



# Véhicule automatisé : défis et opportunités pour les gestionnaires routiers

**Eric Ollinger et Abdelméname Hedhli**

Groupe d'études B.2

2 février 2021

# Véhicule automatisé : défis et opportunités pour les gestionnaires routiers

## Définitions



# INTRODUCTION

- Niveau 1- Assistance à la conduite (Dynamique longitudinale )
- Niveau 2- Assistance à la conduite (Dynamique longitudinale et Latérale)
- Niveau 3- Conduite automatisée sous certaines conditions
- Niveau 4- Automatisé tout le temps sauf en conditions exceptionnelles (ex: conditions météo dégradées)
- Niveau 5- Tout le temps



## SAE J3016™ LEVELS OF DRIVING AUTOMATION

	SAE LEVEL 0	SAE LEVEL 1	SAE LEVEL 2	SAE LEVEL 3	SAE LEVEL 4	SAE LEVEL 5
What does the human in the driver's seat have to do?	You <b>are</b> driving whenever these driver support features are engaged – even if your feet are off the pedals and you are not steering			You <b>are not</b> driving when these automated driving features are engaged – even if you are seated in “the driver’s seat”		
	You must constantly supervise these support features; you must steer, brake or accelerate as needed to maintain safety			When the feature requests, you must drive	These automated driving features will not require you to take over driving	
	These are driver support features			These are automated driving features		
What do these features do?	These features are limited to providing warnings and momentary assistance	These features provide steering <b>OR</b> brake/acceleration support to the driver	These features provide steering <b>AND</b> brake/acceleration support to the driver	These features can drive the vehicle under limited conditions and will not operate unless all required conditions are met	This feature can drive the vehicle under all conditions	
Example Features	<ul style="list-style-type: none"> <li>• automatic emergency braking</li> <li>• blind spot warning</li> <li>• lane departure warning</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lane centering <b>OR</b></li> <li>• adaptive cruise control</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lane centering <b>AND</b></li> <li>• adaptive cruise control at the same time</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• traffic jam chauffeur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• local driverless taxi</li> <li>• pedals/steering wheel may or may not be installed</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• same as level 4, but feature can drive everywhere in all conditions</li> </ul>

# INTRODUCTION

**Infrastructure Physique :** Structure physique sur laquelle le système de transport fonctionne.



Image credit: [www.iotevolutionworld.com](http://www.iotevolutionworld.com)

**Infrastructure digitale:** Equipements et systèmes nécessaires au stockage et à l'échange de données pour les services d'aide à l'exploitation et au déplacement.



4

Image credit: [www.govtech.com](http://www.govtech.com)

# Véhicule automatisé : défis et opportunités pour les gestionnaires routiers

## L'infrastructure physique



# SIGNALISATION ROUTIÈRE

## HARMONISATION - DÉFIS ET OPPORTUNITÉS

*Différences dans la mise en oeuvre  
(implémentation) de la Convention de Vienne*

### Défis

- Unités et métriques
- Forme
- Couleur
- Langue

ROAD SIGNS	Great Britain (GB)	Greece (GR)	Netherlands (NL)	Poland (PL)	Serbia (SRB)
Stop (and give way)					
Give way (to traffic on major road)					
No entry for vehicular traffic					

Image credit: Systems Catapult Transport

### Opportunités

- Améliore la performance des systèmes de reconnaissance automatique des panneaux de signalisation
- Facilite le déploiement du véhicule automatisé...

# SIGNALISATION ROUTIÈRE

## SIGNALISATION STATIQUE VS. SIGNALISATION DYNAMIQUE

- Signalisation dynamique (PMV, pictos...) : fréquence de rafraîchissement des messages (i.e. scintillement) , variation des niveaux de luminosité ... constituent une difficulté supplémentaire pour les systèmes de vision industrielle (Machine vision)
- Des normes et standards de conception précis sont nécessaires



Image credit: Ministry of Transport Ontario



# CONCEPTION ROUTIÈRE

## MARQUAGES AU SOL



- Les conditions météo dégradent le marquage sur la chaussée
- Impact sur la visibilité et la lisibilité
- Normes et standards pour la maintenance et niveaux de service
- L'usage du GNSS pour le positionnement pourrait amener plus de fiabilité et de précision

# PLATOONING

## IMPACT SUR L'INFRASTRUCTURE

- Les poids lourds en pelotons pourraient potentiellement augmenter la capacité d'une voie de 200-300%
- Impact sur la conception des ponts à longue portée (revision des règles de conception)
- Impact sur la fatigue de la chaussée (orniérage)
- Les voies réservées (Amérique du Nord) sont une option envisagée pour le platooning



Image credit: Innovation Centre, Transport Canada

# Véhicule automatisé : défis et opportunités pour les gestionnaires routiers

## L'infrastructure numérique



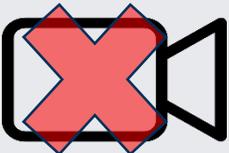
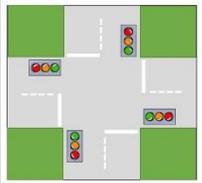
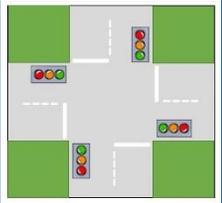
# OPERATIONAL DESIGN DOMAINS (ODD)

