



Apport de la connectivité pour la protection des Motocyclistes

Présentation du projet

Camille Savary
Théo Charbonneau
Guillaume Stecowiat
UTAC CERAM

●●● Table des matières

➤ Introduction

- Contexte
- Objectifs

➤ Déroulement projet

- Calendrier d'exécution

➤ WP1 – Implémentation système V2V

- Développement et adaptation des outils d'essais
- Caractérisation des signaux

➤ WP2 – Utilisation V2V pour un avertissement

- Avertissement conducteur VL
- Avertissement conducteur 2RM

➤ WP3 – Utilisation V2V pour une action directe

- Avertissement conducteur VL
- Avertissement conducteur 2RM

➤ Conclusion



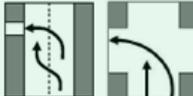
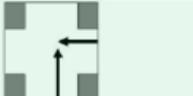
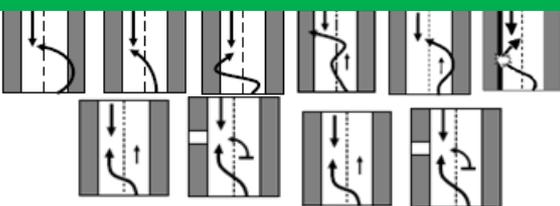
Introduction

Situations accidentogènes

11 principaux scénarios d'accidents impliquant un 2RM et un VL			Blessé				Tué	
			Redressement		Extrapolation		Exacte	
Regroupement de Pictogrammes par l'UTAC	Nom de la famille de pictogramme	n	Nombre pondéré	%	Nombre pondéré	%	Nombre	%
	306a (VL tourne)	140	1171	19,4%	1446	19,7%	82	17,0%
	305a (VL tourne)	70	550	9,1%	659	9,0%	39	8,1%
	205a (VL tourne)	38	344	5,7%	422	5,7%	19	4,0%
	302b (2RM venant de droite)	35	304	5,0%	381	5,2%	21	4,4%
	101a (2RM problème de guidage, perte de contrôle, dépassement)	130	264	4,4%	318	4,3%	112	23,3%
	304a (VL tourne)	17	230	3,8%	278	3,8%	7	1,5%
	302a (VL venant de droite)	29	147	2,4%	183	2,5%	19	4,0%
	104b (2RM devant)	9	127	2,1%	153	2,1%	5	1,0%
	404a (VL parké)	13	113	1,9%	138	1,9%	6	1,2%
	306b (2RM tourne)	9	107	1,8%	126	1,7%	4	0,8%
	101b (2RM bonne voie)	32	93	1,5%	110	1,5%	24	5,0%

Bilan de la sécurité routière 2016

Situations accidentogènes

11 principaux scénarios d'accidents impliquant un 2RM et un VL			Blessé				Tué	
			Redressement		Extrapolation		Exacte	
Regroupement de Pictogrammes par l'UTAC	Nom de la famille de pictogramme	n	Nombre pondéré	%	Nombre pondéré	%	Nombre	%
	306a (VL tourne)	140	1171	19,4%	1446	19,7%	82	17,0%
	305a (VL tourne)	70	550	9,1%	659	9,0%	39	8,1%
	205a (VL tourne)	38	344	5,7%	422	5,7%	19	4,0%
	302b (2RM venant de droite)	35	304	5,0%	381	5,2%	21	4,4%
	101a (2RM problème de guidage, perte de contrôle, dépassement)	130	264	4,4%	318	4,3%	112	23,3%

Bilan de la sécurité routière 2016

Introduction

Déroulement projet

WP1 – Implémentation

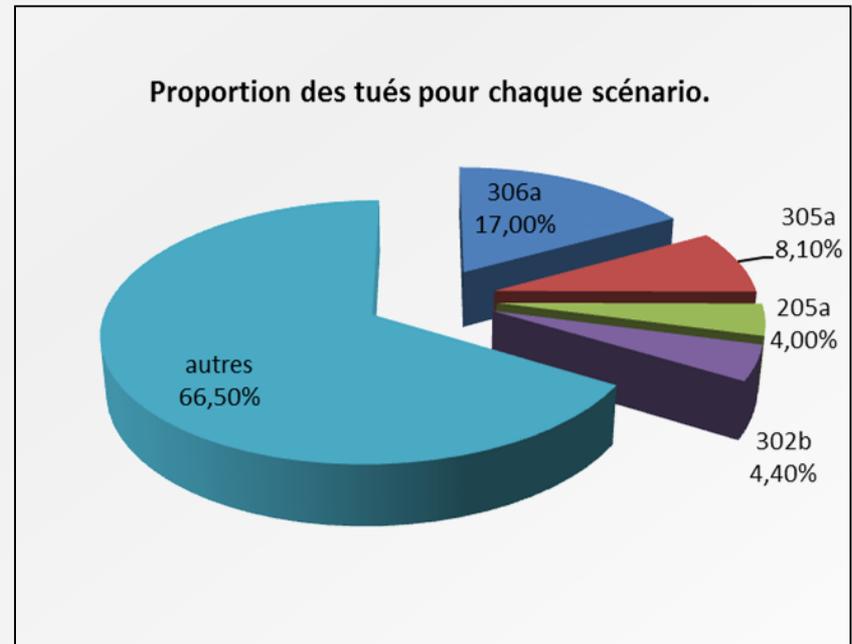
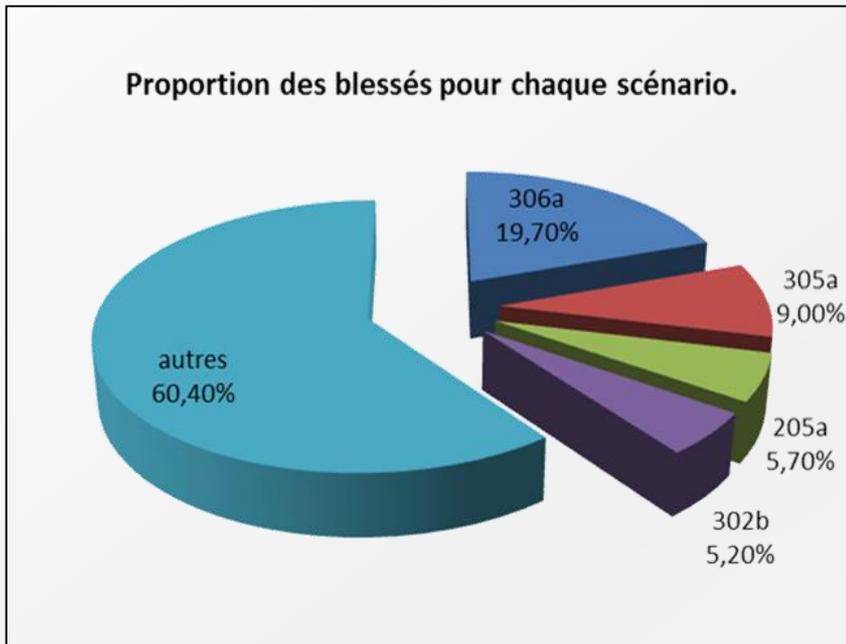
WP2 – Avertissement

WP3 – Action directe

Bilan

Situations accidentogènes

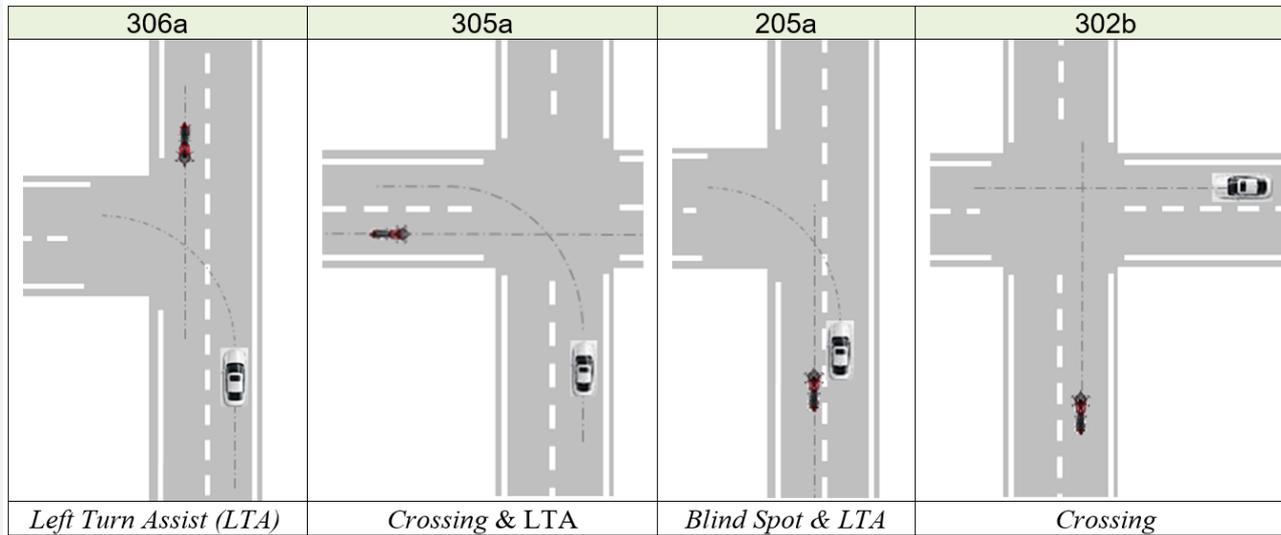
Proportions des blessés et tués par scénario



