



---

**Commission économique pour l'Europe**

Comité des transports intérieurs

**Forum mondial de l'harmonisation  
des Règlements concernant les véhicules**

Groupe de travail des véhicules automatisés/autonomes et connectés

**Dix-septième session**

Genève, 25-29 septembre 2023

Point 6 a) de l'ordre du jour provisoire

**Systèmes actifs d'aide à la conduite et Règlement ONU n° 79 :****Systèmes actifs d'aide à la conduite****Proposition de nouveau Règlement ONU énonçant  
des prescriptions uniformes relatives à l'homologation  
des véhicules en ce qui concerne les systèmes d'aide  
au contrôle du véhicule****Communication de l'équipe spéciale des systèmes actifs d'aide  
à la conduite\***

Le texte ci-après, élaboré au sein de l'équipe spéciale des systèmes actifs d'aide à la conduite (équipe ADAS), porte sur une proposition de nouveau Règlement ONU énonçant des prescriptions uniformes relatives à l'homologation des véhicules en ce qui concerne les systèmes d'aide au contrôle du véhicule. Il a été approuvé par l'équipe ADAS à sa vingt et unième session, qui s'est tenue les 26 et 27 juin 2023, en vue de sa communication au Groupe de travail des véhicules automatisés/autonomes et connectés (GRVA). Il est soumis au GRVA pour examen à sa dix-septième session.

Le présent document contient un certain nombre de sections et de prescriptions placées entre crochets. L'équipe ADAS est censée examiner et éventuellement modifier ces prescriptions au cours de l'été 2023 en soumettant des documents informels supplémentaires destinés à la dix-septième session du GRVA, qui se tiendra en septembre.

---

\* Conformément au programme de travail du Comité des transports intérieurs pour 2023 tel qu'il figure dans le projet de budget-programme pour 2023 (A/77/6 (Sect. 20), par. 20.6), le Forum mondial a pour mission d'élaborer, d'harmoniser et de mettre à jour les Règlements ONU en vue d'améliorer les caractéristiques fonctionnelles des véhicules. Le présent document est soumis en vertu de ce mandat.



# Règlement ONU énonçant des prescriptions uniformes relatives à l'homologation des véhicules en ce qui concerne les systèmes d'aide au contrôle du véhicule

## Table des matières

	<i>Page</i>
Introduction .....	3
1. Champ d'application .....	5
2. Définitions.....	5
3. Demande d'homologation.....	9
4. Homologation.....	9
5. Spécifications .....	10
6. Prescriptions relatives aux fonctionnalités particulières du système d'aide au contrôle du véhicule .....	22
7. Surveillance en fonctionnement du système d'aide au contrôle du véhicule .....	31
8. Validation du système .....	33
9. Informations concernant le système .....	33
10. Prescriptions relatives à l'identification des logiciels et à la cybersécurité.....	34
11. Modification du type de véhicule et extension de l'homologation.....	34
12. Conformité de la production .....	35
13. Sanctions pour non-conformité de la production .....	36
14. Arrêt définitif de la production.....	36
15. Noms et adresses des services techniques chargés des essais d'homologation et des autorités d'homologation de type.....	36
<b>Annexes</b>	
1. Communication .....	37
2. Exemples de marque d'homologation .....	39
3. Prescriptions particulières relatives à l'audit ou à l'évaluation .....	40
Appendice 1 – Modèle de rapport d'évaluation des systèmes électroniques et des systèmes électroniques complexes .....	49
Appendice 2 – Conception du système à analyser lors de l'audit ou de l'évaluation .....	51
Appendice 3 – Exemple de classification des capacités de détection du « système » et des limites de fonctionnement correspondantes .....	52
Appendice 4 – Déclaration relative aux capacités du système.....	53
4. Dispositions relatives aux essais physiques de validation du système d'aide au contrôle du véhicule .....	58
5. Cadre d'évaluation de la crédibilité de la simulation aux fins de la validation d'un système d'aide au contrôle du véhicule.....	74

## Introduction

1. [Les systèmes actifs d'aide à la conduite (ADAS) visent à améliorer la sécurité routière en fournissant aux conducteurs des informations, notamment des avertissements dans les situations critiques, et en les aidant à contrôler le mouvement latéral et/ou longitudinal du véhicule de manière ponctuelle ou continue en conditions de conduite normale, et à éviter les collisions ou à en atténuer les conséquences dans les situations critiques. Les ADAS sont destinés à aider les conducteurs, auxquels incombent en permanence le contrôle du véhicule et la surveillance de l'environnement et des performances du véhicule et du système.]

2. Le présent Règlement ONU porte sur les systèmes d'aide au contrôle du véhicule, qui constituent un sous-ensemble des systèmes actifs d'aide à la conduite (ADAS). Les systèmes d'aide au contrôle du véhicule sont des systèmes automobiles actionnés par le conducteur qui facilitent le contrôle dynamique du véhicule en contribuant de manière continue au contrôle des mouvements latéraux et longitudinaux de ce dernier. Ces systèmes, lorsqu'ils sont activés, allègent les tâches de conduite, améliorent le confort et réduisent la charge de travail du conducteur en stabilisant le véhicule de manière active ou en le manœuvrant. Lorsqu'ils sont utilisés dans le respect de leurs limites de fonctionnement, les systèmes d'aide au contrôle du véhicule facilitent la conduite, mais ne prennent pas entièrement en main les tâches de conduite, qui restent donc de la responsabilité du conducteur. L'assistance fournie par ces systèmes ne doit nuire ni à la sécurité routière ni au contrôle du comportement du véhicule par le conducteur.

3. En écho à l'expansion du marché des systèmes améliorés d'aide au contrôle du véhicule, le présent Règlement ONU a pour objet d'établir des prescriptions uniformes et générales neutres sur le plan technologique relatives à l'homologation des véhicules équipés de systèmes d'aide au contrôle du véhicule pouvant fonctionner au-delà des limites fixées par le Règlement ONU n° 79, et vise à permettre l'homologation de diverses fonctionnalités d'aide au contrôle de la conduite, comblant ainsi une lacune réglementaire. Le présent Règlement ONU énonce les prescriptions de sécurité minimales auxquelles doivent répondre les systèmes d'aide au contrôle du véhicule. [Au cours des prochaines étapes de son élaboration, le présent Règlement ONU sera étendu à tous les systèmes d'aide au contrôle du véhicule actuellement visés par le Règlement ONU n° 79, qui sera mis à jour en conséquence.]

4. Selon la norme SAE J3016 (Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles), les systèmes d'aide au contrôle du véhicule sont des systèmes de niveau 2 (automatisation partielle de la conduite), c'est-à-dire des systèmes qui ne peuvent prendre en charge qu'une partie du contrôle dynamique du véhicule et qui nécessitent qu'un conducteur assure le reste du contrôle dynamique, supervise le fonctionnement du système et surveille l'environnement du véhicule<sup>1</sup>. De ce fait, le système d'aide au contrôle du véhicule, lorsqu'il est activé, aide le conducteur à exercer le contrôle dynamique, mais ne le remplace pas. Lorsque le système d'aide au contrôle du véhicule n'assure que le contrôle longitudinal ou le contrôle latéral, son niveau d'automatisation passe temporairement de 2 à 1 (assistance au conducteur).

5. Si les systèmes d'aide au contrôle du véhicule et les systèmes de conduite automatisés de niveaux 3 à 5 selon la norme SAE J3016 assurent tous deux de manière continue un contrôle latéral et longitudinal, seuls ces derniers permettent au conducteur de leur déléguer les tâches de conduite, car ils sont par définition les seuls en mesure de faire face, sans intervention du conducteur, à toutes les situations auxquelles ils peuvent raisonnablement être confrontés dans leur domaine de conception opérationnelle. Les systèmes d'aide au contrôle du véhicule, quant à eux, aident le conducteur, mais ne le remplacent jamais. Par conséquent, le conducteur est en permanence responsable du contrôle du véhicule.

<sup>1</sup> Les niveaux d'automatisation décrits dans la norme SAE J3016 figurent également dans le document de référence ECE/TRANS/WP29/1140.

6. La disponibilité et la capacité d'assistance des systèmes d'aide au contrôle du véhicule dépendent des limites de fonctionnement de ces systèmes. Si les systèmes d'aide au contrôle du véhicule disposent de fonctionnalités leur permettant de détecter les scénarios courants correspondant aux cas d'utilisation et d'y réagir, ils ne sont pas forcément capables de reconnaître certaines conditions environnementales, car ils ne sont pas conçus pour gérer toutes les situations, et le conducteur est censé garder en permanence le contrôle du véhicule.

7. Selon les cas d'utilisation, certains systèmes d'aide au contrôle du véhicule peuvent être en mesure de déclencher des manœuvres de conduite. Dans ce cas, le système doit être conçu de manière à respecter les règles générales de circulation (par exemple, non-franchissement des lignes continues de délimitation de voies interdisant le changement de voie). Toutefois, lorsque les manœuvres sont déclenchées par le conducteur, le système fournit uniquement une assistance à la conduite, sans tenir compte des règles de circulation. Dans les deux cas, le conducteur est responsable du contrôle du véhicule.

8. Une confiance excessive du conducteur pourrait constituer un risque pour la sécurité. Plus un système est performant, plus le conducteur est susceptible de compter sur la fiabilité de celui-ci et de réduire son niveau de supervision au fil du temps (au point de confondre aide au contrôle du véhicule avec conduite entièrement automatisée). Par conséquent, les systèmes d'aide au contrôle du véhicule doivent être conçus de manière à prévenir les risques raisonnablement prévisibles d'utilisation incorrecte ou abusive de la part du conducteur. Les systèmes d'aide au contrôle du véhicule doivent fournir au conducteur les informations lui permettant de superviser l'assistance fournie.

9. Les systèmes d'aide au contrôle du véhicule ne sont pas destinés à permettre au conducteur d'entreprendre plus d'activités secondaires (c'est-à-dire autres que la conduite) que celles déjà autorisées dans le cadre de la conduite manuelle avant l'entrée en vigueur du présent Règlement. Le recours à ces systèmes suppose que le conducteur reste concentré sur les tâches de conduite et de surveillance. Par conséquent, les systèmes d'aide au contrôle du véhicule doivent disposer de moyens permettant d'évaluer en permanence le niveau de vigilance du conducteur (en vérifiant qu'il garde les mains sur le volant ou les yeux sur la route, voire les deux), réagir de manière appropriée à une perte de vigilance en adressant des avertissements spéciaux au conducteur, puis arrêter complètement le véhicule si le conducteur n'a pas réagi aux avertissements et n'a pas repris les commandes du véhicule.

10. Le présent Règlement comprend des prescriptions fonctionnelles générales concernant la sûreté du système en fonctionnement normal et en cas de défaillance du système ou d'incapacité du conducteur à prouver son niveau de vigilance (sécurité positive). Les dispositions réglementaires portent sur l'interaction du système d'aide au contrôle du véhicule avec d'autres systèmes d'aide à la conduite, la définition des limites de fonctionnement du système et le comportement du système lorsque ces limites sont atteintes, la contrôlabilité et l'assistance au contrôle dynamique du système pour différents cas d'utilisation du système d'aide au contrôle du véhicule (fonctionnalités). La réglementation des interactions entre le système d'aide au contrôle du véhicule et le conducteur, y compris l'interface humain-machine (IHM), comporte deux volets : l'utilisation du système par le conducteur et la vérification par le système du niveau de vigilance du conducteur. Le présent Règlement énonce les prescriptions relatives aux fonctionnalités particulières du système d'aide au contrôle du véhicule.

11. Le présent Règlement fixe des méthodes d'évaluation de la conformité plus génériques que le Règlement ONU n° 79, qui prévoit des dispositions propres à chaque cas d'utilisation. Le fabricant est tenu de communiquer une description succincte de la conception du système, ce qui permet d'éclairer l'autorité d'homologation quant aux activités d'évaluation et de vérification nécessaires. Les méthodes d'évaluation à plusieurs composantes compensent les incertitudes liées aux cas d'utilisation qui ne font pas l'objet d'une analyse directe et permettent d'étudier une multiplicité de cas d'utilisation. La validation du système d'aide au contrôle du véhicule doit garantir qu'une évaluation approfondie, prenant en compte la sécurité fonctionnelle et opérationnelle des fonctionnalités du système ainsi que le système complet intégré au véhicule, a été réalisée par le fabricant au cours de l'élaboration et de la conception. Les composantes de l'évaluation comprennent la validation des aspects relatifs à la sécurité du système d'aide au contrôle du véhicule, au moyen d'un audit approfondi de la documentation du fabricant, de la réalisation d'essais physiques sur piste et sur route, et de la surveillance en fonctionnement du système par le fabricant.

12. Afin que le conducteur puisse utiliser en toute sécurité le système d'aide au contrôle du véhicule, il doit bien comprendre les capacités et les performances du système équipant le véhicule. Il est obligatoire de fournir au conducteur les informations appropriées afin d'éviter toute erreur d'interprétation, toute surestimation de l'efficacité du système ou toute difficulté liée au système ou au contrôle du véhicule. L'élaboration du présent Règlement ONU a montré qu'il était nécessaire de veiller à ce que le conducteur dispose en permanence de connaissances spécialisées ou suffisantes concernant la bonne utilisation du système d'aide au contrôle du véhicule. Cette question touche au thème plus large de la formation des conducteurs, qui peut être séparée en deux parties : a) l'amélioration de la formation des conducteurs à la conduite de véhicules équipés d'un système d'aide au contrôle du véhicule, et b) l'élaboration, en plus du présent Règlement ONU, d'une norme harmonisée (par exemple, ISO) définissant les éléments communs à tous les systèmes d'aide au contrôle du véhicule (IHM, techniques de communication, modes de fonctionnement, possibilités de neutralisation, messages et signaux du système, etc.) ; cela garantirait l'uniformité des IHM indépendamment des systèmes et des fabricants, de sorte que chaque conducteur pourrait se préparer à utiliser les différentes fonctionnalités de ces systèmes en toute sécurité.

13. Le présent Règlement ONU ne vise pas à établir des exigences applicables aux conducteurs, mais il précise les prescriptions relatives au matériel pédagogique, aux messages et aux signaux que les fabricants de systèmes d'aide au contrôle du véhicule devront communiquer aux conducteurs afin que ceux-ci les consultent. Toutefois, le présent Règlement ONU ne peut garantir, par le jeu de dispositions réglementaires, que ces documents seront lus et compris par les conducteurs.

14. Le déploiement des systèmes d'aide au contrôle du véhicule montre qu'il est important que la politique de commercialisation soit équilibrée, afin que les consommateurs ne soient pas amenés à surestimer les capacités et les performances de ces systèmes. La présence de termes trompeurs dans les documents d'information fournis par le fabricant peut entraîner une confusion ou une confiance excessive du consommateur.]

## 1. Champ d'application

- 1.1 Le présent Règlement ONU s'applique à l'homologation de type des véhicules des catégories [M et N]<sup>2</sup> en ce qui concerne leur système d'aide au contrôle du véhicule.
- 1.2 Le présent Règlement ONU ne s'applique pas aux fonctions de direction à commande automatique (ACSF) ni aux fonctions d'atténuation des risques telles que définies dans le Règlement ONU n° 79. [Toutefois, si, par conception, de telles fonctions sont intégrées en tant que fonctionnalités dans un système d'aide au contrôle du véhicule, elles ne font pas l'objet d'une homologation distincte au titre du Règlement ONU n° 79. Les fonctions de direction à commande automatique et d'atténuation des risques sont considérées comme des fonctionnalités du système d'aide au contrôle du véhicule si elles ne peuvent pas être activées indépendamment du système.]

## 2. Définitions

Aux fins du présent Règlement, on entend par :

- 2.1 « *Système d'aide au contrôle du véhicule* », le matériel et les logiciels qui, ensemble, sont capables d'aider le conducteur à contrôler les mouvements longitudinaux et latéraux du véhicule de manière continue, qui comportent au moins une fonctionnalité visée à la section 6 du présent Règlement, et qui nécessitent que le conducteur reste vigilant et surveille en permanence l'environnement et les performances du véhicule ou du système.

<sup>2</sup> Selon les définitions figurant dans la Résolution d'ensemble sur la construction des véhicules (R.E.3), document ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.6, par. 2 (<https://unece.org/transport/vehicle-regulations/wp29/resolutions>).

Dans le cadre du présent Règlement, le système d'aide au contrôle du véhicule est également appelé « *le système* » ;

2.2 « *Type de véhicule en ce qui concerne le système d'aide au contrôle du véhicule* », une catégorie de véhicules qui ne diffèrent pas entre eux quant aux aspects essentiels suivants :

- a) Les caractéristiques et la conception du système d'aide au contrôle du véhicule ;
- b) Les caractéristiques du véhicule qui ont une incidence importante sur les performances du système d'aide au contrôle du véhicule.

Si la désignation du type de véhicule donnée par le constructeur indique que le système d'aide au contrôle du véhicule comporte plusieurs fonctionnalités, qui ne sont pas obligatoirement toutes installées sur tous les véhicules, le système disposant du plus petit nombre de fonctionnalités est réputé appartenir au même type de véhicule en ce qui concerne le système d'aide au contrôle du véhicule ;

2.3 « *Fonctionnalité (du système d'aide au contrôle du véhicule)* », une composante propre au système d'aide au contrôle du véhicule fournissant une assistance au conducteur dans des scénarios de circulation, des situations et un domaine de fonctionnement donnés ;

2.4 « *Conducteur* », un être humain qui s'acquitte et est responsable des différentes tâches relatives au contrôle dynamique d'un véhicule, que le système d'aide au contrôle du véhicule soit ou non activé ;

2.5 « *Contrôle dynamique* », l'exécution en temps réel des fonctions opérationnelles et tactiques nécessaires au déplacement du véhicule. Il s'agit notamment du contrôle du déplacement latéral et longitudinal du véhicule, de la surveillance de l'environnement routier, des réactions aux événements survenant dans la circulation routière, ainsi que de la préparation et du signalement des manœuvres.

Aux fins du présent Règlement, le conducteur s'acquitte et est responsable des tâches de contrôle dynamique du véhicule, tandis que le système d'aide au contrôle du véhicule fournit au conducteur une assistance aux fins de l'exécution des fonctions opérationnelles et tactiques sans limiter sa capacité à intervenir à tout moment ;

2.6 « *Limites de fonctionnement du système* », les situations, définies par des valeurs limites ou des conditions vérifiables ou mesurables établies par le fabricant, dans lesquelles le système d'aide au contrôle du véhicule ou une fonctionnalité de celui-ci fournissent une assistance au conducteur. Ces paramètres peuvent, entre autres, être d'ordre environnemental, géographique, ou temporel (heure de la journée), concerner certains usagers de la route ou la présence ou l'absence indispensables de certaines caractéristiques de circulation ou de la chaussée ;

2.7 « *Vigilance du conducteur* », la capacité en temps réel du conducteur à exécuter les fonctions tactiques de perception, de planification et de prise de décision, ainsi qu'à intervenir dans l'exécution des fonctions opérationnelles déléguées au système d'aide au contrôle du véhicule. [Le recours au système d'aide au contrôle du véhicule suppose que celui-ci exécute les fonctions tactiques et opérationnelles de contrôle dynamique qui lui sont attribuées, sous la supervision du conducteur, qui participe pleinement et en permanence au contrôle dynamique ;]

2.8 [« *Perte de vigilance du conducteur* », l'altération de la capacité en temps réel du conducteur à assurer les fonctions tactiques de perception, de planification et de prise de décision et à intervenir dans l'exécution des fonctions opérationnelles déléguées au système d'aide au contrôle du véhicule ;

- 2.9 « *Confiance excessive* », une dépendance excessive du conducteur à l'égard du système d'aide au contrôle du véhicule ou une confiance excessive dans les performances de celui-ci, qui se traduisent par une perte de vigilance du conducteur ;
- 2.10 « *Fonctions opérationnelles* », les commandes de base que le conducteur doit exécuter pour déplacer un véhicule et faire fonctionner ses systèmes, y compris le contrôle du mouvement latéral et longitudinal du véhicule. L'exécution des fonctions opérationnelles nécessite que le conducteur soit physiquement apte à la conduite du véhicule ;
- 2.11 « *Fonctions tactiques* », la planification et le choix en temps réel par le conducteur des manœuvres à effectuer. L'exécution des fonctions tactiques nécessite que le conducteur fasse appel à ses compétences pour conduire le véhicule dans un environnement en constante évolution ;
- 2.12 « *Temps réel* », l'intervalle de temps pendant lequel un processus ou un événement se produit ;
- 2.13 « *Manœuvre* », une modification de la trajectoire du véhicule qui l'amène à quitter au moins partiellement la voie dans laquelle il circule ou à changer de direction, ce qui peut entraîner une interaction avec d'autres usagers de la route.
- Les manœuvres peuvent être déclenchées par le conducteur, auquel cas le système n'exécutera la manœuvre qu'après confirmation du conducteur, ou bien par le système, auquel cas le système commencera à exécuter la manœuvre sans confirmation supplémentaire du conducteur ;
- 2.14 « *Voie de destination* », la voie de circulation sur laquelle le système a l'intention de faire passer le véhicule en effectuant une manœuvre ;
- 2.15 « *Procédure de changement de voie* », la séquence d'opérations visant à faire passer le véhicule sur une autre voie. La procédure débute lorsque les feux indicateurs de direction sont activés et s'achève une fois qu'ils sont désactivés. Elle comprend les opérations suivantes :
- a) Activation des feux indicateurs de direction ;
  - b) Déplacement latéral du véhicule vers les limites de la voie ;
  - c) Manœuvre de changement de voie ;
  - d) Reprise de la fonction de maintien dans la voie ;
  - e) Désactivation des feux indicateurs de direction ;
- 2.16 « *Manœuvre de changement de voie* », une manœuvre faisant partie de la procédure de changement de voie et qui :
- a) Débute lorsque le bord extérieur de la bande de roulement du pneumatique de la roue avant du véhicule la plus proche de la ligne de délimitation des voies franchit le bord extérieur de la ligne vers laquelle se dirige le véhicule ; et
  - b) Prend fin lorsque les roues arrière du véhicule ont entièrement franchi la ligne de délimitation des voies ;
- 2.17 « *Mode arrêt* », l'état du système d'aide au contrôle du véhicule lorsque celui-ci est dans l'impossibilité d'aider le conducteur à exercer le contrôle dynamique. Une action délibérée du conducteur est nécessaire pour faire passer le système en mode « veille » ou « actif » ;
- 2.18 « *Mode marche* », l'état du système d'aide au contrôle du véhicule lorsque le conducteur a sollicité l'assistance du système ou d'une fonctionnalité. Le système est alors soit en mode « veille », soit en mode « actif » ;

