Rapport méthodologique

Démonstration de sécurité des systèmes de transport routier automatisés :

Méthode d'élaboration des scénarios d'interaction avec les véhicules prioritaires bénéficiant de facilités de passage et d'interactions avec les agents des forces de l'ordre

1. Contexte et portée du document

La conception et la démonstration de sécurité des systèmes de mobilité automatisés vont s'appuyer largement sur l'utilisation de scénarios de conduite, permettant d'évaluer la capacité de ces systèmes à répondre de façon sûre aux situations de conduite rencontrées dans leur domaine d'emploi (ODD), et en particulier aux aléas de circulation et/ou des défaillances des différents composants de ces systèmes. L'intérêt des scénarios de conduite réside notamment dans le fait qu'ils s'intéressent à la performance des systèmes de transport routier automatisés, indépendamment de la conception ou des technologies mobilisées.

La démonstration de la sécurité par scénarios de conduite a fait l'objet d'un document méthodologique DGITM[1] présentant une approche de génération des scénarios, fondée sur une arborescence de descripteurs pouvant aider à la recherche de complétude des scénarios, qui reste l'objectif principal de l'approche.

Les scénarios d'interactions avec les véhicules d'intérêt général à caractère prioritaire ou bénéficiant de facilités de passages (VP)[2] et d'interactions avec les agents des forces de l'ordre (AFO) apparaissent comme un complément indispensable à l'approche générale sur les scénarios. Ce document propose des premiers principes méthodologiques de description des scénarios d'interactions avec les VP et les AFO pour les systèmes de transport routier automatisés couverts par le décret n° 2021-873 du 29 juin 2021. Ce document a vocation à faciliter les pratiques de conception des scénarios de conduite.

L'approche d'élaboration des scénarios proposée dans ce document reprend celle présentée dans le document méthodologique DGITM général, et l'adapte à la génération des scénarios d'interactions avec les VP et les AFO.

Il convient en effet de prendre en compte des spécificités des scénarios d'interactions avec les VP et les AFO :

- dans l'approche spécifique aux interactions avec les forces de l'ordre, l'objectif d'une approche de scénarios devrait être, en théorie, de présenter, en plus du contexte du scénario et des éléments déclencheurs (injonctions des forces de l'ordre, approche d'un véhicule prioritaire), les réponses attendues des systèmes automatisés et de s'assurer que ces réponses sont conformes aux prescriptions (des forces de l'ordre ou en matière de priorités) ; or, dans l'approche générique sur les scénarios, la réponse du système à des aléas de circulation est a priori « non normée », l'idée étant que sa description (ouverte) dans la phase d'élaboration des scénarios permettra, dans la phase de validation, de s'assurer de la pertinence de cette réponse ;
- dans l'approche spécifique aux interactions avec les forces de l'ordre et les véhicules prioritaires, le nombre d'éléments déclencheurs (injonctions des forces de l'ordre, approche d'un véhicule) est a priori réduit et ces éléments ne peuvent être qualifiés d' « aléa » (concept qui caractérise l'approche générique) ;

[1] Démonstration de sécurité des systèmes de transport routier automatisés : Apports attendus des scénarios de conduite, DGITM, février 2022

[2] Par abus de langage dans la suite du document, les termes « véhicule prioritaire en intervention », auxquels renvoient communément l'abréviation VP, sont parfois préférés aux termes génériques « véhicule d'intérêt général à caractère prioritaire ou bénéficiant de facilités de passage » qui incluent l'ensemble de ces catégories de véhicules.

- la description des interactions avec les VP et le AFO est a priori relativement cadrée (notamment pour les gestes d'injonctions) ; a contrario, dans l'approche générique, l'objectif est de pouvoir décrire une diversité d'aléas de circulation, dont les formes et les comportements ne sont guère standardisables.

Au total, l'approche retenue pour décrire les scénarios d'interactions avec les FO et VP dans le présent document s'inspire de celle retenue dans le document général : la description des réponses du système (i.e. le comportement attendu du véhicule en réponse à une injonction ou une priorité) n'est pas détaillée, le document se concentre, à ce stade, sur la description des événements déclencheurs (injonctions et priorités), des contextes de conduite et des aléas qui, le cas échéant, peuvent affecter les interactions, avec un focus sur les masques de visibilité notamment. L'approche proposée dans ce document permet ainsi la prise en compte des masques attachés aux parcours (masques statiques), aux comportements d'autres usagers, ou d'autres aléas affectant la perception des injonctions ou exigences de priorités (ex : perte de la connectivité, pouvant altérer la détection d'un véhicule prioritaire en intervention ou d'un agent des forces de l'ordre par le système).

Ce document n'aborde pas les scénarios que l'on peut considérer comme « internes » au véhicule (incendies, incivilités entre voyageurs) impliquant les forces de l'ordre ou les services d'intervention ou de secours. Il n'aborde pas non plus les scénarios dont l'une des composantes provient de défaillances du système de conduite automatisé du véhicule ou du système (de connectivité notamment) dans lequel sont intégrés divers véhicules.

Ce document a été élaboré à partir des scénarios fournis et proposés par le groupe de travail « Forces de l'ordre » piloté par la Direction Générale de la Gendarmerie Nationale (DGGN), sur la base des scénarios construits et partagés dans le document méthodologique « Démonstration de sécurité des systèmes de transport routier automatisés » de l'approche par scénarios de conduite. Il a pour objectif de présenter une liste indicative de scénarios spécifiques aux interactions avec les VP et AFO.

Ce document constitue un document d'initialisation, complémentaire au document des scénarios de conduite, qui permet d'harmoniser certains aspects méthodologiques qui faciliteront l'extraction des scénarios pertinents pour toute démonstration de sécurité des systèmes.

Ce document n'a pas la prétention de présenter l'ensemble des scénarios d'interaction avec les forces de l'ordre et les véhicules prioritaires à prendre en compte dans la conception et la validation des systèmes, mais à aider à les générer à partir de situations-types qui sont présentées de façon stylisée. La génération de listes de scénarios plus complètes devra s'appuyer sur des combinaisons d'axes de description des scénarios ou de paramètres quantifiés, notamment relatifs à l'interaction avec des véhicules ou usagers autres que le couple véhicule égo – agent des forces de l'ordre (respectivement véhicule prioritaire).

