



L6.1 Choix des scénarios d'interactions VL / piétons et cyclistes

Work Package	6
Responsable du WP, affiliation	CHAUVEL C., LAB
Livrable n°	L6.1
Version	V2
Auteur responsable du livrable	SERRE T., IFSTTAR
Auteurs, affiliations	BATTAGLIA V., LEDOUX V., CEREMA
Relecteurs, affiliations	Reakka Krishnakumar , CEESAR Vincent JUDALET, VEDECOM
Statut du livrable	Final

Veillez citer ce document de cette façon :

Serre, T., Battaglia, V. , Chauvel, C., (2020) Livrable L6.1 **Choix des scénarios d'interactions VL / piétons et cyclistes**, Projet Surca, financé par la FSR et la DSR, 15 p.

Historique des versions

Version	Date	Auteurs	Type des changements
V1	12/12/2019	Thierry SERRE	Rédaction livrable V1 et regroupement des fiches
V2	3/02/2020	Thierry SERRE	Rédaction finale
V3	6/04/2020	Thierry SERRE	Intégration des corrections des relecteurs

Remerciements

Le Projet SURCA est financé par la dévolution de la Fondation Sécurité Routière, la Délégation à la sécurité routière et pour moitié par les partenaires du projet.



Résumé du projet Surca

Les questions posées par la cohabitation de véhicules de plus en plus automatisés avec des véhicules conventionnels et des usagers vulnérables, cyclistes, piétons, deux-roues motorisés, sont au cœur des préoccupations des décideurs publics, constructeurs, ou spécialistes de l'infrastructure routière et de la sécurité routière. Tous ont l'espoir que ces nouvelles technologies contribuent à améliorer la sécurité routière. L'objectif global du projet « Sécurité des Usagers de la Route et Conduite Automatisées, SURCA » est de contribuer à une meilleure intégration de la Conduite Automatisée dans la circulation actuelle.

Les partenaires du projet (Ifsttar, DSR, Ceesar, Cerema, Vedecom, Lab), ont ainsi comme objectif d'identifier quelles interactions existent et quelles stratégies pertinentes sont mises en place par les conducteurs pour proposer des recommandations aux concepteurs de véhicules autonomes sur les besoins en termes d'interactions et en termes de comportement du véhicule autonome. Pour cela, il est prévu d'analyser des bases de données existantes sur la conduite des véhicules conventionnels et d'identifier les facteurs qui peuvent expliquer des comportements différents.

Les connaissances issues de ces bases seront utilisables pour simuler l'introduction de la conduite automatisée de niveaux 3, 4 et 5, avec des taux de pénétration faibles. La gestion des interactions avec les autres usagers doit être réalisée dès que le véhicule peut évoluer en autonomie sans supervision du conducteur, quelles que soient la durée et les sections sur lesquelles cette automatisation sera possible. En cas de taux de pénétration très important, d'autres types d'interactions risquent de se mettre en place et devront alors être étudiés.

Ce projet est articulé autour de deux sous-thématiques :

- L'identification des scénarios d'interaction entre véhicules autonomes et autres usagers de la route (véhicules conventionnels, deux roues motorisés, cyclistes, piétons), avec un focus particulier sur les personnes âgées :
 - Etude des situations de négociation où les conducteurs gèrent cette interaction humaine, à partir de bases de données de conduite conventionnelle, et en utilisant des éléments difficilement émis et perçus par les systèmes automatisés (regard, connaissance a priori d'intention, etc.),
 - Etude de la réaction des autres usagers face à un véhicule autonome alors que son conducteur est absorbé dans une tâche annexe,
 - Identification des besoins de communication du véhicule autonome en phase active avec les autres usagers,
 - Analyse des besoins des usagers âgés et acceptabilité sociétale du véhicule autonome.
- L'étude des impacts de la posture des occupants (conducteur et passagers) d'un véhicule en mode autonome sur le risque lésionnel :
 - Choix des scénarios de simulation : positions des occupants, conditions de choc (lors de la réalisation de tâches annexes) et systèmes de retenue,
 - Evaluation des lésions potentielles par simulations numériques en fonction des systèmes de retenue (par ex. déploiement d'air bag),
 - Recommandations en termes de postures acceptables selon les différents systèmes de retenue.

Résumé du Livrable L6.1

Ce travail a permis d'identifier les scénarios d'interaction critiques entre un futur Véhicule Automatisé (VA) et un piéton ou un cycliste.

A partir des scénarios d'accidents Véhicule Léger (VL)/piétons ou cyclistes connus dans les bases de données VOIESUR et FLAM, une première analyse « macro » a permis d'identifier les scénarios à enjeu. Cette analyse repose sur l'évaluation de la criticité des interactions avec un potentiel véhicule automatisé à l'aide de quatre critères : Est-ce que le scénario est challengeant pour le VA, est-il fréquemment rencontré lors de la conduite « normale », génère-t-il souvent une situation d'incident et nécessite-t-il une intervention humaine décisive pour éviter l'accident. Les grandes familles d'interaction retenues pour le piéton sont :

- Les piétons traversant en intersection avec toutes manœuvres du VA (VA allant tout droit, tournant à droite, tournant à gauche).
- Les piétons traversant sur une portion de route hors intersection (ligne droite ou courbe) en et hors passage piéton.
- Les piétons sur la voie, longeant la route de face ou de dos du même côté que le VA ou sur voie opposée.

Concernant les cyclistes, les grandes familles d'interaction retenues sont :

- Les cyclistes en intersection pour tous types de manœuvres (tout droit, tournant à droite, tournant à gauche) et confrontés à un VA.
- Les cyclistes s'engageant sur un rond-point.
- Les cyclistes à contre sens du VA ou circulant sur la voie opposée au VA.

Une deuxième analyse « micro » a permis de mieux cerner les paramètres à prendre en compte dans ces scénarios. Les partenaires du projet devaient préciser les types d'analyses qu'ils souhaitaient réaliser à partir du tableau des scénarios retenus, en utilisant une fiche d'analyse comportementale élaborée par le WP3 pour décrire, au mieux, les situations qu'il souhaitait rechercher dans les bases de données et les paramètres à disposer pour mener ces analyses.