- 2.19 « *Mode veille* », l'état du système d'aide au contrôle du véhicule lorsque ses limites de fonctionnement sont dépassées, et qu'il ne peut donc pas aider le conducteur à exercer le contrôle dynamique ;
- 2.20 « *Mode actif* », l'état du système d'aide au contrôle du véhicule lorsque ses limites de fonctionnement sont respectées, et qu'il aide le conducteur à exercer le contrôle dynamique ;
- 2.21 « *Risque de collision imminente* », une situation ou un événement susceptible de conduire à une collision entre le véhicule et un autre usager de la route ou un obstacle et qui ne peut être évité par une manœuvre de freinage entraînant une décélération inférieure à  $5 \text{ m/s}^2$  ;
- 2.22 « *Portée de détection* », la distance à laquelle le système de détection du véhicule peut reconnaître de manière fiable une cible et générer un signal de commande, compte tenu de la détérioration et de l'usure des composants du système de détection au fil du temps pendant la durée de vie du véhicule ;
- 2.23 « *Vitesse maximale* », la vitesse maximale du véhicule fixée par le conducteur ou la limite de vitesse déterminée par le système, que le système contrôle lorsqu'il est actif ;
- 2.24 « *Limite de vitesse déterminée par le système* », la limite de vitesse déterminée par le système grâce à l'observation de la signalisation routière, sur la base des signaux émis par les infrastructures ou des données cartographiques électroniques, ou des deux ;
- 2.25 « *Défaillance* », l'incapacité d'un composant électrique ou non électrique à remplir la fonction pour laquelle il a été conçu ;
- 2.26 « *Numéro d'identification du logiciel aux fins du Règlement ONU n° X (Rx SWIN)* », code attribué par le constructeur du véhicule, associé aux informations concernant le logiciel du système de commande électronique, soumis à homologation et faisant partie intégrante des caractéristiques du véhicule pertinentes dans le cadre de son homologation de type au titre du Règlement ONU n° X ;
- 2.27 « *Système de commande électronique* », un ensemble de modules conçus pour assurer conjointement une fonction donnée de commande du véhicule par des moyens informatiques. Un tel système, généralement piloté par un logiciel, est constitué de composants discrets (par exemple, des capteurs, des unités de commande électronique et des actionneurs) reliés entre eux par des liaisons de transmission. Il peut notamment comporter des éléments mécaniques, électropneumatiques ou électrohydrauliques. Le « système » dont il est question ici est celui pour lequel l'homologation de type est demandée ;
- 2.28 « *Logiciel* », la partie d'un système de commande électronique constituée de données numériques et d'instructions ;
- 2.29 « *Événement* », dans le contexte des dispositions énoncées à la section 7, une action relative à la sécurité, ou un fait ou un incident impliquant un véhicule équipé d'un système d'aide au contrôle du véhicule ;
- 2.30 « *Événement critique pour la sécurité* », un événement au cours duquel le système d'aide au contrôle du véhicule ou l'une de ces fonctionnalités sont actifs au moment d'une collision qui :
- a) A fait au moins une victime dont les blessures nécessitent une assistance médicale ; ou
  - b) A entraîné le déclenchement des sacs gonflables ou des dispositifs de retenue du véhicule équipé du système d'aide au contrôle du véhicule ;
- 2.31 « *Contrôlabilité* », la mesure dans laquelle un dommage peut être évité lorsqu'une situation dangereuse se produit. Cette situation peut être due à des actions du conducteur, du système ou à des éléments externes ;]

- 2.32 [« *Voie urbaine* » [Réservé]]
- 2.33 [« *Route interurbaine* » [Réservé]]
- 2.34 [« *Route de campagne* » [Réservé]]
- 2.35 [« *Autoroute* » [Réservé]]

### 3. Demande d'homologation

- 3.1 La demande d'homologation d'un type de véhicule en ce qui concerne son système d'aide au contrôle du véhicule doit être présentée par le constructeur du véhicule ou son représentant dûment agréé à l'autorité d'homologation de la Partie contractante conformément aux dispositions de l'annexe 3 de l'Accord de 1958.
- 3.2 Elle doit être accompagnée des documents suivants (un modèle de fiche de renseignements est présenté à l'annexe 2) :
- 3.2.1 Une description du type de véhicule eu égard aux points mentionnés au paragraphe 2.2, accompagnée du dossier d'information visé à l'annexe 1, qui renseigne sur la conception de base du système d'aide au contrôle du véhicule et sur les dispositifs permettant de le relier à d'autres systèmes du véhicule ou par l'intermédiaire desquels il contrôle directement les variables de sortie.
- 3.3 Un véhicule représentatif du type de véhicule à homologuer doit être présenté à l'autorité d'homologation de type ou à son service technique désigné chargé des essais d'homologation.

### 4. Homologation

- 4.1 Lorsque le type de véhicule présenté à l'homologation au titre du présent Règlement satisfait aux prescriptions des sections 5 à 10 ci-après, l'homologation pour ce type de véhicule est accordée.
- 4.2 Un numéro d'homologation doit être attribué à chaque type homologué. Les deux premiers chiffres (00 pour le Règlement sous sa forme actuelle) indiquent la série d'amendements correspondant aux modifications techniques apportées au Règlement, à la date de délivrance de l'homologation. Une même Partie contractante ne peut attribuer ce même numéro à un autre type de véhicule.
- 4.3 L'homologation, l'extension, le refus ou le retrait d'une homologation, ou l'arrêt définitif de la production d'un type de véhicule au titre du présent Règlement ONU sont notifiés aux Parties contractantes à l'Accord qui appliquent ledit Règlement, au moyen d'une fiche conforme au modèle qui figure à l'annexe 1 du présent Règlement, accompagnée de documents fournis par le demandeur au format maximal A4 (210 × 297 mm) et à une échelle appropriée, ou sous forme électronique.
- 4.4 Une marque d'homologation internationale conforme au modèle décrit à l'annexe 3 doit être apposée sur tout véhicule conforme à un type de véhicule homologué au titre du présent Règlement. Elle doit être bien visible, aisément accessible et placée à l'endroit indiqué sur la fiche d'homologation. La marque d'homologation doit être composée :
- 4.4.1 D'un cercle à l'intérieur duquel est placée la lettre « E », suivie :
- a) Du numéro distinctif du pays qui a accordé l'homologation ; et
  - b) Du numéro du présent Règlement, suivi de la lettre « R », d'un tiret et du numéro d'homologation, placés à droite du cercle mentionné au présent paragraphe ;

ou

- 4.4.2 D'un ovale entourant les lettres « UI » suivies de l'identifiant unique.
- 4.5 La marque d'homologation doit être bien lisible et indélébile.
- 4.6 L'autorité d'homologation de type doit vérifier l'existence de dispositions satisfaisantes garantissant un contrôle efficace de la conformité de la production avant d'accorder l'homologation de type.

## 5. Spécifications

Le respect des dispositions de la présente section doit être démontré par le constructeur à l'autorité d'homologation de type lors de l'inspection de la stratégie en matière de sécurité dans le cadre de l'évaluation décrite à l'annexe 3 et en fonction des essais pertinents décrits à l'annexe 4.

[Le système doit satisfaire aux prescriptions de la section 5 lorsqu'il est utilisé dans le respect de ses limites de fonctionnement conformément au paragraphe 5.3.5.2.]

- 5.1 Prescriptions générales
  - 5.1.1 Le système doit être conçu de manière à garantir que le conducteur reste concentré sur les tâches de conduite, conformément au paragraphe 5.5.4.2.
  - 5.1.2 Le constructeur doit mettre en œuvre des stratégies pour garantir que le conducteur a conscience du mode de conduite et éviter qu'il ne s'appuie trop sur le système. Cette condition est remplie s'il est satisfait aux prescriptions du paragraphe 5.5.4.
  - 5.1.3 Le constructeur doit prendre des mesures efficaces pour prévenir toute mauvaise utilisation raisonnablement prévisible de la part du conducteur et toute modification non autorisée des composants matériels du système.
  - 5.1.4 Le système doit fournir au conducteur un moyen de neutraliser ou de désactiver le système à tout moment et en toute sécurité. Cette condition est remplie s'il est satisfait aux prescriptions du paragraphe 5.5.3.4.
  - 5.1.5 Les performances d'un véhicule équipé d'un système d'aide au contrôle du véhicule doivent être au moins équivalentes à celles des systèmes automatiques de freinage d'urgence, des systèmes de prévention de franchissement de ligne et des systèmes d'avertissement de franchissement de ligne visés dans les Règlements ONU n<sup>os</sup> 131, 152, 79 et 130, selon la catégorie du véhicule et la conception du système. Toute incompatibilité avec ces systèmes d'assistance en cas d'urgence doit être présentée de manière détaillée dans la documentation soumise à l'autorité d'homologation de type.
- 5.2 Interactions du système d'aide au contrôle du véhicule avec d'autres systèmes d'assistance
  - 5.2.1 Lorsque le système est actif, les commandes qu'il génère ne doivent pas désactiver ou interrompre le fonctionnement des autres systèmes d'assistance en cas d'urgence qui sont activés (par exemple, la fonction de direction corrective), sauf s'ils risquent de compromettre le fonctionnement nominal et en toute sécurité du véhicule.
  - 5.2.2 Les transitions entre le système d'aide au contrôle du véhicule et d'autres systèmes d'assistance ou automatisés, la hiérarchisation de ces systèmes, et toute désactivation ou interruption des autres systèmes d'assistance destinés à assurer le fonctionnement nominal et en toute sécurité du véhicule doivent être présentées de manière détaillée dans la documentation soumise à l'autorité d'homologation de type.

- 5.3 Prescriptions fonctionnelles
- 5.3.1 Le constructeur doit présenter de manière détaillée dans la documentation les capacités de détection du système applicables aux différents cas d'utilisation, en particulier en ce qui concerne celles qui figurent à l'appendice 3 de l'annexe 3, préciser les limites de fonctionnement correspondantes et mentionner le cas échéant les autres systèmes pour véhicules qui sont homologués au titre d'autres règlements.
- 5.3.2 Le système doit être capable d'évaluer son environnement et de réagir de manière appropriée en activant la fonctionnalité prévue lorsqu'il est utilisé dans le respect des limites de fonctionnement décrites au paragraphe 5.3.5.
- 5.3.2.1 Le système doit [chercher à] adapter son comportement aux conditions de circulation en privilégiant la sécurité, et en évitant de perturber le flux de circulation.
- 5.3.2.2 Si le système détecte un risque de collision (obstacle sur la voie, usager de la route sur la trajectoire du véhicule ou s'en rapprochant), il doit [chercher à] réduire le risque de dommage en évitant la collision ou en limitant sa gravité.
- 5.3.2.3 Sans préjudice des autres prescriptions du présent Règlement, le système doit contrôler le déplacement latéral et longitudinal du véhicule de manière à maintenir une distance appropriée entre le véhicule et les autres usagers de la route.
- 5.3.3 Si nécessaire, le système, en fonction de sa conception opérationnelle, peut activer les systèmes appropriés du véhicule (par exemple, les essuie-glace, le système de chauffage, les feux indicateurs de direction, etc.).
- 5.3.4 La stratégie du constructeur en matière de contrôle doit [chercher à] réduire le risque de collision et doit viser à garantir que le conducteur peut contrôler le véhicule lorsque son intervention est requise, comme décrit au paragraphe 5.3.6, en tenant compte du temps de réaction du conducteur.
- 5.3.5 Réaction à la détection des limites de fonctionnement du système
- 5.3.5.1 Le système doit [chercher à] détecter les limites de son domaine de fonctionnement lorsqu'il est activé.
- 5.3.5.2 Le constructeur doit définir les limites de fonctionnement du système et de ses fonctionnalités et les présenter de manière détaillée dans la documentation soumise à l'autorité d'homologation de type, conformément à la section 6.
- 5.3.5.2.1 La description doit tenir compte des limites de fonctionnement applicables qui figurent à l'appendice 3 de l'annexe 3.
- 5.3.5.2.2 Le constructeur doit décrire le comportement du système dans le cas où celui-ci ou ses fonctionnalités restent activés au-delà des limites de fonctionnement, ainsi que les incidences sur les performances du système et de ses fonctionnalités.
- 5.3.5.3 Le constructeur doit dresser la liste des limites de fonctionnement que le système est capable de détecter et décrire les moyens permettant au système de les détecter.
- 5.3.5.4 Si le système détecte qu'une de ses limites de fonctionnement ou qu'une limite de fonctionnement de l'une de ses fonctionnalités est dépassée, il doit en avertir le conducteur conformément aux stratégies décrites par le constructeur, comme indiqué au paragraphe 5.3.5 et conformément aux prescriptions relatives à l'IHM figurant au paragraphe 5.5.4.1.
- Le système doit ensuite mettre fin à l'assistance qu'il fournit ou qui est fournie par la fonctionnalité concernée, et ce de manière prévisible et contrôlable. La stratégie d'arrêt de l'assistance doit être décrite par le constructeur et évaluée conformément à l'annexe 3.

- 5.3.5.5 Lorsque le système activé détecte que le véhicule va atteindre une limite de fonctionnement du système ou d'une fonctionnalité activée, il doit en informer le conducteur dans un délai approprié.
- 5.3.6 Contrôlabilité
- 5.3.6.1 Le système doit [chercher à] garantir que les commandes exécutées par le système restent contrôlables par le conducteur, notamment lorsque ces commandes résultent d'une défaillance du système ou de l'atteinte des limites de son domaine de fonctionnement. Le temps de réaction du conducteur doit être pris en compte lorsque cela est pertinent, afin que ce dernier puisse intervenir en toute sécurité à tout moment (par exemple, pendant une manœuvre donnée).
- 5.3.6.2 Afin d'assurer la contrôlabilité, le système doit mettre en œuvre des stratégies adaptées à la conception opérationnelle prévue, dans le respect de ses limites de fonctionnement.
- Les stratégies en matière de contrôlabilité sont notamment les suivantes :
- a) Limiter la génération de commandes de direction ;
  - b) Rectifier la position du système dans la voie de circulation ;
  - c) Reconnaître le type de route et ses caractéristiques ;
  - d) Évaluer le comportement des autres usagers de la route ;
  - e) Surveiller le niveau de vigilance (physique ou visuelle) du conducteur.
- La conception de la contrôlabilité par le constructeur doit être présentée de manière détaillée à l'autorité d'homologation de type et doit être évaluée comme indiqué à l'annexe 3.
- 5.3.7 Contrôle dynamique du système
- 5.3.7.1 [Système [actif] de maintien dans la voie
- 5.3.7.1.1 Lorsqu'il est activé, le système doit maintenir le véhicule dans une position stable à l'intérieur de sa voie de circulation.
- Lorsqu'il est activé et utilisé dans le respect de ses limites de fonctionnement, le système doit garantir que le véhicule ne quitte pas sa voie de circulation pour des valeurs d'accélération latérales que le constructeur doit préciser.
- 5.3.7.1.2 Le système ne doit être autorisé à générer des accélérations latérales supérieures à  $3,0 \text{ m/s}^2$  (par exemple, afin de ne pas perturber le trafic) que si les mesures suivantes sont en place et actives pendant les phases de conduite durant lesquelles le système fournit une assistance accrue au contrôle du déplacement latéral, afin de garantir que le conducteur peut contrôler le véhicule :
- a) Le système informe le conducteur de manière visuelle sur la situation de conduite ou la manœuvre imminente qui est susceptible d'induire une forte accélération latérale ;
  - b) Le système adapte la vitesse du véhicule aux modifications attendues de la courbure de la route ; et
  - c) Le système garantit que le conducteur est concentré sur la conduite en vérifiant son niveau d'attention visuelle pendant la manœuvre (conformément au paragraphe 5.5.4.2.7).
- 5.3.7.1.3 La stratégie utilisée par le système pour définir la vitesse appropriée et l'accélération latérale résultante doit être expliquée au service technique, qui doit l'évaluer.

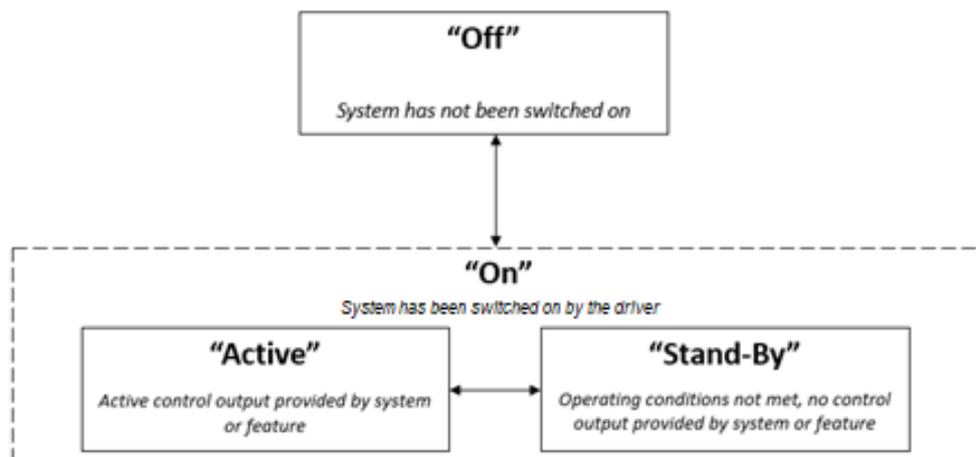
- 5.3.7.1.4 Changement de voie afin de former un couloir d'accès destiné aux véhicules de secours et aux véhicules des forces de l'ordre
- 5.3.7.1.4.1 Si le système est capable de former un couloir d'accès destiné aux véhicules de secours et aux véhicules des forces de l'ordre, le système ne doit quitter la voie sur laquelle il circule afin de former (préventivement) un tel couloir que lorsqu'une telle pratique est prescrite et autorisée par les règles de circulation nationales.
- 5.3.7.1.4.2 Le système doit veiller à garder une distance latérale et longitudinale suffisante par rapport aux limites de la route, aux autres véhicules et aux autres usagers de la route.
- 5.3.7.1.4.3 Le véhicule doit revenir entièrement sur sa voie de départ une fois que la situation ayant nécessité la formation d'un couloir d'accès a pris fin.]
- 5.3.7.2 [Changement de voie
- 5.3.7.2.1 Prescriptions générales
- 5.3.7.2.1.1 Le système ou le conducteur peut déclencher un changement de voie si le conducteur dispose d'un délai suffisant pour réagir correctement et si son niveau d'attention est suffisant.
- Le système ne doit être autorisé à aider le conducteur à changer de voie sur des routes qui ne sont pas interdites aux piétons et aux cyclistes, ou qui ne sont pas, du fait de leur conception, équipées d'une séparation physique entre les sens de circulations opposés que si les dispositions relatives aux changements de voie à l'initiative du conducteur ou du système énoncées respectivement au paragraphe 6.1.1 et au paragraphe 6.2.2 sont satisfaites.
- 5.3.7.2.2 Prescriptions particulières applicables à l'aide au changement de voie déclenché par le conducteur
- 5.3.7.2.2.1 Le système ne doit être autorisé à procéder à un changement de voie que si le véhicule est équipé de dispositifs de détection avant, latérale et arrière.
- 5.3.7.2.2.2 Une procédure de changement de voie ne doit pouvoir être effectuée que si elle satisfait aux critères de sécurité énoncés aux paragraphes 5.3.7.2.2.5 et 5.2.7.2.2.6.
- 5.3.7.2.2.3 Le système ne doit effectuer un changement de voie que s'il dispose d'informations suffisantes sur la situation à l'avant, sur les côtés et à l'arrière du véhicule (comme défini au paragraphe 5.3.7.2.2.11) pour évaluer le caractère critique ou non de ce changement de voie.
- 5.3.7.2.2.4 Aucun changement de voie ne doit être effectué en direction d'une voie destinée à la circulation des véhicules dans le sens opposé.
- 5.3.7.2.2.5 La manœuvre de changement de voie ne doit pas provoquer de collision avec un autre véhicule ou usager de la route se trouvant sur la trajectoire que le véhicule prévoit d'emprunter pour changer de voie.
- 5.3.7.2.2.6 La procédure de changement de voie ne doit ni surprendre les autres usagers de la route ni les mettre en difficulté.
- 5.3.7.2.2.6.1 Pendant la manœuvre de changement de voie, le système doit [chercher à] éviter une accélération latérale supérieure à  $1 \text{ m/s}^2$ , compte non tenu de l'accélération normale due à la courbure de la voie.
- 5.3.7.2.2.6.2 Une manœuvre de changement de voie ne doit être engagée que si elle n'oblige pas un véhicule circulant sur la voie de destination à ralentir de manière incontrôlable.
- 5.3.7.2.2.6.2.1 Pendant la manœuvre de changement de voie, le système doit [chercher à] éviter de contraindre un véhicule en approche depuis l'arrière sur la voie de destination à une décélération longitudinale supérieure à  $3,0 \text{ m/s}^2$ .

- 5.3.7.2.2.6.2.2 Une manœuvre de changement de voie ne doit être engagée que si elle laisse suffisamment d'espace au véhicule amont ou à un véhicule en approche depuis l'arrière dans la voie de destination.
- 5.3.7.2.2.6.2.3 Si le système fait ralentir le véhicule pendant une procédure de changement de voie, la décélération doit être prise en compte pour évaluer la distance par rapport à un véhicule en approche depuis l'arrière, et elle ne doit pas mettre ce véhicule en difficulté.
- 5.3.7.2.2.6.2.4 Lorsque le véhicule amont ne dispose pas d'une distance de sécurité suffisante à la fin de la procédure de changement de voie, le système ne doit pas augmenter le taux de décélération pendant un certain laps de temps après la fin de ladite procédure, sauf dans le but d'éviter une collision imminente ou d'en atténuer les conséquences.
- 5.3.7.2.2.6.3 Le constructeur doit démontrer à l'autorité d'homologation de type que les prescriptions du paragraphe 5.3.7.2.2.6.2 et de ses sous-paragraphe sont mises en œuvre dans la conception du système.
- 5.3.7.2.2.7 La manœuvre de changement de voie doit [dans la mesure du possible] s'effectuer en un seul mouvement continu.
- 5.3.7.2.2.8 Toute manœuvre de changement de voie engagée doit être achevée dans un délai raisonnable.
- 5.3.7.2.2.9 Une manœuvre de changement de voie doit être signalée au préalable aux autres usagers de la route par l'activation des feux indicateurs de direction appropriés.
- 5.3.7.2.2.10 Une fois la manœuvre de changement de voie achevée, les feux indicateurs de direction doivent être désactivés rapidement.
- 5.3.7.2.2.11 Le constructeur doit déclarer la portée des dispositifs de détection avant, latéraux et arrière. Les portées déclarées doivent être suffisantes pour qu'un déplacement du véhicule vers une voie située immédiatement à gauche ou à droite ne crée pas une situation critique impliquant un autre véhicule ou un autre usager de la route pendant le changement de voie.
- Dans le cadre des essais pertinents décrits à l'annexe 4, le service technique doit évaluer l'adéquation entre les portées de détection déclarées et la stratégie de changement de voie, et vérifier que les dispositifs de détection du système détectent bien les véhicules. Les portées de détection mesurées doivent être égales ou supérieures aux portées déclarées.]
- 5.3.7.3 [Réaction à la non-disponibilité du conducteur
- 5.3.7.3.1 Si, à la suite de l'émission d'avertissements en cascade pour perte de vigilance tels que définis aux paragraphes 5.5.4.2.6 et 5.5.4.2.7, le conducteur est considéré comme non disponible, le système doit ralentir le véhicule et [chercher à] le maintenir sur sa voie de circulation sur une trajectoire appropriée en tenant compte des conditions de circulation et de l'infrastructure routière, l'objectif étant que la demande de décélération soit inférieure ou égale à 4,0 m/s<sup>2</sup> jusqu'à ce que le véhicule s'arrête.
- De plus, le signal d'activation des feux de détresse doit être émis dès le début de l'intervention du système. Les feux de détresse doivent rester activés après l'arrêt du véhicule.
- 5.3.7.3.2 Le constructeur doit mettre en œuvre des stratégies pour attirer l'attention d'autrui sur l'existence d'une situation d'urgence si le conducteur ne réagit toujours pas une fois que le véhicule est immobilisé (par exemple, le système peut déclencher un appel d'urgence, actionner l'avertisseur sonore ou maintenir les feux de détresse activés).