## => DOMAINE DE CONCEPTION OPERATIONNELLE

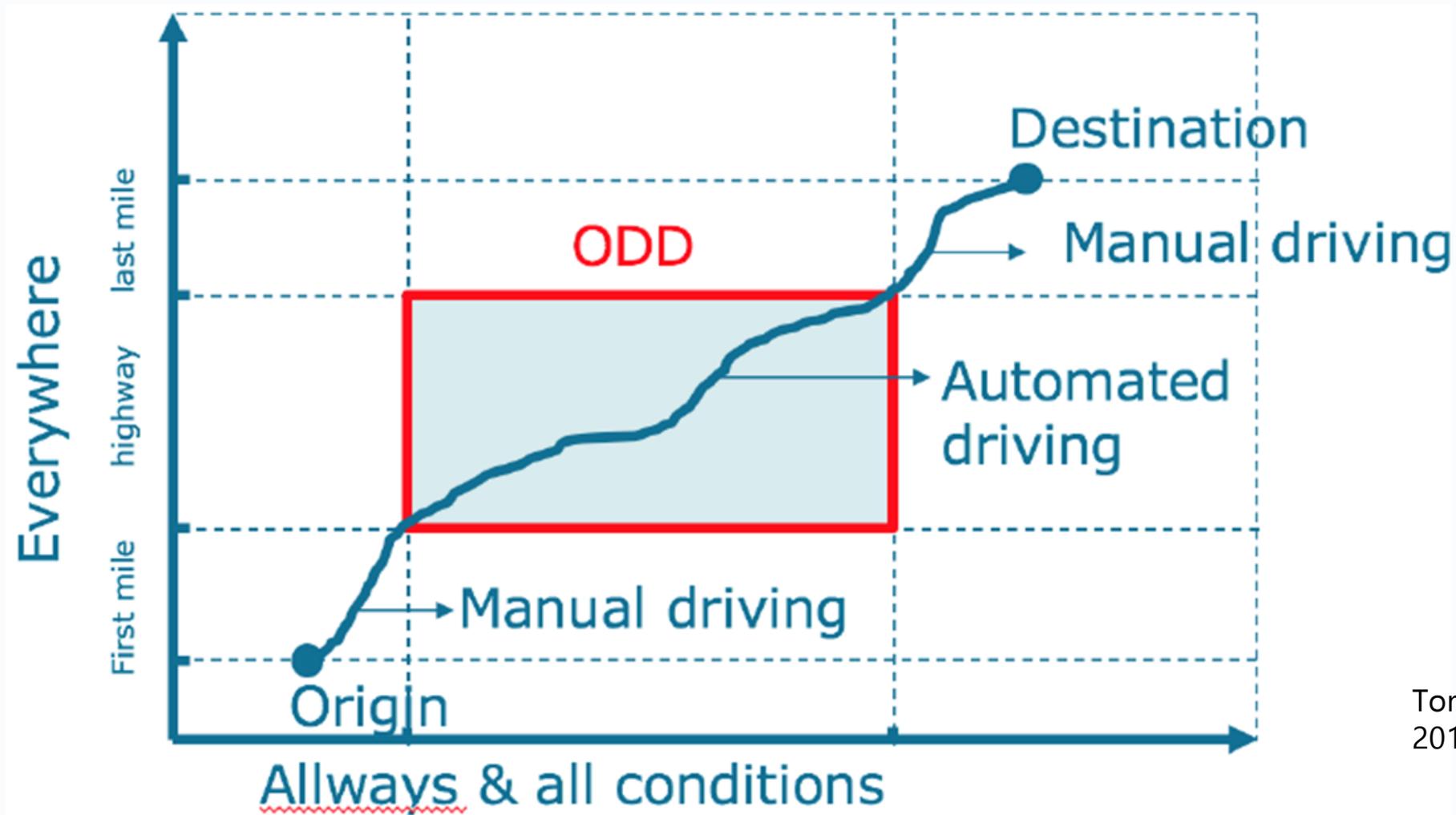
*ODD = A description of the specific operating conditions in which the automated driving system is designed to properly operate, including but not limited to roadway types, speed range, environmental conditions (weather, daytime/nighttime, etc.), prevailing traffic law and regulations, and other domain constraints. (SAE J3016 June 2018)*

*ODD = décrit les conditions de fonctionnement spécifiques dans lesquelles un système de conduite automatisée est conçu pour fonctionner correctement, y compris (mais non exhaustif), les types de routes, la gamme de vitesse, les conditions environnementales (météo, jour/nuit, etc.), les règles de circulation et autres contraintes de domaine. (SAE J30<sup>11</sup>16 Juin 2018)*

