

# APPORT DE LA CONNECTIVITÉ



## ○ Objectif

- Vérifier l'apport nécessaire de la connectivité (notamment C-ITS),
  - Sur la base de tests physiques,
  - Sur des cas d'usages choisis parmi ceux des expérimentations.
- 
- Focalisation des essais sur des conditions de déroulement des tests en sites réels des expérimentations du projet.
- 
- Adaptation des procédures de tests aux conditions de recueil des événements et messages de l'infrastructure et des véhicules.

# Contribution de l'infrastructure aux mobilités connectés et autonomes

- Amélioration de la compréhension de l'environnement.

## COMPRÉHENSION ANTICIPÉE

- INFRA fournit au Véhicule Autonome et Connecté (VAC) des *informations au-delà de l'horizon* de détection de ses capteurs
  - **Objectif** : anticiper et adapter son comportement pour *mieux gérer les situations à venir*.

*CONNAÎTRE PLUS TÔT SON ENVIRONNEMENT*

## COMPRÉHENSION REDONDÉE

- INFRA fournit au Véhicule Autonome et Connecté (VAC) des *infos détectées différemment* par ses capteurs embarqués
  - **Objectif** : augmenter la *robustesse* des infos pour permettre au VAC de *passer des situations au niveau de sûreté requis*