Parmi les analyses qui seront réalisées, on trouve notamment des problématiques portant sur la détection de l'utilisateur vulnérable, la soudaineté de leurs comportements, leurs présences dans des zones sans marquage réglementaire, la difficulté pour le VA de choisir une manœuvre à réaliser, etc.

Table des matières

Introduction.....	6
I- Lien avec le WP2.....	6
II- Identification des scénarios d’interaction	8
Méthodologie	8
Résultats	9
III- Sélection des interactions étudiées dans la suite du projet.....	13
Méthodologie	13
Résultats	17
Conclusion – Liens avec le WP3.....	20
Annexes	21
Annexe 1 - Tableau de sélection des scénarios retenus	21
Annexe 2 - Fiches d’exploitations prévues.....	21

Introduction

Présentation du projet SURCA

L'objectif global de ce projet est de contribuer à une meilleure intégration des véhicules autonomes dans la circulation actuelle. Il s'agit ainsi d'identifier quelles interactions existent et quelles stratégies pertinentes sont mises en place par les conducteurs. Cela permettra de faire des recommandations aux concepteurs de véhicules automatisés sur les besoins en termes d'interactions et en termes de comportement du véhicule automatisé.

Objectifs du WP6

Les objectifs du WP6 dans le projet SURCA sont tout d'abord de décrire les principaux scénarios critiques d'interactions et plus particulièrement ceux des communications entre les conducteurs de VL et les piétons/cyclistes. Ensuite, d'effectuer une analyse des interactions entre VL et piétons/cyclistes de manière à identifier celles qui sont pertinentes pour la conduite automatisée. Enfin, le dernier objectif consistera dans la reconstruction des accidents, l'évaluation des gains attendus et l'identification des nouveaux risques éventuels liés à la conduite automatisée.

En lien avec les autres lots, et notamment le lot 2, il s'agit d'identifier les variables descriptives dans des scénarios d'interaction avec un véhicule, notamment en phase d'interaction forte comme la traversée d'un piéton ou le dépassement d'un cycliste. Dans ces phases critiques, le véhicule autonome diffère des usagers classiques et induit une modification de comportement de ces derniers qu'il convient d'identifier.

Objectifs de la tâche 6.1

L'objectif de cette tâche est d'obtenir la description des scénarios d'interaction en zones urbaines entre véhicules et piétons (passages protégés ou non) et avec les cyclistes (changement de voie du cycliste, comportement en intersection, remontée de file par la droite, ...). Cette tâche sera réalisée en étroite collaboration avec la tâche 3.2 en cycle itératif. En effet, il sera important de définir les scénarios recherchés en se basant sur les travaux antérieurs.

Cette première tâche a pour objectif, en relation avec les lots précédents, de définir les scénarios d'intérêt dans le cadre du projet, de les spécifier et d'identifier les variables descriptives.

I- Lien avec le WP2

La rédaction d'un glossaire¹ commun au projet a tout d'abord été élaborée afin que l'ensemble des partenaires partagent les mêmes concepts. Le but de ce glossaire était notamment de définir ce qu'est un véhicule automatisé, un scénario, des interactions, etc. Celui-ci a été revu et validé lors du séminaire du 26 et 27 septembre au LAB. De nombreuses définitions communes ont été discutées et approuvées telles que : la conduite manuelle, la conduite automatisée, le VA (Véhicule automatisé), le VPA (Véhicule partiellement automatisé), le VTA (Véhicule totalement automatisé), l'entité,

¹ Projet SURCA : Glossaire Tâche 5.0/6.0

l’environnement, l’infrastructure permanente, le décor, l’usager, l’état d’une entité, la scène, l’événement, le scénario, le cas d’usage, le temps de reprise en main, le temps d’intervention, le temps de reprise de contrôle,...

Début septembre 2018 a eu lieu le lancement de la sous-tâche 6.1. Un brainstorming sur les identifications des scénarios pertinents a été réalisé entre les partenaires de la sous-tâche. Il a été important de correctement identifier les besoins de chacun et les paramètres pour répondre à la question « qu’est-ce qu’un véhicule automatisé en conflit ».

Lors du séminaire du WP2 au LAB, de nombreux exemples correspondant au « véhicule automatisé en conflit » avec piétons ou cyclistes ont été présentés. Cet échange entre les partenaires a permis un premier partage des résultats et des visions à la fois macro (enjeux généraux) et micro (cas d’usage) de ces conflits.

L’analyse macro passe par l’identification globale des enjeux VL versus piéton/cycliste dans les bases de données accidentologiques sous la forme de pictogrammes associés à des indicateurs de gravité (accidents mortels par exemple) ou de fréquence de survenue de ces configurations d’accidents.

L’analyse micro, elle, fait référence à du cas par cas en détaillant plus finement les paramètres comportementaux et les mécanismes accidentels ou de conflits.

Nous détaillons ci-après la méthodologie proposée pour aboutir à l’analyse micro et la figure 1 ci-dessous illustre sur l’exemple du piéton en accident mortels cette démarche.