# OPERATIONAL DESIGN DOMAINS (ODD)

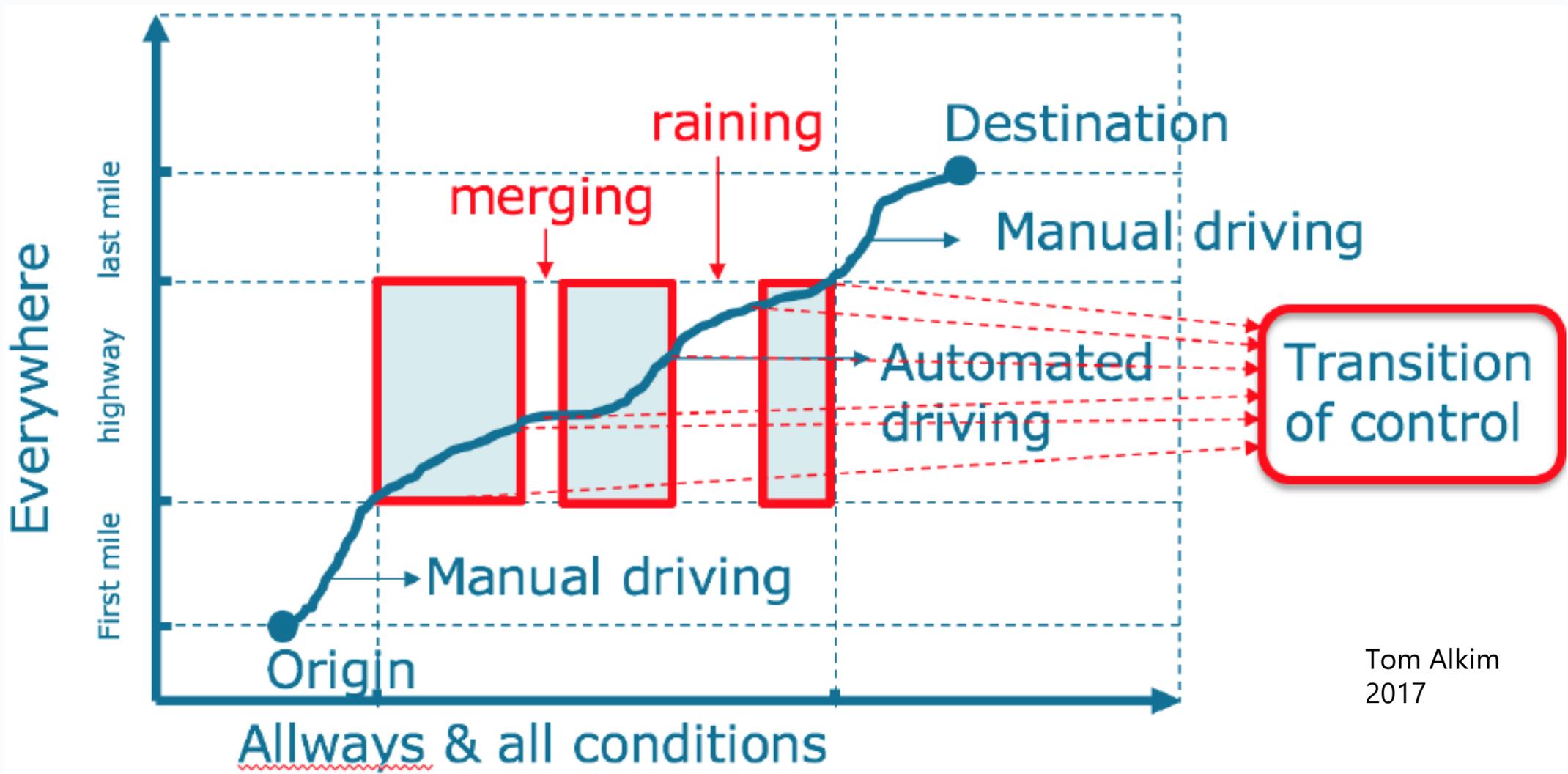
	Cas des feux simples	Cas des feux connectés
Infrastructure		 + 
Système automatisé	Pas de cameras 	C-ITS  
ODD	<b>ODD</b> 	<b>ODD</b> 

# OPERATIONAL DESIGN DOMAINS (ODD)



Tom Alkim  
2017

# OPERATIONAL DESIGN DOMAINS (ODD)

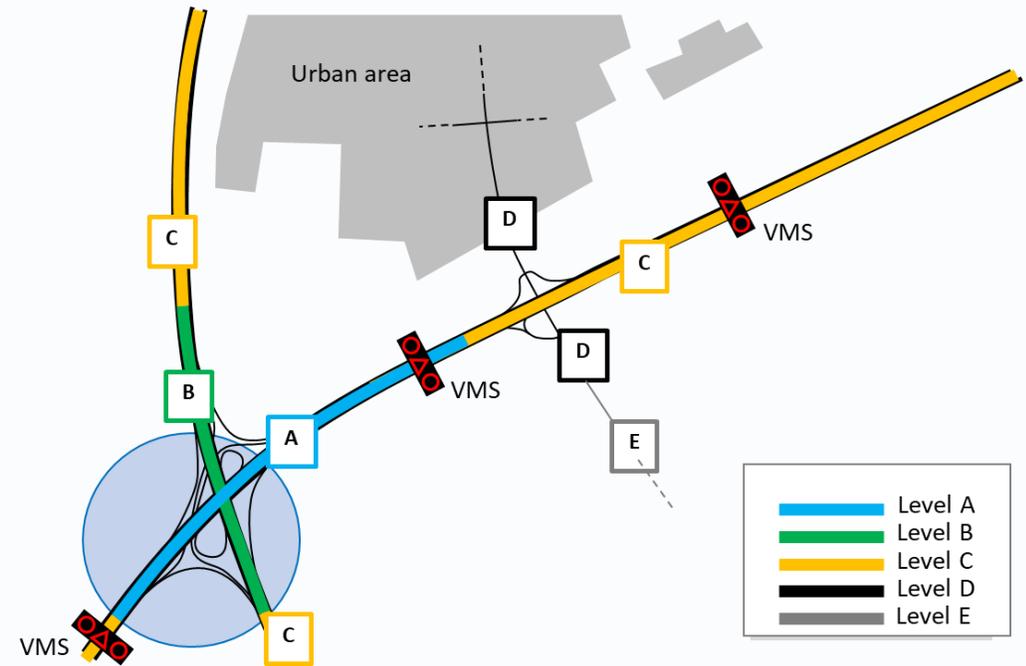


Tom Alkim  
2017

# NIVEAU D'ASSISTANCE DE L'INFRASTRUCTURE (ISAD)

## SUR SEGMENTS DE ROUTE

- Suivant le niveaux ISAD (Infrastructure Support levels for AD) , le niveau d'assistance de l'infrastructure au VA varie
- Les VA devront être capables de conduire sur le niveau E (sans aucune assistance de l'infrastructure)
- L'assistance de l'infrastructure sur des sections de niveau A amène une plus valeur dans la gestion du trafic et la sécurité routière