2. *Rappel des principes d'utilisation des scénarios dans la démonstration de sécurité – adaptation aux scénarios d'interactions avec les véhicules prioritaires et les agents des forces de l'ordre*

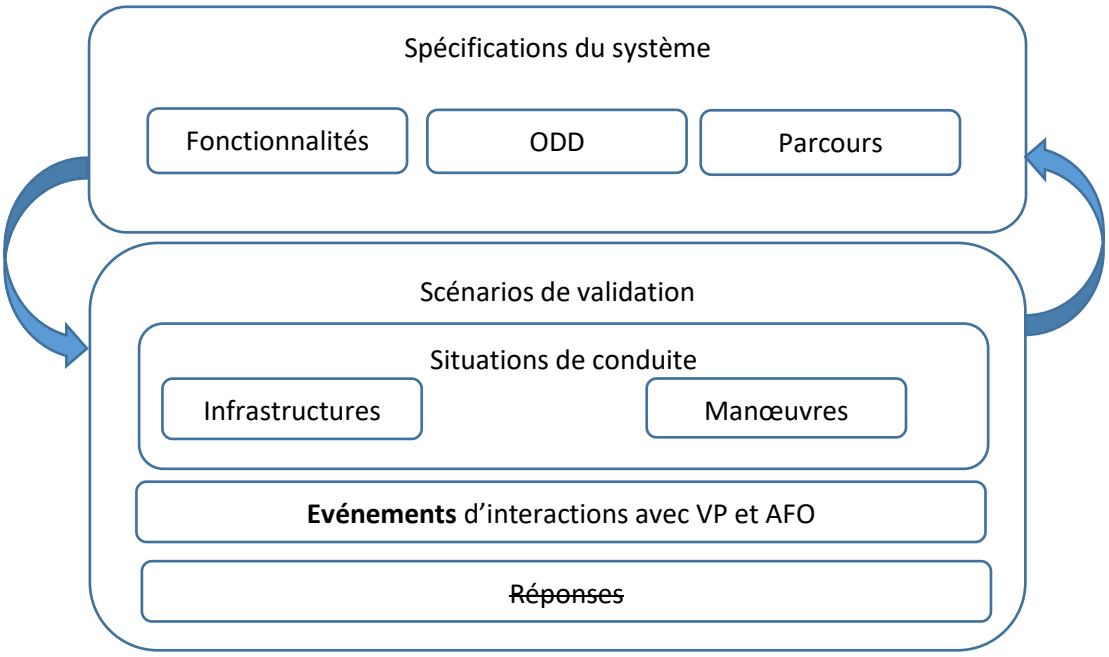
Les travaux du WP. 29 de la CEE-ONU indiquent qu'un scénario est *« une description d'une ou plusieurs situations de conduite réelles qui peuvent se produire au cours d'un trajet donné. Un scénario peut impliquer de nombreux éléments, tels que le tracé de la route, les types d'usagers de la route, les objets présentant des comportements statiques ou divers comportements dynamiques, et diverses conditions environnementales (entre autres facteurs) ».*

Les travaux du WP. 29 rappellent que *« l'utilisation de scénarios peut être appliquée à différentes méthodologies de test, telles que la simulation virtuelle, la piste de test et les tests dans le monde réel. Ensemble, ces méthodologies fournissent une architecture de test à multiples facettes, chaque méthodologie possédant des forces et des faiblesses spécifiques. Par conséquent, certains scénarios peuvent être testés de manière plus appropriée en utilisant certaines méthodologies de test plutôt que d'autres ».*

Ces définitions sont tout à fait adaptées aux scénarios plus précis d'interactions avec les VP et AFO.

La raison d'être principale de la démonstration de sécurité par les scénarios est de vérifier qu'un système de transport routier automatisé, caractérisé par un ensemble de spécifications issues de son processus de conception et de validation internes, est en mesure de se comporter de façon sûre dans les situations de conduites qu'il peut rencontrer en circulation.

Schématiquement, les scénarios sont mobilisables, d'une part au cours de la ***conception*** des systèmes et de leur validation « in itinere » par les concepteurs ; d'autre part dans l'évaluation de la ***performance*** « ex post » des systèmes, une fois conçus. Pour le cas spécifique des interactions avec les VP et AFO, le schéma[3] devient :

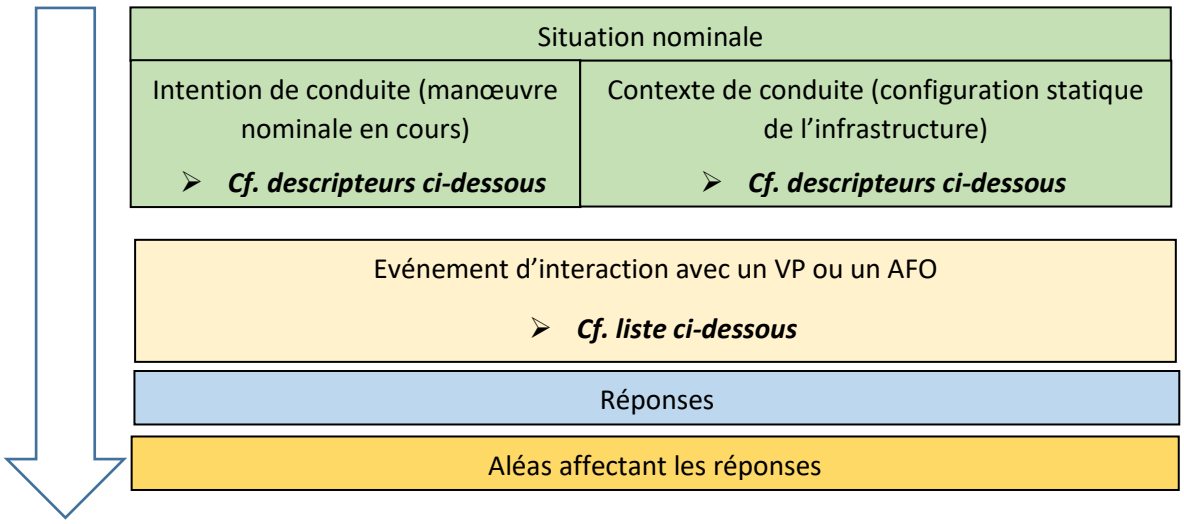


3. *Proposition de définition des scénarios issue de l'approche des scénarios de conduite*

Cette partie propose une décomposition en axes ou « layers » pour la définition des scénarios de conduite pour la démonstration de sécurité.

A. *Architecture générale proposée par la définition des scénarios*

L'architecture générale proposée, compte tenu des éléments ci-dessous, est la suivante :



[3] Ce document ne traite pas des réponses du système.