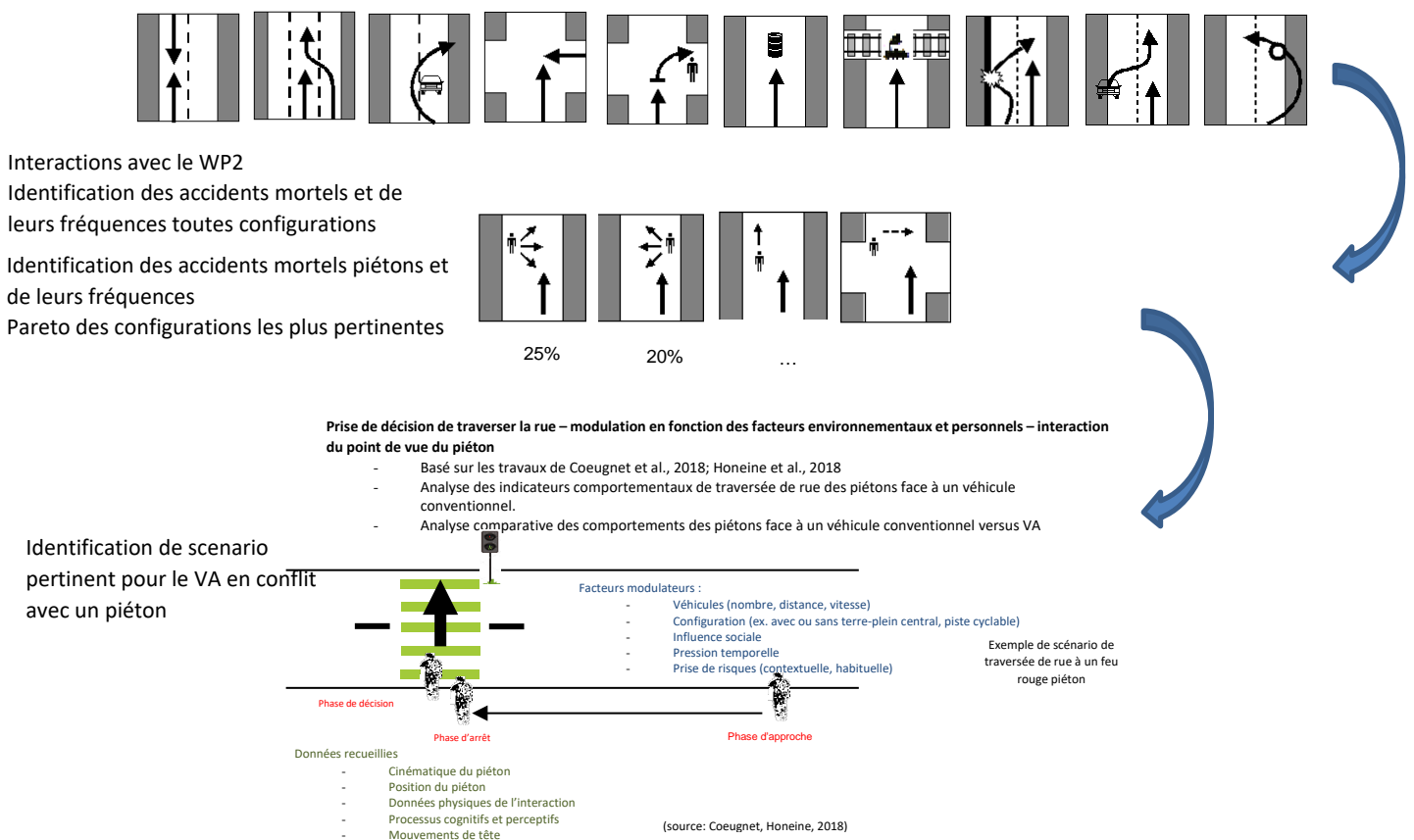


Figure 1 : Illustration de la méthodologie sur l’exemple du piéton en accident mortels

II- Identification des scénarios d'interaction

Méthodologie

L'identification des scénarios d'interaction s'est effectuée par une analyse « Top / Down » des scénarios d'accidents et de conflits pour les piétons et les cyclistes. Le processus consistait à d'abord identifier les enjeux macro (gravité / fréquence de survenue) puis d'affiner les scénarios vers les données micros caractéristiques des accidents par exemple en termes de contexte spatial (infrastructure), de comportements à étudier, etc.

Les analyses « macro » des bases de données accidentologiques VOIESUR (Véhicule Occupant Infrastructure Études de la Sécurité des Usagers de la Route) et FLAM (Facteurs Liés aux Accidents Mortels) ont ainsi permis l'identification globale des enjeux d'interactions des VL versus piétons et des VL versus cyclistes². Ceux-ci ont été caractérisés sous la forme de pictogrammes (configuration d'accident) associés à des indicateurs de gravité (nombre de tués, nombre de blessés par exemple) ou des indicateurs de fréquence de survenue de ces configurations d'accidents (nombre d'accidents mortels, d'accidents corporels par exemple).

Ces enjeux ont ensuite été croisés avec les criticités d'interactions avec un potentiel véhicule automatisé. Pour cela, les quatre critères suivants ont été retenus pour identifier si un scénario est critique ou pas³ :

- Est-ce que le scénario est challengeant pour le VA c'est-à-dire est-ce que, a priori, la situation sera complexe à gérer pour un VA. En d'autres termes, y-a-t'il un intérêt à étudier ce scénario vis-à-vis du fonctionnement du VA ?
- Est-ce que ce scénario est fréquemment rencontré lors de la conduite « normale » c'est-à-dire des situations sans manœuvre d'urgence ?
- Est-ce que ce scénario génère souvent une situation d'incident ? C'est-à-dire est-ce que cette situation nécessite la réalisation d'une manœuvre d'urgence de la part du conducteur.
- Est-ce que ce scénario nécessite une intervention humaine décisive pour éviter l'accident ? En d'autres termes, existe-t-il une interaction forte entre le conducteur du VL et le piéton ou le cycliste ?

Une note comprise entre 0 et 2 a ensuite été attribuée à chacun de ces critères :

- 0 si la réponse est « non »
- 1 si la réponse est « moyennement »
- 2 si la réponse est « oui »

² Livrable SURCA L3.1 « Descriptions des bases de données et des enrichissements possibles »

³ Livrable SURCA L3.2 « Liste de scénarios avec leurs critères et leurs BD associés »

La note globale comprenant l'ensemble de ces critères est alors comprise entre 0 et 8, une note proche de 0 signifiant que le scénario n'est pas ou peu critique tandis qu'une note proche de 8 identifiera un scénario fortement critique.

Ainsi, en se limitant aux scénarios ayant obtenu une note comprise entre 6 et 8, un nombre plus restreint et plus pertinent de configurations d'accidents a été sélectionné.

