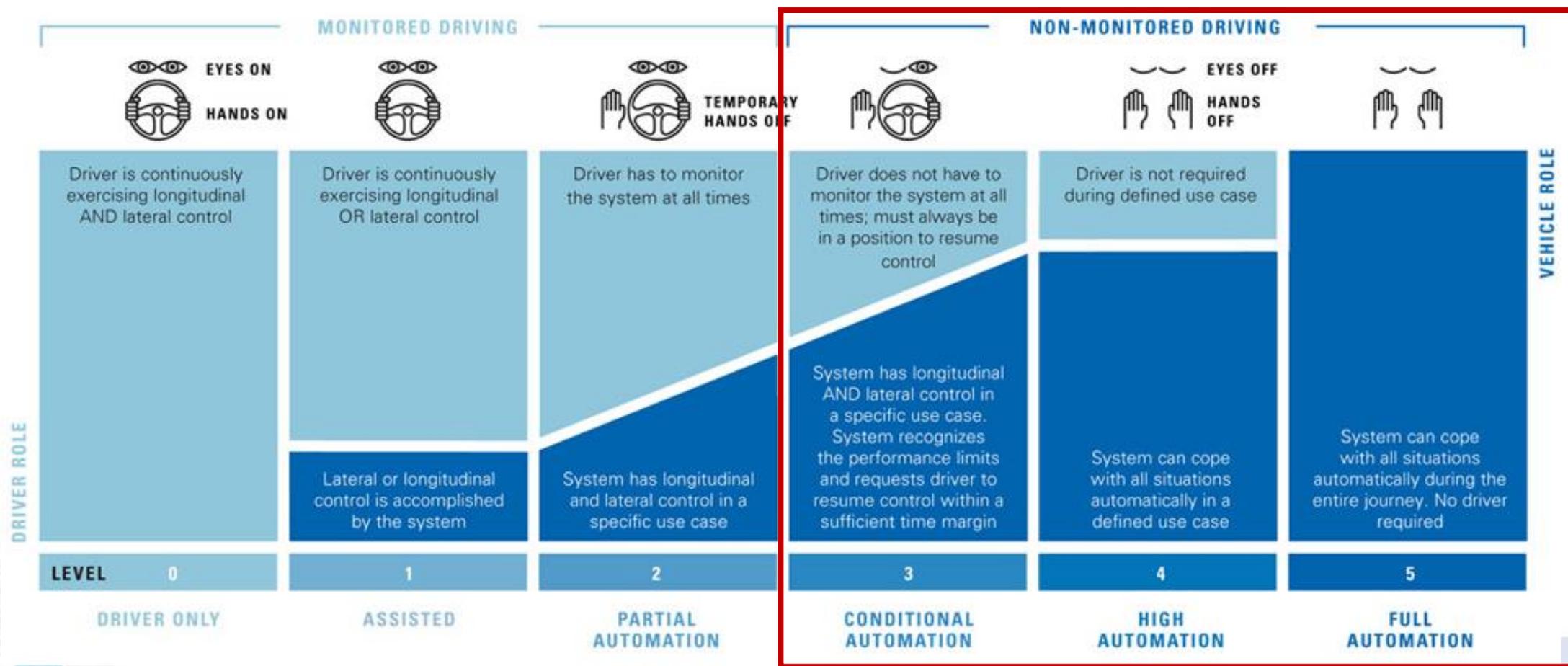
- La problématique de l'adaptation des infrastructures face aux véhicules automatisés est complexe et multiple.
- Trois questionnements principaux font actuellement l'objet de recherche au plan international :
 - NIVEAU TACTIQUE
 - Comment permettre aux véhicules automatisés de circuler en sécurité sur les routes ?
 - NIVEAU STRATÉGIQUE
 - Comment mieux gérer le trafic en tirant parti des véhicules automatisés ?
 - NIVEAU SOCIÉTAL
 - Quel est l'impact de l'automatisation de la conduite sur les réseaux d'infrastructures ?



VÉHICULES AUTOMATISÉS ET INFRASTRUCTURES | 1



Les différents niveaux d'automatisation



Mike Lemanski

www.ifsttar.fr



Comment un véhicule automatisé peut se déplacer en sécurité ?

- Pour se déplacer en sécurité, des fonctions-clés doivent être exécutées avec une grande fiabilité :
 - ✓ Contrôle de trajectoire
 - ✓ Anticipation de situations complexes

Fonction-clé	Interaction V2V	Interaction V2I
Maintien dans la voie	NON	OUI
Prévention des sorties de voie en virage	NON	OUI
Contrôle de l'inter-distance	OUI	NON
Prévention ou mitigation des collisions	OUI	NON
Contrôle de vitesse en fonction de la géométrie, état de surface, conditions météo et vitesse légale	NON	OUI
Manœuvre de dépassement	OUI	OUI
Franchissement de carrefour ou de rond-point	OUI	OUI



Éléments liés à l'infrastructure

- Au fur et à mesure de l'augmentation du niveau d'autonomie, la dépendance à l'infrastructure augmente :
 - L'infrastructure doit fournir un niveau croissant de qualité de service (QoS)