(NB : dans la suite du document, la notion de système de transport routier automatisé désigne un ensemble de véhicules et les équipements (principalement de connectivité) ; un système automatisé désigne le système de conduite automatisé attaché à un véhicule ; par abus de langage, un véhicule désigne un véhicule automatisé.

Cette architecture conduit à une définition des scénarios en cinq axes :

1. *Environnement statique de circulation (ex : configuration géométrique de l'infrastructure)*
2. *Manœuvre de conduite nominale (« intended manœuvre »)*
3. *Evénements déclencheurs d'une interaction avec les forces de l'ordre ou un véhicule prioritaire*
4. *Réponse du système (**non traitée dans ce document)***
5. *Aléas affectant la réponse du système (combinatoire d'aléas ; visibilité).*

Ces axes sont détaillés ci-après.

B. Combinatoire des axes et des descripteurs de scénarios

Comme indiqué en introduction, les listes « socle » de scénarios présentés dans la suite du document sont principalement issus de la combinaison des axes

1 (environnement statique de conduite) * 2 (manœuvre nominale) * 3 (événement déclencheur d'interaction) * 5 (aléa affectant les réponses, centré sur les conditions environnementales et les masques de visibilité).

Axe 1 : environnement de circulation – éléments statiques nominaux

L'environnement de conduite décrit les éléments statiques nominaux de l'infrastructure de circulation. Dans d'autres approches, c'est ce qui est communément appelé l'analyse de l'ODD permettant d'identifier les caractéristiques du domaine d'emploi.

- Géométrie : La géométrie de l'infrastructure comprend la description notamment du type d'infrastructure, du type de chaussée et des caractéristiques spécifiques de celle-ci (nombre de voies, largeur de la voie, angle des voies, rayon de courbure, déclivité de la chaussée…). La description de la chaussée peut être réalisée à l'aide de la Partie 7 des Instructions Interministérielles sur la Signalisation Routière (IISR). En revanche, tout ce qui a trait à l'état de la chaussée n'est pas pris en compte à ce niveau mais dans les *Aléas affectant la réponse du système* (adhérence, dégradation de la chaussée).
- Signalisation : La signalisation détaille toutes les caractéristiques liées au régime de priorité et au respect du code de la route. Il peut être utile de se référer aux Parties 2 et 3 des IISR relatives respectivement à la signalisation de danger et aux intersections et régimes de priorité.
- Lisibilité (masques statiques) : Il s'agit de prendre en compte les masques statiques présents sur la chaussée et qui influent sur la perception des objets.

Descripteurs statiques de parcours

Caractéristiques géométriques	***Signalisation statique (verticale, horizontale)***
Type d'infrastructure (chaussée, tunnel, pont)	Régime de priorité
Type de chaussée (chaussées séparées, chaussée bidirectionnelle, unidirectionnelle)	Signalisation de danger
Nombre de voies	Vitesses limites
Largeur de la voie	Feux de circulation
Géométrie de l'intersection : angles des voies (intersection, giratoire, passage à niveau)	Signalisation de prescription (dont régulation d'accès, limitation de certaines zones à certains usagers)
Rayon de courbure	
Déclivité	

Axe 2 : Manœuvres nominales (intention de conduite)

La description des manœuvres nominales désigne les intentions de conduite de l'ego. Il s'agit de toutes les situations de roulage que le véhicule doit savoir gérer en situation nominale. Ces manœuvres sont décrites en faisant l'hypothèse d'aucune interaction avec des tiers ni d'aucune défaillance système.

La liste des manœuvres nominales de conduite est détaillée ci-dessous.

Descripteurs de manœuvres nominales (intentions de conduite du véhicule égo)

- Roulage
  - Roulage - situation nominale
  - Croisement (circulation sur voie à double sens)
  - Changement de file
  - Dépassement (par la gauche si aucune précision)
- Intersections et franchissements
  - Franchissement de giratoire / rond-point
  - Franchissement d'une intersection
  - Franchissement d'un passage à niveau
  - Tourner à droite à une intersection
  - Tourner à gauche à une intersection
  - Demi-tour
- Insertions et sorties de voie
  - Entrée depuis voie d'insertion / accélération
  - Sortie vers voie de sortie / décélération
  - Insertion depuis voie / site privé
- Stationnement
  - Entrée et arrêt sur encoche de TC
  - Sortie d'encoche de TC vers la voie publique
  - Arrêt sur voie
  - Départ post-arrêt de voie
  - Manœuvre de stationnement sur la voie publique (encoche le long de la voie)
  - Manœuvre de stationnement sur la voie publique (parking en ligne)
  - Manœuvre de stationnement sur la voie publique (parking en épi)
  - Sortie de stationnement sur la voie publique (encoche le long de la voie)
  - Sortie de stationnement sur la voie publique (parking en ligne)
  - Sortie de stationnement sur la voie publique (parking en épi)

Ces deux premiers axes sont identiques aux axes définis dans le document méthodologique générique des scénarios de conduite.

Axe 3 : événement d'interaction avec un VP ou un AFO

Contrairement aux aléas qui marquent le passage du nominal à l'aléa ainsi que de la description pure à l'évaluation de la criticité des événements, ce troisième axe basé sur les événements d'interactions avec les VP et AFO marque plutôt le traitement spécifique de certaines situations rencontrées par le système, que celui-ci doit savoir gérer et auxquelles il doit savoir répondre en toute sécurité. De plus, les événements d'interactions avec les VP et AFO ne se présente pas comme une liste de descripteurs, mais plutôt comme une interaction spécifique avec un tiers auquel le système doit faciliter le passage ou bien exécuter les sommations.

Les scénarios ne sont pas figés mais ils sont beaucoup plus concrets que la liste des descripteurs des aléas, qui peut aboutir à des milliers de scénarios.

En revanche, il convient que les scénarios construits avec cette approche soient ensuite adaptés et évalués au niveau parcours afin de vérifier l'adéquation du scénario avec le parcours et ses spécificités.

Cette couche contient deux notions différentes :

- *Interactions avec un véhicule d'intérêt général prioritaire en intervention ou bénéficiant de facilités de passage :* pour ces scénarios, il s'agit de combiner les deux premiers axes afin d'obtenir un scénario de conduite de base en situation nominale (configuration statique de la voie (géométrie et signalisation) + manœuvre intentionnelle de l'ego) ; puis de décrire l'événement d'interaction entre le système et le VP (manœuvre + comportement du VP (potentiellement « critique »[4])). Encore une fois, ce document ne présente pas la catégorisation en deux axes du générique au critique à la manière du document méthodologique sur les scénarios de conduite.
- *Interactions avec un agent des forces de l'ordre* : pour ces scénarios, il s'agit de combiner les deux premiers axes de l'approche générique et rappelés (configuration statique de la voie + manœuvre intentionnelle*)* avec la liste des gestes de sommation des forces de l'ordre.