INFRAMIX 2019

# NIVEAU D'ASSISTANCE DE L'INFRASTRUCTURE (ISAD)

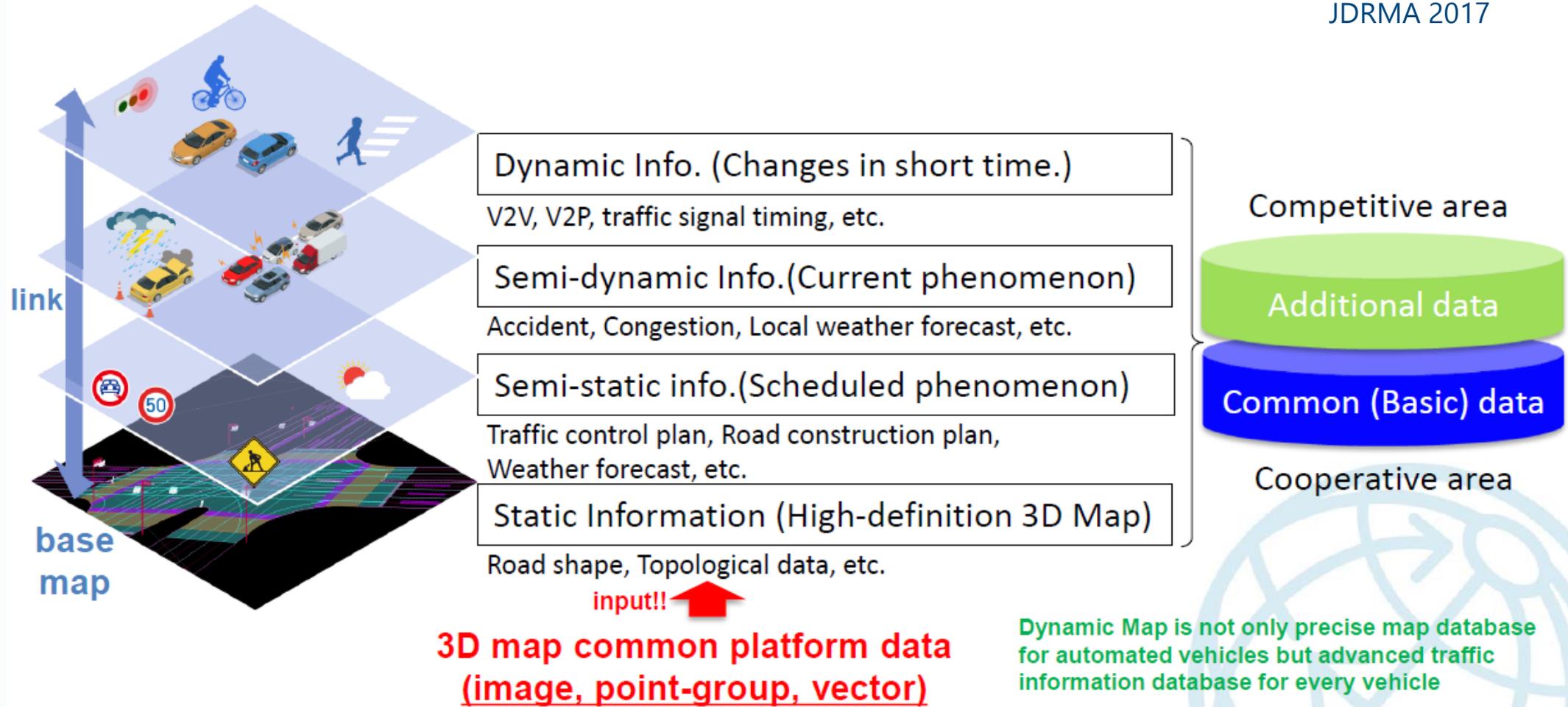
## SUR SEGMENTS DE ROUTE

	Level	Name	Description	Digital information provided to AVs			
				Digital map with static road signs	VMS, warnings, incidents, weather	Microscopic traffic situation	Guidance: speed, gap, lane advice
Digital infrastructure	A	Cooperative driving	Based on the real-time information on vehicle movements, the infrastructure is able to guide AVs (groups of vehicles or single vehicles) in order to optimize the overall traffic flow.	X	X	X	X
	B	Cooperative perception	Infrastructure is capable of perceiving microscopic traffic situations and providing this data to AVs in real-time	X	X	X	
	C	Dynamic digital information	All dynamic and static infrastructure information is available in digital form and can be provided to AVs.	X	X		
Conventional infrastructure	D	Static digital information / Map support	Digital map data is available with static road signs. Map data could be complemented by physical reference points (landmarks signs). Traffic lights, short term road works and VMS need to be recognized by AVs.	X			
	E	Conventional infrastructure / no AV support	Conventional infrastructure without digital information. AVs need to recognise road geometry and road signs.				