Éléments de l'infrastructure	Rôle	Variabilité temporelle
Visibilité des marquages	Guidage latéral des véhicules	Variable
Courbure	Stabilité du véhicule, prévention des sorties de voie	Statique
Pente	Prévention des collisions pendant les manœuvres de dépassement	Statique
Adhérence	Stabilité du véhicule en ligne droite et en virage	Variable
Uni	Stabilité du véhicule en toutes situations	Variable
Visibilité géométrique	Prévention des collisions sur obstacle	Statique
Etat des feux	Franchissement d'intersection	Dynamique
Visibilité des panneaux	Respect du code de la route	Variable
Conditions météos	Stabilité du véhicule, respect des interdistances, manoeuvre de dépassement	Dynamique



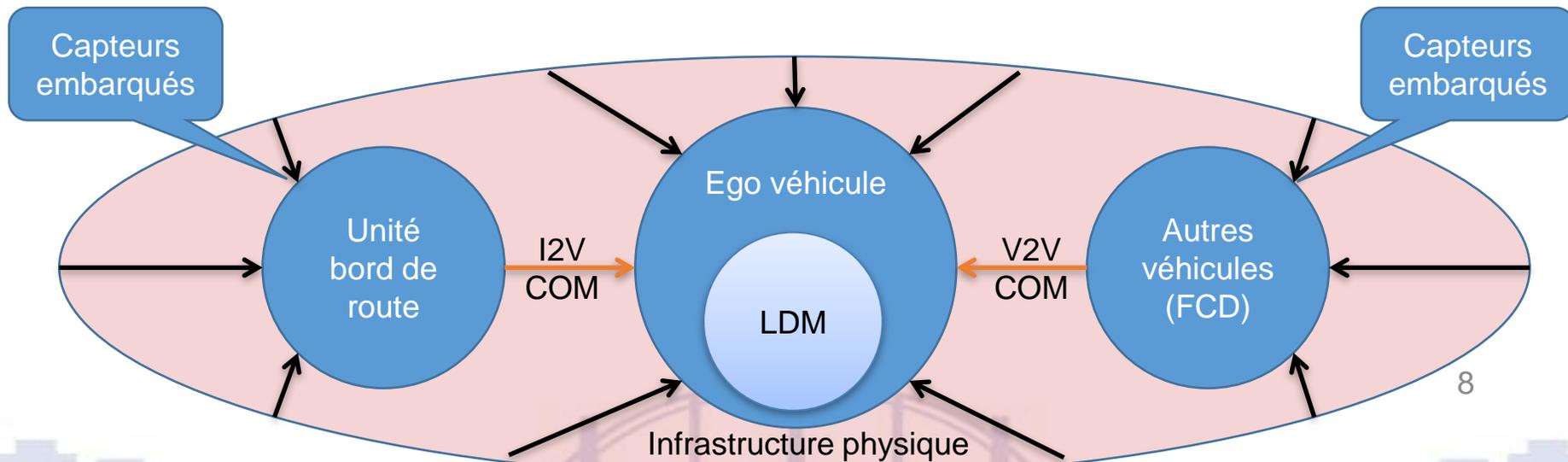
Vers des métriques liées aux éléments de l'infrastructure

- Selon le niveau d'automatisation, les véhicules attendent de l'infrastructure un niveau de service (QoS)
 - Exemple : l'impact d'un défaut d'uni est négligeable à 50 km/h mais peut être critique à 130 km/h
- QoS doit être quantifié à travers des métriques spécifiques
 - 1^{ère} approche (aujourd'hui) : analyse des bd accidentologie
 - Exemple : corrélation entre un type d'accident et la présence/absence d'un élément de l'infrastructure
 - 2^{ème} approche (recherches en cours) : approches probabilistes visant à estimer une probabilité d'accident sachant la valeur des paramètres et inversement fixation d'un seuil de performance pour un niveau de sécurité donné
 - Les bases de données d'accidentologie de véhicule automatisé n'existent pas : il faut combiner les données réelles et les données simulées
- Selon le niveau de service de l'infrastructure (QoS), le véhicule décidera de se déplacer en mode automatisé (niveau 1 à n) ou en conduite manuelle (niveau 0).