Axe 4 : manœuvres de réponse du système

Les manœuvres de réponse du système ne sont a priori pas standardisables, ni les descripteurs de réponse dans la mesure où celle-ci dépend à la fois de l'environnement et de son infrastructure, de l'événement précurseur de la réponse et des capacités et performances du système. Dans l'interaction avec un VP ou un AFO, l'intégration de la réponse à l'approche scénarios soulève deux enjeux spécifiques : le fait que les réponses (i.e. les manœuvres) doivent satisfaire certaines exigences (ex : lieu d'arrêt en fonction de la position et des gestes de l'AFO) et le fait que des réponses peuvent (légitimement) contrevenir aux règles du code de la route (ex : franchissement de ligne continue). A ce stade, ces enjeux, i.e. la conformité des réponses aux injonctions et aux possibilités de déroger aux règles du code de la route, ne sont pas traitées dans ce document, qui se concentre sur la génération de scènes de conduite impliquant des interactions avec des VP ou un AFO, sans décrire les réponses.

Axe 5 : aléas affectant la réponse du système

Les aléas affectant la réponse du système caractérisent des contraintes supplémentaires qui complexifient et modifient la réponse du système et qui sont susceptibles de créer des sur-réactions. Plusieurs types d'aléas sont répertoriés dans cette section.

- Masques inopinés : Les masques inopinés désignent tous les masques non statiques que peut rencontrer le véhicule ego dont notamment les usagers de la route en mouvement.
- Conditions climatiques : Les conditions climatiques ont un impact temporaire qui complexifie l'environnement et l'infrastructure nominale.
- Défaillances du système, qui dans le cas où elles seraient considérées dans l'axe 5 comme aléa affectant la réponse du système, s'ajouteraient à un événement précurseur de collision.
- Adhérence
- Comportements adaptatifs des véhicules tiers : autres véhicules dans la scène d'interaction n'ont pas toujours des comportements prévisibles pour le véhicule ego, ce qui complexifie et altère sa réponse. Les réponses adaptatives des tiers peuvent conduire à des sur-événements précurseurs de collision.

Cas particulier de la connectivité

La connectivité constituera probablement une composante de la réponse des systèmes aux interactions avec les VP et les AFO. Compte-tenu du parti pris de limiter ce document aux axes de description des scénarios que sont l'environnement statique de conduite + la manœuvre nominale + la visibilité + l'action du VP ou de l'AFO), la connectivité n'est pas abordée ; elle devra être décrite (ainsi que ses possibles défaillances), dans la description des réponses.

[4] On définit un comportement critique d'un VP comme une phase de conduite pendant laquelle le VP s'affranchit des règles de conduite qui s'imposent aux véhicules non prioritaires.

C. Combinatoire des axes et des descripteurs de scénarios

Les scénarios d'interactions avec les VP et AFO sont des scénarios complémentaires aux scénarios de conduite. Ils ont donc vocation à compléter le catalogue de scénarios pour la validation de la démonstration de la sécurité des systèmes de transport public automatisés. Ils se présentent comme un set de scénarios minimum.

L'approche proposée dans ce document, cohérente avec l'approche générique, ne reprécise pas la couche des aléas. Les interactions avec les VP et AFO ne sont pas considérées comme des aléas, le système doit savoir les gérer, ce sont des situations raisonnablement prévisibles. Néanmoins, ce document propose des scénarios illustratifs de la méthode mais ne se présente pas comme un document couvrant toutes les situations raisonnablement prévisibles. L'intégration de scénarios incluant plusieurs véhicules tiers et d'autres types de tiers dont des usagers vulnérables de la route (UVR) apportera une complexité supplémentaire à l'approche et à la génération de scénarios. Il s'agit de la prochaine étape du travail basé sur les apports méthodologiques issus de l'approche par scénarios de conduite et déclinée aux scénarios d'interactions avec les agents des forces de l'ordre et les véhicules prioritaires ou bénéficiant de facilités de passages. La démarche combinatoire induite par le document méthodologique support sur les scénarios de conduite qui vise l'exhaustivité des scénarios, est ainsi propice et en phase à son adaptation aux scénarios particuliers d'interactions avec AFO et VP.

D. Proposition de listes de scénarios

Cette partie propose une liste minimale illustrative de scénarios devant donner lieu à des évaluations des performances des systèmes de transport routier automatisés dans le cas des interactions avec AFO et VP, en distinguant les niveaux véhicule, système et parcours. La liste illustrative de scénarios issus de l'approche combinatoire présentée ci-dessus réduit fortement et volontairement la combinatoire possible pour rester illustrative et notamment sur les interactions avec les tiers, comme évoqué précédemment. Elle propose, pour les axes qui ont été retenus dans la combinatoire, certaines valeurs de paramètres possibles en termes de vitesses, de décélération et d'empiètement sur la voie par exemple.

En proposant une liste de scénarios illustratifs, nous dérogeons volontairement au principe d'exhaustivité induit de la combinatoire de tous les axes, comme pour le document méthodologique de référence.

- ***Scénarios d'interactions avec les véhicules d'intérêt général à caractère prioritaire ou bénéficiant de facilité de passage en situations nominales***

Cette section référence d'une part des situations raisonnablement prévisibles d'interactions avec les véhicules d'intérêt général à caractère prioritaire ou bénéficiant de facilités de passage, nommés VP dans la suite du document que l'on pourrait qualifier de situations nominales et d'autre part les situations faisant intervenir des VP circulant à vitesse critique et plus généralement, dans des situations où le VP ne respecte pas les règles de conduite qui s'imposent aux véhicules non prioritaires en raison de son caractère prioritaire en intervention.

Plus généralement, on définit une vitesse critique d'un véhicule prioritaire bénéficiant de facilités de passage comme étant :

- une vitesse supérieure à la limitation de vitesse qui s'impose aux véhicule non prioritaires ;
- une vitesse supérieure à la vitesse pratiquée par le flux de circulation.

Encore une fois, ce document ne décrit pas les réponses de l'ego.