Situations accidentogènes

- **Cas d'usages pertinents pour la connectivite (amélioration sécurité)**
 - Accidents causés par une perte de contrôle ou un problème de guidage
 - V2V PEU UTILE
 - Accidents en intersection ➔ Obstruction/croisement ?
 - V2V PROMETEUSE

➤ Scénario de retenus pour l'étude :

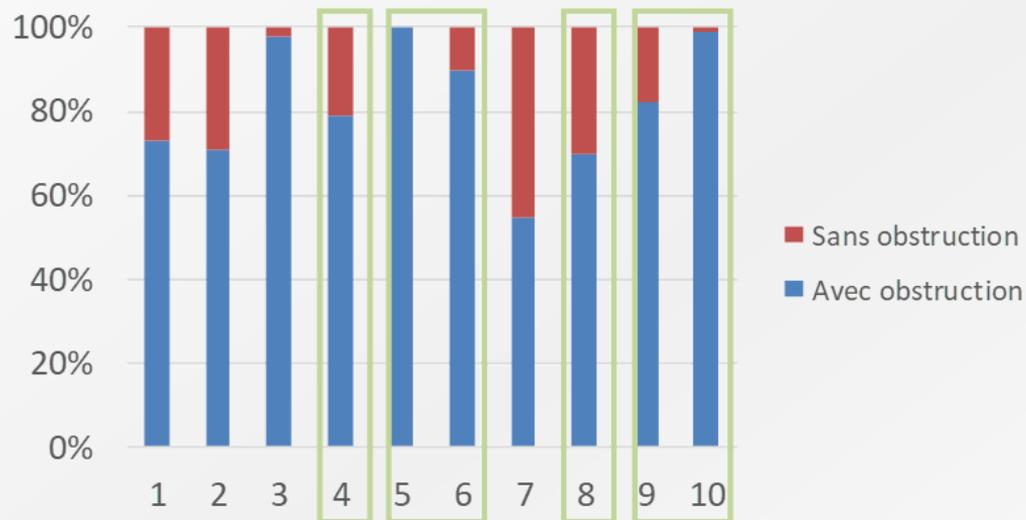


Situations accidentogènes

➤ Potentiel de la connectivité sécurité

- Elargir le champ de perception des capteurs ADAS
- Détection des situations accidentogènes très en amont
- Détection des situations accidentogènes malgré les obstacles

Visibilité pour chaque scenario - Extrapolation



Les scénarios sélectionnés sont représentés par les numéros :

4: 205a – « Blind Spot & LTA ».

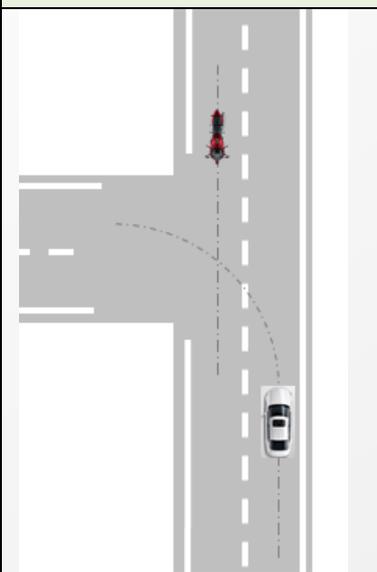
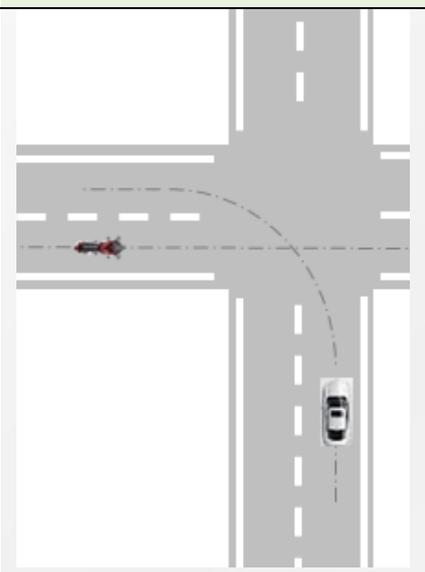
5 et 6: 302a et 302b – « Crossing ».

8: 305a – « Crossing » & « Left Turn Assist ».

9 et 10: 306a (jour et nuit) – « Left Turn Assist ».

Couverture de l'étude

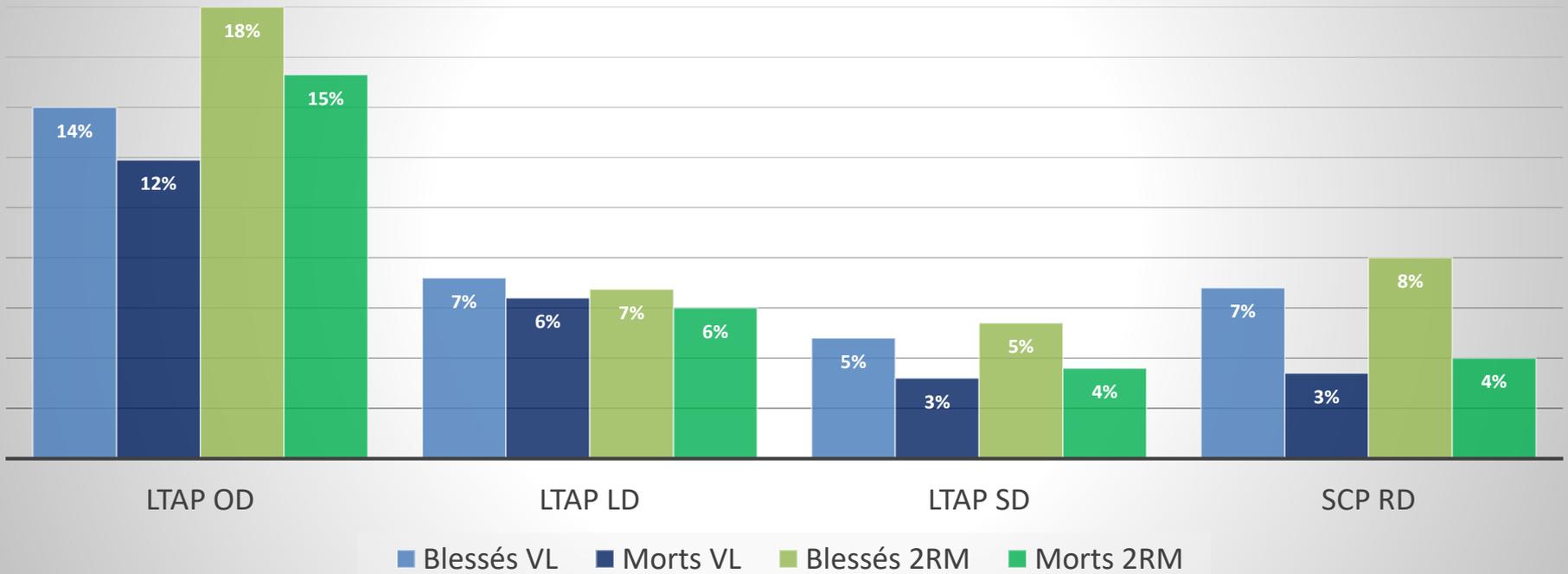
Sélection des plages de vitesses VL – 2RM

306a : LTAP – OD	305a : LTAP – LD	205a : LTAP – SD	302b : SCP – RD
			
VL : 10 – 20 km/h 2RM : 30 – 80 km/h	VL : 10 – 20 km/h 2RM : 30 – 80 km/h	VL : 10 – 20 km/h 2RM : 20 – 80 km/h	VL : 10 – 40 km/h 2RM : 20 – 60 km/h
Couverture VL : 70% Couverture 2RM : 90%	Couverture VL : 80% Couverture 2RM : 75%	Couverture VL : 80% Couverture 2RM : 90%	Couverture VL : 85% Couverture 2RM : 98%