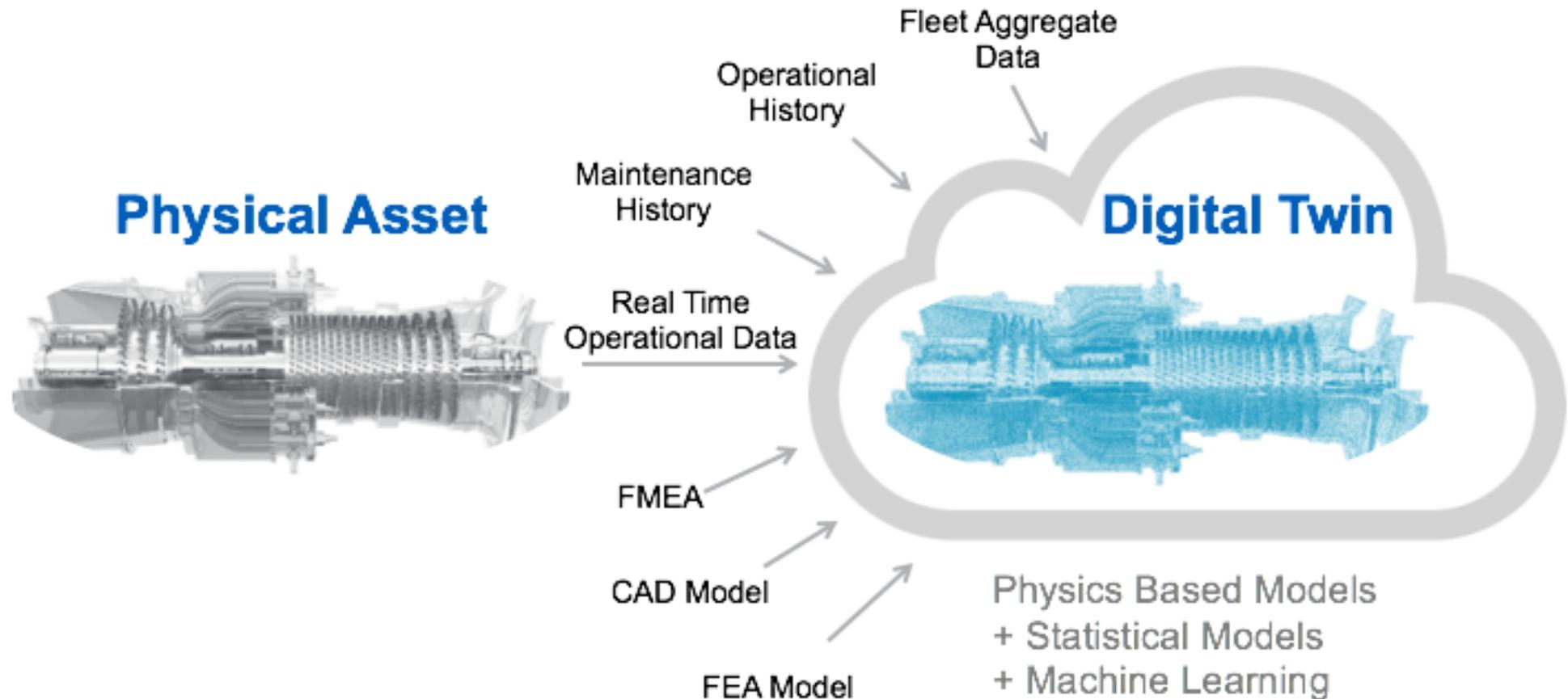
A. Koita, D. Daucher and M. Fogli, "New Probabilistic Approach to Estimate Vehicle Failure Trajectories in Curve Driving", Probabilistic Engineering Mechanics, 34 (2013)

La route à haut niveau de qualité de service

- Itinéraire sécurisé (ou HQoSH)
 - Une route (ou infrastructure physique), dont les valeurs des métriques sont comprises dans des plages permettant à un véhicule autonome de se déplacer en sécurité.
 - Modélisé par une infrastructure numérique
- Infrastructure numérique : une représentation numérique de l'infrastructure physique
 - Modélisée à bord du véhicule par une cartographie locale dynamique (LDM)
 - Doit être mise à jour en continu de façon à refléter l'état de l'infrastructure physique
 - Alimentée à partir de données issues des équipements de bord de voies et des autres véhicules automatisés considérés comme des véhicules sondes (xFCD)



La transformation digitale des infrastructures au cœur des enjeux de la route connectée