	Véhicule (ou système *)	***Parcours***
NB : ci-dessous, les scénarios sont indiqués sous réserve de la mise en service du STRA *NB bis : les axes de définition des scénarios ci-dessous sont à combiner (ex : [I ou II] * [i ou j] * [a ou b])* *NB 2bis : les scénarios pour II sont à cumuler avec ceux du I car bien sûr, ce qui est valable pour de la chaussée séparée l'est aussi pour du double sens de circulation*		
Roulages		
Roulage sur voie	Maintien sur voie aux limites de vitesse du véhicule : I) Sur voie à chaussées séparées (1 ; 2 ; 3 voies) • Le VP est arrêté sur la voie ou bloque en partie la voie de l'ego • Le VP est arrêté sur la voie adjacente à celle de l'ego à droite • Le VP est arrêté sur la voie adjacente à celle de l'ego à gauche • Le VP est arrêté au milieu de la chaussée (entre deux voies) et bloque le passage • Le VP arrive derrière l'ego dans la même voie • Le VP arrive derrière l'ego dans la voie adjacente à droite • Le VP arrive derrière l'ego dans la voie adjacente à gauche II) Sur voie bidirectionnelle (2*1 ; 2*2 voies ; 2+1 voies) • Le VP est arrêté sur la voie de l'ego • Le VP est arrêté sur la voie dans le sens de circulation opposé • Le VP est arrêté au milieu de la chaussée et bloque le passage • Le VP arrive derrière l'ego i) Sans véhicule sur la voie adjacente de même sens j) Avec véhicule de même vitesse sur la voie adjacente de même sens	A relier à la notion de « marche à blanc » sur l'ensemble du parcours, sans trafic, a) En condition de visibilité nominale b) Aux conditions limites de visibilité de l'ODD système Les scénarios ci-contre devraient être déclinés également dans une configuration de masques représentant celle observée sur les points singuliers du parcours du point de vue des masques et de la génération de trafic d'usagers vulnérables.

	a) En ligne droite et visibilité nominale b) En rayon de courbure et de visibilité aux limites de l'ODD véhicule ou système • Le VP circule à une vitesse critique • Le VP franchit une ligne blanche • Le VP empiète sur la voie de l'ego	
Croisement (circulation sur voie à double sens)	Maintien sur voie aux limites de vitesse du véhicule : I) Sur voie à chaussées séparées (1 ; 2 ; 3 voies) • Le VP arrive en contresens face à l'ego • Le VP arrive en contresens dans la voie adjacente à droite • Le VP arrive en contresens dans la voie adjacente à gauche II) Sur voie bidirectionnelle (2*1 ; 2*2 voies ; 2+1 voies) • Le VP arrive dans le sens de circulation opposé i) Sans véhicule sur la voie adjacente de même sens j) Avec véhicule de même vitesse sur la voie adjacente de même sens a) En ligne droite et visibilité nominale b) En rayon de courbure et de visibilité aux limites de l'ODD véhicule ou système • Sur voie à chaussées séparées (1 ; 2 ; 3 voies) • Le VP arrive en contresens face à l'ego à vitesse critique • Le VP arrive en contresens face à l'ego qui doit s'arrêter • Le VP arrive en contresens dans la voie adjacente à droite • Le VP arrive en contresens dans la voie adjacente à gauche • Sur voie bidirectionnelle (2*1 ; 2*2 voies ; 2+1 voies) • Le VP arrive dans le sens de circulation opposé à vitesse critique • Le VP arrive dans le sens de circulation opposé face à l'ego en franchissant une ligne blanche • Le VP arrive dans le sens de circulation opposé face à l'ego qui doit s'arrêter	A relier à la notion de « marche à blanc » sur l'ensemble du parcours, sans trafic, a) En condition de visibilité nominale b) Aux conditions limites de visibilité de l'ODD système Les scénarios ci-contre devraient être déclinés également dans une configuration de masques représentant celle observée sur les points singuliers du parcours du point de vue des masques et de la génération de trafic d'usagers vulnérables.
Changement de file / dépassement	Renoncement au changement de file en présence d'un véhicule prioritaire en train d'effectuer un changement de file, un dépassement ou tout mouvement pendant lequel le changement de file de l'ego pourrait être une gêne. En cas de dépassement de l'ego par le VP, l'ego doit faciliter l'insertion ou la manœuvre entreprise par le VP et ne pas entreprendre lui-même de manœuvre qui ralentirait le passage du VP. • Le VP se place sur la voie de l'ego derrière lui et souhaite passer	A relier à la notion de « marche à blanc » sur l'ensemble du parcours, sans trafic, a) En condition de visibilité nominale b) Aux conditions limites de visibilité de l'ODD système Les scénarios ci-contre devraient être déclinés également dans une configuration de masques représentant celle

	• Le VP entreprend un dépassement d'un véhicule situé derrière l'ego qui se trouve sur la voie de droite • Le VP entreprend un dépassement d'un véhicule situé derrière l'ego qui se trouve sur la voie de gauche • Le VP entreprend un dépassement dans le sens opposé de circulation • Le VP effectue un changement de file / un dépassement à vitesse critique • Le VP effectue un changement de file / un dépassement en franchissant une ligne blanche i) Sans véhicule sur la voie adjacente de même sens j) Avec véhicule de même vitesse sur la voie adjacente de même sens a) En ligne droite et visibilité nominale b) En rayon de courbure et de visibilité aux limites de l'ODD véhicule ou système	observée sur les points singuliers du parcours du point de vue des masques et de la génération de trafic d'usagers vulnérables.
Rétrécissement de la chaussée	• Le VP arrive en face et n'a pas la priorité sur l'ego • Le VP arrive derrière l'ego • Le VP arrive en face à vitesse critique • Le VP arrive derrière l'ego à vitesse critique a) En ligne droite et visibilité nominale b) En rayon de courbure et de visibilité aux limites de l'ODD véhicule ou système	A relier à la notion de « marche à blanc » sur l'ensemble du parcours, sans trafic, a) En condition de visibilité nominale b) Aux conditions limites de visibilité de l'ODD système Les scénarios ci-contre devraient être déclinés également dans une configuration de masques représentant celle observée sur les points singuliers du parcours du point de vue des masques et de la génération de trafic d'usagers vulnérables.
** NB : application à un système de transport routier automatisé : si le système étend l'ODD du ou des véhicules : duplication des Scenarios aux nouvelles limites de l'ODD du système*		