Couverture de l'étude

Couverture par scénarios, gravité et engin

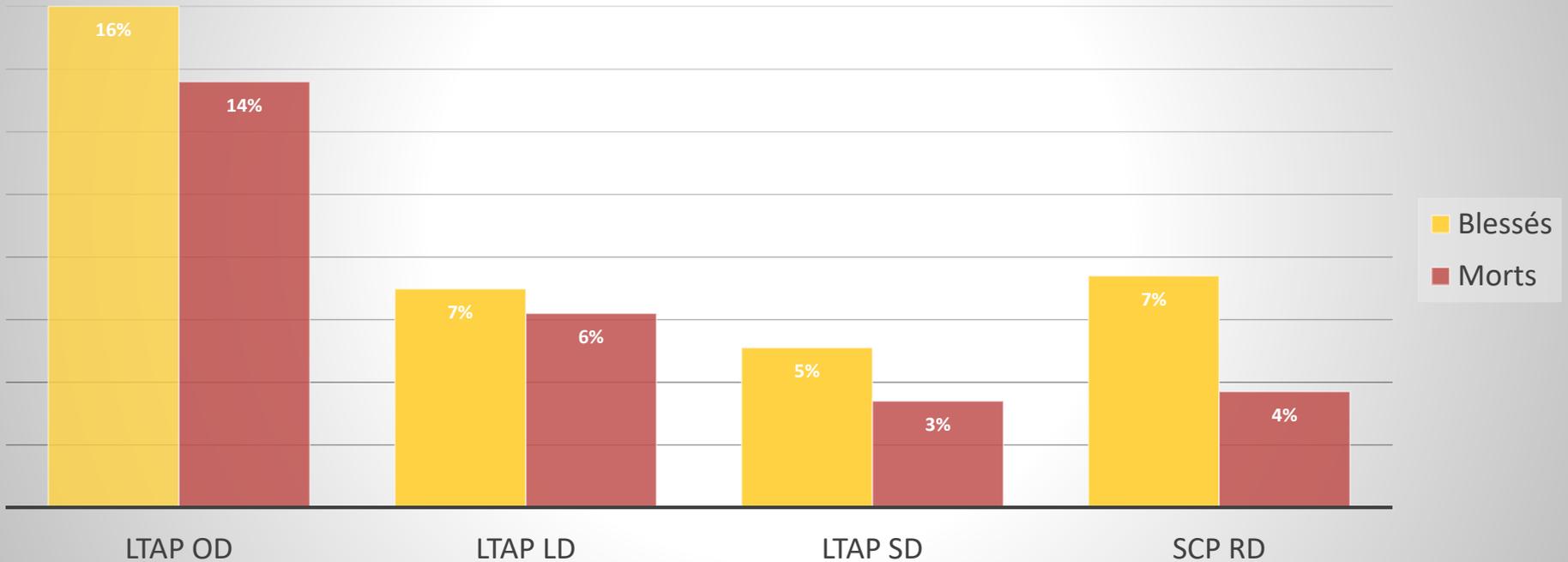
Pourcentage traité par l'étude de l'accidentologie, par cas d'usage



Couverture de l'étude

Couverture globale par scénario et gravité

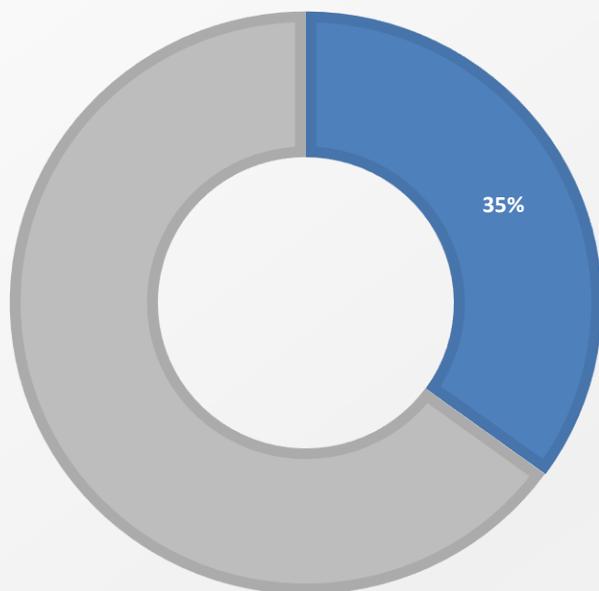
Pourcentage traité par l'étude des blessés et des morts dans l'accidentologie



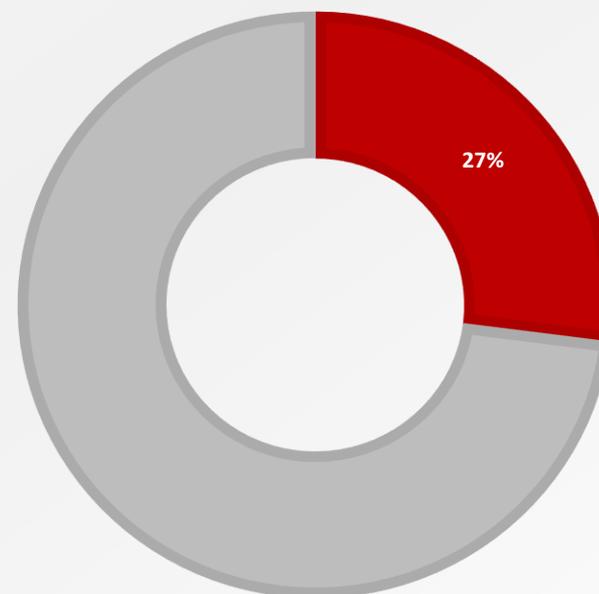
Couverture de l'étude

Couverture globale étude

BLESSÉS



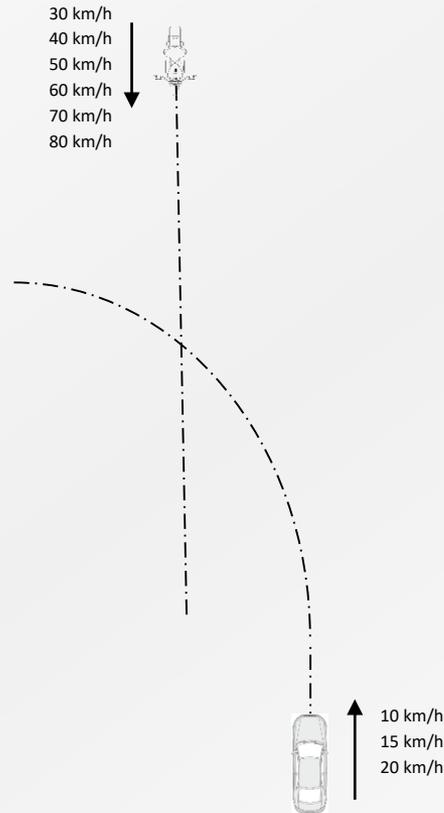
TUÉS



●●● LTAP – OD

🚩 Left Turn Across Path – Opposite direction

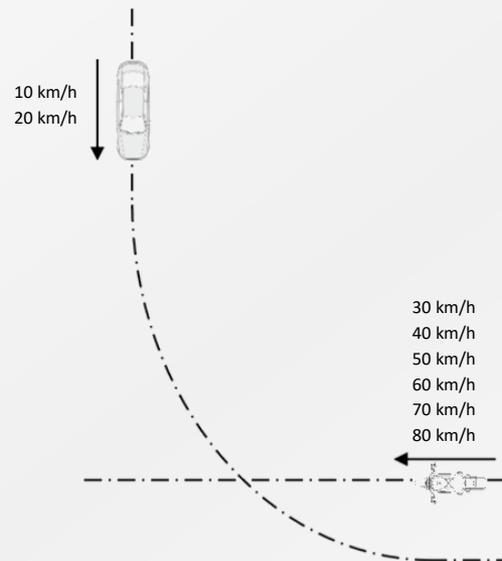
🚩 Sélection des vitesses en prenant en compte les résultats de MUSE



●●● LTAP – LD

🚦 Left Turn Across Path Left Direction

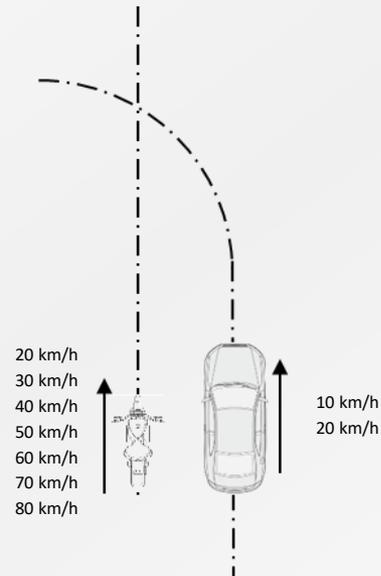
🚦 Sélection des vitesses en prenant en compte les résultats de MUSE



●●● LTAP – SD

🚩 Left Turn Across Path Same Direction

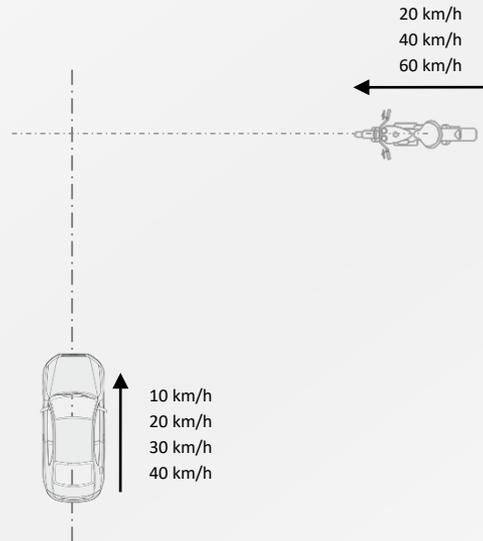
🚩 Sélection des vitesses en prenant en compte les résultats de MUSE