# CARTOGRAPHIE HAUTE DEFINITION POUR LE VA (HD)

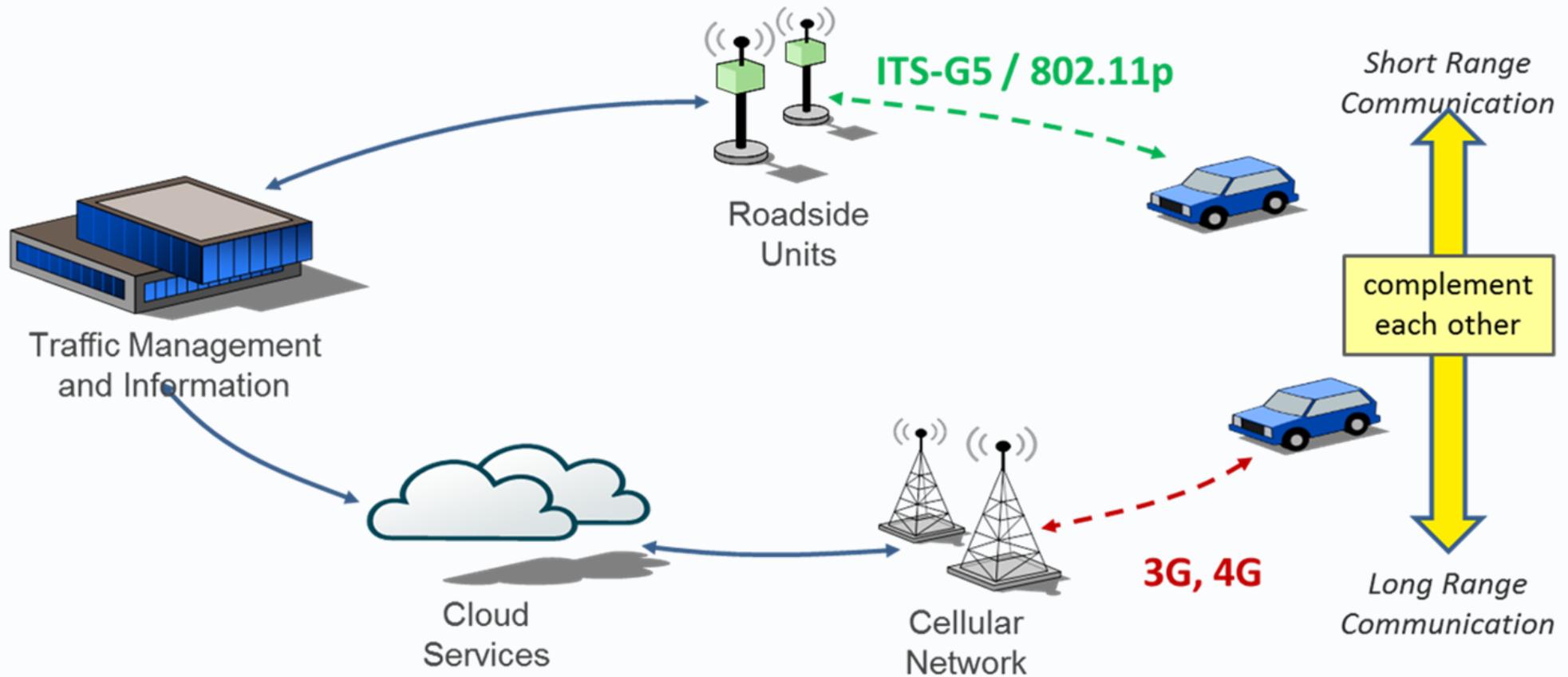
## DEFINITION

JDRMA 2017



# CONNECTIVITÉ

## APPROCHE HYBRIDE DES C-ITS



# Véhicule automatisé : défis et opportunités pour les gestionnaires routiers

## Impact sur l'exploitation



# IMPACT SUR LA CONGESTION ET LA CAPACITÉ

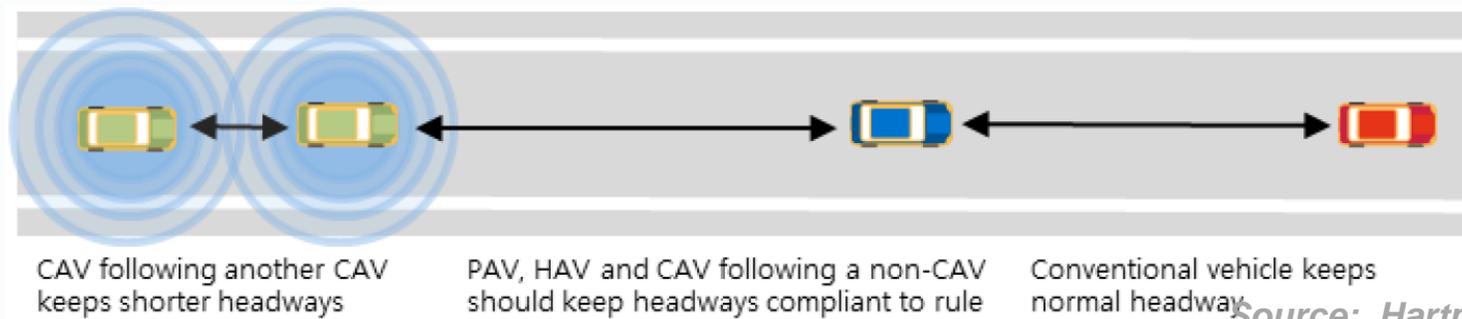
## LE FAIBLE TAUX DE PENETRATION NE PERMET PAS DE MESURER LES IMPACTS

- De nombreux pays permettent la circulation des niveaux d'automatisation bas
- Les hauts niveaux d'automatisation font plutôt l'objet d'expérimentations et de projets pilotes
- Les prévisions concernant l'impact sur la gestion de trafic sont largement fondées sur de la modélisation
- Le comportement du VA en trafic mixte est encore incertain – possibilité d'impacts positifs et négatifs