Résultats :

L'ensemble des scénarios est fourni en annexe 1 avec, pour chacun d'eux, la note obtenue et le pictogramme associé mais nous résumons ici les choix réalisés avec quelques justifications retenues.

D'une manière générale, pour les piétons, les grandes familles d'interaction retenues sont les suivantes (voir figure 2 ci-dessous) :

- Les piétons traversant en intersection avec toutes manœuvres du VA (VA allant tout droit, tournant à droite, tournant à gauche).
- Les piétons traversant sur une portion de route hors intersection (ligne droite ou courbe) en et hors passage piéton.
- Les piétons sur la voie, longeant la route de face ou de dos du même côté que le VA ou sur voie opposée.

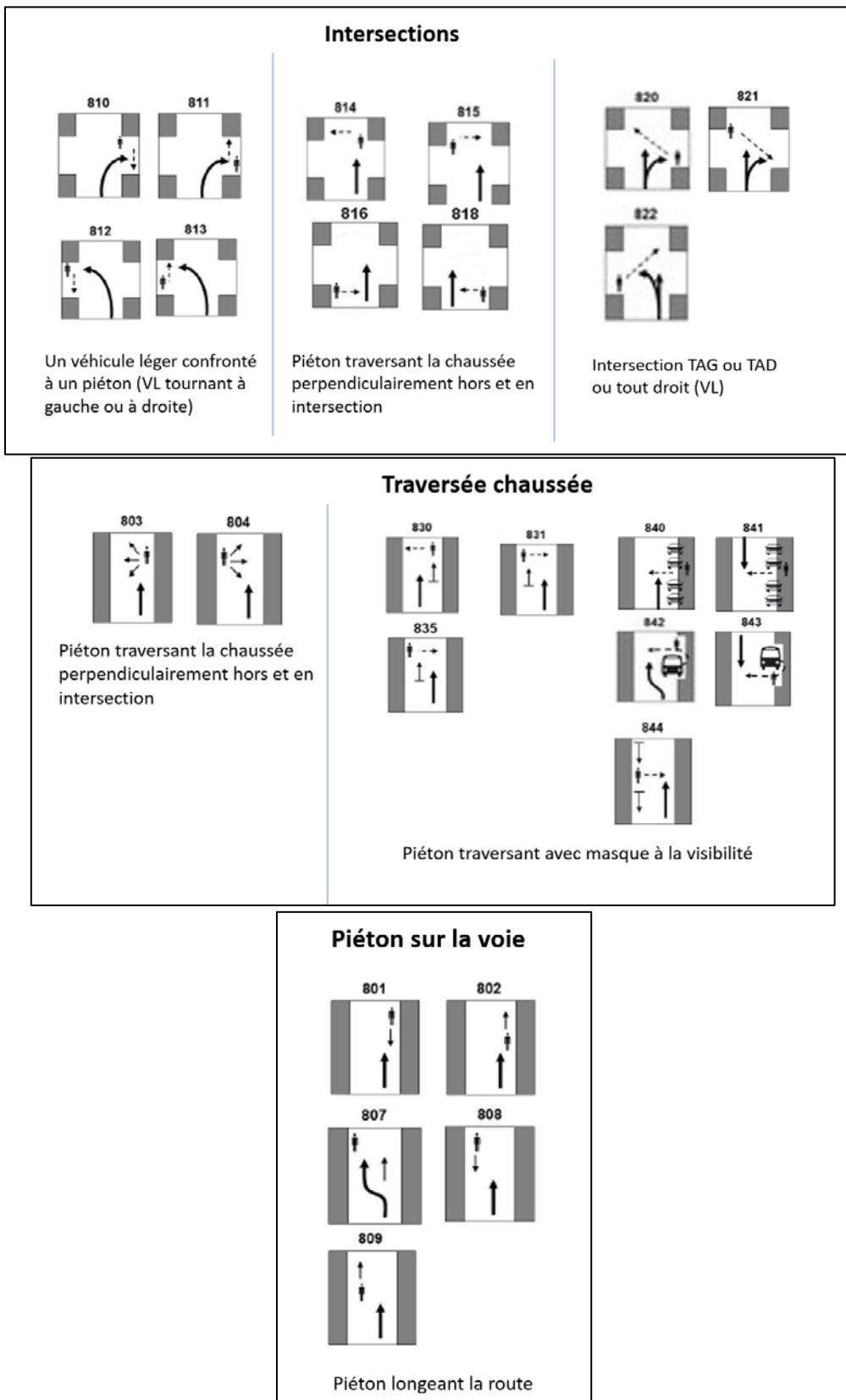


Figure 2 : Familles de scénarios retenues pour les interactions VA/piéton.

De manière plus détaillée, les choix qui nous ont amenés à cette sélection sont les suivants :

- La difficulté à réagir face à la présence d'un piéton qui se situe sur la voie sans marquage réglementaire : piéton marchant le long de la route (i.e. pictogrammes 801, 802, 808, 809) ou traversant hors marquage (i.e. 804, 805, 814, 815).
- La difficulté à identifier et localiser un piéton : par exemple lors d'une manœuvre en virage ou de tourne à gauche/droite, il apparaît difficile de localiser un piéton car celui-ci peut se trouver sur un angle mort ou être masqué par un obstacle (autre voiture, infrastructure, végétation, etc.). Pictogrammes 810, 811, 812, 813, 830, 840, 842, 844 ...
- La soudaineté du mouvement du piéton. Pictogrammes 860, 840, 841, 842, 843 ...
- La difficulté à prendre une décision sur le choix d'une manœuvre à réaliser telles que freiner, réaliser un déport, engager une manœuvre de tourne à gauche/droite, de dépassement, etc. Pictogrammes 803, 804, 814, 815, 810, 811, 812, 813, 830, 831, 840, 841, 842, 843, 844 ...
- Les scénarios où le piéton est percuté par le véhicule suite à une perte de contrôle ont été écartés car il a été considéré que, a priori, le VA ne sera jamais en perte de contrôle puisqu'il adaptera sa conduite en fonction de la situation (vitesse adaptée en fonction du rayon de courbure d'un virage, de la météo, de la faible adhérence ...). Pictogrammes 201, 405, 854.
- Les scénarios où un piéton gît au sol ont également été écartés car il a été considéré qu'un VA sera en capacité de le détecter et de s'arrêter avant (pictogrammes 850, 851).
- A noter que le scénario où le piéton est heurté par l'arrière a été conservé malgré une note de criticité de 4 en raison notamment de l'interaction forte qu'il pourrait exister entre le VA et le piéton. Pictogramme 853

Enfin, à noter que pour les scénarios piétons, la majorité d'entre eux ont été sélectionnés comme critiques vis-à-vis du VA puisque seulement 7 scénarios sur 36 ont été écartés. Les interactions entre le VA et les piétons s'avèrent donc importantes à prendre en compte.