SCP – RD

➤ Straight Cross Path Right Direction

➤ Sélection des vitesses en prenant en compte les résultats de MUSE



●●● Objectif

➤ **Etudier le potentiel des systèmes de connectivité sur la sécurité des utilisateurs des 2RMs**

- Développer système V2V → simuler fonctionnalités V2V
- Développer cible moto connectée → réalisation des essais
- Evaluer performances système V2X → alerter conducteur du VL
- Evaluer performances système V2X → alerter conducteur moto
- Evaluer performances système V2X → agir directement sur le VL
- Evaluer performances système V2X → agir directement sur la moto



Déroulement du projet

●●● Calendrier d'exécution

		janv-19	févr-19	mars-19	avr-19	mai-19	juin-19	juil-19	août-19	sept-19	oct-19	nov-19	déc-19	janv-20	févr-20	mars-20	avr-20	mai-20	juin-20	juil-20	août-20	sept-20	oct-20	nov-20
ID	NAME	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	20	21	20	21	22	23
WP1	Implémentatiion des systèmes de connectivité																							
T1.1	Développement et adaptation des outils d'essais	■	■	■	■	■	■	■	■	■														
T1.2	Caractérisation des timings d'envoi										■													
L1.1	Rapport implémentation de la connectivité pour les scenarios d'étude											■	■	■	■	◆								
WP2	Utilisation de la connectivité V2V pour une fonction d'avertissement																							
T2.1	Avertissement pour le conducteur du véhicule																							
T2.1.1	Préparation des Essais																							
T2.1.2	Réalisation des Essais - RSU précision GPS																							
T2.1.3	Analyse des resultats et étude sur l'efficacité des signaux d'alerte																							
T2.1	Avertissement pour le motocycliste																							
T2.1.1	Preparation des Essais																							
T2.1.2	Réalisation des Essais - RSU précision GPS																							
T2.1.3	Analyse des resultats et étude sur l'efficacité des signaux d'alerte																							
L2.1	Rapport resultats WP2																							◆
WP3	Etude de l'apport de la connectivité en vue d'une action directe																							
T3.1	Action du véhicule																							
T3.1.1	Préparation des Essais																							
T3.1.2	Réalisation des Essais - RSU précision GPS																							
T3.1.3	Analyse des résultats																							
T3.2	Action du 2RM																							
T3.2.1	Preparation des Essais																							
T3.2.2	Réalisation des Essais - RSU précision GPS																							
T3.2.3	Analyse des résultats																							
L3.1	Rapport resultats WP3																							◆
WP 4	Rapport Final																							
T4.1	Redaction du rapport																							
L4.1	Rapport Final																							◆

Introduction

Déroulement projet

WP1 – Implémentation

WP2 – Avertissement

WP3 – Action directe

Bilan

●●● Ressources humaines

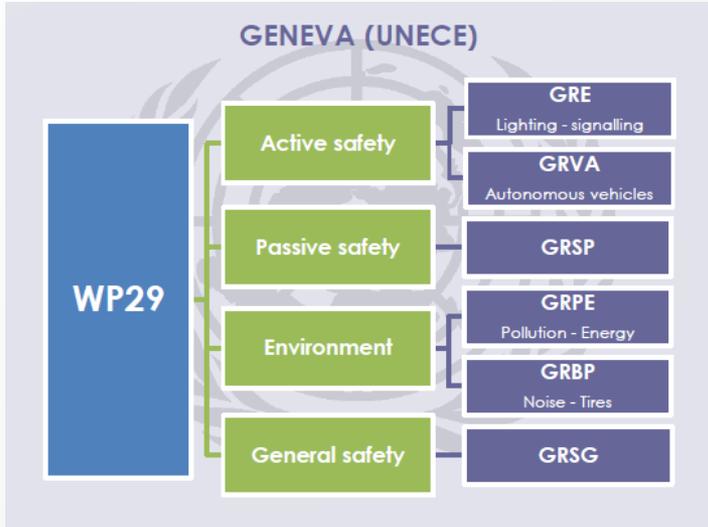
- *Théo CHARBONNEAU : Responsable d'Activité Grands Projets*
- *Camille SAVARY : Ingénieure Essais ADAS Latéraux*
- *Pierre LAUBRY : Ingénieur Essais ADAS Longitudinaux*
- *Guillaume STECOWIAT : Responsable d'Activité Connectivité*

- *Rodrigo NUNEZ MIGUEL : ex-Responsable d'Activité Grands Projets*
- *Ariane FAVREUL : ex-Ingénieure Essais ADAS Longitudinaux*

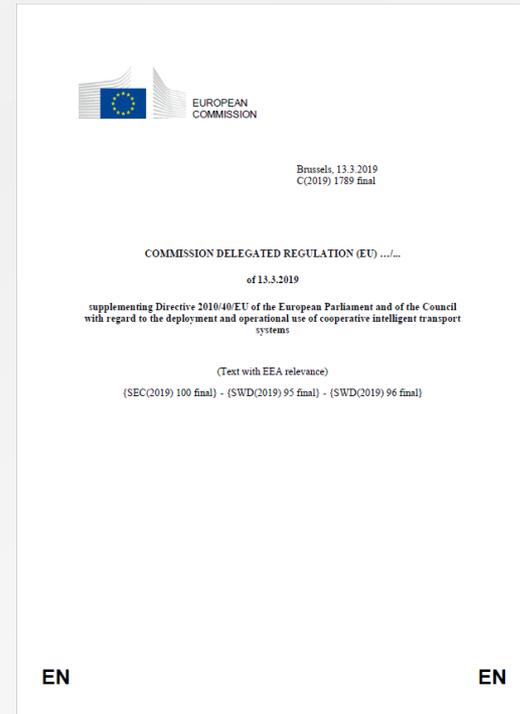


Implémentation des Systèmes de connectivité

●●● La connectivité



- Today, there is not regulation covering the V2X technology
→ The GRVA does not included a V2X framework



- A delegated act was submitted and rejeted in 2019
→ A new one will be written in 2021



European Commission

●●● La connectivité



Primary safety rating 2025 including V2X

Source : EuroNCAP 20/25 Roadmap, *September 2017*

Introduction

Déroulement projet

WP1 – Implémentation

WP2 – Avertissement

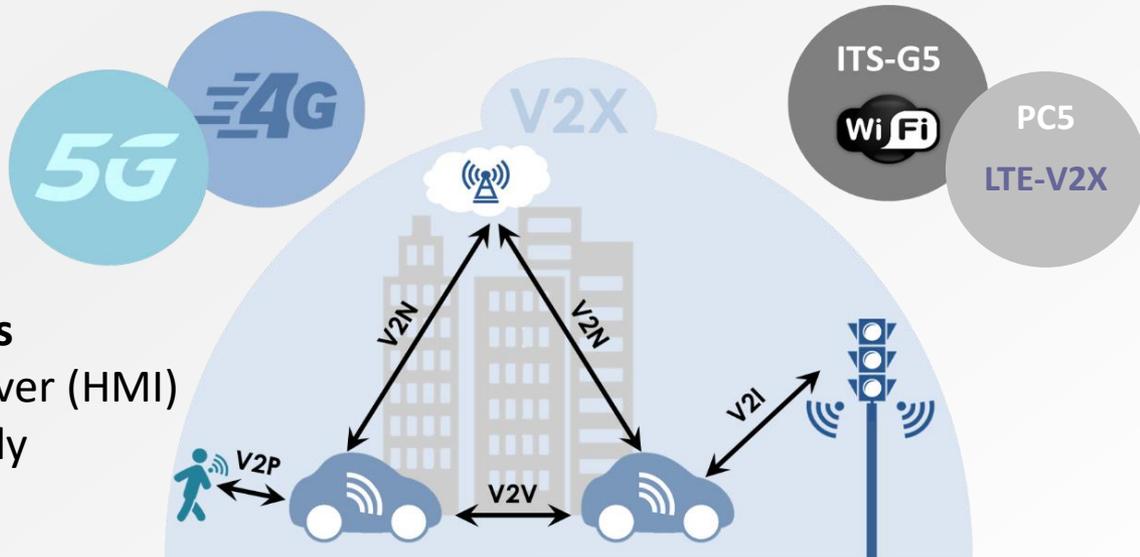
WP3 – Action directe

Bilan

●●● La connectivité

V2X = Direct communications (V2V, V2I & V2P) + Network communications (V2N)

Data exchanges via **Wi-Fi (ITS G5)** or **Cellular (LTE-V R14/5G)**
 Following the ETSI standard & 3GPP



Two connected vehicle generations

2020-2025 : Information use by driver (HMI)