# IMPACT SUR LA CONGESTION ET LA CAPACITÉ

## DES PHÉNOMÈNES ANTAGONISTES

- On s'attend généralement à une diminution des interdistances grâce à l'automatisation reposant sur la connectivité
- On trouve souvent des évaluations concluant à une augmentation de capacité sur cette base
- Peut être vrai dans certains cas, mais la généralisation n'est pas évidente, notamment en trafic mixte



Source: Hartmann et al., (2017)

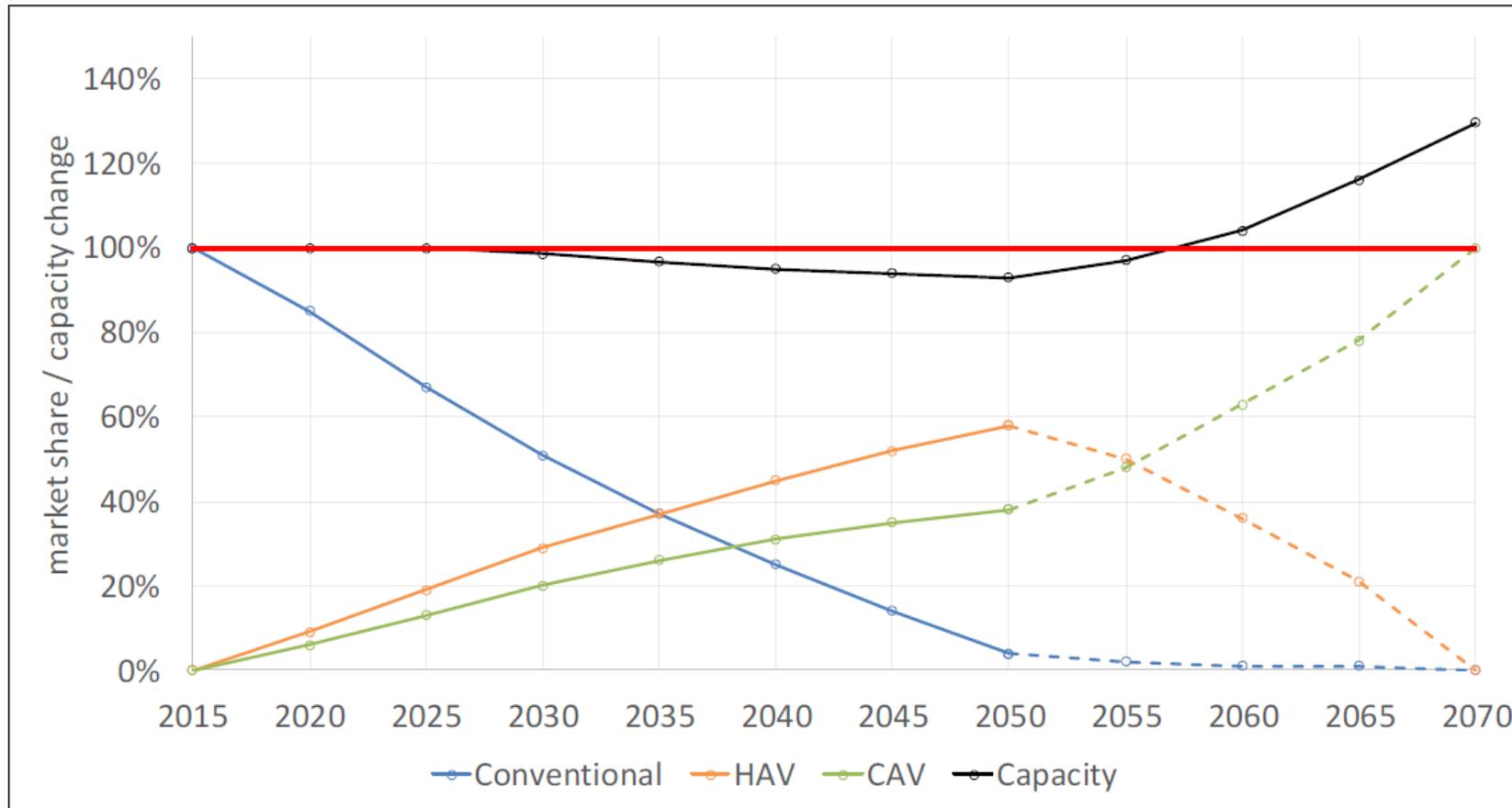
# IMPACT SUR LA CONGESTION ET LA CAPACITÉ

## DES PHÉNOMÈNES ANTAGONISTES

- Les véhicules automatisés ont un comportement **sécuritaire et sont programmés pour s'arrêter** lorsqu'un "obstacle" est détecté
  - Ceci peut conduire à des perturbations du trafic et à une réduction de capacité
- Une **ségrégation** dans des voies dédiées sera-t-elle nécessaire pour minimiser ces perturbations ? Sécuritaire, mais :
  - Le retour des expérimentations est que le VA fonctionne bien en trafic mixte
  - Coût de construction de voies dédiées
  - Même en cas de ségrégation, quel serait l'impact dans les zones de transition ?