Concernant les cyclistes, les grandes familles d'interaction retenues sont (voir figure ci-dessous) :

- Les cyclistes en intersection pour tous types de manœuvres (tout droit, tournant à droite, tournant à gauche) et confrontés à un VA.
- Les cyclistes s'engageant sur un rond-point.
- Les cyclistes à contre sens du VA ou circulant sur la voie opposée au VA.

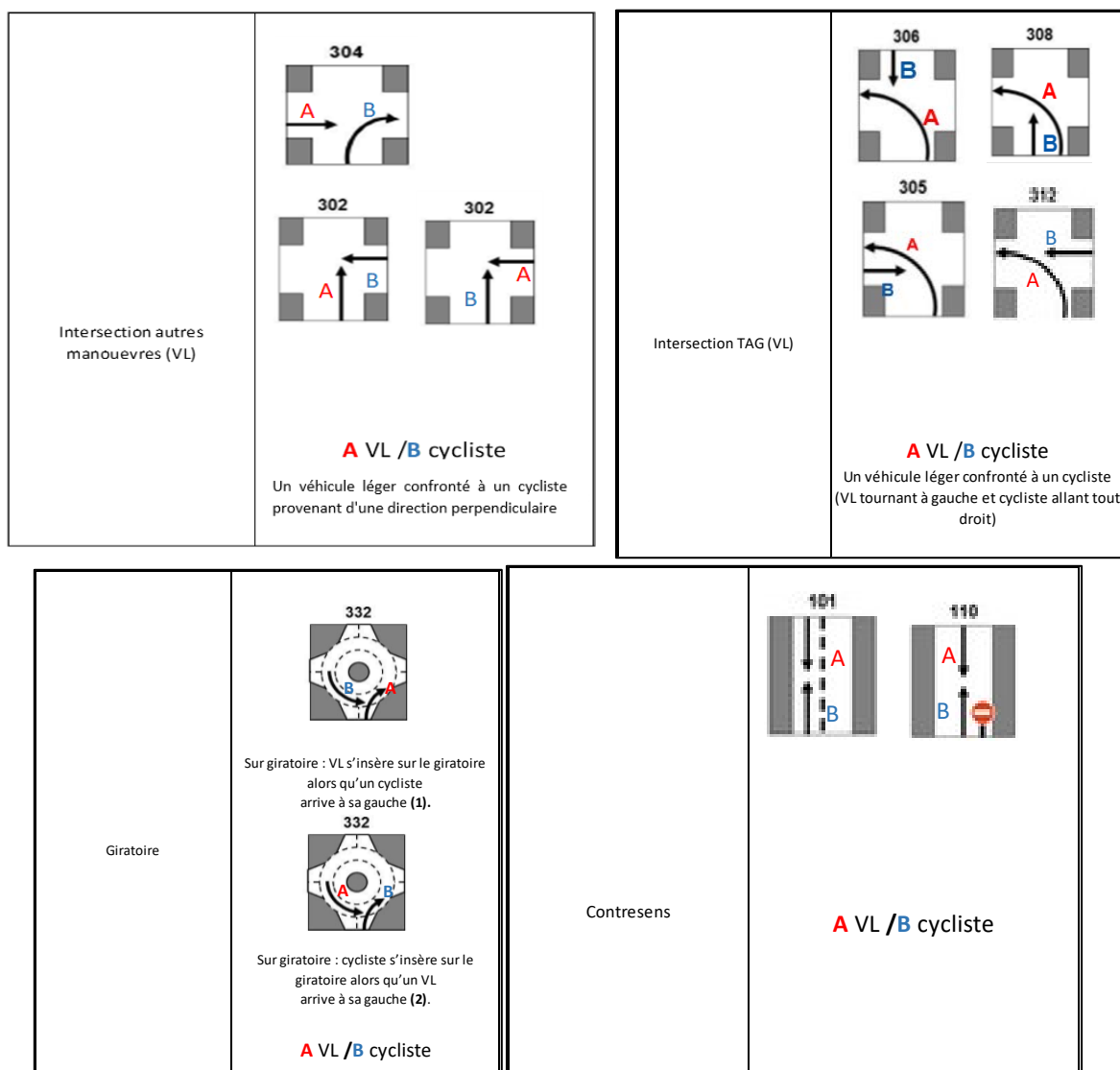


Figure 2 : Familles de scénarios retenues pour les interactions VA/cyclistes.

Là encore, de manière plus détaillée, les choix qui nous ont amenés à effectuer cette sélection sont quasi similaires à ceux des piétons et reposent sur les éléments suivants :

- La difficulté à identifier et localiser un cycliste : par exemple lors d'une manœuvre en virage ou de tourne à gauche/droite, il apparaît difficile de localiser le cycliste car celui-ci peut se trouver sur un angle mort ou être masqué par un obstacle (autre voiture, infrastructure, végétation, etc.). Pictogrammes 302, 304, 305, 306, 308, 312, 411...
- La difficulté à gérer les situations où un cycliste vient à contre-sens du VA. Pictogramme 101.
- La soudaineté du mouvement du cycliste. Pictogrammes 411, etc.
- La difficulté à prendre une décision sur le choix d'une manœuvre à réaliser telle que freiner, réaliser un déport, engager une manœuvre de tourne à gauche/droite, de dépassement, d'insertion sur un giratoire, etc. Par exemple, il peut s'avérer complexe d'identifier la stratégie d'un cycliste lors de la traversée d'une intersection. Pictogrammes 302, 304, 305, 306, 308, 312, 332...