2025-2030 : Information use directly by vehicle (CAN linked)

Introduction	Déroulement projet	WP1 – Implémentation	WP2 – Avertissement	WP3 – Action directe	Bilan
--------------	--------------------	----------------------	---------------------	----------------------	-------

●●● Les moyens d'essai ADAS

Reproduire les scénarios accidentogènes sur piste



Plateforme avec cible deux-roues motorisé Européen développé avec les projet MUSE



Robot volant



FCW



Contrôleur



Robot pédales

Centrale Inertielle

Robots de conduite

●●● Objectifs

⇒ Développer un système V2V propre à l'étude

- Collaboration avec Marben



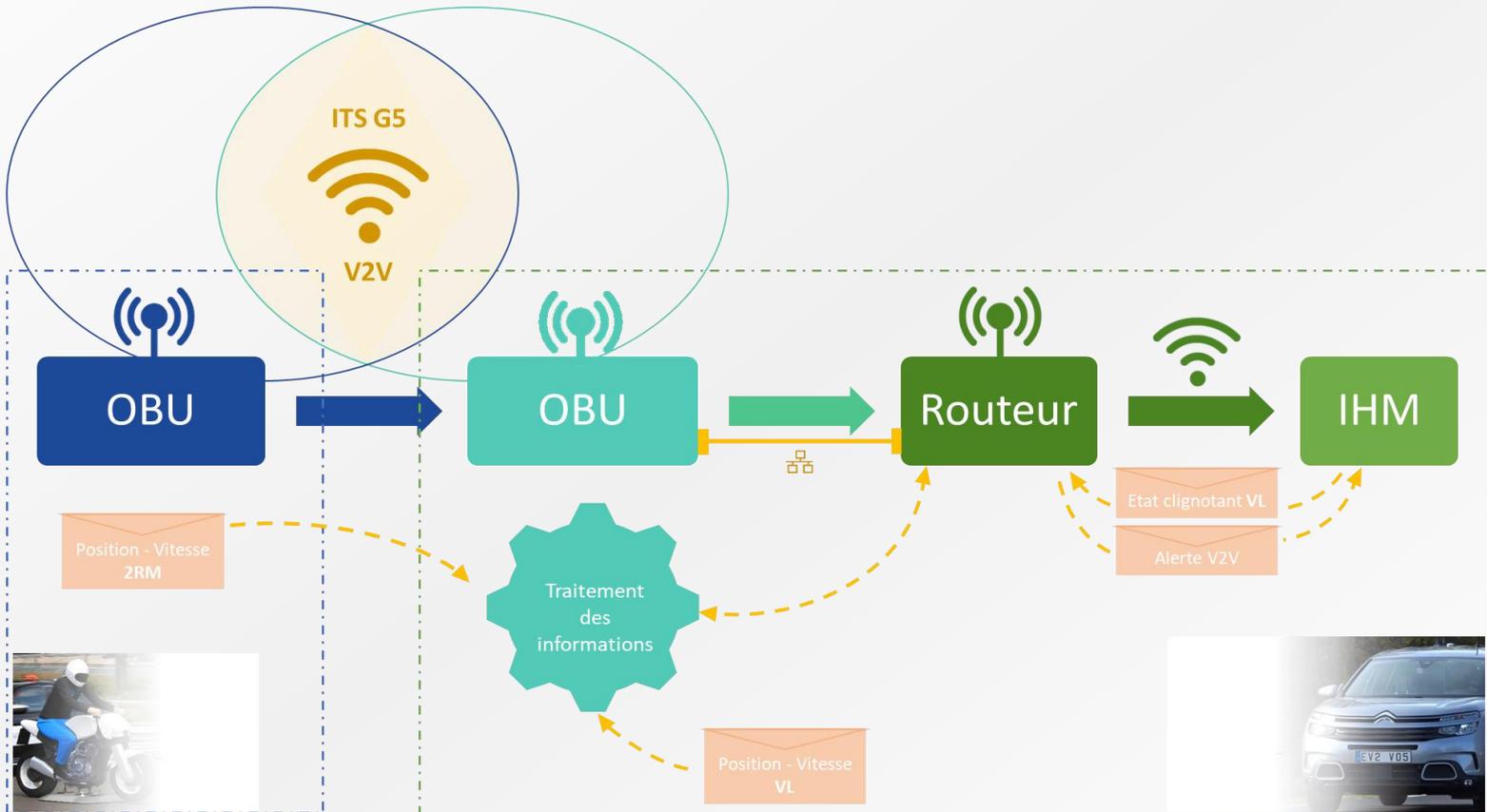
⇒ Développer une cible moto connectée -> essais.

- Travail avec AB Dynamics



●●● Développement des Outils

Application du V2V aux moyens d'essai



● ● ● Développement des Outils

⇒ Matériel V2V :



V2X On-Board Communication Unit



V2X Roadside Communication Unit

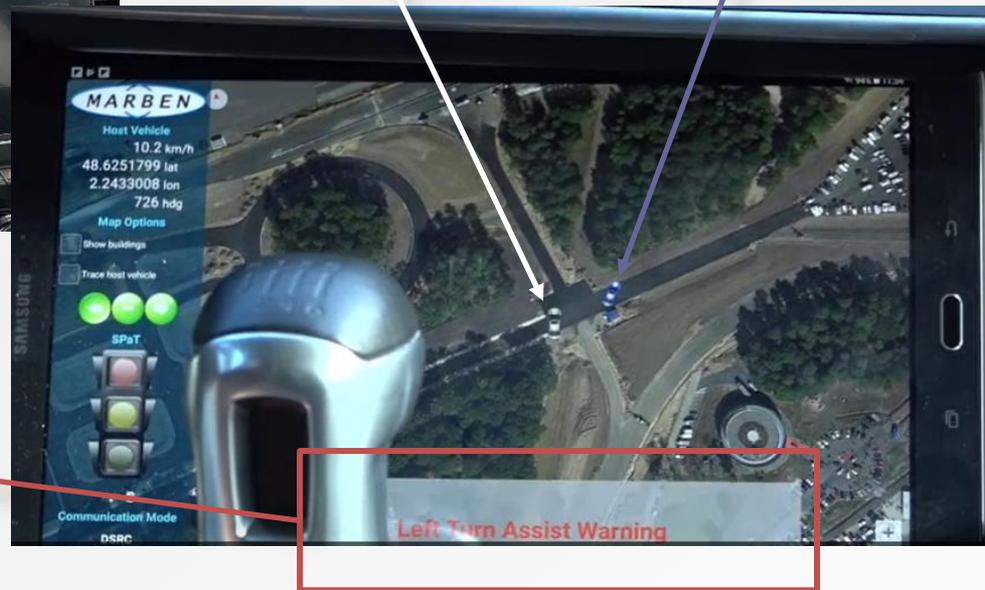
● ● ● Développement des Outils

👉 IHM (Interface Homme-Machine)



Véhicule léger

Deux-roues motorisé



👉 Alerte sonore :
« Left Turn Assist Warning »

●●● Développement Système V2V

🚀 Livraison software Marben:

- 🚀 Travail d'assimilation du fonctionnement de son algorithme.
- 🚀 Mise au point des paramètres dans le cas d'usage pour s'adapter à notre besoin.

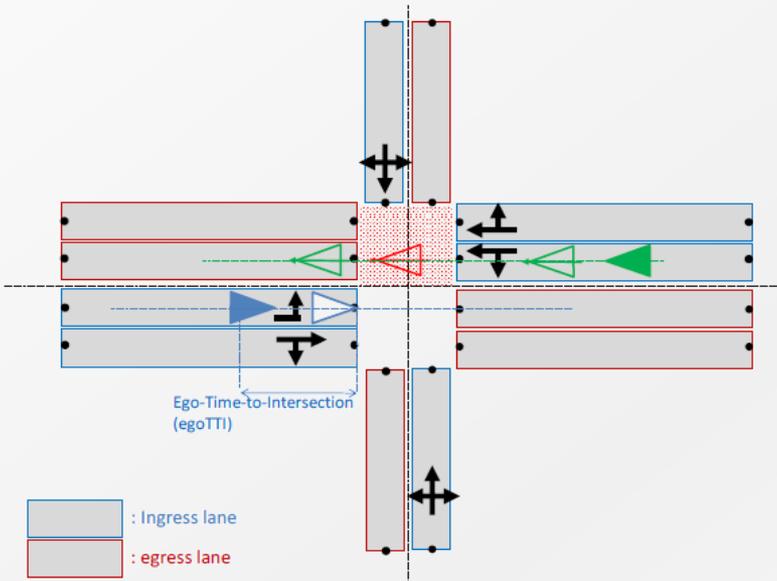


Figure 18: LTA "MAP mode"