- 5.3.7.3.3 Des demandes de décélération plus élevées sont également autorisées pendant de très courtes durées, par exemple en tant qu'avertissement haptique pour stimuler l'attention du conducteur.
- 5.3.7.3.4 Si le système est équipé d'une fonctionnalité de changement de voie et a détecté une perte de vigilance du conducteur au sens du paragraphe 5.5.4.2, le système doit [chercher à] rejoindre une voie plus lente ou la voie d'arrêt d'urgence s'il en est capable, en tenant compte des conditions de circulation et de l'infrastructure routière, l'objectif étant d'immobiliser le véhicule en toute sécurité, comme le prévoit le paragraphe 5.3.7.3.1.
- 5.3.7.3.4.1 Les prescriptions des paragraphes 5.3.7.3.1 à 5.3.7.3.4 sont réputées satisfaites si le véhicule est équipé d'une fonction d'atténuation des risques (FAR) telle que définie dans le Règlement ONU n° 79. D'autres modalités de réaction à la non-disponibilité du conducteur pour un cas d'utilisation donné ou une certaine situation sont autorisées et doivent être déclarées à l'autorité d'homologation de type.]
- 5.3.8 Contrôle longitudinal
- 5.3.8.1 Décélération et accélération
- 5.3.8.1.1 Lorsque le véhicule est contrôlé par le système, sa décélération et son accélération doivent rester contrôlables compte tenu des conditions de circulation, à moins que des décélération plus élevées ne soient nécessaires pour assurer la sécurité du véhicule ou des usagers de la route environnants.
- Le constructeur doit présenter de manière détaillée à l'autorité d'homologation de type l'assistance au contrôle dynamique fournie par chaque fonctionnalité du système.
- 5.3.8.2 [Aide au respect des limitations de vitesse
- 5.3.8.2.1 Le système doit [chercher à] déterminer quelle est la limite de vitesse applicable à la voie dans laquelle circule le véhicule.
- 5.3.8.2.2 Le système doit afficher en permanence à l'attention du conducteur la limite ainsi déterminée.
- 5.3.8.2.3 Le système doit [chercher à] respecter la limite de vitesse déterminée par le système ou la vitesse maximale définie par le conducteur, la valeur la plus faible étant retenue.
- 5.3.8.2.4 Lorsque la vitesse maximale définie par le conducteur est inférieure à la vitesse mesurée par l'indicateur de vitesse, le système doit :
- a) Réguler automatiquement la vitesse du véhicule de manière à ce qu'elle ne dépasse pas la vitesse maximale déterminée par le système ; ou
  - b) Donner au conducteur la possibilité d'aligner la vitesse du véhicule sur la limite de vitesse déterminée par le système.
- À moins que la vitesse maximale définie par le conducteur ne soit inférieure à la limite de vitesse déterminée par le système, [ou si la vitesse est limitée par des facteurs extérieurs (par exemple, la géométrie de la route, les conditions de circulation ou les conditions météorologiques),] si la limite de vitesse déterminée par le système est supérieure à la vitesse du véhicule, le système doit :
- a) Réguler automatiquement la vitesse du véhicule de manière à ce qu'elle ne dépasse pas la vitesse maximale déterminée par le système ; ou
  - b) Donner au conducteur la possibilité d'aligner la vitesse du véhicule sur la limite de vitesse déterminée par le système, une confirmation du conducteur étant requise.

- 5.3.8.2.5 [Quelles que soient la vitesse maximale définie par le conducteur et la limite de vitesse déterminée par le système, le système et ses fonctionnalités ne doivent être actifs que jusqu'à la vitesse maximale conditionnée par les limites de fonctionnement ou les capacités du système.]
- 5.3.8.2.6 Toute décélération assistée déclenchée par le système en raison de la limite de vitesse déterminée par le système doit être contrôlable.
- 5.3.8.2.7 [Le système peut donner au conducteur la possibilité de neutraliser à tout instant une limite de vitesse déterminée par le système.]
- 5.3.8.2.8 Lorsque la vitesse du véhicule dépasse la limite de vitesse déterminée par le système parce que celle-ci a été neutralisée par le conducteur, le système doit en avertir celui-ci à l'aide d'un signal visuel, sonore ou haptique d'une durée appropriée.
- 5.3.8.2.9 [Le système doit donner au conducteur la possibilité de définir une nouvelle vitesse maximale pour le contrôle longitudinal lorsque la limite de vitesse déterminée par le système a été neutralisée.]
- Lorsque le système détecte une nouvelle limite de vitesse, celle-ci doit être automatiquement définie comme la nouvelle limite de vitesse déterminée par le système.
- 5.3.8.2.10 Au redémarrage de l'assistance au contrôle longitudinal après une neutralisation par le conducteur au sens du paragraphe 5.5.3.4.1.2, le système doit fournir cette assistance en cohérence avec la dernière limite de vitesse déterminée par le système ou avec la dernière vitesse maximale définie par le conducteur.
- 5.3.8.2.11 Le constructeur peut démontrer la conformité du système à la réglementation nationale relative aux systèmes de régulation de vitesse plutôt qu'aux prescriptions ci-dessus. Les documents justificatifs doivent être fournis à l'autorité d'homologation de type.]
- 5.3.8.3 Assistance au maintien de la distance de sécurité
- 5.3.8.3.1 Le système doit [chercher à] contraindre le conducteur à respecter les distances de sécurité prescrites par les règles de circulation nationales.
- 5.3.8.3.1.1 Pour les véhicules de catégories M<sub>1</sub> et N<sub>1</sub>, les prescriptions énoncées au paragraphe 5.3.8.3.1 sont réputées satisfaites si l'une quelconque des dispositions ci-après est respectée.
- 5.3.8.3.1.1.1 Lorsque le système est activé pour la première fois au cours d'un cycle de fonctionnement, le système doit émettre une alerte visuelle afin d'avertir le conducteur que l'intervalle de temps correspondant à la distance de sécurité est inférieur à [2] s.
- 5.3.8.3.1.1.2 Lorsque le système détecte que la distance séparant le véhicule d'un usager de la route situé en aval est [trop faible pour assurer un fonctionnement en toute sécurité]/[inférieure à la distance qui permettrait au système de s'adapter afin d'assurer un fonctionnement en toute sécurité], il doit en avertir le conducteur à l'aide d'une alerte visuelle.
- 5.4 Réaction du système aux défaillances détectées
- 5.4.1 Lorsqu'il est activé, le système doit être capable de détecter et de gérer les défaillances de nature électrique ou non électrique (par exemple, blocage persistant, défaut d'alignement) compromettant la sécurité de fonctionnement du système ou de ses fonctionnalités.
- 5.4.2 Dès qu'une défaillance compromettant la sécurité de fonctionnement d'une ou de plusieurs fonctionnalités ou de l'ensemble du système est détectée, l'assistance au contrôle du véhicule fournie par la ou les fonctionnalités concernées ou par le système doit être interrompue de manière sûre, conformément au concept de sécurité.

- 5.4.3 Le constructeur doit prendre des mesures adaptées (conformément au paragraphe 5.3.6) afin de garantir que le conducteur peut contrôler le véhicule malgré les défaillances du système.
- 5.4.4 Si la défaillance affecte la totalité du système, celui-ci doit se désactiver au moment où l'assistance est interrompue, et avertir le conducteur à l'aide d'un signal visuel ou sonore. Le système doit réduire progressivement le niveau d'assistance fournie s'il en est capable et s'il est possible de le faire sans danger, et en informer le conducteur conformément au paragraphe 5.5.4.1.
- 5.4.5 Si la défaillance ne concerne que certaines fonctionnalités (par exemple, manœuvre de changement de voie, manœuvres déclenchées par le système), le système est autorisé à continuer à fonctionner, à condition que les fonctionnalités restantes ne soient pas affectées par la défaillance.
- 5.4.6 La défaillance ainsi que la disponibilité ou la non-disponibilité des fonctionnalités d'assistance doivent être indiquées de manière visuelle au conducteur.
- 5.4.7 Si le système est capable de continuer à fournir une assistance en cas de défaillance d'une fonctionnalité donnée, le constructeur doit préciser quelles fonctionnalités sont en mesure de fonctionner indépendamment les unes des autres. La documentation correspondante doit être évaluée conformément à l'annexe 3.
- 5.4.8 Au début du cycle de fonctionnement, le système doit informer le conducteur de manière permanente de la non-disponibilité d'une fonctionnalité donnée ou du système, en indiquant si cela est dû à une défaillance ou à certaines conditions préalables relatives aux limites de fonctionnement du système. Le système peut donner au conducteur la possibilité d'en prendre acte, ce qui permet d'effacer l'avertissement affiché sur l'IHM. Une fois l'avertissement effacé, le système doit donner à tout instant au conducteur la possibilité d'en savoir plus sur les défaillances du système ou sur les fonctionnalités indisponibles.
- 5.4.9 Lorsque le conducteur essaie de mettre le système en marche ou d'activer une fonctionnalité affectée ou désactivée par une défaillance, le système doit avertir le conducteur de l'existence de la défaillance et de la non-disponibilité de la fonctionnalité ou du système.
- 5.5 Interface humain-machine (IHM)
- 5.5.1 Modes de fonctionnement
- Diagramme des modes de fonctionnement du système d'aide au contrôle du véhicule tels que définis dans le présent Règlement



- 5.5.2 Prescriptions générales
- 5.5.2.1 Lorsque le système est en mode « marche », certaines de ses fonctionnalités peuvent être soit actives (elles génèrent des commandes) soit en veille (elles ne génèrent pas de commandes), tandis que d'autres peuvent rester désactivées et être commandées par d'autres moyens.
- 5.5.2.2 La mise à l'arrêt du système par le conducteur ne doit pas entraîner de transition automatique vers une fonction assurant un déplacement longitudinal ou latéral continu du véhicule.
- 5.5.2.3 Lorsque le système est en mode « actif », l'assistance au contrôle latéral et longitudinal du véhicule doit être assurée uniquement par le système, à moins que l'intervention d'un système d'assistance en cas d'urgence ne soit considérée comme nécessaire [comme indiqué au paragraphe 5.2 et ses sous-paragraphe].
- 5.5.3 Activation, désactivation et neutralisation par le conducteur
- 5.5.3.1 Le système doit être en mode « arrêt » au début de chaque nouveau cycle de fonctionnement, quel que soit le mode précédemment sélectionné par le conducteur.
- 5.5.3.2 Activation
- 5.5.3.2.1 Le système ne doit passer du mode « arrêt » au mode « marche » qu'après une action délibérée du conducteur.
- 5.5.3.2.2 Le système ou ses fonctionnalités ne doivent passer en mode « actif » que si toutes les conditions ci-dessous sont réunies :
- a) Le conducteur est assis sur le siège conducteur et sa ceinture de sécurité est attachée ;
  - b) Le système est capable de surveiller le niveau de vigilance du conducteur ;
  - c) Aucune défaillance affectant la sécurité de fonctionnement du système n'a été détectée ;
  - d) Le système n'a pas détecté de dépassement de ses limites de fonctionnement ;
  - e) D'autres systèmes de sécurité au sens du paragraphe 5.2 et de ses sous-paragraphe (système d'assistance en cas d'urgence) sont opérationnels.
- Le cas échéant, le constructeur doit préciser dans la documentation les types supplémentaires de conditions préalables à l'activation du système ou de ses fonctionnalités.
- 5.5.3.3 Désactivation
- 5.5.3.3.1 Le conducteur doit pouvoir arrêter le système à tout instant.
- 5.5.3.3.2 Lorsque le conducteur désactive le système ou l'une de ses fonctionnalités, ceux-ci passent en mode « arrêt ».
- 5.5.3.3.3 [Lorsque le système ou l'une de ses fonctionnalités ont détecté que les conditions préalables à leur activation, au sens du paragraphe 5.5.3.2.2, ne sont plus satisfaites, le système ou la fonctionnalité doivent arrêter de générer des commandes, soit en passant en mode « veille », soit en passant en mode « arrêt », sauf disposition contraire du présent Règlement.]
- 5.5.3.3.4 [Le conducteur doit pouvoir contrôler l'assistance au contrôle dynamique fournie par le système de manière à pouvoir reprendre les commandes du véhicule sans assistance en toute sécurité lorsque le système passe en mode « arrêt ».]

- 5.5.3.3.5 Le système doit être désactivé automatiquement si le véhicule s’immobilise après l’intervention d’un système d’assistance en cas d’urgence (par exemple, le système actif de freinage d’urgence), conformément au paragraphe 5.2.
- 5.5.3.4 Neutralisation par le conducteur
- 5.5.3.4.1 Le système peut rester actif pendant la période de neutralisation, à condition que la priorité soit donnée aux interventions du conducteur.
- 5.5.3.4.1.1 [Une intervention du conducteur sur la commande de frein entraînant une décélération plus élevée que celle générée par le système ou le maintien du véhicule à l’arrêt par un système de freinage quelconque (par exemple, le frein de stationnement) doit avoir priorité sur la fonction de contrôle longitudinal du système.
- 5.5.3.4.1.2 Toute intervention du conducteur sur la commande d’accélérateur doit temporairement neutraliser l’assistance au contrôle longitudinal fournie par le système jusqu’à la fin de cette intervention.]
- 5.5.3.4.1.3 Toute intervention du conducteur sur la commande de direction doit neutraliser la fonction de contrôle de la trajectoire assurée par le système. La force nécessaire pour neutraliser cette fonction ne doit pas dépasser 50 N. Le système peut autoriser le conducteur à effectuer des corrections latérales mineures (par exemple, pour éviter un nid-de-poule).
- 5.5.4 Informations et avertissements destinés au conducteur, vérification du niveau de vigilance du conducteur
- 5.5.4.1 Messages et signaux émis par le système
- 5.5.4.1.1 Les messages et signaux émis par le système doivent informer ou avertir le conducteur :
- a) De l’état du système : mode « veille » (le cas échéant) ou « actif » ;
  - b) Lorsque le système demande au conducteur d’effectuer une action particulière (par exemple, reprendre le contrôle ou utiliser les dispositifs de vision indirecte) ;
  - c) Lorsque le système détecte que ses limites de fonctionnement sont en passe d’être atteintes, atteintes ou dépassées ;
  - d) Lorsque le système ou ses fonctionnalités détectent des défaillances ;
  - e) Des manœuvres ou de la série de manœuvres prévues confirmées par le conducteur ou déclenchées par le système.
- 5.5.4.1.2 Les messages et signaux émis par le système doivent être clairs, opportuns et faciles à percevoir.
- 5.5.4.1.3 [Les messages et signaux émis par le système doivent être de type visuel, sonore ou haptique, ou une combinaison des trois, en particulier en ce qui concerne les alertes.]
- 5.5.4.1.4 Si plusieurs messages ou signaux sont émis simultanément, ils doivent être hiérarchisés en fonction de leur niveau d’urgence. Les messages et signaux concernant la sécurité doivent être prioritaires. Le constructeur doit énumérer et expliquer tous les messages et signaux dans la documentation.
- 5.5.4.1.5 Les messages et signaux émis par le système doivent chercher à inciter activement le conducteur à mieux comprendre l’état dans lequel se trouve le système, les capacités de ce dernier, ainsi que ses propres tâches et responsabilités.
- 5.5.4.1.6 Les messages et signaux émis par le système doivent [chercher à] inciter le conducteur à mieux appréhender les interventions prévues par le système.

- 5.5.4.1.7 Il doit être possible de distinguer sans ambiguïté les messages concernant le système des messages relatifs aux autres systèmes d'assistance ou automatisés montés sur le véhicule.
- 5.5.4.1.8 Le système doit [chercher à] expliquer de manière visuelle la raison pour laquelle il a procédé à une désactivation.
- 5.5.4.1.9 Le système doit informer le conducteur de la disponibilité ou de la non-disponibilité des différentes fonctionnalités.
- 5.5.4.1.10 [Les messages et signaux émis par le système peuvent être conçus de manière à tenir compte des éventuels handicaps des utilisateurs (par exemple, daltonisme ou déficience auditive).]
- 5.5.4.1.11 Messages et signaux émis par le système concernant les manœuvres déclenchées par le système
- 5.5.4.1.11.1 Le système doit [chercher à] informer le conducteur de manière visuelle sur les manœuvres imminentes [au moins 3 s] avant leur déclenchement. Il peut être nécessaire d'exécuter une série de manœuvres pour assurer une conduite en toute sécurité dans des environnements dynamiques. Le système doit par conséquent [chercher à] :
- a) Informer à l'avance le conducteur sur la séquence de manœuvres imminentes ; ou
  - b) Informer le conducteur de l'intention du système à un instant donné (par exemple, avertir de manière visuelle que le système est en train de modifier la vitesse pour exécuter un changement de voie).
- 5.5.4.1.11.2 Toute information visuelle fournie aux fins décrites dans le paragraphe 5.5.4.1.11.1 doit être claire et facile à comprendre par le conducteur.
- 5.5.4.1.11.3 Les messages et signaux émis par le système doivent [chercher à] éviter tout relâchement ou toute mauvaise utilisation de la part du conducteur dans le cas d'une manœuvre déclenchée par le système (par exemple, en invitant le conducteur à utiliser les dispositifs de vision indirecte).
- 5.5.4.2 Contrôle par le système du niveau de vigilance du conducteur
- 5.5.4.2.1 [Surveillance du niveau de vigilance du conducteur
- 5.5.4.2.1.1 L'efficacité du système de surveillance du niveau de vigilance du conducteur et de la stratégie d'avertissement doit être démontrée par le constructeur à l'autorité d'homologation de type lors de l'inspection de la stratégie en matière de sécurité dans le cadre de l'évaluation décrite à l'annexe 3 et en fonction des essais pertinents décrits à l'annexe 4.
- 5.5.4.2.1.2 Le système doit être équipé de dispositifs permettant de détecter correctement une perte de vigilance du conducteur en fonction, par exemple, de l'assistance fournie par le système, des situations de circulation et des conditions environnementales.
- 5.5.4.2.1.3 Le système doit vérifier [au moins] le niveau de vigilance physique [ou] visuelle du conducteur à l'aide de critères appropriés (par exemple, intervention ou non sur la commande de direction ou sur des commandes liées au conducteur, orientation de la tête, direction du regard), conformément aux paragraphes 5.5.5.5.2 et 5.5.5.5.3]
- 5.5.4.2.2 [Prescriptions générales relatives aux avertissements en cas de perte de vigilance du conducteur
- 5.5.4.2.2.1 Lorsque le système considère que le conducteur n'est plus concentré sur la tâche de conduite, il doit émettre un avertissement.
- 5.5.4.2.2.2 L'avertissement doit aider le conducteur à entreprendre les actions requises pour revenir à un niveau de vigilance normal.

- 5.5.4.2.2.3 Si le système considère que le conducteur n'est toujours pas concentré sur la tâche de conduite, il doit passer au niveau d'avertissement supérieur.
- 5.5.4.2.2.4 L'avertissement de niveau supérieur doit être maintenu tant que le système considère que le conducteur n'est pas concentré sur la tâche de conduite, ou jusqu'à ce que le système soit désactivé.
- 5.5.4.2.2.5 Si la perte de vigilance du conducteur perdure, le conducteur doit être considéré comme non disponible, et le système doit réagir en conséquence, conformément aux dispositions du paragraphe 5.3.12.4.
- 5.5.4.2.2.6 La stratégie d'avertissement et de passage au niveau supérieur doit tenir compte des stratégies d'avertissement des systèmes d'assistance en cas d'urgence qui sont activés simultanément (par exemple, le système actif de freinage d'urgence) et les hiérarchiser.]
- 5.5.4.2.3 [Différents types d'avertissements
- 5.5.4.2.3.1 Demande « mains sur le volant »
- 5.5.4.2.3.1.1 Une demande « mains sur le volant » doit contenir au moins une information visuelle.
- 5.5.4.2.3.2 Demande « yeux sur la route »
- 5.5.4.2.3.2.1 Une demande « yeux sur la route » doit...
- 5.5.4.2.3.3 Alerte « reprise de contrôle »
- 5.5.4.2.3.3.1 Une alerte « reprise de contrôle » doit ordonner au conducteur de...]
- 5.5.4.2.4 [Détection de perte de vigilance et aide permettant de revenir à un niveau de vigilance normal
- 5.5.4.2.4.1 Sauf dispositions différentes concernant les fonctionnalités particulières décrites à la section 6, la fonctionnalité de détection d'une perte de vigilance du conducteur doit être active lorsque le système fournit une d'aide au contrôle du véhicule et que la vitesse du véhicule est supérieure à 10 km/h. La détection de perte de vigilance devrait être assurée conformément au paragraphe 5.5.4.2.5 ou au paragraphe 5.5.4.2.6, et l'aide permettant de revenir à un niveau de vigilance normal devrait être fournie conformément au paragraphe 5.5.4.2.2.]
- 5.5.4.2.5 [Dispositions détaillées concernant l'évaluation du niveau de vigilance physique
- 5.5.4.2.5.1 Le conducteur doit être considéré comme physiquement non vigilant au plus tard lorsque ses mains ne sont plus sur le volant depuis plus de [15] s.]
- 5.5.4.2.6 [Avertissements en cascade en cas de perte de vigilance physique
- 5.5.4.2.6.1 Une demande « mains sur le volant » doit être émise dès que le conducteur est considéré comme physiquement non vigilant.
- 5.5.4.2.6.2 Si la situation perdure, un avertissement de niveau supérieur doit être émis au plus tard 15 s après la demande.
- 5.5.4.2.6.3 Si la situation perdure encore, le conducteur doit être considéré comme non disponible au plus tard 30 s après que l'avertissement de niveau supérieur a été émis, et le système doit réagir en conséquence, conformément aux dispositions du paragraphe 5.3.12.4 et de ses sous-paragraphe.]
- 5.5.4.2.7 [Dispositions détaillées concernant l'évaluation du niveau de vigilance visuelle
- 5.5.4.2.7.1 [Réservé]]
- 5.5.4.2.7.2 [Avertissements en cascade en cas de perte de vigilance visuelle
- 5.5.4.2.7.2.1 [Réservé]]

- 5.5.4.2.7.3 [Perte de vigilance répétée ou prolongée
- 5.5.4.2.8 Le constructeur doit mettre en œuvre des stratégies visant à empêcher l'activation du système pendant la durée du cycle de fonctionnement lorsqu'une perte de vigilance prolongée et répétée du conducteur est constatée alors que le système est actif.]
- 5.6 Documents d'information destinés au conducteur
- En plus du manuel d'utilisation, le constructeur doit fournir au conducteur des informations claires et faciles d'accès (par exemple, sous la forme de documentation, de vidéos ou d'un site Web) concernant l'utilisation du système par le conducteur. Les informations doivent porter au moins sur les aspects ci-dessous, et faire appel à une terminologie compréhensible par le grand public :
- a) Rappel des responsabilités du conducteur et de la bonne utilisation du système ;
  - b) Explication de la manière dont et de la mesure dans laquelle le système et ses fonctionnalités aident le conducteur ;
  - c) Capacités et limitations du système ;
  - d) Limites de fonctionnement du système ;
  - e) Modes de fonctionnement et transition entre les modes ;
  - f) Modes de transition vers d'autres systèmes d'assistance ou automatisés, le cas échéant ;
  - g) Détection du niveau de vigilance du conducteur ;
  - h) Protection de la vie privée lors de l'utilisation du système ;
  - i) Neutralisation du système ou de ses fonctionnalités ;
  - j) Interface humain-machine (IHM) ;
    - i) Activation et désactivation ;
    - ii) Indication de l'état ;
    - iii) Messages et signaux à l'intention du conducteur et leur interprétation ;
    - iv) Comportement du véhicule aux limites du système ;
    - v) Comportement du véhicule au-delà des limites du système ;
    - vi) Information sur les défaillances du système ;
    - vii) Information sur les modes de transition vers d'autres systèmes d'assistance ou automatisés, le cas échéant.

La documentation du constructeur destinée aux consommateurs, y compris les supports pédagogiques (documentation, vidéos ou site Web), ne doit pas décrire le système d'une manière susceptible d'induire le client en erreur quant aux capacités et aux limites du système ou quant à son niveau d'automatisation.