# IMPACT SUR LA CONGESTION ET LA CAPACITÉ

## BILAN



Source: Hartmann et al., (2017)

# NAVETTES AUTOMATISÉES

## LIMITES ET DÉFIS – DOMAINE D'EMPLOI

- Actuellement limitées à de faibles vitesses d'exploitation pour la sécurité des passagers et des autres usagers de la route
- Généralement pas de possibilité de communiquer avec les autres conducteurs, les piétons ou les cyclistes
- Limité à des environnements contrôlés et bien cartographiés
- Les limites des capteurs et systèmes rendent l'utilisation difficile par temps de neige ou de forte pluie



*Image Credit: Autonobus Pilot Project, Latrobe University;*

<https://www.latrobe.edu.au/technology-infusion/autonobus>

# NAVETTES AUTOMATISÉES

## NOUVEAUX DÉFIS – INTERACTION AVEC LES PIÉTONS DANS LES ESPACES PARTAGÉS

- L'absence de matérialisation du trajet de la navette ou de capacité à interagir crée une incertitude
- Ceci conduit à des arrêts d'urgence et à des interruptions d'exploitation



*Image Credit: from La Rochelle*

# ZONES DE CHANTIER

## UN DÉFI MAJEUR

- Un soin particulier est associé aux zones de chantier pour le conducteur humain
  - Pré-signalisation très en amont
  - Changements de file et réduction de vitesse progressifs
  - Sensibilisation des ouvriers sur le chantier
- La sécurité des ouvriers et des occupants des véhicules est menacée lorsque le VA est incapable de s'orienter correctement dans la zone de chantier

# ZONES DE CHANTIER

## UN DÉFI MAJEUR

- Principales solutions :
  - Rendre la main au conducteur (jusqu'au niveau 3)
  - Utiliser la connectivité pour fournir au véhicule les données nécessaires à la traversée du chantier



*Image Credit: Hessen. Mobil, C-Roads, Germany, (2016)  
c-its-corridor.de*

# ZONES DE CHANTIER

## RÔLE DE L'EXPLOITANT

- Fournir une information fiable sur le chantier
- Assurer le déploiement et la disponibilité d'une technologie I2V pour diffuser l'information
  - Unités bord de route situées au droit du chantier
  - Unités mobiles montées sur les engins de chantier (ex. FLR avec fleche associée à un système de communication)

# GESTION DE TRAFIC

## DES OPPORTUNITÉS LIÉES AUX NOUVELLES DONNÉES, MAIS...

- **Question de l'accès aux données** – pour l'instant la plupart des données issues des véhicules ne sont **pas** publiées et ne sont pas disponibles en temps réel
  - Respect de la vie privée
  - Coût d'accès pour le gestionnaire routier ?
- Les données seront-elles **aussi utiles** qu'on le suppose ?
  - Leur métrique et leur délai de diffusion répondront-ils aux besoins de la gestion de trafic ?

# GESTION DE TRAFIC

## QUELLE GESTION DE TRAFIC POUR LE VA ?

Plusieurs scénarios possibles :

- **Non intervention** – le constructeur automobile et des prestataires de services fournissent les consignes de reroutage
- **Supervision complète** – l'exploitant gère un système de contrôle central pour guider les VA à travers le réseau
- **Hybride**

# Véhicule automatisé : défis et opportunités pour les gestionnaires routiers

## Responsabilité et assurance



# RESPONSABILITÉ ET ASSURANCE

## RESPONSABILITÉ DU CONDUCTEUR

En France, au civil, loi Badinter (1985) : la victime peut demander réparation au conducteur ou, s'il n'est pas identifié, au propriétaire du véhicule, qui est tenu de disposer d'une assurance

L'évolution du prix des assurances avec l'automatisation est incertain: sans doute élevé pour les premiers modèles, puis décroissant avec l'augmentation des retours d'expérience positifs

Responsabilité pénale dépend de ce qu'on impose au conducteur : garder l'oeil sur la route, réagir sous X secondes...

# RESPONSABILITÉ ET ASSURANCE

## RESPONSABILITÉ DU CONSTRUCTEUR OU DU VEHICULE

La responsabilité du constructeur automobile sera sans doute mise en cause si un accident intervient au mode automatisé, sans demande de reprise en main au conducteur

Elle sera liée à la conformité au cadre d'homologation du véhicule

Certains parlent de donner la personnalité juridique au véhicule – droit des robots

# RESPONSABILITÉ ET ASSURANCE

## RESPONSABILITÉ DU GESTIONNAIRE ROUTIER

En France, en cas d'accident, si le lien de causalité entre l'état de la voirie et l'accident est établi, la faute du gestionnaire est présumée. Il doit alors démontrer qu'il a assuré les diligences normales d'entretien (obligation de moyens)

L'obligation de moyens pour le VA reste à définir :

- Adaptation des politiques d'entretien ? En tout état de cause, il est impossible de garantir à tout moment qu'un marquage reste au-dessus d'un certain seuil de contraste ou de rétroréflexion
- Fiabilité de l'information fournie par la connectivité
- Niveau de service de la connectivité