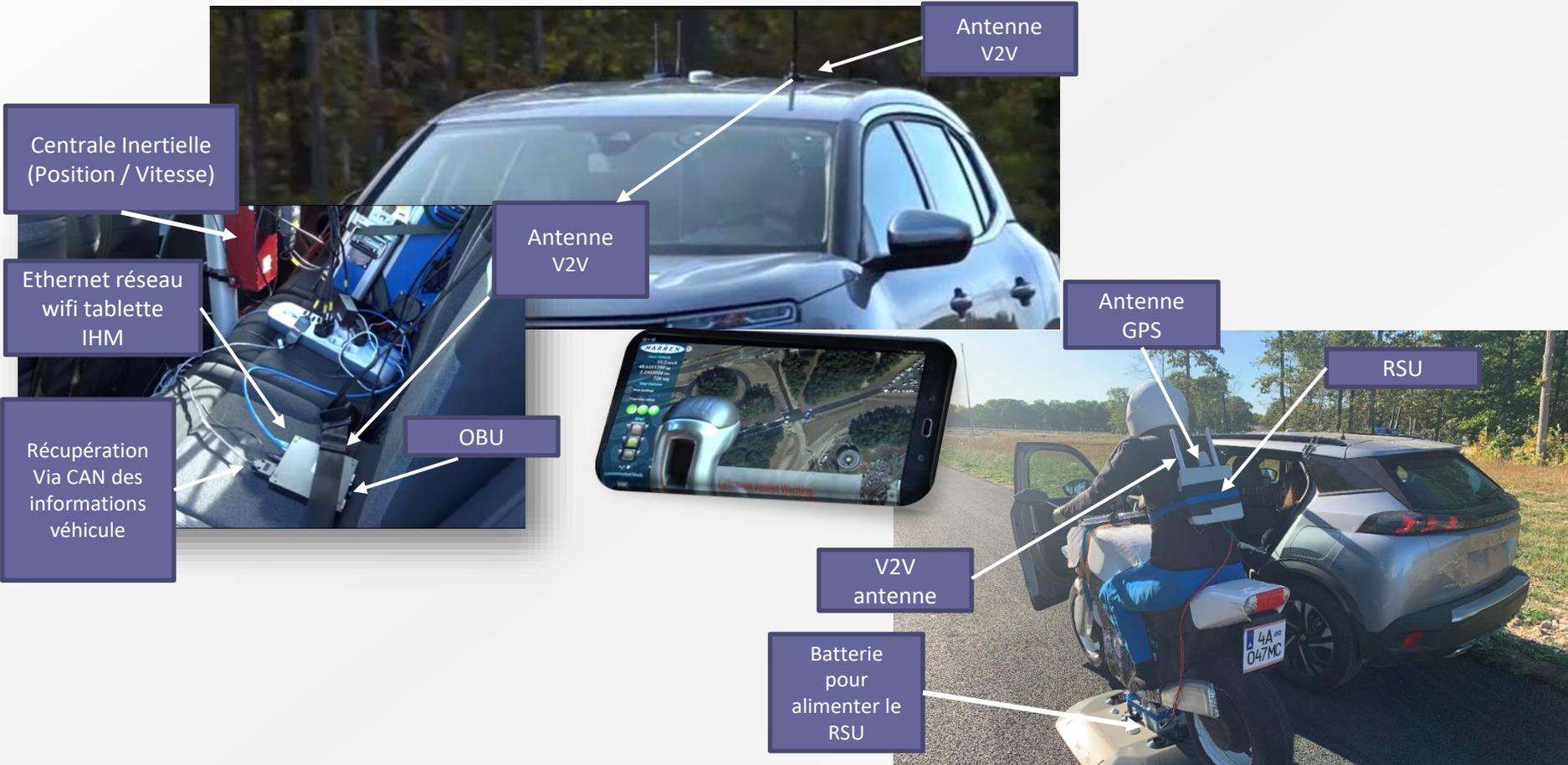
- 🚀 Paramètres par défaut basés sur des études accidentogènes des US.
- 🚀 Les dimensions plus petites du 2RM rendent difficile le fonctionnement correct de l'algorithme.
 - Besoin de définir un bouclier de sécurité au tour de la moto.
- 🚀 Avec les paramètres par défaut une grande partie des accidents véhicule & moto seraient exclus.



🚀 Conclusion: Le besoin de différenciation du véhicule remonte dans les systèmes V2V.

●●● Développement des Outils

➤ Installation du V2V sur les moyens d'essai



● ● ● Caractérisation des signaux

🚩 Objectifs :

- 🚩 Obtenir les timings auxquels le système V2V envoie les Signaux d'Alerte au conducteur afin de pouvoir configurer les futurs essais.



● ● ● Caractérisation des signaux

⇒ Méthodologie

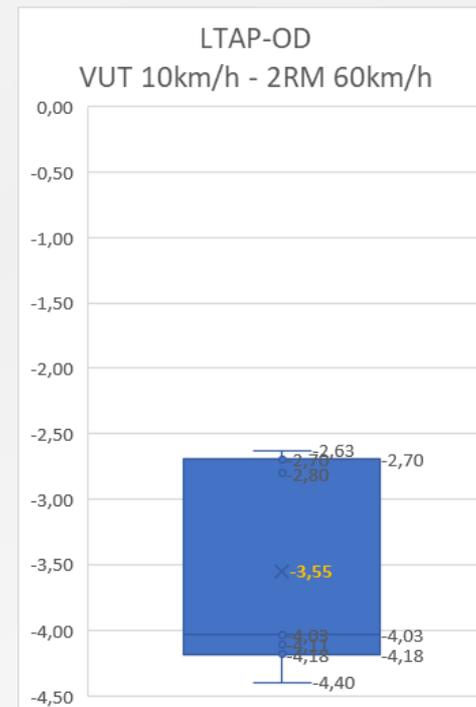
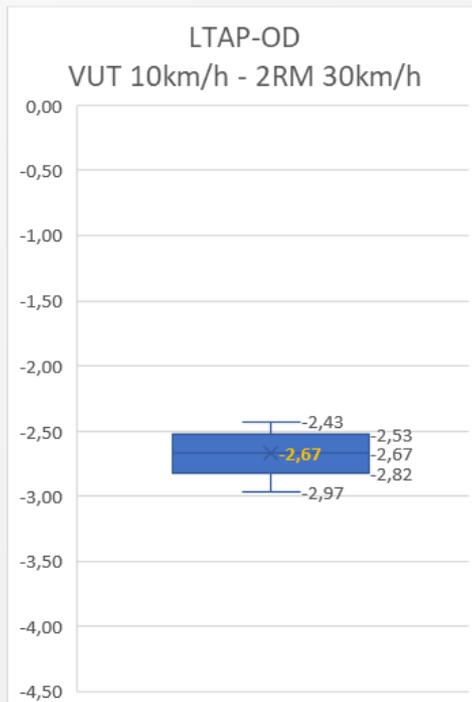
- ⇒ *Reproduction des trajectoires avec des robots de conduite et plateformes*
 - *Précision au cm pour assurer la répétabilité entre différent essais.*
- ⇒ *Enregistrement du signal d'avertissement émis par l'IHM*
 - *Synchronisé avec les mesures faites lors de l'essais.*
- ⇒ *Analyse des données : temps d'apparition de l'alerte avant la collision théorique (TTC_{fcw} – Time to collision Forward Collision Warning).*



●●● Caractérisation des signaux

➤ Pour chaque scénario et combinaisons de vitesse :

- Moyenne
- Ecart-type



●●● Caractérisation des signaux

⚡ LTAP-OD

- ⚡ TTCfcw assez réguliers avec des écart-types pas trop élevés.
- ⚡ Valeur du TTCfcw cohérente et semble à priori suffisante pour avertir un conducteur afin qu'il puisse lui-même éviter l'accident.

⚡ LTAP-SD

- ⚡ TTCfcw variés (écart-type jusqu'à 0,7s)
- ⚡ Valeurs du TTCfcw très grandes qui font douter de l'efficacité du système dans le monde réelle.
- ⚡ Pas d'alerte pour 60km/h et 70 km/h avec une vitesse véhicule 10 km/h.

⚡ LTAP-LD

- ⚡ Pas d'alerte à vitesse véhicule 10 km/h et vitesse moto 20 et 60 km/h.
- ⚡ Trop d'essais sans alerte. Le système V2V ne semble pas fiable pour ce scénario.
- ⚡ Lorsqu'il y a un FCW, l'alerte est suffisamment précoce pour permettre au conducteur d'agir.

⚡ SCP-RD

- ⚡ TTCfcw trop importants – ils donnent l'impression de ne pas être réalistes dans le contexte du monde réel.



Utilisation de la connectivité V2V pour une fonction d'avertissement

● ● ● Utilisation de la connectivité V2V pour une fonction d'avertissement

🚩 Objectifs

- 🚩 *Evaluer les performances du système V2X en tant qu'alerte pour le conducteur du véhicule.*
- 🚩 *Evaluer les performances du système V2X en tant qu'alerte pour le conducteur du 2RM.*



●●● Avertissement pour le conducteur de la voiture

⇒ Méthodologie

- ⇒ Enregistrement du signal d'alerte envoyé par le V2V (via IHM) à l'aide d'un microphone
- ⇒ Simulation d'une action conducteur à l'aide du robot de frein qui freine 1,2s après l'alerte (temps de réaction) avec une décélération de $0,6 \text{ m/s}^2$.
- ⇒ Analyse des résultats :
 - Impact ?
 - Distance d'arrêt du véhicule par rapport à la cible ?
 - Position du véhicule dans l'intersection ?