## 6. Prescriptions relatives aux fonctionnalités particulières du système d'aide au contrôle du véhicule

Le respect des dispositions de la présente section doit être démontré par le constructeur à l'autorité d'homologation de type lors de l'inspection de la stratégie en matière de sécurité dans le cadre de l'évaluation décrite à l'annexe 3 et en fonction des essais pertinents décrits à l'annexe 4.

[Le système doit satisfaire aux prescriptions de la section 6 lorsqu'il est utilisé dans le respect de ses limites de fonctionnement conformément au paragraphe 5.3.5.2.]

- 6.1 Prescriptions particulières applicables à l'aide active aux manœuvres déclenchées par le conducteur
  - 6.1.1 Aide active aux manœuvres de changement de voie déclenchées par le conducteur
    - 6.1.1.1 Si le système est conçu pour fournir une assistance aux manœuvres de changement de voie sur des routes sans séparation physique entre les sens de circulations opposés, il doit mettre en œuvre des stratégies garantissant que la procédure de changement de voie n'est effectuée qu'en l'absence de véhicules venant en sens inverse.
    - 6.1.1.2 Le système ne doit être autorisé à procéder à une manœuvre de changement de voie déclenchée par le conducteur sur des routes autorisées aux piétons et aux cyclistes que s'il est capable [d'éviter les]/[de réduire le risque de] collisions avec des usagers de la route vulnérables (par exemple, piétons et cyclistes).
    - 6.1.1.3 Le délai entre le déclenchement de la procédure de changement de voie et le début de la manœuvre ne peut être supérieur à [7 s] que si cela ne contrevient pas aux règles de circulation nationales et si le système de surveillance du niveau de vigilance du conducteur établit que le conducteur participe à la manœuvre en cours en regardant les zones pertinentes de la route devant lui ou sur le côté, ou en regardant dans les rétroviseurs.
  - 6.1.2 Aide active aux autres manœuvres déclenchées par le conducteur
    - 6.1.2.1 [Les prescriptions du présent paragraphe et de ses sous-paragraphe s'appliquent à un système capable d'effectuer d'autres manœuvres déclenchées par le conducteur, telles que décrites au paragraphe 6.1.2.2.
    - 6.1.2.2 Les dispositions du présent paragraphe s'appliquent aux manœuvres pour lesquelles une confirmation par le conducteur est requise pour que le système puisse :
      - a) Diriger le véhicule vers la voie sélectionnée ;
      - b) Faire pénétrer le véhicule sur un rond-point ou l'en faire sortir ;
      - c) Faire quitter au véhicule sa voie de circulation lorsqu'il ne s'agit pas d'une manœuvre de changement de voie (par exemple, pour éviter un véhicule arrêté au bord de la route) ;
      - d) Faire effectuer un virage au véhicule (par exemple, à une intersection) ;
      - e) Garer le véhicule ou lui faire quitter le stationnement ;
      - f) Effectuer d'autres actions.
    - 6.1.2.3 Les prescriptions énoncées au paragraphe 5.5.4.1.11 et ses sous-paragraphe s'appliquent également. De plus, le système doit [être conçu de manière à] garantir que le conducteur dispose de suffisamment de temps pour valider la manœuvre ou la série de manœuvres, selon le cas.
    - 6.1.2.3.1 Toute demande de confirmation d'une manœuvre ou d'une série de manœuvres par le conducteur doit être indiquée par un signal visuel ou sonore.
    - 6.1.2.4 En l'absence de validation par le conducteur, le système ne doit pas déclencher la manœuvre, ou doit demander au conducteur de reprendre le contrôle manuel du véhicule.
    - 6.1.2.5 En cas de non-respect des prescriptions du paragraphe 6.1.2.8, le système ne doit pas déclencher la manœuvre et doit poursuivre sa route dans sa voie de circulation, ou demander au conducteur de reprendre le contrôle manuel du véhicule.

- 6.1.2.6 Toutes les manœuvres doivent être prévisibles, aucune ne doit entraîner de situation dangereuse pour les autres usagers de la route.
- 6.1.2.7 Le système doit [être conçu de manière à] réagir de manière appropriée aux véhicules, aux usagers de la route, aux infrastructures et aux obstacles qui se trouvent déjà sur sa trajectoire attendue ou qui sont susceptibles de la croiser ainsi qu'à l'environnement de conduite immédiat afin d'assurer la sécurité de fonctionnement.
- 6.1.2.7.1 Le système doit [être conçu de manière à] réagir de manière appropriée aux feux de circulation, aux panneaux « stop », aux aménagements indiquant une priorité (par exemple, passages pour piétons ou arrêts de bus) et aux voies réservées en rapport avec la voie dans laquelle circule le véhicule ou dans laquelle il circulerait à la suite de la manœuvre déclenchée par le conducteur lorsque cela est pertinent pour la manœuvre en question ou pour le domaine de fonctionnement concerné (par exemple, autoroute, route de campagne ou voie urbaine).
- 6.1.2.7.2 Le système doit [être conçu de manière à] franchir le sommet d'une côte avec précaution et en toute sécurité lorsque cela est utile pour la manœuvre en question.
- 6.1.2.7.3 Dans le cas où la manœuvre conduirait le véhicule à croiser la trajectoire d'usagers de la route vulnérables (par exemple, piste cyclable ou passage pour piétons), le système doit [être conçu de manière à] réagir de manière appropriée aux usagers de la route et aux infrastructures.
- 6.1.2.7.4 Dans le cas où la manœuvre conduirait le véhicule à traverser une voie de circulation (par exemple, lorsqu'il tourne à une intersection) ou à s'insérer sur une voie de circulation, le système doit [être conçu de manière à] réagir de manière appropriée aux usagers de la route concernés (par exemple, en leur cédant le passage).
- 6.1.2.8 Lorsqu'il est activé, le système ne peut engager une manœuvre que si toutes les conditions suivantes applicables à la manœuvre sont réunies :
- a) Le système a vérifié que le conducteur était concentré sur la conduite juste avant la manœuvre ;
  - b) Le véhicule est équipé de dispositifs de détection satisfaisant aux prescriptions relatives à la portée de détection avant, latérale et arrière énoncées au paragraphe 5.3.1 ;
  - c) Aucune défaillance limitant la capacité du système à effectuer la manœuvre en toute sécurité n'a été détectée ;
  - d) La zone ou la voie de destination ne présente aucun obstacle ;
  - e) La manœuvre est justifiée ;
  - f) Le conducteur a répondu positivement à la demande de confirmation du système ;
  - g) La zone ou la voie de destination permet au véhicule de poursuivre sa route normalement dans une voie de circulation raisonnable (par exemple, après avoir contourné un objet immobile) ;
  - h) Il est prévu que la manœuvre s'achève avant que le véhicule équipé du système ne s'immobilise ; cette condition peut ne pas être respectée pour des raisons de sécurité, par exemple, s'il est nécessaire de céder le passage à d'autres usagers de la route ;
  - i) La zone ou la voie de destination se trouve à l'intérieur du domaine de fonctionnement du système.

- 6.1.2.9 Si le système est conçu pour suivre une trajectoire définie à l'aide de sources d'information autres que des lignes de délimitation de voies (par exemple, lorsque le véhicule tourne à une intersection), le système doit être capable d'établir et de suivre la trajectoire appropriée de manière rigoureuse en tenant compte des autres usagers de la route.
- 6.1.2.9.1 Si le véhicule est contraint de s'arrêter pendant une manœuvre prévue, le système doit émettre au minimum un signal visuel et un signal sonore pour avertir le conducteur [et peut demander au conducteur de reprendre le contrôle manuel du véhicule].
- 6.1.2.9.2 Le système doit [être conçu de manière à] détecter les voies réservées à certaines catégories d'usagers de la route (par exemple, couloirs de bus ou de taxi, pistes cyclables) et doit s'abstenir de circuler sur ces voies. Si le système détecte que le véhicule a emprunté une voie réservée, il doit proposer d'effectuer ou effectuer une procédure de changement de voie pour rejoindre une voie de circulation adaptée, ou demander au conducteur de reprendre le contrôle manuel du véhicule.
- 6.1.2.10 Dans le cas où la manœuvre conduirait le véhicule à passer sur une autre voie, le système doit [être conçu de manière à] respecter les règles de priorité et [à] éviter de contraindre les autres usagers de la route à une décélération supérieure à [3] m/s<sup>2</sup>.
- 6.1.2.11 Le système doit indiquer aux autres usagers de la route les manœuvres de conduite assistées par le système (par exemple, lorsque le véhicule tourne à une intersection). Il convient notamment d'activer les feux indicateurs de direction pour avertir les usagers de la route de l'imminence d'une manœuvre latérale.
- 6.1.2.12 Le système doit [être conçu de manière à] adapter sa vitesse longitudinale de manière appropriée avant et pendant la manœuvre afin de garantir qu'elle reste contrôlable par le conducteur.
- 6.1.2.13 Le système ne doit pas proposer de manœuvre qui contraindrait sciemment les autres usagers de la route à décélérer de manière déraisonnable ou à éviter le véhicule.
- 6.1.2.14 Contournement d'un objet bloquant la voie de circulation
- 6.1.2.14.1 Le contournement d'un objet bloquant la voie de circulation est autorisé par exemple dans les situations suivantes :
- a) Le véhicule contourne un objet immobile situé sur la voie ;
  - b) Le véhicule dépasse un véhicule plus lent ou un usager de la route se trouvant sur ou à proximité de la voie lorsque la distance latérale est suffisante ;
  - c) La manœuvre est rendue nécessaire par les indications du système de navigation, si la conception du système le prévoit (par exemple, contournement de ralentisseurs) ;
  - d) La manœuvre est ordonnée par des sources légitimes externes (par exemple, des signalisations routières statiques ou dynamiques, des travaux routiers, les services de secours ou les forces de l'ordre), si la conception du système le prévoit ;
  - e) La manœuvre est nécessaire pour éviter un accident.
- D'autres situations impliquant de passer sur une autre voie peuvent être autorisées si les informations fournies par le constructeur à l'autorité d'homologation de type sont suffisantes et s'il est établi que le système serait en mesure d'assurer un fonctionnement en toute sécurité.

- 6.1.2.14.2 Le contournement d'un objet bloquant la voie de circulation ne doit être autorisé que si le système est capable de détecter la position et le déplacement des autres usagers de la route situés à l'avant, sur les côtés et à l'arrière du véhicule lorsque cela est pertinent pour la manœuvre concernée, et si la distance est suffisante pour effectuer cette manœuvre.
- 6.1.2.14.2.1 Le système ne doit effectuer une manœuvre faisant passer le véhicule sur une autre voie que s'il est capable de vérifier que l'espace est suffisant et si aucun usager de la route arrivant en sens inverse ne risque d'empêcher le système d'achever la manœuvre, c'est-à-dire de revenir sur une voie de circulation appropriée.
- 6.1.2.14.3 Le système ne doit pas proposer de manœuvre impliquant de franchir une ligne continue à moins que la situation ne l'autorise (par exemple, en cas de travaux).
- 6.2 Manœuvres déclenchées par le système
- 6.2.1 Prescriptions générales applicables aux manœuvres déclenchées par le système
- 6.2.1.1 Toutes les manœuvres déclenchées par le système doivent être prévisibles, aucune ne doit entraîner de situation dangereuse pour les autres usagers de la route.
- 6.2.2 Prescriptions particulières applicables aux procédures de changement de voie déclenchées par le système
- 6.2.2.1 [Procédure de changement de voie déclenchée par le système  
Les prescriptions du présent paragraphe et de ses sous-paragraphes s'appliquent à un système capable de réaliser une procédure de changement de voie déclenchée par le système.
- 6.2.2.1.1 La procédure de changement de voie déclenchée par le système ne doit pas entraîner de risques déraisonnables pour la sécurité des occupants du véhicule et des autres usagers de la route.
- 6.2.2.1.2 La manœuvre de changement de voie doit [être conçue de manière à] éviter de provoquer une collision avec d'autres véhicules ou usagers de la route dont la trajectoire croise celle que le véhicule prévoit d'emprunter pour changer de voie ou qui se trouvent sur cette trajectoire.
- 6.2.2.1.3 La procédure de changement de voie ne doit ni surprendre les autres véhicules ou usagers de la route ni les mettre en difficulté.
- 6.2.2.1.4 La procédure de changement de voie doit être réalisée dans un délai raisonnable.
- 6.2.2.1.5 Le système doit émettre les signaux d'activation et de désactivation des feux indicateurs de direction. Les indicateurs de direction doivent rester activés pendant toute la durée de la procédure de changement de voie, et doivent être désactivés par le système dès la reprise de la fonction de maintien dans la voie.
- 6.2.2.1.6 Le système doit inviter de manière visuelle le conducteur à utiliser les dispositifs de vision indirecte avant la manœuvre de changement de voie dans le cas où le système établit que le conducteur n'a pas encore effectué cette action.
- 6.2.2.1.7 Lorsqu'il est activé, le système ne peut engager une procédure de changement de voie déclenchée par le système que si toutes les conditions suivantes sont réunies :
- a) Le système a vérifié que le conducteur était concentré sur la conduite juste avant le début de la procédure ;
  - b) Le véhicule est équipé de dispositifs de détection satisfaisant aux prescriptions relatives à la portée de détection avant, latérale et arrière énoncées au paragraphe 5.3.1 ;

- c) Aucune défaillance limitant la capacité du système à effectuer la procédure de changement de voie en toute sécurité n'a été détectée ;
- d) Un espace suffisant pour permettre une manœuvre de changement de voie est libre ou doit se libérer rapidement dans la voie de destination ;
- e) Le changement de voie est justifié (par exemple, impossibilité de rester dans la voie où le véhicule se trouve, fin de voie imminente, dépassement d'un véhicule ou d'un usager de la route) ;
- f) La voie de destination est une voie normale sur laquelle les véhicules circulent dans le même sens que sur la voie de départ (les routes à double sens n'étant pas exclues), ou un accotement stabilisé temporairement utilisé comme voie de circulation normale.

Il est prévu que la procédure de changement de voie s'achève avant que le véhicule équipé du système ne s'immobilise (de manière à éviter une immobilisation à cheval entre deux voies normales si la circulation est arrêtée en aval). Si le véhicule s'arrête à cheval entre deux voies normales au cours de la manœuvre de changement de voie (par exemple, en raison des conditions de circulation), le système doit, dès qu'il en a la possibilité, achever la procédure de changement de voie ou faire revenir le véhicule dans sa voie de départ.

#### 6.2.2.2 Manœuvre de changement de voie

6.2.2.2.1 Le déplacement latéral en direction de la ligne de délimitation de la voie de départ et le déplacement latéral nécessaire pour achever la manœuvre de changement de voie doivent [dans la mesure du possible] s'effectuer en un seul mouvement continu. Pendant la manœuvre de changement de voie, le système doit [chercher à] éviter une accélération latérale supérieure à  $1 \text{ m/s}^2$ , compte non tenu de l'accélération normale due à la courbure de la voie.

6.2.2.2.1.1 La procédure de changement de voie doit être signalée aux autres usagers de la route conformément aux règles de circulation nationales, ou au moins 3 s avant le début de la manœuvre, selon le cas.

6.2.2.2.2 Le système peut interrompre la manœuvre de changement de voie si cela est nécessaire pour des raisons de sécurité.

6.2.2.2.2.1 Lorsque le système exécute plusieurs manœuvres de changement de voie consécutives, les feux indicateurs de direction peuvent rester actifs pendant l'ensemble de ces manœuvres. Le système doit [chercher à] garantir que les déplacements latéraux correspondant aux différentes manœuvres de changement de voie soient perçus comme des manœuvres distinctes par les véhicules amont.

#### 6.2.2.3 Évaluation de la voie de destination

6.2.2.3.1 Une procédure de changement de voie ne doit être engagée que si elle n'oblige pas un véhicule en approche dans la voie de destination à ralentir de manière déraisonnable, conformément aux paragraphes 6.2.2.1.2 et 6.2.2.1.3.

6.2.2.3.2 Évaluation de la voie de destination dans le cadre d'un changement de voie classique

6.2.2.3.2.1 En présence d'un véhicule en approche

Le système doit chercher à éviter de contraindre un véhicule en approche dans la voie de destination à ralentir, en particulier lorsque la manœuvre de changement de voie n'est pas urgente (par exemple, dépassement d'un véhicule plus lent). Toutefois, lorsque les conditions de circulation imposent un tel ralentissement, en l'absence de règles de circulation plus précises, le système ne doit pas contraindre le véhicule en approche dans la voie de destination à une décélération supérieure à  $A \text{ m/s}^2$ ,  $B \text{ s}$  après le début de la manœuvre, de sorte que la distance entre les deux véhicules ne soit jamais inférieure à la distance parcourue en  $C \text{ s}$  par le véhicule équipé du système d'aide au contrôle du véhicule.

Étant entendu que :

- a) A est égal à  $3,0 \text{ m/s}^2$  ;
- b) B est égal à :
  - i) 0,4 s après le début de la manœuvre de changement de voie, à condition que le système ait détecté toute la largeur du véhicule en approche pendant le déplacement latéral du véhicule équipé du système pendant au moins 1,0 s avant le début de la manœuvre ; ou
  - ii) 1,4 s après le début de la manœuvre de changement de voie ;
- c) C est égal à 1,0 s.

#### 6.2.2.3.2.2 Lorsqu'aucun véhicule n'est détecté

Si le système ne détecte aucun véhicule en approche dans la voie de destination, l'évaluation est réalisée conformément au paragraphe 6.2.2.3.2.1, le calcul étant effectué sur la base des hypothèses suivantes :

- a) Le véhicule en approche circulant dans la voie de destination se trouve à une distance du véhicule équipé du système égale à la portée de détection arrière de celui-ci ;
- b) Le véhicule en approche circule dans la voie de destination à la vitesse maximale autorisée [ou à  $130 \text{ km/h}$ ]/[+  $30 \text{ km/h}$  ou à  $160 \text{ km/h}$ ], la valeur la plus faible étant retenue ; et
- c) Le système a détecté toute la largeur du véhicule en approche pendant le déplacement latéral du véhicule équipé du système pendant au moins 1,0 s.

#### 6.2.2.3.2.3 En présence d'un véhicule circulant à une vitesse inférieure ou égale à celle du véhicule équipé du système

Le véhicule équipé du système ne peut entamer une manœuvre de changement de voie que si la distance qui le sépare d'un véhicule situé derrière lui et circulant sur la voie de destination à une vitesse longitudinale inférieure ou égale à la sienne est supérieure ou égale à celle que parcourt ce véhicule en 1,0 s.

#### 6.2.2.4 Pour déterminer si une situation est ou non critique, il faut tenir compte de toute décélération ou accélération du véhicule équipé du système et des prescriptions énoncées au paragraphe 6.2.2.3.2. Si la situation est considérée comme critique, le système doit interrompre la procédure de changement de voie.

#### 6.2.2.5 Lorsque le système fait ralentir le véhicule pendant une procédure de changement de voie, la voie de destination étant une voie normale, la décélération doit être prise en compte pour évaluer la distance par rapport à un véhicule en approche depuis l'arrière, et la demande de décélération ne doit pas dépasser $2 \text{ m/s}^2$ , sauf s'il est nécessaire d'éviter une collision imminente ou d'en atténuer les conséquences.

#### 6.2.2.6 Lorsque le véhicule amont ne dispose pas d'une distance de sécurité suffisante à la fin de la procédure de changement de voie, le système doit éviter d'augmenter le taux de décélération après la fin de ladite procédure, sauf dans le but d'éviter une collision imminente ou d'en atténuer les conséquences, ou si d'autres prescriptions du présent Règlement imposent une telle décélération (par exemple, changement de la limite de vitesse ou maintien d'une distance de sécurité suffisante).

- 6.2.2.7 Les paramètres définis aux paragraphes 6.2.2.3 à 6.2.2.6 peuvent être adaptés à d'autres situations que le changement de voie non urgent effectué d'une voie de circulation normale à une autre sur une autoroute, par exemple dans les cas suivants :
- a) Fin de la voie sur laquelle circule le véhicule soumis à l'essai ;
  - b) Arrivée sur l'autoroute ou sortie de l'autoroute ;
  - c) Changement de voie dans un trafic dense (par exemple, en milieu urbain).]
- 6.2.3 Prescriptions particulières applicables aux autres manœuvres déclenchées par le système
- [Les prescriptions du présent paragraphe et de ses sous-paragraphes s'appliquent à un système capable d'effectuer d'autres manœuvres déclenchées par le système telles que décrites au paragraphe 6.2.3.1.
- 6.2.3.1 Les prescriptions du présent paragraphe s'appliquent aux manœuvres visant à :
- a) Diriger le véhicule vers la voie sélectionnée ;
  - b) Faire pénétrer le véhicule sur un rond-point ou l'en faire sortir ;
  - c) Faire quitter au véhicule sa voie de circulation lorsqu'il ne s'agit pas d'une manœuvre de changement de voie (par exemple, pour éviter un véhicule arrêté au bord de la route) ;
  - d) Faire effectuer un virage au véhicule (par exemple, à une intersection) ;
  - e) Garer le véhicule ou lui faire quitter le stationnement ;
  - f) Effectuer d'autres actions.
- 6.2.3.2 [Le système doit respecter les règles de circulation nationales relatives à la manœuvre déclenchée par le système.]
- 6.2.3.3 Toutes les manœuvres déclenchées par le système doivent être prévisibles, aucune ne doit entraîner de situation dangereuse pour les autres usagers de la route.
- 6.2.3.4 Le système doit [être conçu de manière à] réagir de manière appropriée aux véhicules, aux usagers de la route, aux infrastructures et aux obstacles qui se trouvent déjà sur sa trajectoire attendue ou qui sont susceptibles de la croiser ainsi qu'à l'environnement de conduite immédiat afin d'assurer la sécurité de fonctionnement.
- 6.2.3.4.1 Le système doit [être conçu de manière à] réagir de manière appropriée aux feux de circulation, aux panneaux « stop », aux aménagements indiquant une priorité (par exemple, passages pour piétons) et aux voies réservées en rapport avec la voie dans laquelle circule le véhicule ou dans laquelle il circulerait à la suite de la manœuvre déclenchée par le système lorsque cela est pertinent pour la manœuvre en question ou pour le domaine de fonctionnement concerné (par exemple, autoroute, route de campagne ou voie urbaine).
- 6.2.3.4.2 Le système doit [être conçu de manière à] franchir le sommet d'une côte avec précaution et en toute sécurité lorsque cela est pertinent pour la manœuvre en question.
- 6.2.3.4.3 Dans le cas où la manœuvre conduirait le véhicule à croiser la trajectoire d'usagers de la route vulnérables (par exemple, piste cyclable ou passage pour piétons), le système doit [être conçu de manière à] réagir de manière appropriée aux usagers de la route et aux infrastructures.
- 6.2.3.4.4 Dans le cas où la manœuvre conduirait le véhicule à traverser une voie de circulation (par exemple, lorsqu'il tourne à une intersection) ou à s'insérer sur une voie de circulation, le système doit [être conçu de manière à] réagir de manière appropriée aux usagers de la route concernés et leur céder le passage conformément à la signalisation ou aux règles de circulation applicables.