- Comme pour le piéton, les scénarios où le cycliste est percuté par le VA suite à une perte de contrôle ou un déport ont été écartés car il a été considéré que, a priori, le VA ne sera jamais en perte de contrôle puisqu'il adaptera sa conduite en fonction de la situation. Pictogrammes 102, 103, 206.
- Le scénario où le VA vient percuter le cycliste par l'arrière n'a pas été conservé car le cycliste est majoritairement situé à l'avant du véhicule donc fortement identifiable par le VA. Pictogramme 104, 105, 421,
- Les cas de dépassement du VA par le cycliste n'ont pas été retenus en particulier parce qu'il est fait l'hypothèse que le VA aura détecté sa présence et saura le localiser, même si ce type de situation demande une interaction forte entre le VA et le cycliste. Pictogrammes 203, 206.

Contrairement au piéton, de nombreux scénarios ont été écartés mais il est à relater qu'une majorité de scénarios critiques pour un VA confrontés à un cycliste le sont en intersection ou giratoire.

III- Sélection des interactions étudiées dans la suite du projet

Méthodologie :

L'étape suivante a consisté à détailler les scénarios qui seront étudiés dans le projet. Pour chacun des scénarios retenus, les interactions qui peuvent potentiellement être accidentogènes lorsqu'un des acteurs de la scène sera un VA doivent donc être reprises et décomposées.

Il a donc été demandé aux partenaires du projet de préciser les types d'analyses qu'ils souhaitaient réaliser selon les modalités suivantes :

- 1) A partir du tableau des scénarios retenus, il s'agissait d'indiquer dans un premier temps :
 - sur quel(s) pictogramme(s) ou famille de pictogrammes (uniquement parmi ceux retenus) ils souhaitent travailler,
 - le type de recommandations visées,
 - l'hypothèse(s) de travail / question(s) de recherche,
 - l'identité de la personne qui porte cette hypothèse,
 - la ou les bases de données qu'il est envisagé d'utiliser,
 - si l'analyse/hypothèse se focalise sur le comportement du VL ou du piéton/cycliste.

Un exemple de données fourni est donné dans la figure 3 ci-dessous à titre illustratif.

Famille	PICTO	Type de recommandations visées	Hypothèse
Piéton traversant la chaussée perpendiculairement hors et en intersection	<p>The figure shows four pictograms illustrating pedestrian crossing scenarios. 803 and 804 show a pedestrian crossing a road from right to left. 814 and 815 show a pedestrian crossing a road from left to right. Arrows indicate the direction of traffic flow.</p>	Aider à la détection et à la décision d'engager la manœuvre d'arrêt - Traversées des piétons en l'absence de marquage réglementaire des traversées en agglomération zone de rencontre ou/et zone 30	Comment les véhicules autonomes vont anticiper et gérer les traversées en l'absence de traversée piétonne marquée ? Quelles sont aujourd'hui les pratiques d'usage des piétons et des automobilistes (respect strict du code, anticipation des comportements, communication gestuelle ou autre entre les usagers...) ? Quelles seront les différences avec un véhicule autonome ?

Auteur de l'Hypothèse	BDD envisagée	Du point de vue de (VL piéton cycliste ou 2RM)	
V. Battaglia	expérimentation réalisée et analysée	piéton et VL	803 Piéton traversant la chaussée de la droite vers la gauche ; 804 Piéton traversant la chaussée de la gauche vers la droite ; 814 Piéton en intersection ; véhicule allant tout droit avec piéton traversant après l'intersection de la droite vers la gauche ; 815 Piéton en intersection ; véhicule allant tout droit avec piéton traversant après l'intersection de la gauche vers la droite ;

Figure 3 : Exemple de type d’analyse

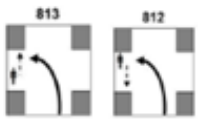
2) Dans un second temps, il a été demandé aux partenaires, pour chaque hypothèse proposée, d'utiliser une fiche pour décrire, au mieux, les situations qu'il souhaitait rechercher dans les bases de données (conduite naturelle, bord de route, accident...) et les paramètres à disposer pour mener les analyses.

Pour cela des fiches d'analyses comportementales ont été élaborées par le WP3. Elles permettent de définir les hypothèses de recherche, les contextes, les usagers impliqués et les facteurs de variations et d'analyses des différents scénarios.

La rédaction conjointe entre WP3 et WP6 de ces fiches s'est effectuée :

- Soit de manière Top / Down : scénarios d'accidents et de conflits pour les piétons et les cyclistes vers les scénarios comportementaux.
- Soit de manière Bottom / Up : en partant des cas par cas vers les scénarios d'accidents et de conflits pour les piétons et les cyclistes.

Un exemple de fiche d'analyse d'un comportement est fourni dans la figure 4 ci-dessous :