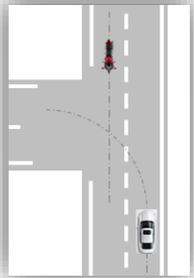
●●● Avertissement pour le conducteur de 2RM

⇒ Méthodologie

- ⇒ Calcul de la moyenne des T_{fcw} pour les différentes configurations d'essai – caractérisation des signaux
- ⇒ A partir du T_{fcw} moyen + temps de réaction humain (1,2s)
-> simulation freinage de $0,4 \text{ m/s}^2$.
- ⇒ De même que pour la voiture, analyse des résultats :
 - Impact ?
 - Distance d'arrêt du véhicule par rapport à la cible ?
 - Position du véhicule dans l'intersection ?

●●● Avertissement pour le conducteur de la voiture

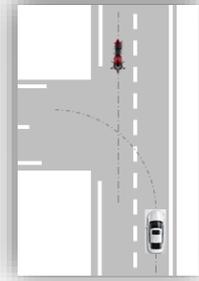
 LTAP-OD



●●● Avertissement pour le conducteur de la voiture

⇒ LTAP – OD : Conclusion

- ⇒ Pour **54% des essais**, le véhicule n'est plus dans sa voie lors de l'arrêt. Cela n'implique pas nécessairement une collision.
- ⇒ Dans une partie des cas avec alerte, l'opérateur a dû freiner car le **FCW était trop tardif**.
- ⇒ Le système **V2V détecte la potentielle collision suffisamment tôt pour les hautes vitesses**.
- ⇒ Pour les essais à **10 km/h**, le véhicule rentre très peu dans la voie du motocycliste en laissant une **marge de sécurité suffisante**.
- ⇒ Les **quelques cas pour lesquels le système d'alerte n'a pas fonctionné** a été à vitesse **véhicule 20 km/h**.
- ⇒ La moyenne du temps d'apparition du FCW sur l'ensemble des essais à 20 km/h est de 2.04 secondes. En tenant compte du temps de réaction du conducteur de 1.2 secondes, le freinage ne débuterait qu'à 0.84 seconde avant la collision. La vitesse du véhicule étant sensiblement plus élevée, l'évitement du 2RM semble plus compromis, mais pas impossible pour autant.

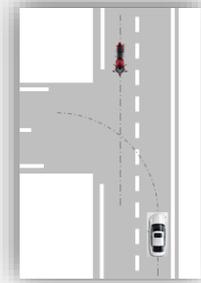


●●● Avertissement pour le conducteur de 2RM

⇒ LTAP – OD : Conclusion

⇒ Situations de collision :

- 1/7 essais : VUT à 10 km/h et 2RM à 40 km/h
 - Impact non représentatif de la situation
- 2/3 essais : **VUT à 15 km/h et 2RM à 50 km/h**
 - Impact probable dans cette situation
- Hautes vitesses (2RM >60 km/h et VUT à 15 et 20 km/h)



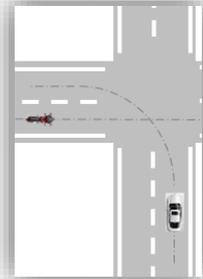
- ⇒ **Avertissement suffisant** – le 2RM n'entre pas dans l'intersection pour une combinaison de vitesse du **VUT à 10 km/h et du 2RM à 30 km/h**
- ⇒ **Autres situations : ralentissement du 2RM suffisant pour laisser passer le véhicule à l'intersection.**

⚠ Arrêt du 2RM dans l'intersection = + Vulnérable

- ⇒ Bien que les conditions météorologiques n'aient pas d'influence sur le système V2V, sur route humide le freinage du 2RM pourrait être significativement moins efficace – un avertissement plus précoce serait alors nécessaire.

●●● Avertissement pour le conducteur de la voiture

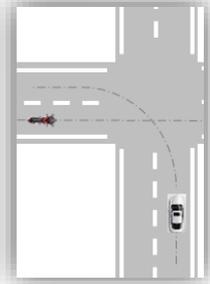
LTAP-LD



●●● Avertissement pour le conducteur de la voiture

⇒ LTAP – LD : Conclusion

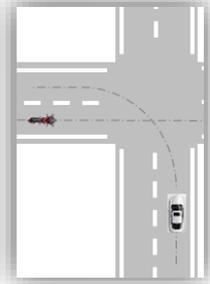
- ⇒ L'ensemble des essais présentent un **FCW précoce**, ce qui laisse le temps au conducteur de freiner.
- ⇒ **Le véhicule n'entre donc pas dans l'intersection, et donc encore moins dans la voie du 2RM.**
- ⇒ L'impact est donc facilement évité et il reste même une **distance de sécurité** suffisante une fois le véhicule arrêté.
- ⇒ Le système détecte suffisamment tôt pour les haute vitesses.
- ⇒ Cependant, mis en **situation réelle, conducteur ressent** un signal bien **trop précoce**. D'un point de vue extérieur cela se remarque aussi.
- ⇒ Effectivement, le conducteur est encore à près de 17 mètres en moyenne de l'intersection quand le FCW survient, et par suite le freinage.
- ⇒ Si l'intersection n'est que partiellement obstruée, le conducteur n'a même pas encore vu le 2RM approcher que le véhicule l'alerte déjà.



●●● Avertissement pour le conducteur de 2RM

⇒ LTAP – LD : Conclusion

- ⇒ Les essais ont montrés qu'avec l'avertissement, le 2RM avait un temps suffisant pour freiner, afin d'éviter la collision avec le véhicule.
- ⇒ Impact pour VL à 20km/h et 2RM à 70-80km/h
- ⇒ Avertissement assez précoce pour que le 2RM n'entre pas dans l'intersection.



●●● Avertissement pour le conducteur de la voiture

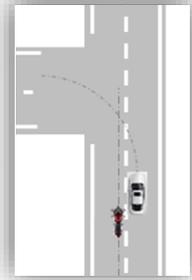
➤ LTAP-SD



●●● Avertissement pour le conducteur de la voiture

⇒ LTAP – SD : Conclusion

- ⇒ Pour la plupart des combinaisons de vitesses → pas d'intervention de FCW
= **la répétabilité incertaine pour ce scénario.**
- ⇒ **Intervention du FCW - suffisamment précoce** pour laisser le temps au conducteur de freiner et d'éviter la collision.
 - Le VL se trouve majoritairement dans sa voie au freinage.
- ⇒ **Distance de sécurité malgré la proximité des véhicules** pour ce scénario.
- ⇒ **4 autres essais présentant un temps de FCW trop court pour laisser le temps au robot de frein s'actionner**, et l'Ingénieur Essai a dû effectuer un freinage pour éviter l'impact.
- ⇒ Cas particuliers : **essais VUT 20km/h-2RM 20km/h** qui ne peuvent être concluants, ou adaptés dans la réalité car le **FCW retenti tout le long de l'essai.**
 - Véhicule dans l'angle mort du VUT – Blind Spot Warning déjà existant



●●● Avertissement pour le conducteur de 2RM

⇒ LTAP – SD : Conclusion

⇒ Résultats mitigés

⇒ Pour des vitesses de véhicule proche, l'avertissement est reçu très tôt, le système V2V considère l'angle mort plutôt que la manœuvre du véhicule pour tourner.

- La collision est évitée, cependant dans la réalité, un avertissement trop précoce risque d'être inconfortable pour le conducteur.

⇒ Pour les autres combinaisons de vitesses, pas d'impact et le 2RM ne rentre pas dans l'intersection.

⇒ Cas critiques :

- 50% des cas avec impact, VUT à 20 km/h et le 2RM à 50 km/h.
- Hautes vitesses



●●● Avertissement pour le conducteur de la voiture

 SCP-RD



Introduction

Déroulement projet

WP1 – Implémentation

WP2 – Avertissement

WP3 – Action directe

Bilan

●●● Avertissement pour le conducteur de la voiture

⇒ SCP – RD : Conclusion

- ⇒ Similairement au LTAP-LD, quasiment tous les essais en SCP-RD sont **concluants**.
- ⇒ 2 essais où le système n'a pas fourni un FCW (VUT 20-2RM 60)- effectués avec un autre véhicule. Résolus lors des essais avec plateforme synchronisée
- ⇒ 5 essais le VUT s'arrête en étant engagé dans l'intersection, mais il n'entre jamais dans la voie du 2RM. Ainsi, le système assure une importante **marge de sécurité** entre les deux véhicules.
- ⇒ Cependant, le **ressenti du conducteur**, ainsi que d'une personne extérieure au véhicule d'essai, est à nouveau l'**apparition trop précoce du FCW par rapport à l'intersection**, et donc du freinage.