- 6.2.3.5 Lorsqu'il est activé, le système ne peut engager une manœuvre que si toutes les conditions suivantes applicables à la manœuvre sont réunies :
- a) Le système a vérifié que le conducteur était concentré sur la conduite juste avant la manœuvre ;
  - b) Le véhicule est équipé de dispositifs de détection satisfaisant aux prescriptions relatives à la portée de détection avant, latérale et arrière énoncées au paragraphe 5.3.1 ;
  - c) Aucune défaillance limitant la capacité du système à effectuer la manœuvre en toute sécurité n'a été détectée ;
  - d) La zone ou la voie de destination ne présente aucun obstacle ;
  - e) La manœuvre est justifiée ;
  - f) La zone ou la voie de destination permet au véhicule de poursuivre sa route normalement dans une voie de circulation raisonnable (par exemple, après avoir contourné un objet immobile) ;
  - g) Il est prévu que la manœuvre s'achève avant que le véhicule équipé du système ne s'immobilise ; cette condition peut ne pas être respectée pour des raisons de sécurité, par exemple, s'il est nécessaire de céder le passage à d'autres usagers de la route ;
  - h) L'ensemble de la manœuvre est exécutée conformément aux règles de circulation applicables à la voie dans laquelle circule le véhicule et à sa voie de destination prévue ;
  - i) La zone ou la voie de destination se trouve à l'intérieur du domaine de fonctionnement du système.
- 6.2.3.6 En cas de non-respect des prescriptions du paragraphe 6.2.5.5, le système ne doit pas déclencher la manœuvre et doit poursuivre sa route dans sa voie de circulation, ou demander au conducteur de reprendre le contrôle manuel du véhicule.
- 6.2.3.7 Si le système est conçu pour suivre une trajectoire définie à l'aide de sources d'information autres que des lignes de délimitation de voies (par exemple, lorsque le véhicule tourne à une intersection), le système doit être capable d'établir et de suivre la trajectoire appropriée de manière rigoureuse conformément aux règles de circulation et en tenant compte des autres usagers de la route.
- 6.2.3.7.1 Si le véhicule est contraint de s'arrêter pendant une manœuvre prévue, le système doit émettre au minimum un signal visuel et un signal sonore pour avertir le conducteur [et peut demander au conducteur de reprendre le contrôle manuel du véhicule].
- 6.2.3.7.2 Le système doit [être conçu de manière à] détecter les voies réservées à certaines catégories d'usagers de la route (par exemple, couloirs de bus ou de taxi, pistes cyclables) et doit s'abstenir de circuler sur ces voies. Si le système détecte que le véhicule a emprunté une voie réservée, il doit proposer d'effectuer ou effectuer une procédure de changement de voie déclenchée par le système pour rejoindre une voie de circulation adaptée, ou demander au conducteur de reprendre le contrôle manuel du véhicule.
- 6.2.3.8 Dans le cas où la manœuvre déclenchée par le système conduirait le véhicule à passer sur une autre voie, le système doit [être conçu de manière à] respecter les règles de priorité [et à éviter de contraindre les autres usagers de la route à une décélération supérieure à  $[3] \text{ m/s}^2$ ].
- 6.2.3.9 Le système doit indiquer aux autres usagers de la route les manœuvres de conduite assistées par le système (par exemple, lorsque le véhicule tourne à une intersection), conformément aux règles de circulation nationales. Il convient notamment d'activer les feux indicateurs de direction pour avertir les usagers de la route de l'imminence d'une manœuvre latérale.

- 6.2.3.10 Le système doit indiquer aux autres usagers de la route les manœuvres de conduite assistées par le système (par exemple, lorsque le véhicule tourne à une intersection). Il convient notamment d'activer les feux indicateurs de direction pour avertir les usagers de la route de l'imminence d'une manœuvre latérale.
- 6.2.3.11 Le système doit [être conçu de manière à] adapter sa vitesse longitudinale de manière appropriée avant et pendant la manœuvre afin de garantir qu'elle reste contrôlable par le conducteur.
- 6.2.3.12 Le système ne doit pas proposer de manœuvre qui contraindrait sciemment les autres usagers de la route à décélérer de manière déraisonnable ou à éviter le véhicule.
- 6.2.3.13 Contournement d'un objet bloquant la voie de circulation
- 6.2.3.13.1 Le contournement d'un objet bloquant la voie de circulation au sens du paragraphe 6.2.3.13 est autorisé lorsque :
- a) Le véhicule contourne un objet immobile situé sur la voie ;
  - b) Le véhicule dépasse un véhicule plus lent ou un usager de la route se trouvant sur ou à proximité de la voie lorsque la distance latérale est suffisante ;
  - c) La manœuvre est rendue nécessaire par les indications du système de navigation, si la conception du système le prévoit (par exemple, contournement de ralentisseurs) ;
  - d) La manœuvre est ordonnée par des sources légitimes externes (par exemple, des signalisations routières statiques ou dynamiques, des travaux routiers, les services de secours ou les forces de l'ordre), si la conception du système le prévoit ;
  - e) La manœuvre est nécessaire pour éviter un accident ;
  - f) La manœuvre est autorisée par les règles de circulation nationales applicables ou par les infrastructures locales (par exemple, signalisation ou lignes de délimitation de voies).
- D'autres situations impliquant de passer sur une autre voie peuvent être autorisées si les informations fournies par le constructeur à l'autorité d'homologation de type sont suffisantes et s'il est établi que le système serait en mesure d'assurer un fonctionnement en toute sécurité.
- 6.2.3.13.2 Le contournement d'un objet bloquant la voie de circulation ne doit être autorisé que si le système est capable de détecter la position et le déplacement des autres usagers de la route situés à l'avant, sur les côtés et à l'arrière du véhicule lorsque cela est pertinent pour la manœuvre concernée, et si la distance est suffisante pour effectuer cette manœuvre.
- 6.2.3.13.2.1 Le système ne doit déclencher une manœuvre faisant passer le véhicule sur une autre voie que s'il est capable de vérifier que l'espace est suffisant et si aucun usager de la route arrivant en sens inverse ne risque d'empêcher le système d'achever la manœuvre, c'est-à-dire de revenir sur une voie de circulation appropriée.

## **7. Surveillance en fonctionnement du système d'aide au contrôle du véhicule**

- 7.1 Suivi et notification des événements critiques pour la sécurité
- 7.1.1 [Le constructeur doit mettre en œuvre des processus destinés à suivre les événements critiques pour la sécurité résultant de l'utilisation du système. Le constructeur doit également disposer d'un processus destiné à gérer les lacunes potentielles en matière de sécurité après l'immatriculation (surveillance sur le terrain en boucle fermée).

- 7.1.2 Le constructeur doit signaler dans les meilleurs délais à l'autorité d'homologation de type tout accident grave porté à sa connaissance résultant du déploiement d'un coussin gonflable ou d'un dispositif de retenue alors que le système, ses fonctionnalités ou ses systèmes d'assistance en situation d'urgence visés par le présent Règlement étaient actifs ou avaient été actifs peu de temps avant l'accident (par exemple, au cours des [5] secondes précédentes). La notification initiale peut être limitée à des informations générales, par exemple [lieu, date et heure, type d'accident].
- 7.1.3 Lorsque le constructeur prend connaissance d'un événement critique pour la sécurité lié à la conception du système d'aide au contrôle du véhicule et à son utilisation dans le domaine de fonctionnement prévu, et que cet événement est susceptible d'avoir des répercussions sur la sécurité de fonctionnement du système, le constructeur doit enquêter sur les causes de l'incident dans les meilleurs délais, et, selon qu'il conviendra, informer l'autorité d'homologation de type des mesures correctives prévues.
- 7.1.4 Dans le cas où l'autorité d'homologation de type prend connaissance d'un événement critique pour la sécurité par une autre voie, elle peut demander au constructeur de lui communiquer les résultats de l'enquête sur l'incident. La demande ne peut être faite plus de [6] mois après l'accident. Toute action de l'autorité d'homologation de type comme suite à cette demande est soumise à la réglementation et à la législation nationales.]
- 7.2 Rapports périodiques
- 7.2.1 Le constructeur doit présenter chaque année des données attestant les performances de sécurité du système lorsque celui-ci est utilisé sur la voie publique.
- 7.2.2 Par ailleurs, le constructeur doit recenser les événements en rapport avec l'utilisation prévue du système sur le terrain et les notifier chaque année, en s'inspirant des exemples suivants :
- a) Événements au cours desquels le système a été désactivé sans que le conducteur soit prévenu ;
  - b) Réaction du conducteur à la désactivation du système ;
  - c) Indicateurs de contrôlabilité.
- La liste des événements à notifier qui figure au paragraphe 3 du tableau 1 est susceptible d'évoluer, sur accord entre le constructeur et l'autorité d'homologation de type. Le constructeur peut demander une dérogation concernant certaines données isolées s'il est en mesure de prouver que :
- a) Les données ne concernent pas le système ;
  - b) Les informations sont redondantes ;
  - c) D'autres données plus appropriées peuvent être communiquées et permettent d'atteindre les mêmes résultats.
- 7.2.3 Le rapport du constructeur doit inclure les événements énumérés dans le tableau 1, comme prévu aux paragraphes 7.2.1 et 7.2.2.

Tableau 1

**Liste des événements en fonctionnement à notifier**

<i>Événement</i>	<i>Rapport périodique annuel</i>
1.a Événements critiques pour la sécurité connus du constructeur du système d'aide au contrôle du véhicule	X
1.b Distance totale parcourue pendant que les fonctionnalités visées à la section 6 étaient disponibles ou actives	X

<i>Événement</i>	<i>Rapport périodique annuel</i>
2.a Détection d'une perte de vigilance prolongée du conducteur entraînant des avertissements en cascade	X
2.b Activation d'un système d'assistance en situation d'urgence tel que la fonction d'atténuation des risques en raison d'une perte de vigilance prolongée du conducteur	X
[3.a Détection de défaillances au niveau du système entraînant la non-disponibilité du système d'aide au contrôle du véhicule	X
3.b Détection de désactivations du système d'aide au contrôle du véhicule sans avertissement préalable	X
3.c Détection de la réaction du conducteur à la désactivation du système	X]

## 8. Validation du système

8.1 La validation du système doit garantir que le constructeur a examiné de manière approfondie et acceptable la question de la sécurité fonctionnelle et opérationnelle des fonctionnalités intégrées dans le système et du système intégré dans le véhicule au cours de la conception et de la mise au point, et continuera à le faire tout au long du cycle de vie du type de véhicule (conception, mise au point, production, exploitation).

8.2 La validation du système doit démontrer que les fonctionnalités intégrées dans le système et le système dans son ensemble satisfont aux prescriptions fonctionnelles énoncées aux sections 5 et 6 du présent Règlement.

La validation du système doit inclure :

- a) La validation des aspects relatifs à la sécurité du système conformément aux prescriptions de l'annexe 3 ;
- b) La réalisation d'essais physiques sur piste et sur route conformément aux prescriptions de l'annexe 4. Le service technique doit effectuer tous les essais décrits dans cette annexe ou y assister, dans le cadre du processus d'homologation. Nonobstant les prescriptions du présent Règlement, les essais pertinents visés à l'annexe 4 peuvent être réalisés sur une piste d'essai ;
- c) La surveillance de certaines fonctionnalités du système conformément aux prescriptions de la section 7.

## 9. Informations concernant le système

9.1 [Les informations suivantes doivent être fournies à l'autorité d'homologation avec le dossier d'information visé à l'annexe 3 du présent Règlement, au moment de l'homologation de type :

9.1.1 Les fonctionnalités particulières du système conformément à la classification figurant à la section 6 ;

9.1.2 Les domaines (autoroute, voie urbaine ou route interurbaine) dans lesquels le système fournit certains types d'assistance appartenant aux catégories définies au paragraphe 9.1.1 ;

9.1.3 Les conditions dans lesquelles le système et ses fonctionnalités peuvent être activés, ainsi que leurs limites de fonctionnement (conditions limites) ;

9.1.4 Les interactions du système d'aide au contrôle du véhicule avec d'autres systèmes du véhicule ;

- 9.1.5 Les dispositifs d'activation, de désactivation et de neutralisation du système ;
- 9.1.6 Les paramètres permettant d'évaluer en permanence le niveau de vigilance du conducteur, et les moyens de les surveiller.]

## **10. Prescriptions relatives à l'identification des logiciels et à la cybersécurité**

- 10.1 [Prescriptions relatives à l'identification des logiciels
- 10.1.1 Afin de garantir que le logiciel du système puisse être identifié, le constructeur du véhicule peut utiliser un code R<sub>16X</sub>SWIN.
- 10.1.2 Si le constructeur utilise un code R<sub>16X</sub>SWIN, les dispositions suivantes s'appliquent :
- 10.1.2.1 Le constructeur du véhicule doit être en possession d'une homologation en cours de validité au titre du Règlement ONU n° 156 sur la mise à jour logicielle et le système de gestion des mises à jour logicielles.
- 10.1.2.2 Le constructeur du véhicule doit fournir les informations suivantes dans la fiche de communication afférente au présent Règlement :
- a) Le code R<sub>16X</sub>SWIN ;
  - b) Des informations sur le moyen de lire le code R<sub>16X</sub>SWIN ou le ou les numéros de version du logiciel si le code ne se trouve pas sur le véhicule.
- 10.1.2.3 Le constructeur du véhicule peut fournir, dans la fiche de communication du Règlement visé, une liste des paramètres pertinents permettant de déterminer quels véhicules peuvent être mis à jour avec le logiciel associé au code R<sub>16X</sub>SWIN. Les informations fournies doivent être déclarées par le constructeur du véhicule et ne peuvent être vérifiées par une autorité d'homologation de type.
- 10.1.2.4 Le constructeur du véhicule peut obtenir une nouvelle homologation de type afin de différencier les versions du logiciel destinées à être utilisées sur des véhicules déjà immatriculés des versions du logiciel utilisées sur des véhicules neufs. Cette disposition permet de répondre aux situations dans lesquelles les règlements d'homologation de type sont mis à jour ou des modifications matérielles sont apportées à des véhicules fabriqués en série. En accord avec l'organisme chargé des essais, on évitera autant que possible de procéder deux fois aux mêmes essais.]
- 10.2 [Cybersécurité et système de gestion de la cybersécurité
- 10.2.1 Afin de garantir que le système conserve son efficacité en cas de cyberattaque, de cybermenace et en présence de vulnérabilités, le constructeur doit démontrer que le système est conforme aux dispositions du Règlement ONU n° 155.]

## **11. Modification du type de véhicule et extension de l'homologation**

- 11.1 Toute modification du type de véhicule tel qu'il est défini au paragraphe 2.2 du présent Règlement doit être portée à la connaissance de l'autorité ayant homologué le type visé, laquelle peut alors :
- a) Considérer que les modifications apportées n'influencent pas défavorablement les conditions d'octroi de l'homologation et accorder une extension de l'homologation ; ou

- b) Considérer que les modifications apportées ont une influence sur les conditions d'octroi de l'homologation et exiger de nouveaux essais ou des vérifications complémentaires, avant d'accorder l'extension de l'homologation ; ou
- c) Décider, en consultation avec le fabricant, qu'il convient d'accorder une nouvelle homologation de type ; ou
- d) Appliquer la procédure prévue au paragraphe 11.1.1 (Révision) et, le cas échéant, la procédure prévue au paragraphe 11.1.2 (Extension).

#### 11.1.1 Révision

Lorsque des renseignements consignés dans le dossier d'information ont été modifiés et que l'autorité d'homologation de type considère que la modification apportée ne risque pas d'avoir d'effets néfastes notables, la modification est considérée comme une « révision ».

En pareil cas, l'autorité d'homologation de type doit publier les pages révisées du dossier d'information en faisant clairement apparaître sur chacune d'elles la nature de la modification et la date de republication.

Une version récapitulative actualisée du dossier d'information, accompagnée d'une description détaillée de la modification, est réputée satisfaire à cette prescription.

#### 11.1.2 Extension

La modification doit être considérée comme une « extension » si, outre les modifications apportées aux renseignements consignés dans le dossier d'information :

- a) D'autres contrôles ou essais sont nécessaires ;
- b) Une information figurant sur la fiche de communication (à l'exception des pièces jointes) a été modifiée ; ou
- c) L'homologation au titre d'une série d'amendements ultérieure est demandée après l'entrée en vigueur de celle-ci.

11.2 La confirmation de l'homologation ou le refus d'homologation, avec l'indication des modifications, doivent être notifiés aux Parties à l'Accord appliquant le présent Règlement suivant la procédure indiquée au paragraphe 4.3 ci-dessus. En outre, la liste des fiches de renseignements et des procès-verbaux d'essai, annexée à la fiche de communication de l'annexe 1, doit être modifiée en conséquence de manière que soit indiquée la date de la révision ou de l'extension la plus récente.

11.3 L'autorité d'homologation doit notifier la décision d'extension aux autres Parties contractantes au moyen de la fiche de communication qui figure à l'annexe 1 du présent Règlement. Elle doit attribuer à chaque extension un numéro d'ordre dénommé numéro d'extension.

## 12. Conformité de la production

12.1 Les procédures de contrôle de la conformité de la production doivent correspondre à celles qui sont énoncées à l'article 2 et à l'annexe 1 de l'Accord de 1958 (E/ECE/TRANS/505/Rev.3) et satisfaire aux prescriptions suivantes :

12.2 Tout véhicule homologué au titre du présent Règlement doit être construit de façon à être conforme au type homologué et satisfaire aux prescriptions de la section 5 ci-dessus ;

- 12.3 L'autorité ayant délivré l'homologation peut à tout moment vérifier que les méthodes de contrôle de la conformité sont appliquées correctement dans chaque unité de production. La fréquence normale de ces inspections est d'une fois tous les deux ans.
- 12.4 L'homologation délivrée pour un type de véhicule au titre du présent Règlement peut être retirée si les prescriptions énoncées à la section 8 ci-dessus ne sont pas respectées.
- 12.5 Lorsqu'une Partie contractante retire une homologation qu'elle avait accordée, elle doit en aviser immédiatement les autres Parties contractantes appliquant le présent Règlement par l'envoi d'une fiche de communication conforme au modèle de l'annexe 1 du présent Règlement.

### **13. Sanctions pour non-conformité de la production**

- 13.1 L'homologation délivrée pour un type de véhicule au titre du présent Règlement peut être retirée si les prescriptions énoncées à la section 12 ci-dessus ne sont pas respectées.
- 13.2 Lorsqu'une Partie contractante retire une homologation qu'elle avait accordée, elle doit en aviser immédiatement les autres Parties contractantes appliquant le présent Règlement par l'envoi d'une fiche de communication conforme au modèle de l'annexe 1 du présent Règlement.

### **14. Arrêt définitif de la production**

- 14.1 Lorsque le détenteur d'une homologation cesse définitivement la production d'un type de véhicule homologué au titre du présent Règlement, il doit en informer l'autorité ayant délivré l'homologation, qui, à son tour, doit en aviser immédiatement les autres Parties à l'Accord appliquant le présent Règlement par l'envoi d'une fiche de communication conforme au modèle figurant à l'annexe 1 du présent Règlement.
- 14.2 La production n'est pas considérée comme définitivement arrêtée si le constructeur prévoit d'obtenir d'autres homologations pour des mises à jour logicielles concernant des véhicules déjà immatriculés.

### **15. Noms et adresses des services techniques chargés des essais d'homologation et des autorités d'homologation de type**

- 15.1 Les Parties contractantes à l'Accord appliquant le présent Règlement doivent communiquer au Secrétariat des Nations Unies<sup>3</sup> les noms et adresses des services techniques chargés des essais d'homologation et ceux des autorités qui délivrent les homologations et auxquelles doivent être envoyées les fiches de communication concernant la délivrance, l'extension, le refus ou le retrait d'une homologation.

---

<sup>3</sup> Par l'intermédiaire de la plateforme en ligne («/343 Application») mise à disposition par la CEE et consacrée à l'échange de ce type d'informations : [https://apps.unece.org/WP29\\_application/](https://apps.unece.org/WP29_application/).

## Annexe 1

### Communication

(Format maximum : A4 (210 × 297 mm))



Émanant de : Nom de l'administration :  
 .....  
 .....  
 .....

Concernant<sup>2</sup> : Délivrance d'une homologation  
 Extension d'une homologation  
 Refus d'une homologation  
 Retrait d'une homologation  
 Arrêt définitif de la production

d'un type de véhicule en ce qui concerne l'équipement de direction au titre du Règlement ONU n° XXX

N° d'homologation .....

Motif de l'extension ou de la révision : .....

1. Marque de fabrique ou de commerce du véhicule .....
2. Type du véhicule .....
3. Nom et adresse du constructeur .....
4. Le cas échéant, nom et adresse de son mandataire .....
5. Caractéristiques générales de construction du véhicule :
  - 5.1 Photographies et/ou schémas d'un véhicule représentatif .....
6. Description et/ou schémas du système d'aide au contrôle du véhicule : voir [section 9]
7. Cybersécurité et mises à jour logicielles
  - 7.1 Numéro d'homologation de type de la cybersécurité (le cas échéant) .....
  - 7.2 Numéro d'homologation de type de la mise à jour logicielle (le cas échéant) .....
8. Prescriptions particulières relatives à la sécurité des systèmes de commande électronique (annexe 3)
  - 8.1 Référence du document du constructeur pour l'annexe 3 (y compris le numéro de version) .....
  - 8.2 Formulaire de document d'information (appendice de l'annexe 3) .....
9. Service technique chargé des essais d'homologation .....
- 9.1 Date du procès-verbal délivré par ce service .....
- 9.2 Numéro (référence) du procès-verbal délivré par ce service .....
10. Homologation accordée/étendue/révisée/refusée/retirée<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Numéro distinctif du pays qui a délivré/étendu/refusé/retiré l'homologation (voir les dispositions relatives à l'homologation dans le Règlement ONU n° [1XX]).

<sup>2</sup> Biffer les mentions inutiles.

- 11. Emplacement de la marque d’homologation sur le véhicule .....
- 12. Fait à .....
- 13. le .....
- 14. Signature .....
- 15. Est annexée à la présente communication une liste des pièces figurant dans le dossier d’homologation déposé auprès des services administratifs ayant délivré l’homologation et qui peuvent être obtenues sur demande.

Informations supplémentaires en cas de mise en œuvre d’un code R<sub>16X</sub>SWIN par le constructeur

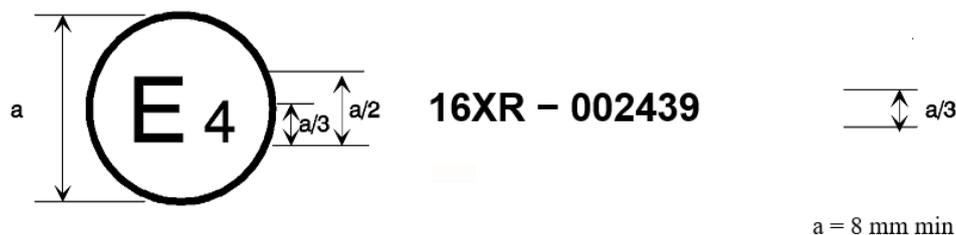
- 16. R<sub>16X</sub>SWIN : .....
- 16.1 Informations sur le moyen de lire le code R<sub>16X</sub>SWIN ou le ou les numéros de version du logiciel si le code ne se trouve pas sur le véhicule .....
- 16.2 Le cas échéant, liste des paramètres pertinents permettant de déterminer quels véhicules peuvent être mis à jour avec le logiciel associé au code R<sub>16X</sub>SWIN indiqué au point ci-dessus .....

## Annexe 2

### Exemples de marque d'homologation

#### Modèle A

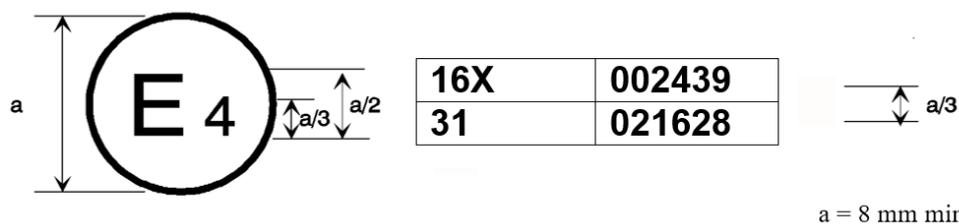
(Voir le paragraphe 4.4 du présent Règlement)



La marque d'homologation ci-dessus, apposée sur un véhicule, indique que ce type de véhicule a été homologué au Royaume des Pays-Bas (E4), en ce qui concerne le système d'aide au contrôle du véhicule, au titre du Règlement ONU n° 16X, sous le numéro d'homologation 002439. Ce numéro indique que l'homologation a été délivrée conformément aux prescriptions du Règlement ONU n° 16X dans sa version originale.