Fiche Analyse d'un comportement		Fiche n° 001 Tâche n° 6.1
Titre / Hypothèse de recherche		
Quels sont les facteurs qui peuvent expliquer les freinages brusques en présence de piétons lors d'un <u>tourne</u> à gauche du véhicule léger		
Contexte spatial		Picto 
Global	<input type="checkbox"/> Tous <input type="checkbox"/> Autoroutier <input checked="" type="checkbox"/> Rural <input checked="" type="checkbox"/> Urbain <input type="checkbox"/> Autre : <i>lequel</i>	
Infrastructure	<input type="checkbox"/> Toutes les sections courantes <input type="checkbox"/> Une/des sections courantes particulières Lesquelles : <i>sens unique, 2x1voie, 1x2 voies</i> <input type="checkbox"/> Toutes les intersections <input checked="" type="checkbox"/> Une/des intersections particulières : Lesquelles : <i>Stop, Cédez le passage, Intersection à feux, en X, Y et T</i> Préciser ou est située la priorité et pour qui.	
Actions de conduite visées		
	<input type="checkbox"/> Toutes les actions	
	<input type="checkbox"/> Roulage sans changement de voie	
	<input checked="" type="checkbox"/> Changement de direction : Lesquels : <i>TAG,</i>	
	<input type="checkbox"/> Dépassement	
	<input type="checkbox"/> Insertion,	
	<input type="checkbox"/> Changement de voie	
	<input checked="" type="checkbox"/> Autre : <i>freinage brusques</i>	
Autres acteurs impliqués		
Type(s) d'acteur	<input type="checkbox"/> VL <input type="checkbox"/> 2RM <input type="checkbox"/> Cycliste <input checked="" type="checkbox"/> Piéton <input type="checkbox"/> Autre	
Actions des VL	<input type="checkbox"/> Toutes les actions <input type="checkbox"/> Arrêté <input type="checkbox"/> Croisement <input type="checkbox"/> Roulage sans changement de voie <input type="checkbox"/> Changement de direction : Lesquels : <i>TAD, TAG,</i> <input type="checkbox"/> Dépassement <input type="checkbox"/> Insertion, <input type="checkbox"/> Changement de voie <input type="checkbox"/> Autre : <i>laquelle</i>	
Actions des 2RM	<input type="checkbox"/> Toutes les actions <input type="checkbox"/> Arrêté <input type="checkbox"/> Croisement <input type="checkbox"/> Roulage sans changement de voie	

Facteurs à contrôler		
« Facteur qui peut faire varier les résultats et dont une modalité sera fixée lors de la sélection des séquences »		
Nom	Description	
Nombre de voie	2x1 voie, 1x1 voie, chaussées séparées,...	
Masquage	Autres usagers, environnement	
Période de la journée	Jour/nuit	
Largeur des voies	Voie étroite versus large	
Tracé en plan	Virage, ligne droite	
Sens de la traversée	Droite à gauche ou gauche à droite	
Météo	Condition normale / Condition dégradée	
Adhérence	Etat normal /Etat dégradé	
Vitesse autorisée	30/50/70/90	
Variable : Facteurs à recueillir pour faire les analyses		
« facteurs dont l'influence sera évaluée dans les situations sélectionnées »		
Nom	Description	
Masquage	Véhicule, décor	
Trafic	Densité du trafic (présence véhicules devant,...)	
Présence d'autres usagers	Présence de piétons, cyclistes, véhicule stationné sur la route.... (Au niveau de l'intersection)	
Présence aménagement spécial	aménagement zone 30 sans trottoir dénivelé et sans marquage de traversée piétonne	
Freinage	Action, variation décélération	
Indicateurs de comportement à étudier (véhicule)		
Nom	Description	
Trajectoire de traversée	oui	
Profil de vitesse	oui	
Freinage	oui	
Décélération	oui	
Evitement	oui	
communication sonore ou autre		
usage et code de la route	différence entre l'usage et les prescriptions du code de la route , différence véhicule et véhicule autonome , impact	
impact sur la circulation générale		
Indicateurs de comportement à étudier (piéton)		
Nom	Description	
Trajectoire de traversée	perpendiculaire, oblique ,...	
Profil de vitesse (cinématique du piéton)	rythme de la marche , rythme de la traversée	
ralentissement ou arrêt avant la traversée	délectable ou pas	
prise d'information du piéton	avant et pendant la traversée type de vérification détectable ou pas , position du piéton pendant la traversée par rapport à la circulation	
communication verbale ou gestuelle		
usage et code de la route	différence entre l'usage et les prescriptions du code de la route , différence véhicule et véhicule autonome , impact , confort de la traversée et sentiment de sécurité du piéton	
Type de données analysées		
Base de données		NDS
	x	Observation sur site: expérimentation réalisée
	x	Accidentologie : base Flam et BAAC
		Autre Laquelle :
Commentaires supplémentaires		

Figure 4 : Exemple de fiche d'analyse

Résultats :

Plusieurs fiches ont été fournies par les partenaires et la liste complète se trouve en annexe 2. Nous résumons ci-après les principales hypothèses de recherches proposées en relation avec les scénarios retenus.

Concernant le piéton, on retrouve notamment :

- Pour les scénarios piétons traversant perpendiculairement hors et en intersection, des problématiques liées à l'aide à la détection et à la décision d'engager une manœuvre d'arrêt et plus particulièrement lors des traversées des piétons en l'absence de marquage

réglementaire des traversées en agglomération, zone de rencontre ou/et zone 30. Les questions de recherche sont alors : Comment les véhicules automatisés vont anticiper et gérer les traversées en l'absence de traversée piétonne marquée ? Quelles sont aujourd'hui les pratiques d'usage des piétons et des automobilistes (respect strict du code, anticipation des comportements, communication gestuelle ou autre entre les usagers...) ? Quelles seront les différences avec un véhicule automatisés ?

Cette étude sera menée par le Cerema, d'une part à partir des bases de données accidentologiques BAAC et FLAM, et d'autre part à partir d'une expérimentation déjà réalisée d'observation sur site.

- Pour les scénarios où un VL est à une intersection et souhaite faire un TAG (Tourne à gauche) ou un TAD (Tourne à droite), les problématiques étudiées concerneront l'aide à la décision d'engager une manœuvre de TAG ou de TAD dans le cas particulier de feux verts simultanés piétons et véhicules. Les questions de recherches sont alors : quels "confort et sentiment de sécurité" du piéton face au comportement du VA ? Quelles difficultés d'anticipation et de visibilité réciproque dans ce type de carrefour ? Quelles sont aujourd'hui les pratiques d'usage des piétons et des automobilistes dans ces cas et quelles différences avec un véhicule automatisés ?

Cette étude sera menée par le Cerema à partir de la base de données accidentologiques FLAM et à partir de vidéos d'observation en carrefour déjà disponibles.