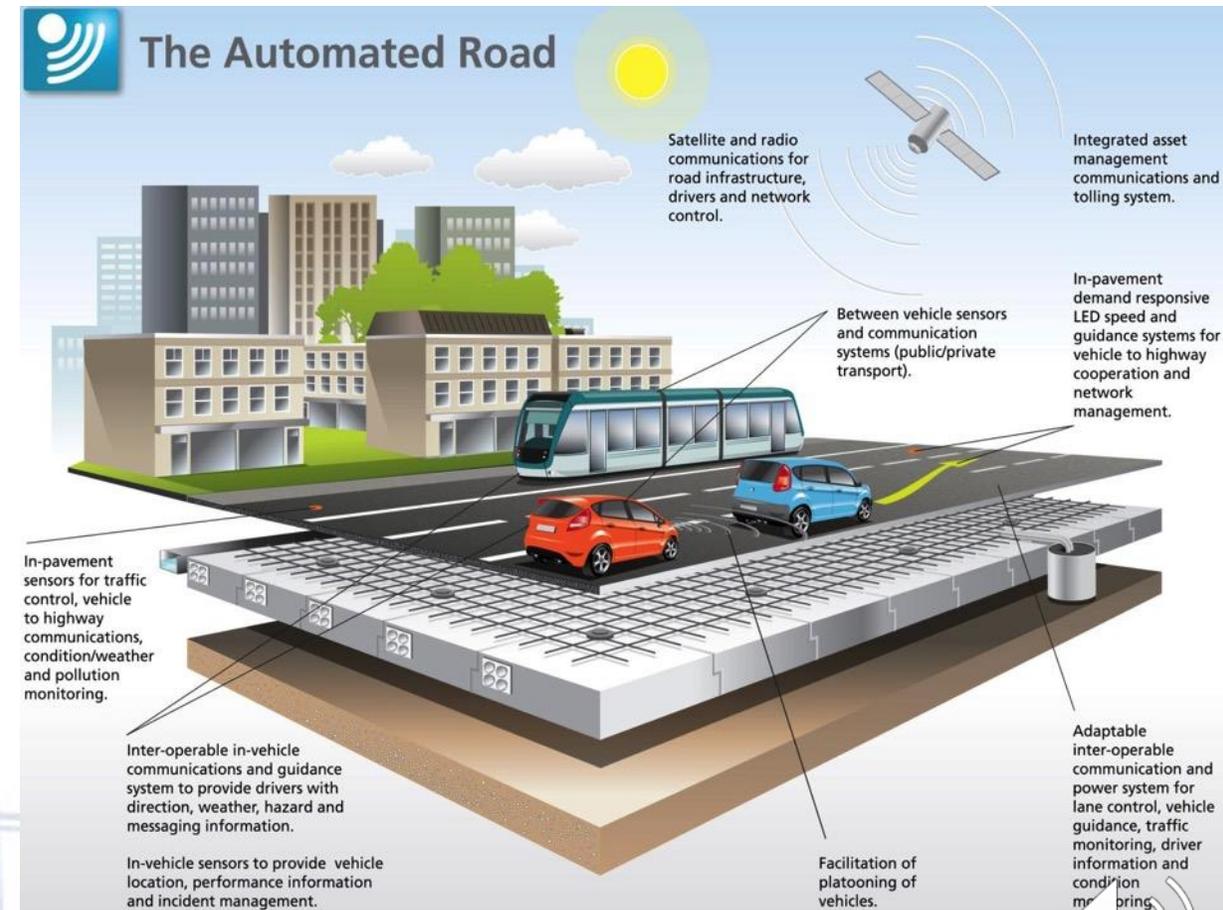


DES VÉHICULES AUTOMATISÉS | 2 À LA ROUTE AUTOMATISÉE

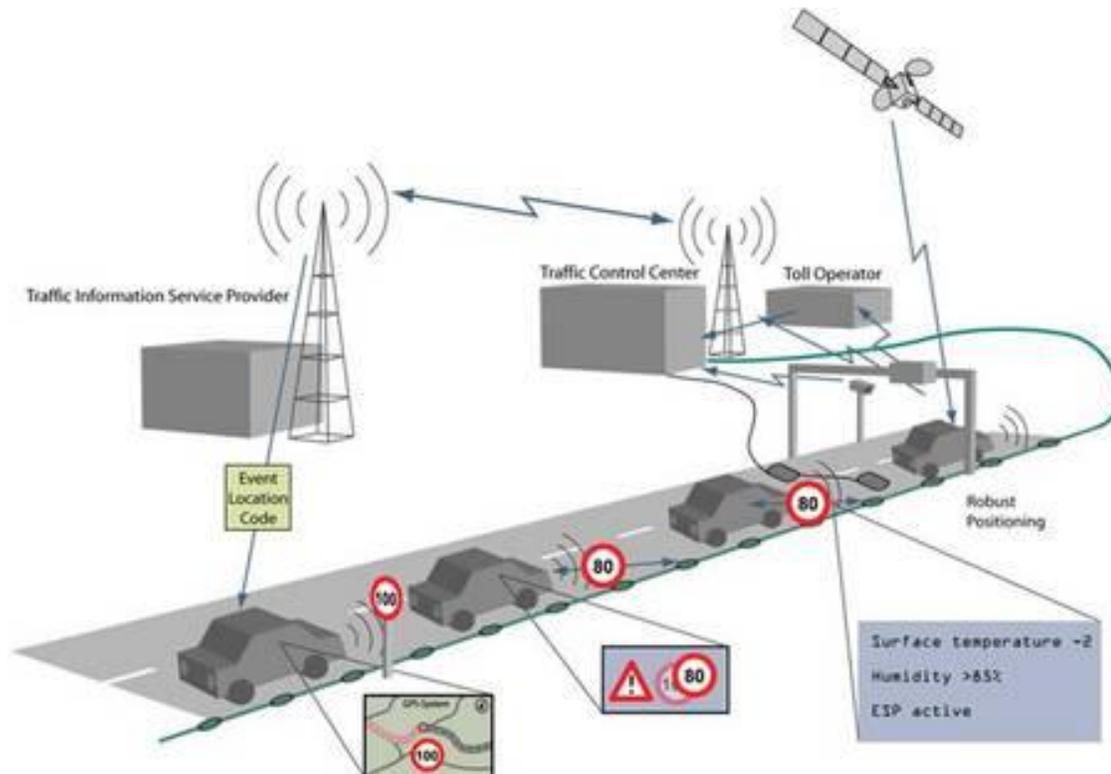


La route automatisée

- Entièrement connectée avec les usagers, véhicules, gestionnaires et fournisseurs de services.
 - Intègre un système complet d'information, de monitoring et de contrôle.
 - Supporte un système coopératif véhicule-infrastructure qui gère la demande de demande et les mouvements de trafic.
 - Fait co-exister les véhicules autonomes dans le trafic
 - Mesure, rapporte et adapte son état, fournit des informations instantanées sur la météo, les incidents et le trafic.