*ÊTRE PLUS SÛR DE SON ENVIRONNEMENT*

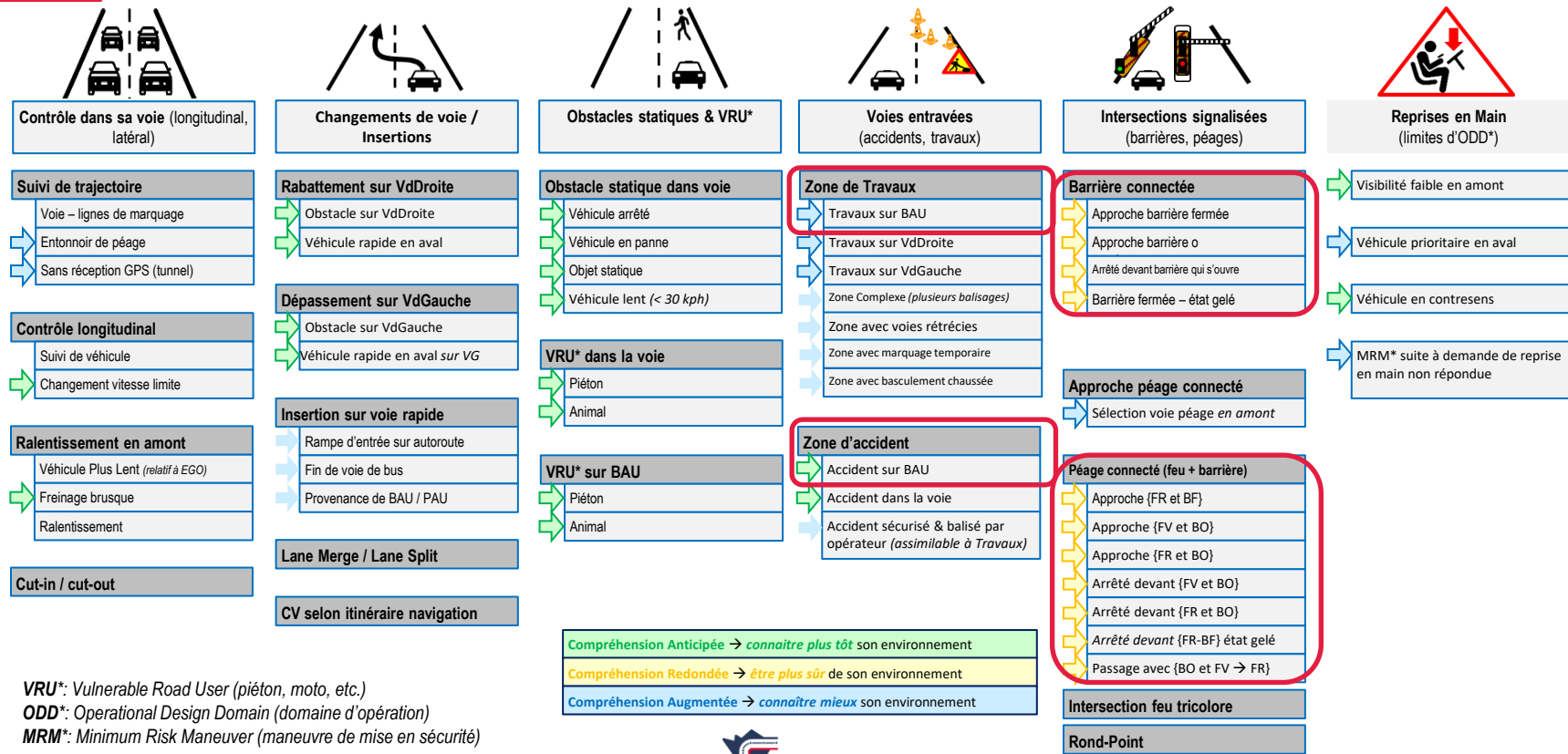
## COMPRÉHENSION AUGMENTÉE

- INFRA fournit au Véhicule Autonome et Connecté (VAC) des *infos qui ne peuvent pas être détectées* par ses capteurs embarqués
  - **Objectif** : fournir des *informations additionnelles* au VAC pour qu'il puisse gérer de *nouvelles situations en mode autonome*

*CONNAÎTRE MIEUX SON ENVIRONNEMENT*



# Les Situations de conduite du Véhicule Automatisé et Connecté



VRU\*: Vulnerable Road User (piéton, moto, etc.)

ODD\*: Operational Design Domain (domaine d'opération)

MRM\*: Minimum Risk Maneuver (manœuvre de mise en sécurité)



# ○ Déroulé des activités

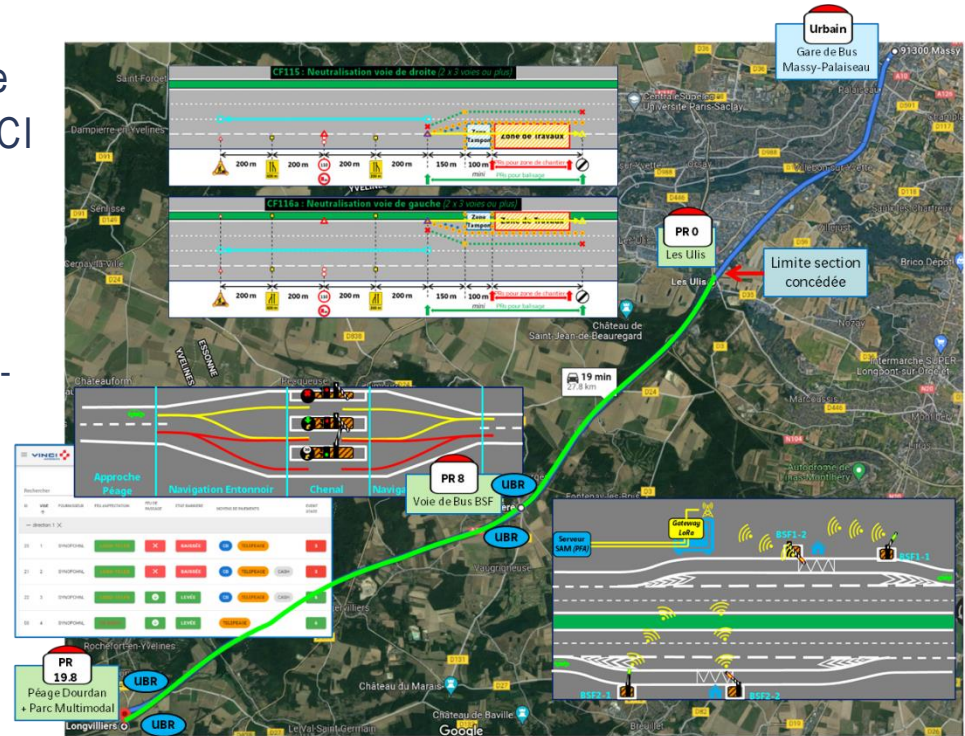
- Adéquation des moyens de tests et des possibilités de mise en œuvre,
- Fiches descriptives des cas d'usages et variantes testés.
- « Franchissement de barrière »,
- « Approche de zone de péage et franchissement »,
- « Accident sur BAU »,
- « Travaux sur BAU ».