- Pour les scénarios piétons traversant avec masque à la visibilité, il s'agira d'étudier l'aide à la détection et à la décision d'engager une manœuvre d'arrêt ou d'évitement ou de redémarrer en situation congestionnée et plus particulièrement la traversée piétonne en carrefour à feux congestionné. Les questions de recherches sont alors : comment les véhicules automatisés vont anticiper et gérer les traversées piétonnes en congestion ? Gestion des masques à la visibilité créés par les véhicules ? Anticipation et suivi des trajectoires piétonnes ?

Cette étude sera menée par le Cerema et l'IFSTTAR, d'une part à partir des bases de données accidentologiques FLAM et EDA (Etudes Détaillées d'Accidents), et d'autre part à partir de vidéos d'observation en carrefour déjà disponibles.

- Toujours pour les scénarios piétons en traversée mais de manière plus globale, une étude sera menée par l'IFSTTAR sur l'aide au VA pour anticiper les interactions avec les piétons mais orientée sur la variation des comportements des piétons en fonction de l'infrastructure, la configuration de la traversée (y compris l'environnement bâti), les comportements du véhicule et les caractéristiques du véhicule. Il s'agira ici de se placer du point de vue du piéton et d'utiliser des bases de données d'observation en conduite naturelle.

- De manière réciproque, une étude sera menée par l'IFSTTAR sur les scénarios piétons en traversée mais en se plaçant du point de vue du véhicule afin d'aider le VA à sélectionner sa vitesse suivant les contextes. Les questions qui se posent sont alors : est-ce que les variations de vitesse du véhicule (allant jusqu'au cédez-le-passage voire jusqu'à l'arrêt) varient en fonction de l'infrastructure, la configuration de la traversée (y compris l'environnement bâti), les caractéristiques du piéton et les comportements du piéton (y compris le nombre de piétons traversant).

Concernant les scénarios cyclistes, les problématiques seront étudiés par le Cerema et concerneront :

- L'aide à la décision d'engager une manœuvre de Tourne à Gauche (TAG). Il s'agira ici par exemple d'identifier les stratégies des cyclistes lors d'une traversée en intersection avec un VL qui TAG et confronté à un cycliste allant tout droit (pictogramme 306), en analysant les facteurs de décision d'engager la manœuvre TAG (distance, vitesse...).
- L'aider à la traversée d'intersection quand un cycliste est présent. Là encore, il s'agira d'identifier par exemple les stratégies des cyclistes dans ces configurations en analysant les facteurs explicatifs des profils de vitesse différents.
- L'aide à la gestion des cyclistes sur le giratoire. Il s'agira ici d'identifier notamment les stratégies de prise d'information du VL sur les entrées d'un giratoire et celles des cycliste lorsqu'il circule dans un giratoire et lors d'insertion d'un VL à sa gauche.
- L'aide à la détection des contresens. Pour ces scénarios, l'objectif sera par exemple de déterminer quels sont les facteurs qui favorisent le contresens : nombre de voie, période de la journée

Ces travaux sur les scénarios cyclistes menés par le Cerema s'appuieront sur les observations de terrain en « bord de voie » ou/et en conduite naturelle. Les fiches concernant ces scénarios n'ont pas encore été établies car elles dépendront des résultats des recueil de données qui sont en cours au moment de l'écriture de ce livrable.

Conclusion – Liens avec le WP3

Ce travail a permis d'identifier les scénarios d'interaction critiques entre un futur Véhicule Automatisé (VA) et un piéton ou un cycliste. A partir des scénarios connus dans les bases de données VOIESUR et FLAM⁴, une première analyse « macro » a permis d'identifier les scénarios à enjeu puis une deuxième analyse « micro » a permis de mieux cerner les paramètres à prendre en compte dans ces scénarios.

D'une manière générale, les scénarios avec ces types d'usagers sont particulièrement critiques vis-à-vis du VA puisqu'une majorité d'entre eux ont été sélectionnés comme tels (29/36 pour les piétons notamment). Peu de scénarios ayant été rejetés, cette analyse montre ainsi l'attention particulière qu'il faut porter à ces interactions.

On trouve notamment des problématiques portant sur la détection de l'utilisateur vulnérable, la soudaineté de leurs comportements, leurs présences dans des zones sans marquage réglementaire, la difficulté pour le VA de choisir une manœuvre à réaliser, etc.

Les limites de cette analyse concernent notamment l'exhaustivité des scénarios existants entre un VL et un piéton ou un cycliste. En effet, nous avons reportés ici principalement les scénarios issus des bases de données accidentologiques. Or, il est possible que certaines situations rencontrées de nos jours ne posent pas de problème en conduite naturelle mais le deviennent pour un VA. L'anticipation des difficultés à gérer de tels scénarios pour un VA apparaît alors difficile d'autant plus qu'il n'existe pas encore de définition claire des capacités d'un VA.

Ces travaux vont se poursuivre dans la tâche 6.2 par l'analyse en profondeur des interactions conducteur/ piétons et cyclistes rapportées dans ce livrable. Il s'agira dans un premier temps d'identifier dans les bases de données existantes (accidentologiques, conduites naturelles, observations sur site) des cas de ces scénarios. Puis, dans un second temps, l'objectif sera d'exploiter ces cas afin d'évaluer les valeurs des facteurs à recueillir pour réaliser les analyses. Parmi les bases de données qui seront exploitées, nous citerons notamment⁵:

- les BD en accidentologie : BAAC, FLAM, EDA...
- les BD en conduite naturelle : SVRAI, DYMOA, Udrive...
- les BD d'observations sur site du CEREMA
- les BD comportementales : MOB05

Enfin, la tâche 6.3 consistera à modélisation et simuler des cas de ces scénarios.

⁴ Livrable SURCA L2.8 : Situations d'interaction : enjeux

⁵ Livrable SURCA L3.1 : « Descriptions des bases de données et des enrichissements possibles »

Annexes

Annexe 1 - Tableau de sélection des scénarios retenus

Voir fichier Excel joint.

Annexe 2 - Fiches d'exploitations prévues

Voir fichier Excel joint