La mobilité coopérative



Les véhicules sont connectés entre eux (V2V) et avec l'infrastructure (V2I)

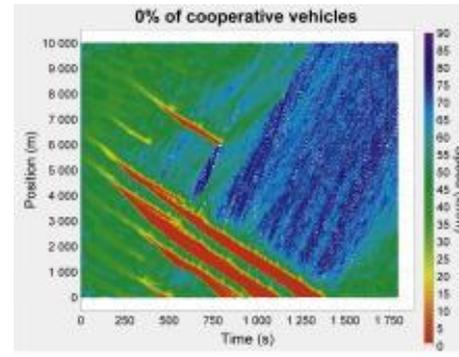
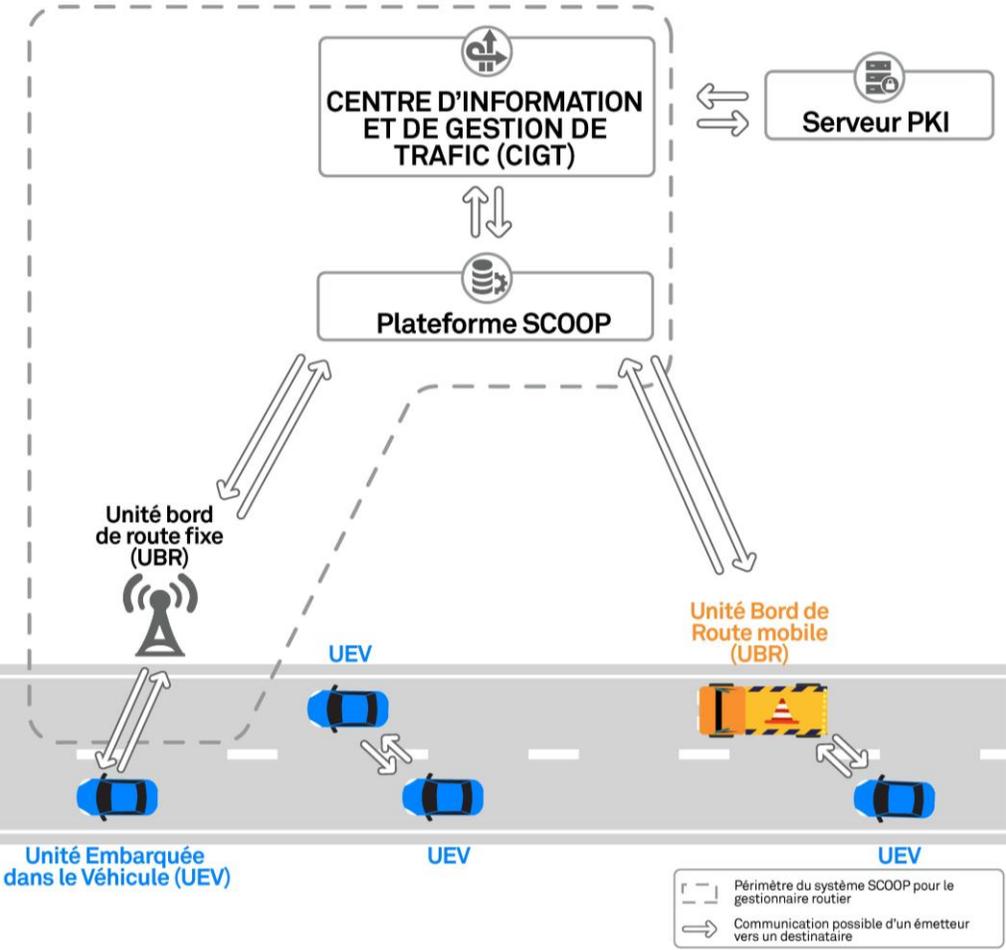
→ Accroissement de la sécurité et de la gestion coopérative du trafic

→ Via communication sans fil (WAVE, DSRC, 802.11p)

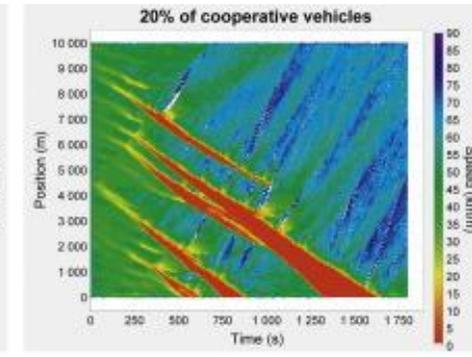
- Concept d'horizon électronique permettant des fonctions d'anticollision au –delà de la portée des capteurs
- Concept de véhicules traceurs pour accélérer et améliorer la collecte de données
- Concept de véhicules “régulateurs” par réception et d'exécution des consignes provenant du système de contrôle de la Route

Projet SCOOP@F

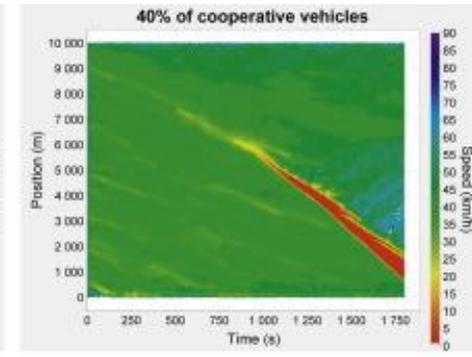
SYSTEME SCOOP



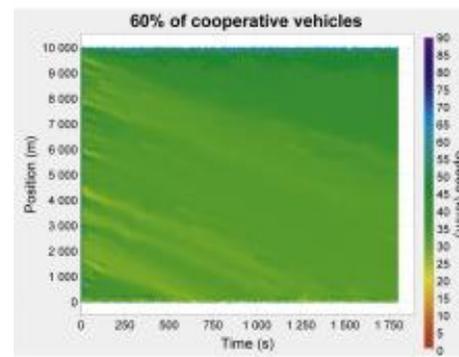
(a)