Insertions et intersections		
NB : ci-dessous, les scénarios sont indiqués sous réserve que la manœuvre nominale correspondante figure dans l'ODD du véhicule ou du système *NB bis : les scénarios sont à combiner*		
Franchissement de giratoire / rond-point	Franchissement d'un giratoire • à 4 entrées • représentant le nombre d'entrées limites de l'ODD du véhicule • 1 voie de circulation en entrée/sortie • 2 voies de circulation en entrée/sortie	A relier à la notion de « marche à blanc » sur l'ensemble des giratoires du parcours avec un véhicule témoin s'insérant aux différentes entrées des giratoires, depuis l'arrêt ou depuis la vitesse de 30 km/h : a) En condition de visibilité nominale b) Aux conditions limites de visibilité de l'ODD système

	• En condition de visibilité nominale • Aux conditions limites de visibilité de l'ODD véhicule ou système • Le VP est arrêté sur le giratoire • Le VP circule sur le giratoire derrière l'ego • Le VP se trouve au droit de l'entrée devant laquelle l'ego s'apprête à passer • Le VP arrive derrière l'ego au droit d'une des entrées du giratoire • Le VP circule en contresens sur le giratoire • Le VP circule sur le giratoire derrière l'ego à vitesse critique • Le VP s'insère devant l'ego et prend la priorité • Le VP arrive à vitesse critique au droit de l'entrée devant laquelle l'ego s'apprête à passer • Le VP arrive derrière l'ego à vitesse critique au droit d'une des entrées du giratoire	Scenario spécifique représentant les giratoires du parcours présentant des masques de visibilité significatifs, respectivement en condition de trafic dense et avec un VP s'insérant en vitesse critique sur le giratoire.
Franchissement d'une intersection	Franchissement d'une intersection I. à feux • Le VP s'engage dans l'intersection face à l'ego qui va tout droit et ne connaît pas ses intentions • Le VP arrive derrière l'ego arrêté au feu rouge au niveau de l'intersection • Le VP est arrêté dans l'intersection et bloque le passage • Le VP franchit l'intersection à vitesse critique et ne respecte pas les priorités • Le VP passe au rouge et s'engage dans l'intersection face à l'ego qui a le vert et va tout droit • Le VP arrive derrière l'ego à vitesse critique II. à régime de priorité spécifique • Le VP arrive derrière l'ego au droit d'un CLP ou d'une priorité à droite • Le VP arrive au droit d'un CLP devant l'ego circulant sur la voie prioritaire • Le VP arrive à vitesse critique au droit d'un CLP devant l'ego circulant sur la voie prioritaire • Le VP arrive au droit d'une priorité à droite devant l'ego prioritaire • Le VP arrive à vitesse critique au droit d'une priorité à droite devant l'ego prioritaire • Le VP arrive derrière l'ego au droit d'une priorité à droite où un usager se présente • Le VP tourne à gauche depuis la voie principale devant l'ego qui va tout droit III. sans régime de priorité spécifique a) En condition de visibilité nominale b) Aux conditions limites de visibilité de l'ODD véhicule ou système	A relier à la notion de « marche à blanc » sur l'ensemble des intersections du parcours avec un véhicule témoin s'insérant, depuis l'arrêt ou depuis la vitesse maximale autorisée sur la voie adjacente : a) En condition de visibilité nominale b) Aux conditions limites de visibilité de l'ODD système Scenario spécifique représentant les intersections du parcours présentant des masques de visibilité significatifs, respectivement en condition de trafic dense et avec un véhicule témoin abordant l'intersection en vitesse critique.
Franchissement d'un passage à niveau	Arrêt conforme à la signalisation d'un passage à niveau : a) En ligne droite et visibilité nominale	Arrêt conforme à la signalisation sur tous les passages à niveau rencontrés sur le parcours

	b) En rayon de courbure et visibilité aux limites de l'ODD véhicule ou système • Le VP arrive derrière l'ego au PN et le feu est rouge • Le VP arrive derrière l'ego au PN et les barrières sont baissées	
Tourner à droite à une intersection	Tourner à droite à une intersection I. à feux • Le VP s'engage dans l'intersection face à l'ego qui tourne à droite et ne connaît pas ses intentions II. à régime de priorité spécifique • Le VP tourne à gauche depuis la voie principale devant l'ego qui tourne à droite III. sans régime de priorité spécifique a) En condition de visibilité nominale b) Aux conditions limites de visibilité de l'ODD véhicule ou système • Le VP passe au rouge et s'engage dans l'intersection face à l'ego qui a le vert et tourne à droite • Le VP passe au rouge à vitesse critique et s'engage dans l'intersection face à l'ego qui a le vert et tourne à droite	A relier à la notion de « marche à blanc » sur l'ensemble des tourner à droite du parcours avec un véhicule témoin s'insérant, depuis l'arrêt ou à une vitesse égale à un pourcentage fixé de la vitesse maximale autorisée sur la voie adjacente, depuis la voie vers laquelle le véhicule égo s'insère ou depuis la voie de face (par tourner à gauche) : a) En condition de visibilité nominale b) Aux conditions limites de visibilité de l'ODD système Scenario spécifique représentant les tourner à droite du parcours présentant des masques de visibilité significatifs, respectivement en condition de trafic dense et avec un VP abordant l'intersection en vitesse critique.
Tourner à gauche à une intersection	Tourner à gauche à une intersection I. à feux • Le VP s'engage dans l'intersection face à l'ego qui tourne à gauche et ne connaît pas ses intentions II. à régime de priorité spécifique III. sans régime de priorité spécifique a) En condition de visibilité nominale b) Aux conditions limites de visibilité de l'ODD véhicule ou système • Le VP passe au rouge et s'engage dans l'intersection face à l'ego qui a le vert et tourne à gauche • Le VP passe au rouge à vitesse critique et s'engage dans l'intersection face à l'ego qui a le vert et tourne à gauche	A relier à la notion de « marche à blanc » sur l'ensemble des tourner à gauche du parcours avec un véhicule témoin s'insérant, depuis l'arrêt ou à une vitesse égale à un pourcentage fixé de la vitesse maximale autorisée sur la voie adjacente, depuis la voie vers laquelle le véhicule égo s'insère ou depuis la voie de face (par tourner à droite) : a) En condition de visibilité nominale b) Aux conditions limites de visibilité de l'ODD système Scenario spécifique représentant les tourner à gauche du parcours présentant des masques de visibilité significatifs, respectivement en condition de trafic dense et avec un VP abordant l'intersection en vitesse excessive.
Entrée depuis voie d'insertion / accélération	Insertion sur voie I. Sur voie à chaussées séparées (1 ; 2 ; 3 voies) II. Sur voie bidirectionnelle (2*1 ; 2*2 voies ; 2+1 voies) i) à feux	A relier à la notion de « marche à blanc » sur l'ensemble des insertions du parcours avec un véhicule témoin circulant sur la voie visée par l'insertion à la vitesse maximale autorisée sur cette voie : a) En condition de visibilité nominale