Situation de conduite (CU)		C4-Toll Station Approaching. Orientation of vehicles						
Variante testée		Test technique : Focus sur communication Infra/Véhicule, sans observer le comportement véhicule, état des voies fixe (TT_001)						
Identifiant		Ca-Ego_statique_voie_fixe-L3						
Version								
Spécification couverte								
Type de contribution		Compréhension Anticipée						
Objectif d'impact véhicule		NA, focus sur communication infra/véhicule						
Conditions initiales		<p>EGO est à l'approche d'une gare de péage configurée avec des voies d'entrée :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Les lanes sont numérotées de 1 à x (x&lt;=9) en partant de l'intérieur vers l'extérieur de la chaussée (accotement)</li> <li>•Des voies de péage sont fermées</li> <li>•Des voies de péage Télépéage Sans Arrêt (TSA) 30 km/h sont en défaut temporaire</li> <li>•Des voies d'entrées sont ouvertes avec des occurrences couvrant « telepeage » et « ticket »</li> <li>•Des voies Télépéage sont en mode TSA 30 km/h et en mode télépéage avec arrêt</li> </ul>						
Condition initiale testée		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Péage disposant de 4 voies</li> <li>- Au moins une voie ouverte et compatible avec Ego</li> </ul>						
Impacts sur véhicule évalués		<p>OBJECTIF: Permettre au système de gérer la situation en maintenant le mode autonome.</p> <p>L'information anticipée transmise par l'infrastructure permet par exemple (et/ou) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- d'étendre la perception de l'environnement au-delà des zones de couverture des capteurs embarqués pour comprendre la configuration de la gare de péage en approche (nbr de voies, état ouvert/fermé, moyen de paiement, limitations d'accès éventuelles)</li> <li>- d'identifier la ou les voies appropriées pour le franchissement du péage en mode autonome</li> </ul> <p>Nota : dans tous les cas une IHM pourra permettre d'informer le conducteur (si souhaité) de la situation</p>						
Moyen de communication		Courte portée (ITS-G5) - Message IVI						
Type de scénario								
étape	Acteur	Action / Événement	Résultat attendu	Résultat observé	verdict	Finalité pour le véhicule	Performances techniques	Données à collecter pour analyse
1	INFRA	INFRA transmet le message IVI sur la gare de péage	Une trame est transmise par l'UBR	(message IVI émis en provenance de l'UBR)		N/A	<ul style="list-style-type: none"> <li>- latence de communication</li> <li>- contenu C-ITS (CCode, SCC, eventPosition, etc.)</li> <li>- valeur du contenu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- horodate de détection de l'info par INFRA</li> <li>- horodate de communication de l'info par UBR</li> <li>- Contenu du message C-ITS</li> <li>- position obstacle</li> </ul>
2	INFRA		Le contenu de l'IVI correspond à la configuration du péage	GLC et GIC reflètent le nombre de voies et leur état fidèlement			Valeur du contenu	contenaire de l'IVI
3	EGO	EGO est dans zone de couverture UBR	EGO reçoit information transmise par INFRA	?		N/A	<ul style="list-style-type: none"> <li>- latence de communication</li> <li>- couverture/portée</li> <li>- contenu C-ITS (CCode, SCC, etc.)</li> <li>- volume de données</li> <li>- perte de données</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- horodate de réception de l'info par UEV</li> <li>- position EGO à réception de l'info</li> <li>- log de décodage de l'info par UEV?</li> </ul>
4	EGO	Ego décode l'IVI	L'IVI est décodé par l'UEVA (observation des logs de décodage)					log UEVA
5	EGO	EGO affiche la configuration de la zone de péage (état d'ouverture des voies)	Information présentée sur IHM véhicule	représentation visuelle du nombre de voies et de leur état d'ouverture?		- Informer conducteur en amont	- latence de communication	<ul style="list-style-type: none"> <li>- horodate de communication de l'info vers conducteur</li> <li>- position EGO à cette horodate</li> <li>- Contenu de l'info présentée sur IHM ?</li> </ul>



# ○ Campagnes de tests

- Expérimentation n°1 de SAM - axe Dourdan-Massy sur le réseau VINCI Autoroutes répond le mieux aux conditions requises,
- Utilisation du prototype L4 de Stellantis (2 sources de connectivité - longue et courte portée),
- Tests en Aout et Septembre.



## ○ Résultats principaux

- L'infrastructure connectée transmet correctement :
  - Toutes informations spécifiées attendues pour décrire les gares de péages dont le véhicule automatisé et connecté (VAC) s'approche (via messages IVI),
  - Les informations d'état des barrières et feux de passage pour chaque chenal de péage (messages MAPEM et SPATEM),
  - Les informations pour notifier et décrire des événements sur la route comme un accident (événement ponctuel), et une zone de travaux (événement linéaire) dont le véhicule automatisé et connecté (VAC) s'approche (via messages DENM).