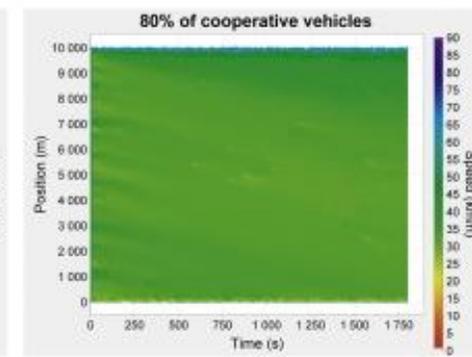
(b)



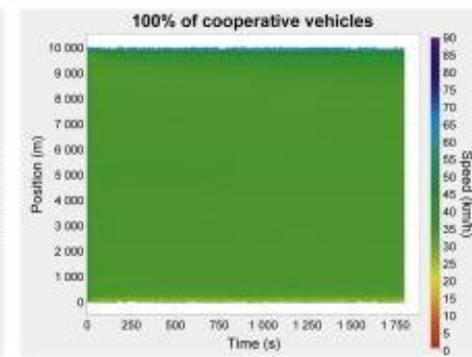
(c)



(d)



(e)

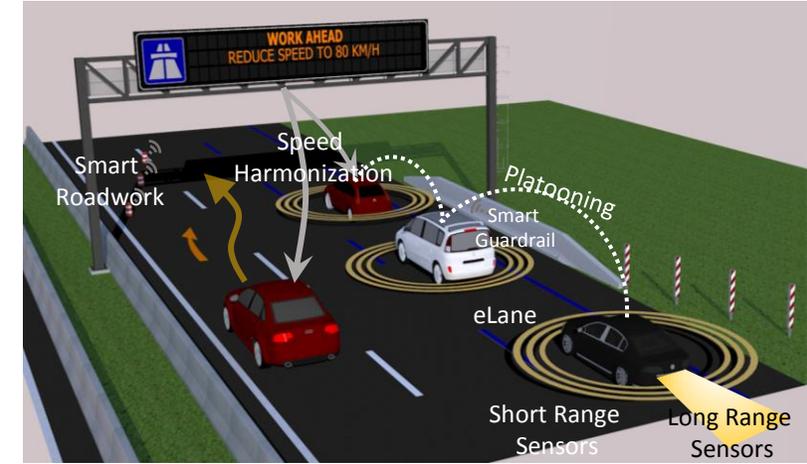
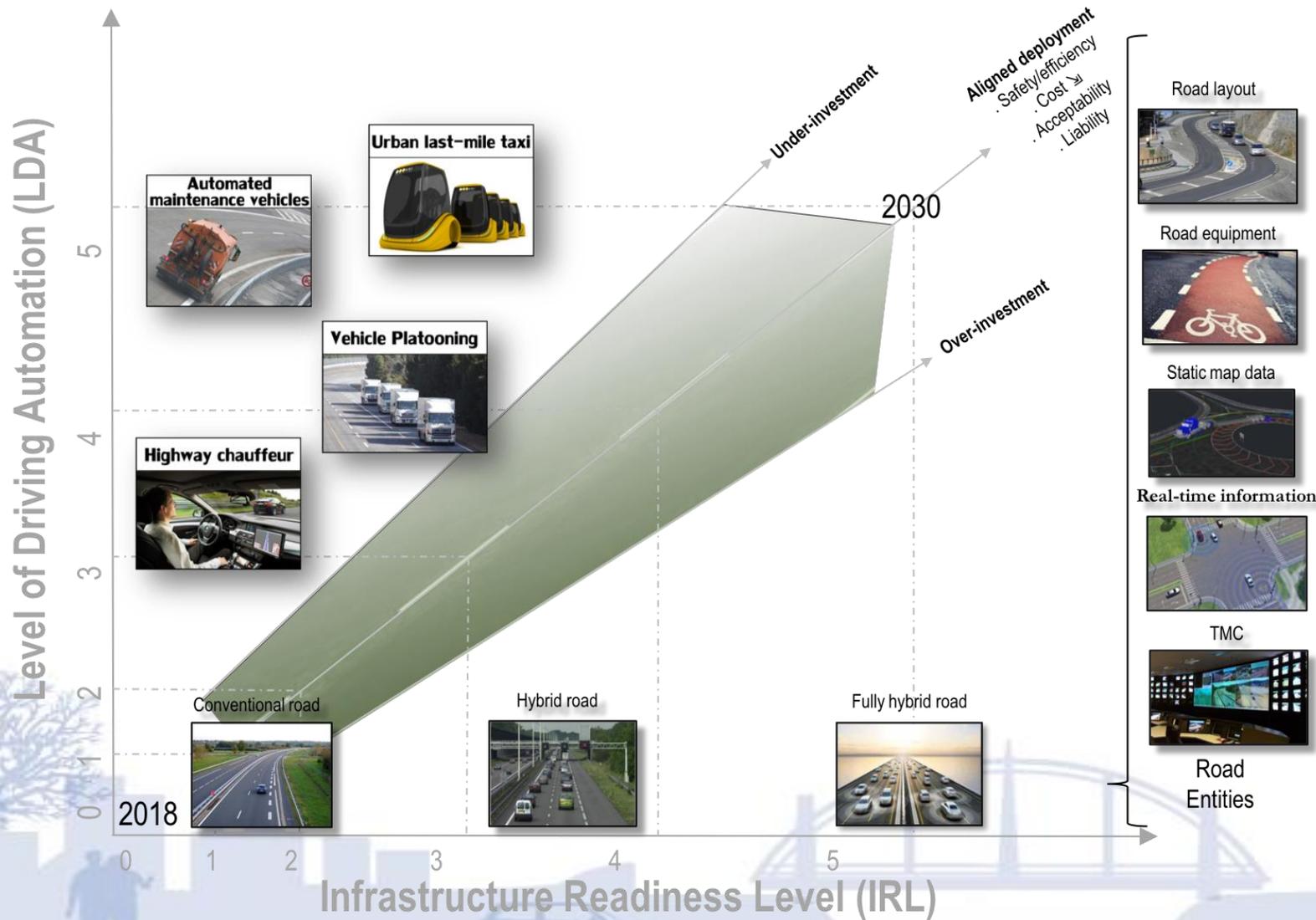