	ii) à régime de priorité spécifique iii) sans régime de priorité spécifique • Le VP s'insère depuis une voie non prioritaire, l'ego lui cède le passage • L'ego s'engage depuis une voie prioritaire, le VP se arrive sur la voie principale • Le VP s'insère à vitesse critique depuis une voie non prioritaire, l'ego doit ralentir dans sa voie • Le VP s'insère à vitesse critique depuis une voie non prioritaire, l'ego doit changer de voie a) En ligne droite et en condition de visibilité nominale b) En courbe et aux conditions limites de visibilité de l'ODD véhicule ou système	b) Aux conditions limites de visibilité de l'ODD système Scenario spécifique représentant des configurations d'insertion du parcours présentant des masques de visibilité significatifs, respectivement en condition de trafic dense et avec un VP abordant l'intersection en vitesse critique.
Sortie vers voie de sortie / décélération	Supposé couvert par les scénarios de changement de file en situations nominales Comportement de décélération à l'approche et sur la voie de sortie, depuis la vitesse maximale autorisée dans l'ODD du véhicule / système, en situation de blocage de la voie de sortie au-delà de la fin de la voie de décélération • Le VP se trouve derrière l'ego et approche à vitesse critique a) En condition de visibilité nominale En courbe sur la voie de sortie et aux conditions limites de visibilité de l'ODD véhicule ou système	A relier à la notion de « marche à blanc » sur l'ensemble des insertions du parcours avec un véhicule témoin circulant sur la voie visée par l'insertion à la vitesse maximale autorisée sur cette voie : a) En condition de visibilité nominale b) Aux conditions limites de visibilité de l'ODD système Scenario spécifique représentant des configurations de sortie vers voie de décélération du parcours présentant des masques de visibilité significatifs, respectivement en condition de trafic dense et avec un VP abordant la sortie en vitesse critique.
Arrêt de TC	Comportement de décélération et d'arrêt sur un arrêt (en ligne, en avancée, en encoche) obstrué par des stationnements gênants d'un VP • partiellement : réduction de la longueur de stationnement nominale de moins de 5 m • fortement : longueur de stationnement inférieure à la longueur du véhicule + 5 m depuis une vitesse de circulation initiale égale à la vitesse maximale autorisée a) en conditions de visibilité nominale b) aux conditions limites de visibilité de l'ODD véhicule ou système	Les scénarios ci-contre devraient être déclinés également dans les configurations d'emplacement d'arrêt présentant un risque significatif de réduction de la longueur de stationnement de plus de 5 m par des stationnements gênants.
Sortie d'arrêt de TC	Insertion dans la circulation depuis l'arrêt (en ligne, en avancée, en encoche), libre de stationnement sur toute la longueur nominale • le VP arrive derrière l'ego qui souhaite sortir de l'arrêt • le VP arrive en face de l'ego qui souhaite sortie de l'arrêt • avec un VP circulant à vitesse critique sur la voie visée par l'insertion (+ 20 km/h et + 50 km/h par rapport à la vitesse maximale autorisée) et ne respectant pas les priorités • avec un VP stationné sur la voie visée par l'insertion	A relier à la notion de « marche à blanc » sur l'ensemble des insertions du parcours avec un véhicule témoin circulant sur la voie visée par l'insertion à la vitesse maximale autorisée sur cette voie : a) En condition de visibilité nominale b) Aux conditions limites de visibilité de l'ODD système

	• avec un VP arrêté sur la voie visée par l'insertion a) en conditions de visibilité nominale b) aux conditions limites de visibilité de l'ODD véhicule ou système	Les scénarios ci-contre devraient être déclinés également dans une configuration de masques représentant celle observée sur les sorties de stationnement critiques du parcours du point de vue des masques.
Départ post-arrêt sur voie *(scénarios distincts de l'arrêt à un arrêt en ligne)*	• Le VP arrive derrière l'ego qui redémarre • Le VP arrive face à l'ego qui redémarre Insertion dans la circulation depuis l'arrêt • le VP arrive derrière l'ego qui redémarre • le VP arrive face à l'ego qui redémarre • avec un VP circulant à vitesse critique sur la voie visée par l'insertion (+ 20 km/h et + 50 km/h par rapport à la vitesse maximale autorisée) et ne respectant pas les priorités • avec un VP stationné sur la voie visée par l'insertion • avec un VP arrêté sur la voie visée par l'insertion a) en conditions de visibilité nominale b) aux conditions limites de visibilité de l'ODD véhicule ou système	A relier à la notion de « marche à blanc » sur l'ensemble des arrêts prévus du véhicule ego sur le parcours, libres de stationnements de tiers : a) En condition de visibilité nominale b) Aux conditions limites de visibilité de l'ODD système
(NB : les arrêts sur voie correspondant à des manœuvres de risque minimal ou des manœuvres d'urgence sont traités dans les réponses aux aléas critiques ci-après)		

- ***Scénarios d'interactions avec agent des forces de l'ordre (indications / sommations / contrôle des FO)***

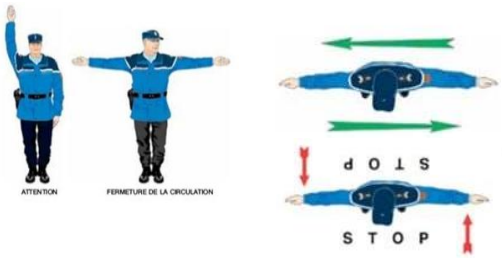
Les gestes règlementaires ci-dessous découlent directement ou presque des documents construits par le groupe de travail forces de l'ordre piloté par la DGGN. Des ajustements seront à réaliser pour certaines situations décrites ou potentiellement adaptées aux scénarios en question (par exemple les gestes répertoriés en 1.7).

L'exhaustivité des scénarios d'interaction avec les agents des forces de l'ordre est permise par la combinaison des deux premières couches de description de l'ODD avec la liste des gestes réglementaires ci-dessous.

Par exemple le scénario de roulage en ligne droite sur voie à chaussées séparées (1 ; 2 ; 3 voies), sans véhicule sur la voie adjacente de même sens avec visibilité nominale (premier scénario découlant du document méthodologique sur les scénarios) doit faire l'objet d'une série de scenarios permettant de vérifier les réponses de l'ego face aux gestes réglementaires suivants. Ainsi, la multiplication du nombre de scénarios avec le nombre de gestes réglementaires listés ci-dessous produit une première liste non exhaustive des situations auxquelles le STRA doit savoir répondre.