#### Modèle B

(Voir le paragraphe 4.5 du présent Règlement)



La marque d'homologation ci-dessus, apposée sur un véhicule, indique que ce type de véhicule a été homologué au Royaume des Pays-Bas (E4) au titre des Règlements ONU n°s 16X et 31<sup>1</sup>. Les numéros d'homologation indiquent que, aux dates où les homologations correspondantes ont été délivrées, le Règlement ONU n° 16X était dans sa version originale et le Règlement ONU n° 31 comprenait la série 02 d'amendements.

<sup>1</sup> Le deuxième numéro n'est donné qu'à titre d'exemple.

## Annexe 3

### Prescriptions particulières relatives à l'audit ou à l'évaluation

#### 1. Dispositions générales

La présente annexe définit les prescriptions particulières en matière de documentation, de sécurité par conception et de vérification pour les questions de sécurité relatives aux systèmes électroniques (par. 2.3) et aux systèmes complexes de commande électronique (par. 2.4 ci-après) aux fins de l'application du présent Règlement.

La présente annexe ne traite pas des critères d'efficacité du « système », mais de la façon dont il est conçu et des informations qui doivent être communiquées à l'autorité d'homologation de type ou au service technique agissant en son nom (ci-après dénommé « autorité d'homologation de type ») aux fins de l'homologation de type.

Ces informations doivent montrer que le « système » satisfait, en l'absence comme en présence d'anomalies, à toutes les prescriptions fonctionnelles spécifiées ailleurs dans le présent Règlement, et qu'il est conçu pour fonctionner de telle manière qu'il ne présente pas de risques déraisonnables pour le conducteur, les passagers et les autres usagers de la route.

#### 2. Définitions

Aux fins de la présente annexe, on entend par :

- 2.1 « *Système* », un système de commande électronique ou un système complexe de commande électronique qui constitue la transmission de commande d'une fonction visée par le présent Règlement ou qui en fait partie. Ce terme s'applique aussi à tout autre système entrant dans le champ d'application du présent Règlement, ainsi qu'aux liaisons de transmission avec d'autres systèmes qui ne relèvent pas du présent Règlement, mais qui agissent sur une fonction visée par ledit Règlement ;
- 2.2 « *Concept de sécurité* », une description des mesures incorporées dans le système, par exemple dans les unités électroniques, de manière à assurer l'intégrité du système et, partant, sa sécurité de fonctionnement en présence d'anomalies (sécurité fonctionnelle) comme en l'absence d'anomalies (sécurité opérationnelle) sans exposer le conducteur, les passagers et les autres usagers de la route à des risques déraisonnables. La possibilité de passer à un fonctionnement partiel, voire de recourir à un système de secours pour assurer les fonctions vitales du véhicule peut faire partie du concept de sécurité ;
- 2.3 « *Système de commande électronique* », un ensemble de modules conçus pour assurer conjointement une fonction donnée de commande du véhicule par des moyens informatiques. Un tel système, généralement piloté par un logiciel, est constitué de composants discrets (par exemple, des capteurs, des unités de commande électronique et des actionneurs) reliés entre eux par des liaisons de transmission. Il peut notamment comporter des éléments mécaniques, électromécaniques, électropneumatiques ou électrohydrauliques ;
- 2.4 « *Systèmes complexes de commande électronique* », les systèmes de commande électronique dans lesquels une fonction contrôlée par un système électronique peut être neutralisée par un système ou une fonction de commande électronique de niveau supérieur. Une fonction ainsi neutralisée devient partie

intégrante du système complexe de commande électronique, de même que toute fonction ou tout système prioritaire visé par le présent Règlement. Les liaisons de transmission avec un système ou une fonction prioritaire qui ne relève pas du présent Règlement doivent aussi être incluses ;

- 2.5 « *Commande électronique de niveau supérieur* », les systèmes ou fonctions qui font appel à des dispositifs supplémentaires de traitement ou de détection pour modifier le comportement du véhicule en ordonnant des variations de la ou des fonctions du système de commande du véhicule. Les systèmes complexes peuvent ainsi modifier automatiquement leurs objectifs selon un ordre de priorité qui dépend des conditions détectées ;
- 2.6 « *Modules* », les plus petits ensembles de composants du système qui sont pris en compte dans la présente annexe ; chaque ensemble est considéré comme une entité à part entière aux fins d'identification, d'analyse ou de remplacement ;
- 2.7 « *Liaisons de transmission* », les dispositifs utilisés pour relier entre eux les différents modules aux fins de la transmission de signaux et de données ou de l'alimentation en énergie. Ces dispositifs sont généralement électriques, mais peuvent être en partie mécaniques, pneumatiques ou hydrauliques ;
- 2.8 « *Plage de régulation* », la plage sur laquelle le système est susceptible de réguler une variable de sortie donnée ;
- 2.9 [« *Limites de fonctionnement du système* », les situations, définies par des limites physiques externes, dans lesquelles le système est en mesure d'assurer la fonction de commande du véhicule, telles que définies au paragraphe 2.6 du présent Règlement ;]
- 2.10 « *Fonction liée à la sécurité* », une fonction du « système » capable de modifier le comportement dynamique du véhicule. Le « système » peut être capable de remplir plusieurs fonctions liées à la sécurité.
- 2.11 « *Stratégie de commande* », une stratégie visant à assurer un fonctionnement fiable et sûr de la ou des fonctions du système en réaction à un ensemble déterminé de conditions ambiantes ou de conditions de fonctionnement (telles que l'état du revêtement de la route, l'intensité de la circulation, les autres usagers de la route, les conditions météorologiques, etc.). Elle peut comprendre la désactivation automatique d'une fonction ou la limitation temporaire des performances (par exemple, la réduction de la vitesse maximale, etc.) ;
- 2.12 « *Anomalie* », une situation anormale qui peut entraîner la défaillance d'un logiciel ou d'un composant ;
- 2.13 « *Défaillance* », l'arrêt du comportement prévu d'un composant ou d'un sous-système en raison d'une anomalie ;
- 2.14 « *Risque déraisonnable* », le surcroît de risque global pour les occupants du véhicule et les autres usagers de la route par rapport à un véhicule à conduite manuelle dans des conditions et des situations de transport comparables à l'intérieur du domaine de conception opérationnelle.

### 3. Documentation

#### 3.1 Prescriptions

Le constructeur doit fournir un dossier d'information qui renseigne sur la conception de base du « système » et sur les dispositifs permettant de le relier à d'autres systèmes du véhicule ou par l'intermédiaire desquels il contrôle directement les variables de sortie. La ou les fonctions du « système » et le concept de sécurité, tels que définis par le constructeur, doivent être expliqués. Le dossier doit être bref, tout en apportant la preuve que la conception et la

mise au point ont bénéficié de l'avis d'experts dans tous les domaines du système qui sont concernés. Aux fins du contrôle technique périodique, le dossier doit indiquer la manière dont on peut vérifier l'état de fonctionnement du « système ».

Le service technique doit évaluer le dossier d'information afin de vérifier que le « système » :

- a) Est conçu pour fonctionner de manière à n'entraîner aucun risque déraisonnable, en l'absence comme en présence d'anomalies ;
- b) Respecte, en l'absence comme en présence d'anomalies, toutes les prescriptions fonctionnelles pertinentes énoncées dans le présent Règlement ;
- c) A été mis au point conformément à l'approche ou aux approches analytiques retenues par le constructeur conformément au paragraphe 3.4.4.

3.1.1 Le dossier d'information comporte deux parties :

- a) Le dossier d'information officiel pour l'homologation, contenant les données énumérées à la section 3 (à l'exception de celles qui figurent au paragraphe 3.4.4), à présenter au service technique au moment du dépôt de la demande d'homologation de type. Ce dossier d'information doit être utilisé par le service technique comme référence de base pour la procédure de vérification énoncée à la section 4 de la présente annexe. Le service technique doit s'assurer que ce dossier reste disponible pendant un délai fixé en accord avec l'autorité d'homologation. Ce délai doit être d'au moins 10 ans à compter de la date de l'arrêt définitif de la production du véhicule ;
- b) Les informations confidentielles et les données d'analyse (relevant de la propriété intellectuelle) mentionnées au paragraphe 3.4.4, que le constructeur doit conserver dans ses archives, mais qui doivent être accessibles sur demande (par exemple, sur place dans les installations techniques du constructeur) au moment de l'homologation de type. Le constructeur doit veiller à ce que ces informations et données d'analyse restent disponibles pendant une période de 10 ans à compter de la date de l'arrêt définitif de la production du véhicule.

### 3.2 Description des fonctions du « système »

Une description expliquant de manière simple l'ensemble des fonctions de commande du « système », y compris les stratégies de commande, et les méthodes employées pour atteindre les objectifs doit être fournie, accompagnée de la mention du ou des mécanismes de commande.

Toute fonction qui peut être neutralisée doit être signalée comme telle et une description des incidences sur sa logique de fonctionnement doit être fournie.

Qu'elle soit activée ou désactivée, toute fonction liée à la sécurité qui fournit au conducteur une aide définie au paragraphe 2.1 du présent Règlement doit, lorsque le logiciel et le matériel sont présents dans le véhicule au moment de la production, être déclarée et soumise aux prescriptions de la présente annexe, avant d'être utilisée dans le véhicule.

3.2.1 Une liste de toutes les variables d'entrée et de toutes les variables détectées doit être fournie, accompagnée d'une définition de leur plage de fonctionnement, ainsi qu'une description de la manière dont chaque variable influe sur le comportement du système.

- 3.2.2 Une liste de toutes les variables de sortie régulées par le « système » doit être fournie, accompagnée d'explications précisant pour chacune si la régulation est assurée directement ou par l'intermédiaire d'un autre système du véhicule. La plage de régulation (par. 2.8) de chaque variable doit être définie.
- 3.2.3 Les limites de fonctionnement du système (par. 2.9) doivent être indiquées si cela est approprié au regard des performances du « système ».

### **3.3 Configuration et schémas du système**

#### **3.3.1 Inventaire des composants**

Une liste de tous les modules du « système » doit être fournie ; elle doit mentionner les autres systèmes du véhicule qui sont nécessaires pour réaliser la fonction de commande considérée.

Un schéma faisant apparaître la manière dont ces modules sont associés doit être fourni ; il doit indiquer la position relative des différents organes et leurs interconnexions.

#### **3.3.2 Fonctions des modules**

La fonction de chaque module du « système » doit être décrite et les signaux qui le relient à d'autres modules ou à d'autres systèmes du véhicule doivent être indiqués. Cette information peut être fournie au moyen d'un schéma fonctionnel ou d'une description accompagnée d'un tel schéma.

#### **3.3.3 Interconnexions**

Les interconnexions au sein du « système » doivent être indiquées au moyen d'un schéma de circuit pour les liaisons de transmission électriques, d'un schéma de distribution de la timonerie pneumatique ou hydraulique et d'un schéma simplifié pour les liaisons mécaniques. Les liaisons de transmission avec d'autres systèmes doivent également être indiquées.

#### **3.3.4 Transmission des signaux et priorités**

La correspondance entre les liaisons de transmission et les signaux circulant entre les modules doit être clairement indiquée. La priorité accordée aux différents signaux transmis par multiplexage doit être indiquée chaque fois qu'elle peut avoir une incidence sur les performances ou la sécurité.

#### **3.3.5 Identification des modules**

Chaque module doit pouvoir être identifié clairement et sans ambiguïté (par exemple, à l'aide de marques pour le matériel et d'une marque ou d'un code informatique pour le logiciel), ce qui permet d'associer chaque élément à la documentation correspondante.

Lorsque plusieurs fonctions sont combinées au sein d'un seul module ou d'un seul ordinateur, mais qu'elles sont représentées dans plusieurs blocs du schéma fonctionnel pour des raisons de clarté et de commodité, on ne doit utiliser qu'une seule marque d'identification du matériel. Le constructeur certifie, grâce à cette identification, que l'équipement fourni est conforme au document correspondant.

- 3.3.5.1 L'identification indique la version du matériel et du logiciel, et lorsque celle-ci est modifiée au point d'avoir un effet sur la fonction du module aux fins de l'application du présent Règlement, l'identification doit également être modifiée.

### **3.4 Concept de sécurité du constructeur**

- 3.4.1 Le constructeur doit fournir une déclaration dans laquelle il atteste que la stratégie adoptée pour atteindre les objectifs du « système » ne compromet pas, en l'absence d'anomalies, la sécurité de fonctionnement du véhicule.

En complément de cette déclaration, le constructeur doit expliquer en termes généraux la manière dont la stratégie adoptée garantit que les objectifs du « système » sont compatibles avec la sécurité de fonctionnement des systèmes mentionnés ci-dessus, et décrire la partie du plan de validation qui étaye cette déclaration.

Le service technique doit procéder à une évaluation pour vérifier que les explications relatives à la stratégie adoptée fournies par le constructeur du véhicule sont compréhensibles et logiques et que le plan de validation est adapté et a été appliqué intégralement.

Le service technique peut réaliser ou faire réaliser les essais visés au paragraphe 4 ci-dessous pour vérifier que le « système » fonctionne conformément à la stratégie adoptée.

3.4.2 S'agissant du logiciel utilisé dans le « système », il y a lieu d'en expliquer l'architecture générale et d'indiquer les méthodes et outils de conception utilisés. Le constructeur doit apporter la preuve des moyens mis en œuvre pour vérifier l'adéquation de la logique du système, durant la conception et la mise au point.

3.4.3 Le constructeur doit fournir au service technique une explication concernant les prescriptions appliquées à la conception du « système » pour assurer la sécurité de fonctionnement en cas d'anomalie. Ces prescriptions peuvent être, par exemple, les suivantes :

- a) Passage à un fonctionnement partiel (mode de secours) ;
- b) Activation d'un dispositif de secours distinct ;
- c) Interruption de la fonction de niveau supérieur.

En cas de défaillance, le conducteur doit être averti, par exemple au moyen d'un signal ou d'un message. Si le conducteur ne désactive pas le système, par exemple en mettant la clé de contact sur la position « arrêt » ou en arrêtant la fonction en question si un interrupteur est prévu à cet effet, l'avertissement doit être maintenu jusqu'à ce que la défaillance disparaisse.

3.4.3.1 Si la modalité retenue consiste à passer en fonctionnement partiel en présence de certaines anomalies, celles-ci doivent être indiquées et les limites d'efficacité qui en résultent doivent être définies.

3.4.3.2 Si la modalité choisie consiste à activer un dispositif auxiliaire (de secours) pour atteindre l'objectif visé par le système de commande du véhicule, les principes du mécanisme d'activation, la logique et le niveau de redondance ainsi que toute fonction de vérification intégrée doivent être expliqués, et les limites d'efficacité qui en résultent doivent être définies.

3.4.3.3 Si la modalité sélectionnée consiste à interrompre la fonction de niveau supérieur, tous les signaux de commande de sortie associés à cette fonction doivent être bloqués, de manière à limiter les perturbations transitoires.

3.4.4 La documentation doit être accompagnée d'une analyse qui montre, en termes généraux, la manière dont le système est censé se comporter en cas de danger ou d'anomalie ayant une incidence sur la maîtrise, le fonctionnement ou la sécurité du véhicule.

La ou les méthodes analytiques retenues doivent être définies et actualisées par le fabricant et être communiquées sur demande au service technique au moment de l'homologation de type.

Le service technique doit procéder à une évaluation de la mise en œuvre de la ou des méthodes analytiques. Cette évaluation doit porter sur les éléments suivants :

- a) Vérification de l'approche en matière de sécurité au niveau du concept (véhicule) et confirmation que sont pris en compte :

- i) Les interactions avec d'autres systèmes du véhicule ;
- ii) Les dysfonctionnements du système visé par le présent Règlement ;
- iii) Pour les fonctions définies au paragraphe 3.2 du présent Règlement :
  - Les situations dans lesquelles un système exempt d'anomalie est susceptible de présenter des risques critiques pour la sécurité (par exemple, en raison d'une perception erronée de l'environnement du véhicule) ;
  - Les limitations opérationnelles et les limitations du système ;
  - Une mauvaise utilisation raisonnablement prévisible de la part du conducteur ;
  - Une modification intentionnelle du système ;
- iv) Des cyberattaques ayant une incidence sur la sûreté du véhicule ;

Pour ce faire, on peut s'appuyer sur une analyse des risques et des dangers adaptée aux considérations de sécurité du système ;

- b) Évaluation de la stratégie en matière de sécurité au niveau du système. Cette stratégie fait appel à une approche descendante et à une approche ascendante. La stratégie en matière de sécurité peut être fondée sur une analyse des modes de défaillance et de leurs effets, une analyse par arbre des défaillances et une analyse du processus théorique du système ou tout autre processus comparable approprié à la sécurité fonctionnelle et opérationnelle du système ;
- c) Vérification des plans et des résultats de validation. La vérification doit/pour comprendre des essais de validation appropriés, par exemple des simulations de type « matériel incorporé » (Hardware-in-the-Loop, ou HIL), des essais fonctionnels sur route, ou tout autre type d'essai approprié pour la validation.

L'évaluation doit comprendre des vérifications de risques, d'anomalies et de défaillances sélectionnés par le service technique pour s'assurer que les explications relatives au concept de sécurité fournies par le constructeur sont compréhensibles et logiques et que les plans de validation sont adaptés et ont été appliqués intégralement.

Le service technique peut réaliser ou faire réaliser les essais visés au paragraphe 4 ci-dessous pour vérifier le concept de sécurité.

- 3.4.4.1 Le dossier d'information doit énumérer les paramètres faisant l'objet d'une surveillance et définir, pour chaque type d'anomalie énoncé au paragraphe 3.4.4 de la présente annexe, le signal d'avertissement destiné au conducteur ou au personnel chargé du service ou de l'inspection technique.
- 3.4.4.2 Le dossier d'information doit décrire les mesures prises pour garantir que le « système » ne nuit en rien à la sécurité d'utilisation du véhicule lorsque le fonctionnement du « système » est affecté par des conditions environnementales telles que les conditions climatiques, la température, la pénétration de poussière ou d'eau, ou l'accumulation de glace.

Si le présent Règlement prévoit des prescriptions particulières concernant le fonctionnement du « système » dans différentes conditions environnementales, les mesures prises pour garantir la conformité à ces prescriptions doivent être décrites dans le dossier d'information.

- 3.5 Système de gestion de la sécurité (vérification du processus)**
- 3.5.1 S'agissant des éléments logiciels et matériels utilisés dans le « système », le constructeur doit démontrer à l'autorité d'homologation de type, en ce qui concerne le système de gestion de la sécurité, que des processus, méthodes et outils efficaces sont en place, actualisés et suivis au sein de l'entreprise en vue de gérer la sécurité et la conformité de manière continue tout au long du cycle de vie du produit (conception, élaboration, production et fonctionnement).
- 3.5.2 Le système de gestion de la sécurité comprend les quatre éléments clés suivants :
- a) Les politiques et objectifs de sécurité, qui définissent de manière claire des pratiques, des rôles et des responsabilités, ainsi que des objectifs organisationnels en matière de sécurité ;
  - b) La gestion des risques pour la sécurité, qui vise à gérer ces risques de manière proactive ;
  - c) L'assurance de la sécurité, qui consiste à surveiller, analyser et mesurer les performances globales en matière de sécurité ;
  - d) La promotion de la sécurité, afin de garantir que le personnel est correctement informé, formé et sensibilisé.
- 3.5.3 Le processus de conception et de mise au point doit être arrêté, y compris la sécurité par conception, la gestion et la mise en œuvre des prescriptions, les essais, le suivi des défaillances, les mesures correctives et la mise en service.
- 3.5.4 Le constructeur doit mettre en place et maintenir des canaux de communication efficaces entre ses services chargés de la sécurité fonctionnelle et opérationnelle, de la cybersécurité et de tout autre domaine pertinent contribuant à la sécurité des véhicules.
- 3.5.5 Le constructeur doit démontrer que les processus établis conformément aux paragraphes 3.5.1 à 3.5.4 font l'objet de vérifications périodiques internes indépendantes visant à garantir qu'ils sont mis en œuvre de manière cohérente.
- 3.5.6 Le constructeur doit mettre en place des dispositions appropriées (par exemple, des relations contractuelles, des interfaces claires, un système de gestion de la qualité) avec ses fournisseurs pour garantir la conformité de leur système de gestion de la sécurité avec les prescriptions des paragraphes 3.5.1 (à l'exception des aspects liés aux véhicules tels que le « fonctionnement ») 3.5.2, 3.5.3 et 3.5.5.
- 3.5.7 Le dossier d'information doit énoncer les principes généraux d'une stratégie d'information qui vise à encourager le conducteur à consulter les informations relatives au fonctionnement du « système » lorsqu'il utilise ce dernier (par exemple, lorsque le « système » est activé, une notification au début de chaque cycle de conduite invitant le conducteur à lire la documentation utile).

## **4. Vérification et essais**

- 4.1 Le fonctionnement du « système », tel qu'exposé dans les documents requis au titre du paragraphe 3, doit faire l'objet des essais indiqués ci-après.
- 4.1.1 Vérification du fonctionnement du « système »
- Le service technique doit vérifier le fonctionnement du « système » en l'absence d'anomalies en procédant à l'essai de certaines des fonctions déclarées par le constructeur conformément aux dispositions du paragraphe 3.2 ci-dessus.

Les caractéristiques des fonctions choisies sont vérifiées au moyen des procédures d'essai du constructeur, à moins qu'une procédure d'essai particulière ne soit prévue dans le présent Règlement.

Lorsque le fonctionnement du système est conditionné par des signaux d'entrée émis par des systèmes ne relevant pas du champ d'application du présent Règlement, les essais doivent être réalisés suivant la procédure d'essai du Règlement ONU applicable ou à l'aide de tout autre moyen permettant de produire les signaux d'entrée requis (par exemple, par simulation).

Pour les systèmes électroniques complexes, ces essais doivent prendre en compte différents scénarios de neutralisation d'une fonction déclarée.

4.1.1.1 Les résultats de la vérification doivent correspondre à la description, y compris des stratégies de commande, fournie par le constructeur au titre du paragraphe 3.2.

4.1.2 Vérification du concept de sécurité visé au paragraphe 3.4

Pour vérifier la réponse du « système » en cas de défaillance d'un module quelconque, on applique les signaux de sortie correspondants aux unités électriques ou aux éléments mécaniques afin de simuler les effets des anomalies internes du module. Le service technique doit effectuer cette vérification pour au moins un module, mais ne doit pas vérifier la réponse du « système » à la défaillance simultanée de plusieurs modules distincts.

Le service technique doit s'assurer que ces essais portent notamment sur des éléments qui pourraient avoir une incidence sur la contrôlabilité du véhicule, sur les informations communiquées à l'utilisateur et sur les interactions avec celui-ci (éléments relatifs à l'interface homme-machine).

4.1.2.1 Le niveau global de conformité des résultats de la vérification avec le récapitulatif circonstancié de l'analyse des défaillances doit permettre de confirmer que la sécurité est suffisante, du point de vue du concept comme de l'exécution.