(f)

Maxime Guériau, Romain Billot, Nour-Eddin El Faouzi, Julien Monteil, Frédéric Armetta, Salima Hassas. How to assess the benefits of connected vehicles? A simulation framework for the design of cooperative traffic management strategies. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 67:266-279, 2016



Vers des infrastructures cyber-physiques



Highway Environment



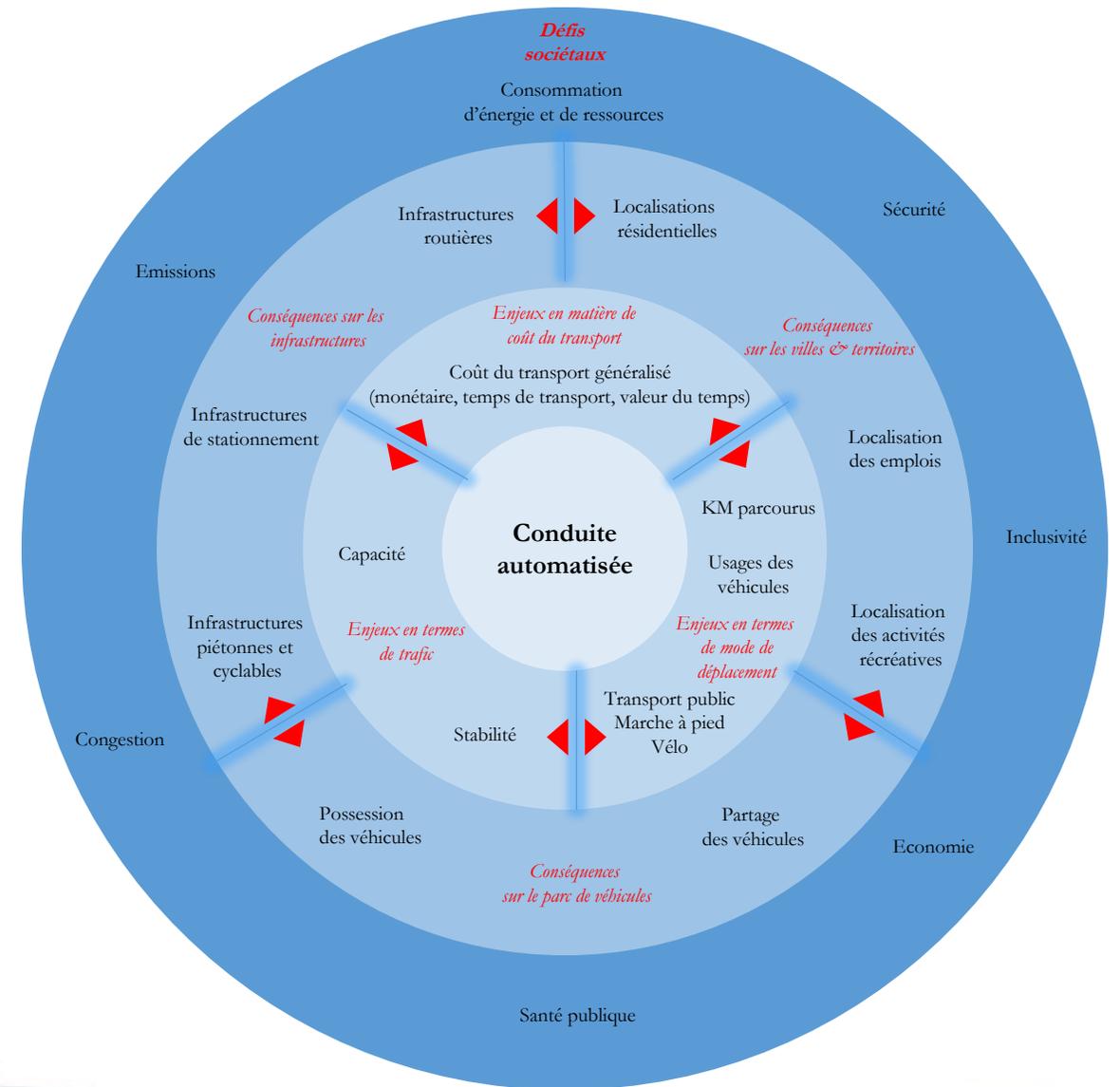
Urban Environment

IMPACT DE L'AUTOMATISATION SUR LES RÉSEAUX | 3



Impact sur les réseaux

- Les véhicules automatisés (sous certaines conditions) permettent d'améliorer l'efficacité des infrastructures existantes,
- Le déploiement des véhicules automatisés peut impacter le nombre de kilomètres parcourus et conduire à une nouvelle vague d'étalement urbain.
- Le déploiement des VA doit donc aller de pair avec une mobilité et des infrastructures plus durables, e.g. véhicule électrique, autopartage, route recyclée à 100%, etc.