●●● Avertissement pour le conducteur de 2RM

⇒ SCP – RD : Conclusion

- ⇒ **FCW tôt**, le 2RM a le temps suite à l'avertissement de freiner suffisamment **pour éviter la collision et s'arrêter avant l'intersection.**



Utilisation de la connectivité V2V pour une fonction d'action directe

●●● Action Véhicule Léger

⇒ LTAP-OD : Conclusion

⇒ Rappel : Avertissement – résultats mitigés

Suivant les combinaisons : FCW adéquat ou tardif (notamment VL > 20km/h).

⇒ Résultats concluants : pas d'impact avec une action directe sur le véhicule suite à l'alerte.

⇒ S'affranchir du temps de réaction permet d'améliorer la distance de sécurité entre les véhicules : le VL ne rentre pas dans la voie du 2RM.

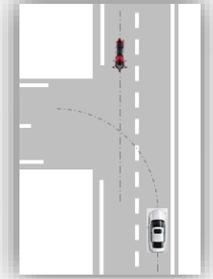
- Pour un VL à 10 km/h (avertissement sonore suffisant pour éviter l'impact)

⇒ Impact évité :

- Pour les cas où l'avertissement tardif

●●● Action 2RM

⇒ LTAP-OD : Conclusion



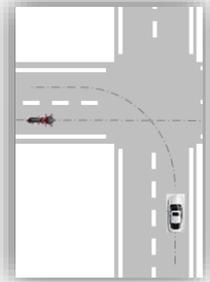
- ⇒ Rappel Avertissement : impact pour les hautes vitesses ($2RM \geq 60 \text{ km/h}$)
- ⇒ Action véhicule
 - Permet d'éviter l'impact avec une distance de sécurité adéquate
 - Arrêt du 2RM dans l'intersection (+vulnérable)

●●● Action Véhicule Léger

🚩 LTAP-LD : Conclusion

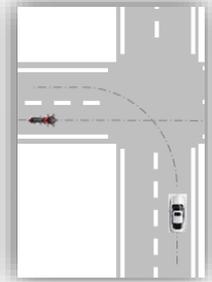
🚩 Alerte précoce

- Le véhicule ne rentre pas dans l'intersection.



●●● Action 2RM

➤ LTAP-LD : Conclusion



- Rappel Avertissement : temps d'alerte précoce
 - 2RM dans l'intersection uniquement pour les hautes vitesses
(VL à 20 km/h et 2RM à 70-80km/h)
- Action véhicule apporte une marge de sécurité pour les hautes vitesses
- Autres cas : peu de valeur ajouté – l'avertissement du motocycliste est suffisant

●●● Action Véhicule Léger

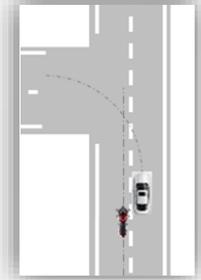
⇒ LTAP-SD : Conclusion

⇒ Rappel Avertissement :

- FCW non répétable
- Lorsqu'il intervient – temps d'alerte précoce
 - VL majoritairement arrêter dans sa voie
- Cas particuliers :
 - VL 20km/h-2RM 20km/h – alerte continue
 - VL 10km/h-2RM 20km/h – pas d'alerte
 - VL 20km/-2RM 30km/h – alerte précoce (6 à 8 secondes TTC)

⇒ Pour les cas où l'avertissement est tardif → *Action véhicule nécessaire / temps d'émission du signal adéquate.*

- VL 10km/h – 2RM 30km/h (2/4 distance de sécurité assurée)
- VL 10km/h – 2RM 40km/h : essais concluants
- VL 10km/h – 2RM 50km/h : FCW + tardif = action directe permet d'éviter l'impact (arrêt de quelques centimètres dans la voie du 2RM – distance adéquate)
- VL 20km/h : FCW non répétable – Action directe = évitement avec marge de sécurité.



●●● Action 2RM

⇒ LTAP-SD : Conclusion

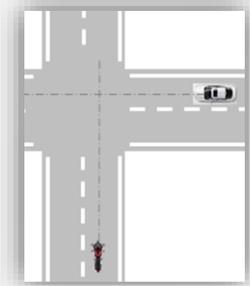
- ⇒ Cas pour lesquels l'avertissement est suffisant mais le 2RM s'arrête dans l'intersection – Action permet d'ajouter une distance de sécurité
- ⇒ **Impact** – hautes vitesses
 - VL 20 km/h et 2RM 70-80km/h



●●● Action Véhicule Léger

⇒ SCP-RD : Conclusion

⇒ Evitement assuré par l'avertissement



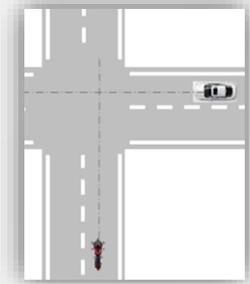
●●● Action 2RM

⇒ SCP-RD : Conclusion

- ⇒ Rappel avertissement :
Temps FCW précoce = alerte des conducteurs suffisante

- ⇒ VL 10km/h – 2RM 60km
 - Action direct = évitement

- ⇒ VL 20km/h – 2RM 40km
 - Avertissement : 2RM s'arrête dans l'intersection
 - Action directe : apporte une marge de sécurité pour le 2RM.





Bilan

●●● Apport et limites de la connectivité

⇒ Pour l'amélioration de la sécurité

Dans le cas des principaux cas d'accident entre un 2RM et un VL

⇒ Alerter

- L'alerte remontée par le système V2X permet aux conducteurs d'éviter la collision pour la plupart des cas d'accident testés.

⇒ Action

- Efficace pour éviter la plupart des accidents 2RM/VL



En pratique, les freinages intempestifs sont inacceptables d'un point de vue conducteur

→ nécessite de couplage des informations V2V et capteurs du véhicule pour assurer une action adaptée à la situation.

- Apporte des informations supplémentaire (ex état des clignotant)
→ Prise de décision ADAS

●●● Apport et limites de la connectivité

⇒ Apport du V2V observés

⇒ Augmente le champ de détection autour du véhicule

- Notamment pour les grandes vitesses relatives (distance trop importante pour les capteurs)
- Pour les cas où la visibilité entre les véhicules n'est pas garantie dans une intersection (cas où les véhicules ont des directions perpendiculaires)

⇒ Indépendant des conditions météorologiques

●●● Apport et limites de la connectivité

⇒ Limites du système V2V observés

⇒ Fiabilité limitée

- **Répétabilité** de l'émission du signal (timing) – suivant le scénario et la configuration de vitesses.

⇒ Cadre à définir pour l'utilisation du V2V

- Certains cas d'usage ne sont pas adaptés
 - Alerte précoce / non cohérente avec la situation → ADAS suffisante seules (ex : faibles vitesses relatives, BSW)

⇒ Alerte précoce pour certains scénarios = gêne pour le conducteur

- Enjeux pour le développement du V2V : IHM et Driver Monitoring
 - Priorisation de l'information (éviter la surcharge)

●●● Apport et limites de la connectivité

⇒ La technologie ITS-G5

- ⇒ Aucune réglementation à ce jour
 - Standard Européen (Norme ETSI)
- ⇒ Sujet aux interférences - Besoin d'uniformisation avec une réglementation.
- ⇒ Sujet à la surcharge – dénis de service
- ⇒ Pas d'infrastructure existante

● ● ● Stratégie pour les scénarios d'accident

➤ Pour un véhicule connecté

<p>LTAP-OD 78% d'accidents évités avec un avertissement → la moitié : VL s'arrête dans la voie du 2RM</p> <p>Scénario en partie couvert par une simple alerte mais action nécessaire lors que l'alerte est tardive (définir un seuil d'urgence) – VL ≥ 15 km/h</p>	<p>LTAP-SD 74% d'accidents évités avec un avertissement → 1/4 : VL s'arrête dans la voie du 2RM</p> <p>Apparition de l'alerte non répétable sur les cas observés. Action directe intéressante pour des FCW tardifs (seuil d'urgence)</p>
<p>LTAP-LD & SCP-RD</p> <p>L'avertissement du conducteur via V2V peut permettre de couvrir ces situations d'accidents. Alerte précoce = IHM claire identification du danger – utile en cas de faible visibilité. Apport d'une action directe faible</p>	

● ● ● Stratégie pour les scénarios d'accident

➤ Pour un deux-roues motorisé connecté

LTAP-OD

80% des accidents évités avec un avertissement.

→ 2RM arrêté dans l'intersection (85%)

Action directe intéressante pour les hautes vitesses de 2RM

LTAP-SD

Accidents avec un 2RM < 50km/h sont couverts.

Action directe permet de couvrir les vitesses 50-60km/h, et au-delà les conséquences.

LTAP-LD & SCP-RD

L'avertissement du conducteur via V2V peut permettre de couvrir ces situations d'accidents.
Alerte précoce = IHM claire identification du danger – problématique pour un 2RM
Apport d'action directe faible