4.2 [Des outils de simulation et des modèles mathématiques peuvent être utilisés pour vérifier le concept de sécurité conformément à l'annexe 5 du présent Règlement ONU, en particulier pour les scénarios difficiles à reproduire sur une piste d'essai ou dans des conditions réelles de conduite. Le constructeur doit démontrer la portée de l'outil de simulation, sa validité pour le scénario concerné et la solidité de la validation de la chaîne de simulation (corrélation des résultats avec les essais physiques).]

4.3 L'autorité d'homologation de type doit examiner divers scénarios critiques pour la caractérisation des fonctions IHM du système, et vérifier l'efficacité du système d'évaluation du niveau de vigilance du conducteur et de la stratégie d'avertissement.

4.4 L'autorité d'homologation de type doit également étudier divers scénarios critiques de contrôlabilité des limites de fonctionnement du système par le conducteur (par exemple, objet difficile à détecter, atteinte des limites de fonctionnement du système, risque de collision avec un autre usager de la route), tels que définis dans le présent Règlement.

## 5. Rapports établis par le service technique

Les rapports d'évaluation doivent être établis par le service technique de manière à permettre la traçabilité, par exemple en attribuant des codes aux versions des documents inspectés et en les inscrivant dans les registres du service concerné.

On trouvera dans l'appendice 1 de la présente annexe un modèle envisageable de fiche d'évaluation établie par un service technique à l'intention de l'autorité d'homologation de type.

## Appendice 1

### Modèle de rapport d'évaluation des systèmes électroniques et des systèmes électroniques complexes

Procès-verbal d'essai n° : .....

#### 1. Identification

1.1 Marque : .....

1.2 Type de véhicule : .....

1.3 Moyens d'identification du système sur le véhicule : .....

1.4 Emplacement de cette marque : .....

1.5 Nom et adresse du constructeur : .....

1.6 Le cas échéant, nom et adresse de son mandataire : .....

1.7 Dossier d'information officiel du constructeur :

N° de référence du dossier : .....

Date de la première version : .....

Date de la dernière mise à jour : .....

#### 2. Description du ou des véhicules et systèmes soumis à l'essai

2.1 Description générale : .....

2.2 Description de l'ensemble des fonctions du « système », y compris les stratégies de commande (par. 3.2 de la présente annexe) : .....

2.2.1 Liste des variables d'entrée et des variables détectées avec leur plage de fonctionnement, accompagnée d'une description de la manière dont chaque variable influe sur le comportement du système (par. 3.2.1 de la présente annexe) : .....

2.2.2 Liste des variables de sortie avec leur plage de régulation (par. 3.2.2 de la présente annexe) : .....

2.2.2.1 Variables régulées directement : .....

2.2.2.2 Variables régulées par d'autres systèmes du véhicule : .....

2.3 Configuration et schémas du système (par. 3.3 de la présente annexe) : .....

2.3.1 Inventaire des composants (par. 3.3.1 de la présente annexe) : .....

2.3.2 Fonctions des modules (par. 3.3.2 de la présente annexe) : .....

2.3.3 Interconnexions (par. 3.3.3 de la présente annexe) : .....

2.3.4 Transmission des signaux et priorités (par. 3.3.4 de la présente annexe) : .....

2.3.5 Identification des modules (éléments matériels et logiciels) (par. 3.3.5 de la présente annexe) : .....

#### 3. Concept de sécurité du constructeur

3.1 Déclaration du constructeur (par. 3.4.1 de la présente annexe) :

*Le(s) constructeur(s).....certifie(nt) que la stratégie adoptée pour atteindre les objectifs du « système » ne compromet pas, en l'absence d'anomalies, la sécurité de fonctionnement du véhicule.*

3.2 Logiciel (architecture générale, méthodes et outils de conception utilisés) (par. 3.4.2 de la présente annexe) : .....

- 3.3 Explication concernant les prescriptions appliquées à la conception du « système » pour assurer la sécurité de fonctionnement en cas d’anomalie (annexe 18, par. 3.4.3 de la présente annexe) (par. 3.4.4.1 de la présente annexe) : .....
- 3.4 Analyses étayées de la réponse du « système » aux différentes anomalies : .....
- 3.4.1 Paramètres surveillés : .....
- 3.4.2 Signaux d’avertissement émis : .....
- 3.5 Description des mesures prises s’agissant des conditions environnementales (par. 3.4.4.2 de la présente annexe) : .....
- 3.6 Dispositions relatives au contrôle technique périodique du « système » (par. 3.1 de la présente annexe) : .....
- 3.7 Description de la méthode permettant de vérifier l’état de fonctionnement du système : .....
- 4. Vérification et essais**
- 4.1 Vérification du fonctionnement du « système » (par. 4.1.1 de la présente annexe) : ...
- 4.1.1 Liste des fonctions choisies et description des procédures d’essai utilisées : .....
- 4.1.2 Résultats d’essai vérifiés conformément à l’annexe 18, paragraphe 4.1.1.1 de la présente annexe : Oui/Non
- 4.2 Vérification du concept de sécurité du « système » (par. 4.1.2 de la présente annexe) : .....
- 4.2.1 Modules soumis à l’essai et leur fonction : .....
- 4.2.2 Anomalie(s) simulée(s) : .....
- 4.2.3 Résultats d’essai vérifiés conformément au paragraphe 4.1.2 de la présente annexe : Oui/Non
- 4.3 Date du ou des essais : .....
- 4.4 Cet essai ou ces essais ont été effectués et les résultats communiqués conformément au Règlement ONU n° [1XX], tel que modifié en dernier lieu par la série ... d’amendements.  
 Service technique chargé des essais  
 Signature : ..... Date : .....
- 4.5 Observations : .....

## Appendice 2

### Conception du système à analyser lors de l'audit ou de l'évaluation

#### 1. [Introduction

Le constructeur doit fournir les informations suivantes aux fins de leur évaluation par le service technique.

#### 2. Informations générales relatives au système d'aide au contrôle du véhicule

##### 2.1 Interactions avec le conducteur

2.1.1 Description de la manière dont la conception du système garantit que le conducteur reste concentré sur les tâches de conduite (par. 5.1) .....

2.1.1.1 Stratégie de surveillance du niveau de vigilance du conducteur en fonction des capacités du système, du niveau d'assistance fournie par le système, des situations de circulation et des conditions environnementales (par. 5.1.5.2.1) .....

2.1.2 Mesures prises pour prévenir toute mauvaise utilisation raisonnablement prévisible de la part du conducteur et toute modification non autorisée du système (par. 5.1) .....

2.1.3 Mesures prises pour inciter le conducteur à mieux comprendre les limitations du système et son rôle constant dans la tâche de conduite (par. 5.1) .....

2.1.4 Preuves de l'efficacité du système de surveillance du niveau de vigilance du conducteur et de la stratégie d'avertissement .....

2.1.5 Exemple type d'informations fournies aux utilisateurs (y compris les tâches attendues de la part du conducteur à l'intérieur du domaine de fonctionnement du système et en cas de dépassement des limites de celui-ci) .....

2.1.6 Extrait de la partie pertinente du manuel d'utilisation .....

##### 2.2 Limites de fonctionnement du système

2.2.1 Capacité du système à évaluer son environnement et à fournir l'aide prévue (par. 5.1.3.1.1) .....

2.2.1.1 Capacité du système à réagir à la présence d'usagers de la route vulnérables (par. 5.1.3.1.1) .....

2.2.2 Limites de fonctionnement des dispositifs de détection (par. 5.1.3.1.1) .....

##### 2.3 Fonctionnement du système

2.3.1 Capacité du système à adapter ou non son comportement en fonction des risques mis en évidence, et description de la manière dont il s'adapte (par. 5.1.3.1.1) .....

2.3.2 Conditions préalables à l'activation du système (par. 5.1.5.1) .....

#### 3. Informations relatives aux fonctionnalités particulières du système d'aide au contrôle du véhicule

3.1 Si le système est équipé d'une fonctionnalité lui permettant de déclencher lui-même une manœuvre, preuves du fait que la modification de l'évaluation de la voie de destination n'accroît pas le niveau de risque pour les occupants du véhicule et les autres usagers de la route lors d'une manœuvre de changement de voie (par. 6.2.2.1.7) ..... ]

## Appendice 3

### **Exemple de classification des capacités de détection du « système » et des limites de fonctionnement correspondantes**

Le constructeur doit présenter les capacités de détection du système d'aide au contrôle du véhicule, le cas échéant en les classant par fonctionnalité, ainsi que les limites de fonctionnement correspondantes. La liste ci-dessous doit servir de référence pour définir les objets et événements qui peuvent être pertinents dans divers scénarios :

- Route : type (autoroute, route de campagne, etc.), surface (type, adhérence), géométrie, caractéristiques de la voie, présence de lignes de délimitation de voies, de bordures de chaussée ou d'intersections ;
- Infrastructures routières (contrôle de la circulation, marquages routiers temporaires, autres) ;
- Événements routiers (par exemple, accidents, bouchons, travaux) ;
- Conditions environnementales, par exemple :
  - Intempéries, brouillard ou brume ;
  - Température ;
  - Précipitations ;
  - Heure de la journée et conditions de luminosité.
- Présence d'autres usagers de la route (par exemple, véhicules automobiles, motocycles, vélos, piétons).

## Appendice 4

### Déclaration relative aux capacités du système

[Le constructeur doit déclarer les capacités du système et de ses fonctionnalités conformément à la classification décrite à la section 6 à la lumière des critères suivants :

On considère que le système possède une capacité donnée s'il est démontré qu'il se comporte de la manière requise dans au moins 90 % des essais pertinents.

Lorsque les conditions s'écartent de celles qui sont prévues par les essais, le système ne doit pas modifier de façon aberrante sa stratégie de contrôle. Le constructeur doit en apporter la preuve au service technique, par exemple au moyen d'une documentation appropriée.

#### 1. Plage de fonctionnement de chaque fonctionnalité

Le constructeur doit compléter le tableau et indiquer à l'aide d'une croix les domaines de fonctionnement de chaque fonctionnalité ou préciser « sans objet », selon qu'il conviendra.

<i>Fonctionnalité</i>	<i>Vitesse min. du véhicule soumis à l'essai</i>	<i>Vitesse max. du véhicule soumis à l'essai</i>	<i>Autres conditions préalables à l'activation [largeur de la voie, type de route, heure de la journée, conditions météorologiques]</i>
Système actif de maintien dans la voie			
Aide active au changement de voie déclenché par le conducteur (préciser les éventuelles variantes)			
Aide active aux autres manœuvres déclenchées par le conducteur (préciser lesquelles)			
Changement de voie déclenché par le système			
Autres manœuvres déclenchées par le système (préciser lesquelles)			
Surveillance du niveau de vigilance visuelle (et non physique) du conducteur			

#### 2. Domaine de fonctionnement de chaque fonctionnalité

Le constructeur doit compléter le tableau et indiquer à l'aide d'une croix les domaines de fonctionnement de chaque fonctionnalité ou préciser « sans objet », selon qu'il conviendra.

<i>Fonctionnalité</i>	<i>Voie urbaine</i>	<i>Route interurbaine</i>	<i>Autoroute</i>
Système actif de maintien dans la voie			
Aide active au changement de voie déclenché par le conducteur (préciser les éventuelles variantes)			

<i>Fonctionnalité</i>	<i>Voie urbaine</i>	<i>Route interurbaine</i>	<i>Autoroute</i>
Aide active aux autres manœuvres déclenchées par le conducteur (préciser lesquelles)			
Changement de voie déclenché par le système			
Autres manœuvres déclenchées par le système (préciser lesquelles)			
(À compléter)			

### 3. Capacité du système à réagir à la présence d'autres usagers de la route

Les scénarios sont décrits de manière détaillée à l'annexe 4.

Le constructeur doit déclarer la vitesse de fonctionnement maximale à laquelle le système peut éviter une collision dans les scénarios suivants, si la conception du système le prévoit :

<i>Scénario</i>	<i>Vitesse de fonctionnement max. permettant d'éviter une collision, la demande de décélération étant inférieure ou égale à 5 m/s<sup>2</sup></i>	<i>Vitesse de fonctionnement max. permettant d'éviter une collision, la demande de décélération étant supérieure à 5 m/s<sup>2</sup></i>	<i>Domaine de fonctionnement</i>
Véhicule à l'arrêt en aval sur une ligne droite (annexe 4, par. 4.2.4.2.1.1)			Autoroute
Véhicule à l'arrêt en aval dans un virage			Autoroute
Véhicule lent en aval sur une ligne droite			Autoroute
Véhicule lent en aval dans un virage			Autoroute
Changement de voie avec véhicules venant en sens inverse et effectuant un dépassement			Autoroute
Véhicule à l'arrêt visible après changement de voie du véhicule aval – type 1			Autoroute
Véhicule à l'arrêt visible après changement de voie du véhicule aval – type 2			Autoroute
Véhicule situé dans la voie adjacente se rabattant brusquement – type 1			Autoroute
Véhicule situé dans la voie adjacente se rabattant brusquement – type 2			Autoroute

<i>Scénario</i>	<i>Vitesse de fonctionnement max. permettant d'éviter une collision, la demande de décélération étant inférieure ou égale à 5 m/s<sup>2</sup></i>	<i>Vitesse de fonctionnement max. permettant d'éviter une collision, la demande de décélération étant supérieure à 5 m/s<sup>2</sup></i>	<i>Domaine de fonctionnement</i>
Collision frontale avec un autre véhicule	Détection/ avertissement/ prévention	Détection/ avertissement/ prévention	Route interurbaine
Piéton immobile sur la trajectoire du véhicule soumis à l'essai			Route interurbaine
Cycliste immobile sur la trajectoire du véhicule soumis à l'essai			Route interurbaine
Piéton croisant la trajectoire du véhicule soumis à l'essai			Route interurbaine
Cycliste croisant la trajectoire du véhicule soumis à l'essai			Route interurbaine
Piéton croisant la trajectoire du véhicule soumis à l'essai alors que celui-ci tourne à une intersection			Voie urbaine
Cycliste croisant la trajectoire du véhicule soumis à l'essai alors que celui-ci tourne à une intersection			Voie urbaine
Véhicule soumis à l'essai tournant à une intersection et croisant la trajectoire d'un autre véhicule			Voie urbaine
Véhicule soumis à l'essai traversant en ligne droite une intersection et croisant la trajectoire d'un autre véhicule			Voie urbaine
(À compléter)			

#### 4. Capacité du système à suivre le tracé de la voie

Informations autres que les lignes de délimitation de voies utilisées par le système pour déterminer avec précision le tracé de la voie

- a) ...
- b) ...
- c) ...

Situations dans lesquelles le système continue à fournir une assistance au contrôle latéral du véhicule en cas de marquage au sol incomplet, si la conception du système le prévoit :

<i>Situation</i>	<i>Le système continue-t-il à fournir une assistance au contrôle latéral du véhicule dans les situations suivantes ? [Oui/Non]</i>	<i>Domaine de fonctionnement</i>
Ligne de délimitation de voies figurant dans le Règlement ONU n° 130		Autoroute
Une seule ligne de délimitation		Route interurbaine
Bordures de chaussée		Route interurbaine
Autre type de délimitation (véhicules en stationnement, bordure, infrastructure)		Voie urbaine
(À compléter)		

- 4.1. Le constructeur doit indiquer les événements routiers que le système peut reconnaître si sa conception et son domaine de fonctionnement le prévoient, ou préciser « sans objet » selon qu'il conviendra.

<i>Événement routier</i>	<i>Les limites de fonctionnement du système ou de ses fonctionnalités particulières ont-elles été définies ? [Oui/Non]</i>	<i>Le système n'est pas capable de réagir à cet événement routier</i>	<i>Le système est capable de réagir dès la détection</i>	<i>Le système est capable de donner rapidement l'alerte</i>	<i>Domaine de fonctionnement</i>
Poste de péage					Autoroute
Fin d'autoroute					Autoroute
Fermeture de voie permanente					Autoroute
Fermeture de voie temporaire (par exemple, véhicule en panne)					Autoroute
Travaux de longue durée					Autoroute
Passage à niveau					Route interurbaine
Intersection					Route interurbaine
Passage pour piétons					Voie urbaine
Feux de circulation					Voie urbaine

5. Capacité du système à fournir en toute sécurité une assistance au changement de voie (applicable aux manœuvres déclenchées tant par le conducteur par le système)

Le constructeur doit déclarer la distance maximale à laquelle le système peut détecter une cible et réagir en conséquence lorsqu'il est équipé d'une fonctionnalité de changement de voie.

	<i>Portée de détection arrière [m]</i>	<i>Portée de détection avant [m]</i>	<i>Portée de détection latérale [m]</i>
Distance à laquelle le système peut détecter un autre véhicule et réagir si nécessaire			
Distance à laquelle le système peut détecter un obstacle dans la voie de destination et réagir			
Types d'obstacles auxquels le système est capable de réagir (à compléter)			

6. Capacité du système à respecter les règles de circulation relatives à une manœuvre donnée

Le constructeur doit déclarer quelles règles de circulation relatives à une certaine manœuvre le système est capable de respecter, lorsque cela est pertinent pour un signal donné.

<i>Règle de circulation potentiellement applicable</i>	<i>Le système est-il conçu pour respecter cette règle ?</i>
Ne pas franchir une ligne continue pendant une manœuvre de changement de voie	
Ne pas changer de voie lorsqu'un signal spécial l'interdit	
Céder le passage aux autres usagers de la route lorsque le véhicule tourne à droite ou à gauche à une intersection dans le cadre d'une manœuvre déclenchée par le système	
Céder le passage aux autres usagers de la route lorsque le véhicule sort d'un rond-point dans le cadre d'une manœuvre déclenchée par le système	
(À compléter)	

]

## Annexe 4

### Dispositions relatives aux essais physiques de validation du système d'aide au contrôle du véhicule

#### 1. [Introduction

Dans la présente annexe sont définis les essais physiques destinés à vérifier le respect des prescriptions techniques applicables au système ainsi que la conformité de celui-ci à la déclaration du constructeur prévue à l'appendice 4 de l'annexe 3. L'autorité d'homologation de type ou le service technique agissant en son nom (ci-après dénommé « autorité d'homologation de type ») doit effectuer tous les essais figurant dans la présente annexe ou y assister, dans le cadre du processus d'homologation.

Les paramètres propres aux essais sur piste doivent être choisis par l'autorité d'homologation de type à la lumière de la déclaration du constructeur et consignés dans le procès-verbal d'essai de manière à permettre la traçabilité et la répétabilité du dispositif d'essai.

Les critères de réussite et d'échec des essais découlent uniquement des prescriptions techniques des sections 5 et 6 du présent Règlement et de la déclaration prévue à l'appendice 4 de l'annexe 3.

Les essais décrits dans la présente annexe doivent être considérés comme un ensemble minimum d'essais à mener. L'autorité d'homologation de type peut effectuer des essais supplémentaires et comparer les résultats obtenus avec les prescriptions des sections 5 et 6, ou aux conclusions de l'audit prévu à l'annexe 3.

#### 2. Définitions

Aux fins de la présente annexe, on entend par :

- 2.1 « *Temps restant avant la collision (TTC)* », la durée obtenue en divisant la distance (dans le sens du déplacement) entre le véhicule soumis à l'essai et la cible par la vitesse relative du véhicule à l'essai (c'est-à-dire la différence entre la vitesse du véhicule et celle de la cible), à un instant donné ;
- 2.2 [« *Écart latéral* », la distance entre le plan médian longitudinal du véhicule et celui de la cible dans le sens de la marche, mesurée au sol, normalisée en fonction de la moitié de la largeur du véhicule hors dispositifs de vision indirecte et corrigée par l'ajout de 50 % ;]
- 2.3 « *Cible piéton* », une cible non rigide représentant un piéton ;
- 2.4 « *Cible voiture particulière* », une cible représentant une voiture particulière ;
- 2.5 « *Cible deux-roues motorisé* », l'ensemble formé par un motocycle et un motocycliste ;
- 2.6 « *Cible bicyclette* », l'ensemble formé par un cycliste et une bicyclette.

#### 3. Principes généraux

##### 3.1 Conditions d'essai

- 3.1.1 Les essais doivent être effectués dans des conditions (par exemple, environnement et géométrie de la route) qui permettent l'activation du système ou de ses fonctionnalités. En ce qui concerne les situations susceptibles de se produire dans le domaine de fonctionnement du système qui ne font pas l'objet

d'un essai, le constructeur doit démontrer, dans le cadre de l'audit décrit à l'annexe 3 et à la satisfaction de l'autorité d'homologation de type, que le système assure le contrôle du véhicule en toute sécurité.

- 3.1.2 S'il est nécessaire de modifier le système (par exemple, les critères d'évaluation du type de route) pour effectuer les essais, il convient de s'assurer que les modifications apportées n'ont pas d'effet sur les résultats des essais. Ces modifications doivent en principe être consignées par écrit et annexées au procès-verbal d'essai. La description de ces modifications et les preuves de leur influence (le cas échéant) doivent être consignées par écrit et annexées au procès-verbal d'essai.
- 3.1.3 Afin de vérifier le respect des prescriptions relatives à la défaillance des fonctions, à l'autotest et à l'initialisation du système, il est possible de provoquer artificiellement des erreurs afin de mettre le véhicule dans des situations où il atteint ses limites de fonctionnement (par exemple, en ce qui concerne les conditions environnementales).
- Il convient de vérifier que l'état du système correspond à l'objectif de l'essai prévu (par exemple, essai mené en l'absence d'anomalie ou en présence de certaines anomalies).
- 3.1.4 L'adhérence de la surface d'essai doit être supérieure ou égale à l'adhérence requise par le scénario afin d'obtenir le résultat d'essai attendu.
- 3.1.5 Cibles utilisées pour les essais
- 3.1.5.1 La cible utilisée pour les essais de détection de véhicules doit être un véhicule de série de catégorie M ou N ou une cible non rigide représentative des caractéristiques d'un véhicule pertinentes pour le système de détection du système soumis à l'essai, conformément à la norme ISO 19206-3:2018. Le point de référence pour le positionnement du véhicule est le point le plus en arrière sur l'axe médian du véhicule.
- 3.1.5.2 La cible utilisée pour les essais avec deux-roues motorisé doit être un dispositif d'essai conforme à la norme ISO CD 19206-5 ou un motorcycle de la catégorie L<sub>3</sub> produit en grande série et homologué. Le point de référence pour le positionnement du motorcycle est le point le plus en arrière sur l'axe médian du motorcycle.
- 3.1.5.3 La cible utilisée pour les essais de détection de piétons doit être une cible non rigide articulée représentative des caractéristiques humaines pertinentes pour le système de détection du système soumis à l'essai conformément à la norme ISO 19206-2:2018.
- 3.1.5.4 La cible utilisée pour les essais de détection de bicyclette doit être un dispositif d'essai conforme à la norme ISO CD 19206-4. Le point de référence pour le positionnement de la bicyclette est le point le plus en avant sur l'axe médian de la bicyclette.
- 3.1.5.5 À la place des cibles de référence, des véhicules robotisés sans conducteur ou des dispositifs d'essai de pointe (cibles non rigides, plateformes mobiles, etc.) peuvent être utilisés aux fins des essais pour remplacer les véhicules réels et les autres usagers de la route que l'on pourrait raisonnablement rencontrer dans le domaine de fonctionnement du système. Il convient de s'assurer que les outils d'essai qui remplacent les cibles de référence présentent des caractéristiques comparables à celle des véhicules ou des usagers de la route qu'ils sont censés représenter, et qu'ils font l'objet d'un accord entre l'autorité d'homologation de type et le constructeur.
- 3.1.5.6 Les indications permettant d'identifier et de reproduire fidèlement la ou les cibles doivent être consignées dans le dossier d'homologation de type du véhicule.