## ○ Résultats principaux

- Les informations, reçues par le VAC, ont ainsi démontré que :
  - en s'appuyant sur des informations transmises en temps réel par une infrastructure connectée un véhicule automatisé et connecté peut :
    - maintenir son mode autonome,
    - franchir les points singuliers de signalisation dynamique (péage et autres barrières connectées),
    - recevoir la notification d'évènements de type accident et travaux,
    - informer le conducteur de cette notification,
    - maintenir son mode autonome et adapter son comportement (vitesse et changement de voie),
    - pour franchir ces points singuliers d'évènements sur la route.





# ○ Points singuliers sur Autoroute

- Solutions apportées par l'infrastructure pour aider le système à augmenter sa perception de l'environnement.

## Événements sur la route

Notification de la présence d'événements qui pourraient impacter l'évolution ou le domaine d'opération du véhicule :

- Embouteillage, ralentissement
  - Accident, véhicule arrêté, panne
  - Objet sur la voie
  - Piéton, animal sur la voie
  - Conditions météo difficiles, fumée
  - Zone de travaux
- Augmentation du confort de conduite
- Potentielle sortie du domaine d'opération

## Zones de Péage

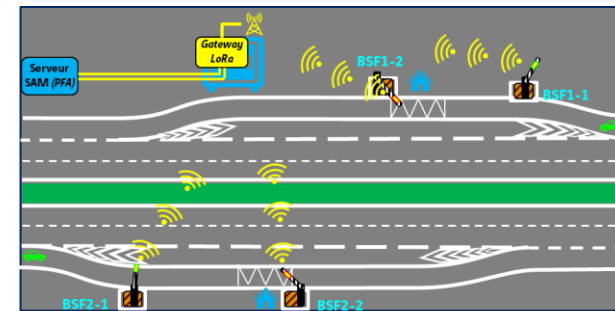
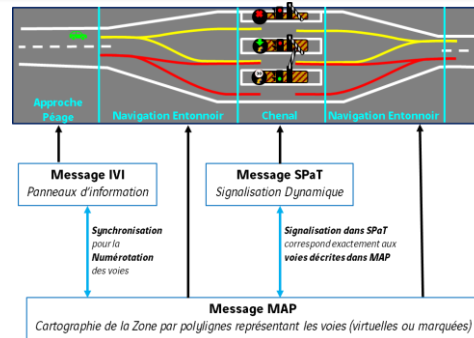
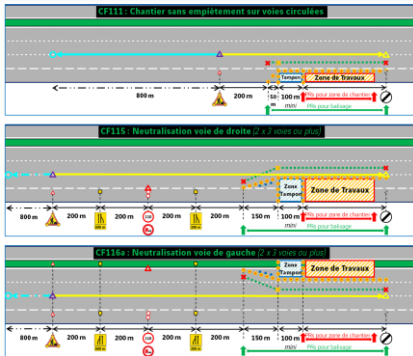
3 phases de vie où il est possible d'aider le véhicule à mieux comprendre son environnement :

- Approche → configuration de la zone de péage en approche,
- Navigation → cartographie de voies virtuelles menant aux chenaux,
- Franchissement → états d'ouverture de la barrière et du feu de passage des chenaux.

## Insertion et voie de bus

2 points singuliers à Briis-sous-Forges pour lesquels l'infrastructure peut assister le véhicule :

- Accès voie de bus → états d'ouverture des barrières d'entrée et sortie dans la voie de bus.
- Insertion → état du trafic et risques de collision pour indiquer au véhicule la possibilité d'insertion (utilisation de Perception de Bord de Route).



## ○ Conclusion

- Les travaux menés ont permis de :
  - préciser les types de contribution de l'infrastructure au véhicule automatisé et connecté:
    - compréhension anticipée / redondée / augmentée,
  - d'identifier les situations de conduite pour lesquelles un véhicule automatisé et connecté pourrait tirer un bénéfice d'une telle contribution et ses comportements associés.
- Les tests réalisés ont démontré que, en s'appuyant sur des informations transmises en temps réel par une infrastructure connectée, un véhicule automatisé et connecté :
  - peut maintenir son mode autonome et franchir les points singuliers (péages et barrières connectées),
  - peut recevoir la notification d'évènements de type accident et travaux, informer le conducteur, maintenir son mode autonome en adaptant son comportement (vitesse et changement de voie).