Enfin, la notion de spécificité due au parcours et aux aléas affectant la réponse est à prendre en compte dans la détection des agents des forces de l'ordre. C'est ce que la dernière colonne « aléas affectant la réponse » transmet.

Injonction de l'AFO		*Contextes opérationnels*	*Processus FO*	*Illustrations*	*Aléas affectant la réponse*
1.1	Arrêt d'un véhicule sur le bas-côté	Contrôle routier (suite à la constatation d'une infraction / contrôle alcoolémie / contrôle stupéfiants / lutte contre la délinquance - article 78-2-2 CPP)	1 - Sur le bord de la chaussée, faire face au véhicule qu'il s'agit d'arrêter 2 - Signal d'attention : élever le bras droit verticalement 3 - Fixer du regard et désigner le conducteur avec l'index de la main gauche tendu dans le prolongement du bras 4 - Tendre le bras gauche en direction de l'emplacement de stationnement du véhicule. Ensuite, porter l'avant-bras droit à hauteur de la poitrine et décrire de larges cercles extérieurs.		AFO en civil avec un brassard, autres usagers des voies qui créent un masque entre l'Usager et l'AFO, piéton qui fait un geste similaire, conditions climatiques défavorables
1.2	Remise en circulation	Suite à un contrôle routier.	1 - Attendre que le conducteur contrôlé soit attentif. 2 - Vérifier qu'il n'y ait pas de circulation sur la voie de remise en circulation. 3 - Prendre position sur la chaussée, parallèlement à la voie de circulation, et par des gestes répétés du bras droit, confirmer au conducteur intéressé l'indication de mise en mouvement.		

1.3	Arrêt d'un véhicule sur la chaussée	Mise en œuvre d'une circulation alternée, fermeture d'une voie de circulation (suite à un accident, une manifestation publique, une manifestation sportive, …)	1 - Faire face au flux de véhicules qu'il s'agit d'arrêter. 2 - Signal d'attention : élever le bras droit verticalement. 3 - Lever les deux bras horizontalement, paumes vers le flux de véhicule.		AFO en civil avec un brassard, autres usagers des voies qui créent un masque entre l'Usager et l'AFO, piéton qui fait un geste similaire, conditions climatiques défavorables
1.4	Ralentissez	À l'approche d'une zone dangereuse ou sensible (accident, intervention des services d'urgence, intervention des forces de l'ordre...)	Tendre le bras du côté du flux de circulation, paume vers le sol et opérer un mouvement ample et lent de haut en bas.		AFO en civil avec un brassard, autres usagers des voies qui créent un masque entre l'Usager et l'AFO, piéton qui fait un geste similaire, conditions climatiques défavorables.
1.5	Circulez, accélérez	Régulation de la circulation aux abords d'une zone dangereuse ou sensible (accident, intervention des services d'urgence, intervention des forces de l'ordre...)	Tendre le bras dans la direction à suivre et de l'autre bras, opérer un mouvement circulaire oscillant avec l'avant-bras.		AFO en civil avec un brassard, autres usagers des voies qui créent un masque entre l'Usager et l'AFO, piéton qui fait un geste similaire, conditions climatiques défavorables

1.6	Injonction pour demander à un Usager de serrer à droite ou à gauche sur la chaussée	À l'approche d'une zone dangereuse ou sensible (accident, intervention des services d'urgence, intervention des forces de l'ordre...)	Tendre le bras du côté du flux de circulation, paume à la verticale, et opérer un mouvement en piston, ample et lent.		AFO en civil avec un brassard, autres usagers des voies qui créent un masque entre l'Usager et l'AFO, piéton qui fait un geste similaire, conditions climatiques défavorables
1.7	Autre type d'injonction, non standardisée (par exemple : reculer, etc.).	*A RENSEIGNER*	*A RENSEIGNER*	*A RENSEIGNER*	AFO en civil avec un brassard, autres usagers des voies qui créent un masque entre l'Usager et l'AFO, piéton qui fait un geste similaire, conditions climatiques défavorables
2.1	Halte	Escorte, régulation du trafic.	Lever le bras verticalement, main ouverte vers l'avant.		AFO en civil avec un brassard avec véhicule banalisé, autres usagers des voies qui créent un masque entre l'Usager et l'AFO, motard qui fait un geste similaire, conditions climatiques défavorables
2.2	Ralentissez	Escorte, régulation du trafic.	Bras tendu latéralement, mouvements lents alternatifs, amples de haut en bas (bras droit pour les usagers circulant dans le même sens, bras gauche pour ceux circulant en sens inverse).		AFO en civil avec un brassard avec véhicule banalisé, autres usagers des voies qui créent un masque entre l'Usager et l'AFO, motard qui fait un geste similaire, conditions climatiques défavorables

2.3	Dépassez, accélérez	Escorte, régulation du trafic.	Bras gauche tendu le long du corps, mouvements d'arrière en avant rapides et amples, main ouverte vers l'avant.		AFO en civil avec un brassard avec véhicule banalisé, autres usagers des voies qui créent un masque entre l'Usager et l'AFO, motard qui fait un geste similaire, conditions climatiques défavorables
2.4	Serrez-vous	Escorte, régulation du trafic.	Bras fléchi, main à hauteur de l'épaule, mouvements en piston lents, amples pour terminer bras tendu à l'horizontale.		AFO en civil avec un brassard avec véhicule banalisé, autres usagers des voies qui créent un masque entre l'Usager et l'AFO, motard qui fait un geste similaire, conditions climatiques défavorables
2.5	Suivez-moi	Interception de véhicule.	Bras tendu le long du corps, mouvements circulaires amples dans le sens des aiguilles d'une montre.		AFO en civil avec un brassard avec véhicule banalisé, autres usagers des voies qui créent un masque entre l'Usager et l'AFO, motard qui fait un geste similaire, conditions climatiques défavorables
3.1	Injonction pour demander à l'Usager de **suivre l'AFO**	Interception de véhicule.	1. Le véhicule des FO utilise ses moyens de signalisation lumineux et sonore à l'approche de l'Usager 2. Il se positionne devant l'usager et utilise ses signaux lumineux		AFO en civil avec un brassard avec véhicule banalisé, autres usagers des voies qui créent un masque entre l'Usager et l'AFO, automobiliste qui fait un geste similaire, conditions climatiques défavorables