Question du partage de responsabilité gestionnaire / fournisseur d'équipement

# Véhicule automatisé : défis et opportunités pour les gestionnaires routiers

## L'apport des sciences sociales



## Questions au niveau de l'individu

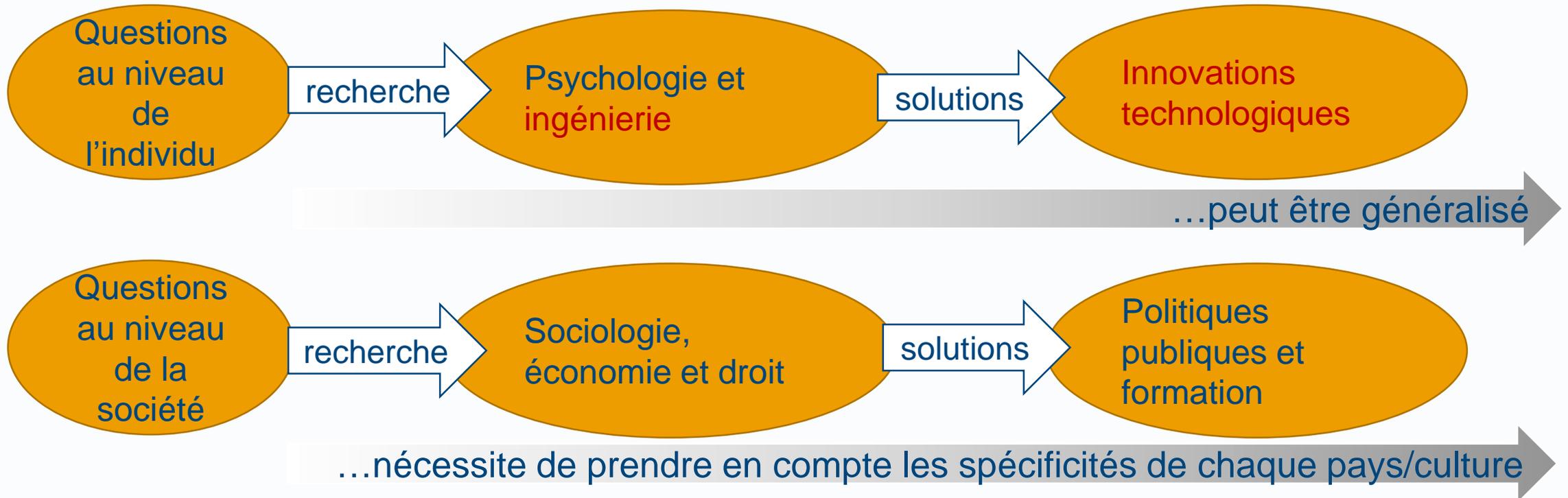
Question	Disciplines mobilisées	Solution
Surcharge mentale du conducteur	Psychologie/ingénierie	Innovation technologique
Sous-charge mentale du conducteur	Psychologie/ingénierie	Innovation technologique
Perte de vigilance du conducteur	Psychologie/ingénierie	Innovation technologique
Perte des compétences de conduite	Psychologie/ingénierie	Innovation technologique/formation
Nouvelles compétences pour l'utilisation du système	Psychologie/ingénierie	Innovation technologique
Distraction liée aux alertes reçues	Psychologie/éducation/ingénierie	Innovation technologique/formation
Capacité de reprise en main	Psychologie/éducation/ingénierie	Innovation technologique/formation
Dépendance excessive vis-à-vis de la technologie	Psychologie/ingénierie	Innovation technologique
Adoption de comportements de conduite à risque	Psychologie/droit	Evolutions législatives
Impact des activités autres que la conduite	Psychologie/droit	Evolutions législatives
Solutions optimales pour les IHM	Psychologie/ingénierie	Innovation technologique
Multiplicité des systèmes et des types d'alertes	Psychologie/ingénierie	Innovation technologique

# Questions au niveau de la société

Question	Disciplines mobilisées	Solution
Attitude des conducteurs	Psychologie/sociologie	Politiques publiques/formation
Confiance des conducteurs	Psychologie/sociologie	Politiques publiques/formation
Acceptabilité pour les conducteurs	Psychologie/sociologie	Politiques publiques/formation
Spécificités des conducteurs femmes et personnes âgées	Psychologie/sociologie	Politiques publiques
Spécificités des conducteurs handicapés	Psychologie/sociologie/médecine	Politiques publiques
Formation générale au numérique et au cas particulier de la conduite	Psychologie/sociologie	Politiques publiques/formation
Questions d'équité sociale	Psychologie/sociologie/éducation	Politiques publiques
Questions de tarification	Sociologie/économie/droit	Politiques publiques
Respect de la vie privée	Droit	Politiques publiques
Cybersécurité	Ingénierie/droit	Politiques publiques
Questions éthiques et de responsabilité	Psychologie/sociologie/éthique	Politiques publiques
Questions générales de sécurité routière – tous usagers	Psychologie/sociologie/ingénierie/droit	Politiques publiques
Questions de sécurité routière spécifiques aux usagers vulnérables	Psychologie/sociologie/ingénierie	Politiques publiques
Questions relatives aux principes d'élaboration des politiques	Sociologie/sciences politiques/droit	Politiques publiques

# L'APPORT DES SCIENCES SOCIALES

## MODÈLE DE TRANSFERT DE CONNAISSANCES



# Merci de votre attention !



**Eric Ollinger**

**Abdelmenname Hedhli**

World Road Association (PIARC)  
Grande Arche – Paroi Sud – 5<sup>e</sup> étage  
92055 – La Défense Cedex – France



@PIARC\_Roads



World Road  
Association PIARC



World Road  
Association PIARC



World Road  
Association PIARC

[www.piarc.org](http://www.piarc.org)