Dimitris Milakis, Bart van Arem, Bert van Wee. Policy and society related implications of automated driving: A review of literature and directions for future research. Journal of Intelligent Transportation Systems Technology Planning and Operations 21(4):324-348, February 2017

CONCLUSION ET PERSPECTIVES | 4

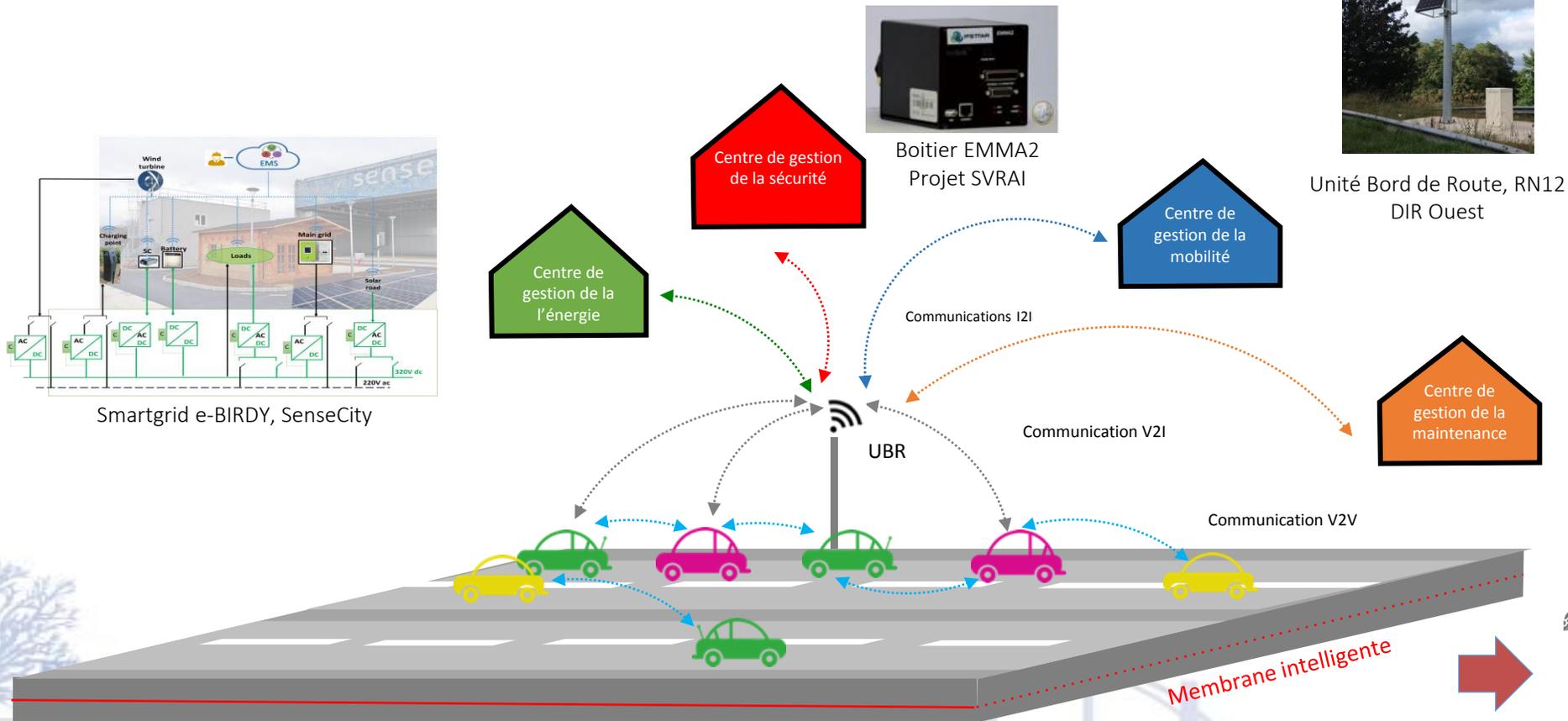


Conclusion

- Pour pouvoir circuler, les véhicules automatisés nécessitent des infrastructures dont on est capable d'établir en permanence le niveau de service (notion de QoS)
- Il est possible d'établir ce QoS en connectant les capteurs embarqués et débarqués, et en construisant les modèles et indicateurs associés.
- Selon le niveau de connectivité et d'automatisation du parc de véhicules, il sera possible d'automatiser le trafic et d'améliorer l'efficacité de la gestion du trafic (notion d'IRL).
- Selon la réglementation qui sera mise en place, l'impact de ce déploiement sera vertueux ou non, et doit nécessairement être accompagné du déploiement de mobilités plus propres et plus partagées.
- Par conséquent, outre leur automatisation, les infrastructures doivent intégrer à la fois les enjeux de la transition numérique, de la transition énergétique et de la transition écologique.



Perspective : vers une route toujours plus connectée



Unité Bord de Route, RN12
DIR Ouest



Plate-forme Pégase
A10/A11 Vinci Autoroutes