- 3.1.6 Variation des paramètres d'essai
- 3.1.6.1 Le constructeur doit déclarer les limites de fonctionnement du système à l'autorité d'homologation de type. Celle-ci doit définir différentes combinaisons de paramètres d'essai (par exemple, vitesse réelle du véhicule soumis à l'essai, type de cible, écart latéral entre le véhicule et la cible, courbure de la voie).
- 3.1.7 Essais sur route
- 3.1.7.1 Lorsque les fonctionnalités du système s'y prêtent, l'autorité d'homologation de type doit effectuer des essais destinés à évaluer le comportement du système en conditions réelles, en l'absence d'anomalie, dans au moins l'un des pays où il sera utilisé, ou assister à ces essais.

## 4. Procédures d'essai

- 4.1 Scénarios d'essai destinés à vérifier la conformité générale aux prescriptions du présent Règlement
- La conformité aux prescriptions du présent Règlement doit être démontrée à l'aide des essais physiques ci-dessous. Lorsque l'on fait varier les paramètres d'un essai (par exemple, conditions limites différentes), la conformité peut être vérifiée par d'autres moyens (par exemple, dans le cadre de l'audit prévu à l'annexe 3 ou à l'aide d'essais virtuels), en accord avec l'autorité d'homologation de type.
- 4.1.1 Les prescriptions et les aspects du système qui doivent faire l'objet d'essais physiques sont indiqués au tableau 1. Ils doivent être sélectionnés en fonction du domaine de fonctionnement du système.
- Les scénarios destinés à évaluer un aspect donné ou le respect d'une prescription donnée doivent être créés et décrits en accord avec l'autorité d'homologation de type. Chaque prescription ou aspect doit faire l'objet au minimum d'un essai sur piste ou d'un essai sur route. Un scénario donné peut être utilisé pour évaluer différents aspects ou le respect de différentes prescriptions.
- Les scénarios d'essai doivent être créés à la lumière des conditions préalables à l'activation du système et du domaine de fonctionnement du système.

Tableau A4/1

### Prescriptions et aspects du système devant faire l'objet d'essais

<i>[Prescription ou aspect du système]</i>	<i>Référence dans le texte principal</i>
Informations et avertissements destinés au conducteur, vérification du niveau de vigilance du conducteur	Par. 5.1.1 et 5.5.4
Contrôle par le système du niveau de vigilance du conducteur	Par. 5.1.2 et 5.5.4.2
Mauvaise utilisation raisonnablement prévisible	Par. 5.1.3
Neutralisation du système	Par. 5.1.4 et 5.5.3.4
Performances équivalentes à celles des autres systèmes de sécurité visés dans les Règlements ONU n <sup>os</sup> 131, 152, 79 et 130	Par. 5.1.5
Prescriptions fonctionnelles	Par. 5.3
Plage de détection pour le changement de voie	Par. 5.3.2

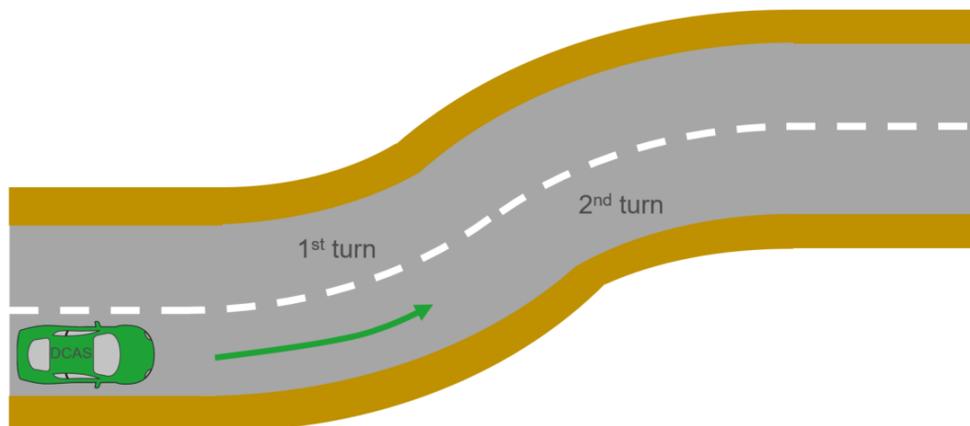
<i>[Prescription ou aspect du système</i>	<i>Référence dans le texte principal</i>
Comportement du véhicule en conditions réelles (éviter de perturber le flux de circulation, maintenir une distance appropriée entre le véhicule et les autres usagers de la route, réduire le risque de dommage, décélération/accélération, règles de circulation, distance de sécurité)	Par. 5.3.4, 5.3.5, 5.3.8, 5.3.13.1, 5.3.13.2 et 5.3.13.3
Activation des systèmes appropriés du véhicule	Par. 5.3.6
Détection et dépassement des limites de fonctionnement du système	Par. 5.3.10
Contrôlabilité	Par. 5.3.11
Maintien dans la voie	Par. 5.3.12.1
Aide au changement de voie déclenché par le conducteur	Par. 5.3.12.2
Réaction à la non-disponibilité du conducteur	Par. 5.3.12.4
Réaction aux défaillances	Par. 5.4
Activation du système, interactions avec le conducteur et informations destinées au conducteur	Par. 5.5
Aide active aux manœuvres de changement de voie déclenchées par le conducteur	Par. 6.1.1
Aide active aux autres manœuvres déclenchées par le conducteur	Par. 6.1.2
Manœuvres déclenchées par le système	Par. 6.2
Changement de voie déclenché par le système	Par. 6.2.2
Autres manœuvres déclenchées par le système	Par. 6.2.3]

- 4.2 Scénarios d'essai destinés à évaluer le comportement du système
- 4.2.1 Les scénarios d'essai doivent être sélectionnés à la lumière des conditions préalables à l'activation du système et du domaine de fonctionnement du système.
- 4.2.2 Les essais peuvent être réalisés sur piste, ou, lorsque c'est possible sans mettre en danger les occupants du véhicule et les autres usagers de la route, sur route. Les scénarios d'essai qui risquent de mettre en danger les autres usagers de la route et le personnel qui effectuent les essais (par exemple, comparaison avec le niveau de performances des systèmes automatiques de freinage d'urgence, réaction à la non-disponibilité du conducteur, forte accélération latérale) doivent être conçus pour être réalisés sur piste.
- 4.2.3 Les essais ne doivent pas être effectués dans des conditions susceptibles de mettre en danger le personnel participant, et il convient d'éviter d'endommager fortement le véhicule soumis à l'essai lorsqu'il est possible de recourir à d'autres moyens de validation.
- 4.2.4 Lignes de délimitation et géométrie des voies
- 4.2.4.1 Lorsqu'il est nécessaire de mener des essais de base sur un tronçon curviligne, la géométrie doit satisfaire aux critères suivants (par virage en S, on entend les deux virages successifs dans l'ordre indiqué, et par tronçon curviligne, le deuxième virage) :

	<i>Paramètres de la clothoïde</i>	<i>Rayon</i>	<i>Longueur</i>
Premier virage	153,7		30,0
	–	787 m	57,1
	105,0		14,0
Deuxième virage	98,6		26
	–	374 m	5,1
	120,8		39

À la demande du constructeur et en accord avec l'autorité d'homologation de type, les essais peuvent être effectués sur une route présentant un rayon de courbure différent, à condition que cela ne modifie pas les résultats des essais.

- 4.2.5 Au moment de l'homologation de type, l'autorité d'homologation doit effectuer au moins les essais ci-après ou y assister, afin d'évaluer le comportement du système à la lumière des domaines de fonctionnement figurant dans la déclaration du constructeur.
- 4.2.5.1 Scénarios d'essai destinés à évaluer différentes fonctionnalités du système d'aide au contrôle du véhicule
- 4.2.5.1.1 Système actif de maintien dans la voie
- 4.2.5.1.1.1 Essai de base : l'essai doit vérifier les capacités de maintien dans la voie dans un virage en S telles que déclarées par le constructeur.
- 4.2.5.1.1.1.1 L'essai doit être effectué dans un virage en S tel que défini au paragraphe 4.2.4.1.
- 4.2.5.1.1.1.2 Le système étant activé, le véhicule doit rouler à vitesse constante sur le tronçon de voie rectiligne entièrement délimité par des lignes pendant une durée suffisante pour que sa position sur la voie soit stable avant d'atteindre le virage en S.

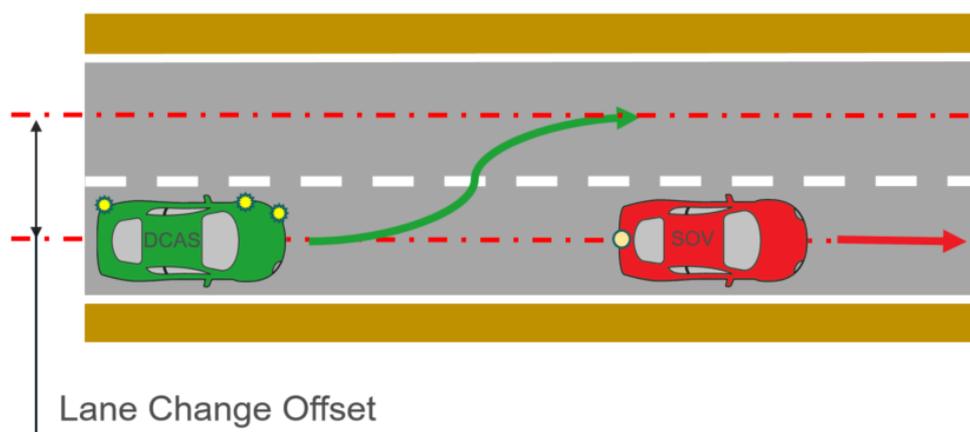


- 4.2.5.1.1.2 Essai approfondi
- L'essai doit démontrer que le véhicule équipé du système ne quitte pas sa voie et continue de se déplacer de façon stable à l'intérieur de celle-ci sur toute la plage de vitesses et de rayons de courbure du domaine de fonctionnement, jusqu'à l'accélération latérale maximale déclarée par le constructeur.
- 4.2.5.1.1.2.1 L'essai doit être exécuté au moins :
- Sur une distance suffisante pour évaluer le maintien dans la voie ;
  - Pour différents rayons de courbure de la route et différentes vitesses initiales, l'accélération latérale correspondante devant être dans au moins un cas supérieure à l'accélération latérale déclarée par le constructeur ;

- c) Avec différents types de délimitation des voies (par exemple, plusieurs lignes, une seule ligne, bordures de chaussée), en fonction du système ;
- d) Avec un objet bloquant partiellement sur la voie ;
- e) Avec une cible (voiture particulière ou deux-roues motorisé) en tant que véhicule aval ou autre ;
- f) Avec un véhicule aval faisant une embardée dans la voie ;
- g) ...

#### 4.2.5.1.2 Aide active aux manœuvres de changement de voie déclenchées par le conducteur

##### 4.2.5.1.2.1 Essai de base



##### 4.2.5.1.2.2 Essai approfondi

L'essai doit prouver que le système est capable d'aider le conducteur à changer de voie en toute sécurité :

- a) Sur des routes sans séparation physique entre les sens de circulations opposés ;
- b) Sur des routes qui ne sont pas interdites aux piétons et aux cyclistes ; et/ou
- c) Lorsque la manœuvre ne peut pas être exécutée immédiatement après avoir été déclenchée par le conducteur.

##### 4.2.5.1.2.2.1 L'essai doit être exécuté au moins :

- a) Avec des véhicules venant en sens inverse dans la voie de destination ;
- b) Avec d'autres usagers de la route en approche depuis l'arrière ;
- c) Avec un véhicule circulant à la même hauteur dans la voie adjacente, ce qui empêche le changement de voie ;
- d) Avec un véhicule se dirigeant vers l'espace libre de la voie de destination visé par le système, qui doit réagir de manière à éviter tout risque de collision.

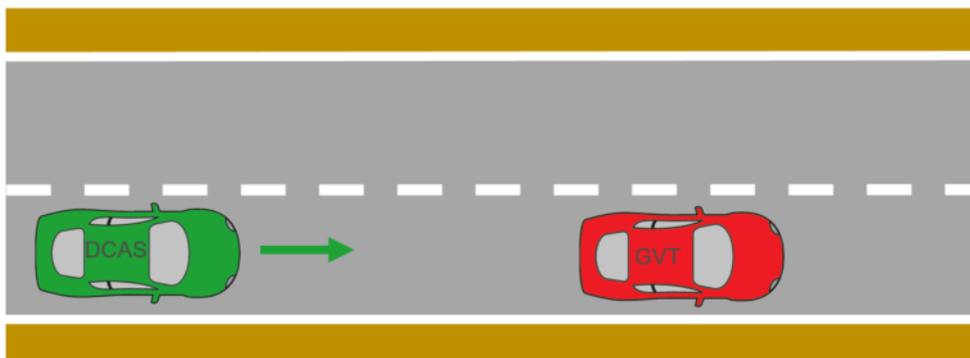
#### 4.2.5.1.3 Autres manœuvres déclenchées par le conducteur

##### 4.2.5.1.3.1 Essai de base

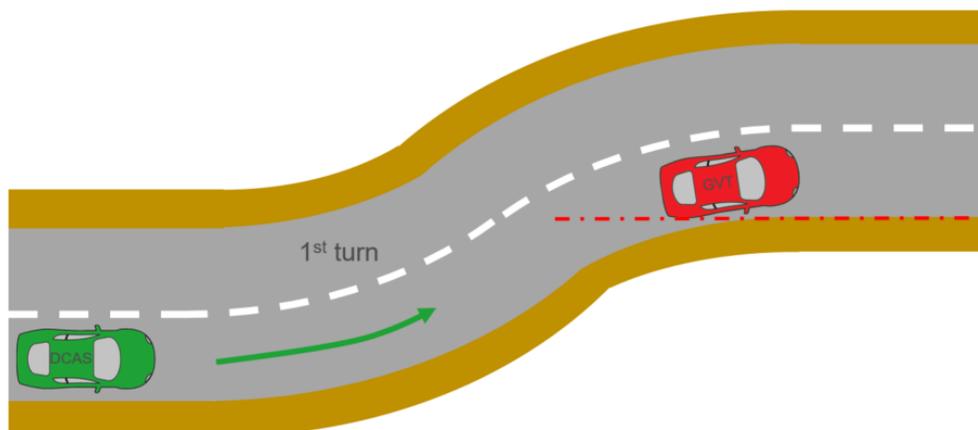
##### 4.2.5.1.3.2 Essai approfondi

L'essai doit prouver que le système d'aide au contrôle du véhicule est capable d'aider le conducteur dans le cadre d'autres manœuvres que le changement de voie, telles que décrites au par. XXX.

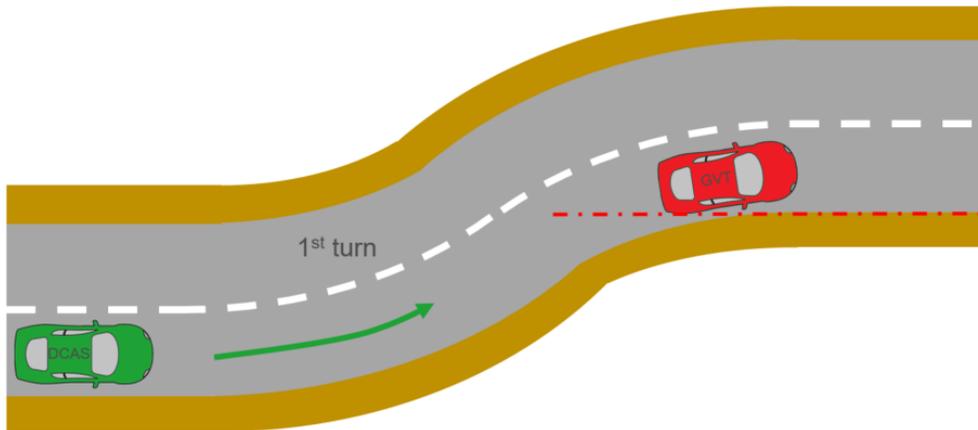
- 4.2.5.1.3.2.1 L'essai doit être exécuté au moins :
- a) ...
  - b) ...
- 4.2.5.1.4 Changement de voie déclenché par le système
- 4.2.5.1.4.1 Essai de base
- 4.2.5.1.4.2 Essai approfondi
- L'essai doit prouver que le système d'aide au contrôle du véhicule est capable de déclencher un changement de voie conformément aux prescriptions du présent Règlement.
- 4.2.5.1.4.2.1 L'essai doit être exécuté au moins :
- a) ...
  - b) ...
- 4.2.5.1.5 Autres manœuvres déclenchées par le système
- 4.2.5.1.5.1 Essai de base
- 4.2.5.1.5.2 Essai approfondi
- L'essai doit prouver que le système d'aide au contrôle du véhicule...
- 4.2.5.1.5.2.1 L'essai doit être exécuté au moins :
- a) ...
  - b) ...
- 4.2.5.2 Capacité à réagir à la présence d'un autre usager de la route dans les domaines de fonctionnement déclarés
- 4.2.5.2.1 Véhicule à l'arrêt en aval sur une ligne droite
- 4.2.5.2.1.1 Essai de base : véhicule à l'arrêt en aval sur une ligne droite (pour vérifier la capacité de réaction déclarée du système)
- 4.2.5.2.1.1.1 Le véhicule soumis à l'essai doit s'approcher du véhicule à l'arrêt selon une trajectoire rectiligne pendant au moins 2 s avant la partie fonctionnelle de l'essai, l'écart latéral entre les deux véhicules étant inférieur ou égal à [1] m.
- 4.2.5.2.1.1.2 La partie fonctionnelle de l'essai débute lorsque :
- a) Le véhicule soumis à l'essai se déplace à la vitesse requise, en respectant les limites de tolérance et l'écart latéral prescrits au présent paragraphe ; et
  - b) La distance entre le véhicule et la cible correspond à un temps restant avant la collision supérieur ou égal à 4 s.
- 4.2.5.2.1.2 Les limites de tolérance doivent être respectées entre le début de la partie fonctionnelle de l'essai et l'intervention du système.



- 4.2.5.2.1.3 Essai approfondi : véhicule à l'arrêt en aval sur une ligne droite (pour vérifier que le système ne modifie pas de façon aberrante sa stratégie de contrôle)
- 4.2.5.2.1.3.1 L'essai doit être exécuté au moins :
- Avec un véhicule à l'arrêt d'une autre catégorie ;
  - Avec un véhicule à l'arrêt en accroissant l'écart latéral entre les deux véhicules ;
  - ...
- 4.2.5.2.2 Véhicule à l'arrêt en aval dans un virage
- 4.2.5.2.2.1 Essai de base : véhicule à l'arrêt en aval dans un virage (pour vérifier la capacité de réaction déclarée du système)
- 4.2.5.2.2.1.1 La cible doit se trouver dans une position telle que l'écart latéral entre la cible et l'axe central de la voie soit inférieur ou égal à [1] m après le premier virage (tel que défini au par. 4.2.4.1 de la présente annexe), de sorte que le coin arrière de la cible se trouve sur le prolongement de l'axe central de la section rectiligne de la voie.
- 4.2.5.2.2.1.2 Le véhicule soumis à l'essai doit rouler à vitesse constante sur le tronçon de route rectiligne entièrement délimité par des lignes pendant une durée suffisante pour que l'assistance au contrôle latéral stabilise sa position sur la voie avant d'atteindre le virage.



- 4.2.5.2.2.2 Essai approfondi : véhicule à l'arrêt en aval dans un virage (pour vérifier que le système ne modifie pas de façon aberrante sa stratégie de contrôle)
- 4.2.5.2.2.2.1 L'essai doit être exécuté au moins :
- Avec un véhicule à l'arrêt d'un autre type ;
  - En accroissant l'écart entre le véhicule à l'arrêt et l'axe central de la voie ;
  - ...
- 4.2.5.2.3 Véhicule lent en aval sur une ligne droite
- 4.2.5.2.3.1 Essai de base : véhicule lent en aval sur une ligne droite (pour vérifier la capacité de réaction déclarée du système)
- 4.2.5.2.3.1.1 Le véhicule soumis à l'essai et la cible mobile doivent circuler dans la même direction selon une trajectoire rectiligne pendant au moins 2 s avant la partie fonctionnelle de l'essai, l'écart latéral entre les deux véhicules étant inférieur ou égal à [1] m.
- 4.2.5.2.3.1.2 Les essais doivent être effectués avec un véhicule cible se déplaçant à une vitesse inférieure de [50] km/h à celle du véhicule soumis à l'essai.



4.2.5.2.3.2 Essai approfondi : véhicule lent en aval sur une ligne droite (pour vérifier que le système ne modifie pas de façon aberrante sa stratégie de contrôle)

4.2.5.2.3.2.1 L'essai doit être exécuté au moins :

- a) En présence d'un véhicule lent d'une autre catégorie ;
- b) En présence d'un véhicule lent, en accroissant l'écart latéral entre les deux véhicules ;
- c) En présence d'un véhicule lent, en accroissant la différence de vitesse entre les deux véhicules ;
- d) ...

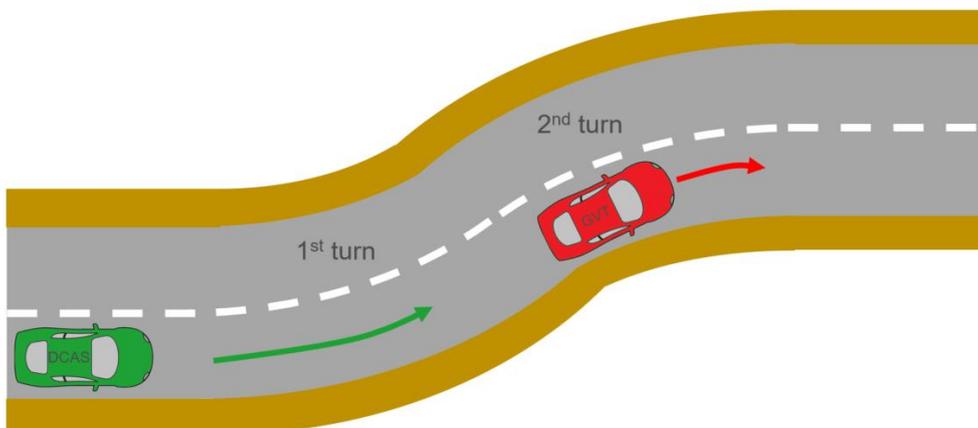
4.2.5.2.4 Véhicule lent en aval dans un virage

4.2.5.2.4.1 Essai de base : véhicule lent en aval dans un virage (pour vérifier la capacité de réaction déclarée du système)

4.2.5.2.4.1.1 Le véhicule soumis à l'essai et la cible mobile doivent circuler dans la même direction sur le tronçon curviligne de la route pendant au moins 2 s avant la partie fonctionnelle de l'essai, l'écart latéral entre les deux véhicules étant inférieur ou égal à [1] m.

4.2.5.2.4.1.2 Les essais doivent être effectués avec un véhicule cible se déplaçant à une vitesse inférieure de [50] km/h à celle du véhicule soumis à l'essai.

4.2.5.2.4.1.3 En l'absence d'intervention du système, le point d'impact doit se situer sur le tronçon curviligne de la route.



4.2.5.2.4.2 Essai approfondi : véhicule lent en aval dans un virage (pour vérifier que le système ne modifie pas de façon aberrante sa stratégie de contrôle)

4.2.5.2.4.2.1 L'essai doit être exécuté au moins :

- a) Avec un véhicule lent d'une autre catégorie ;
- b) Pour différents rayons de courbure (virage à droite/gauche) ;
- c) Avec un véhicule lent, en accroissant l'écart latéral entre les deux véhicules ;
- d) Avec un véhicule lent, en accroissant la différence de vitesse entre les deux véhicules ;
- e) ...

4.2.5.2.5 Véhicule aval déboîtant brusquement

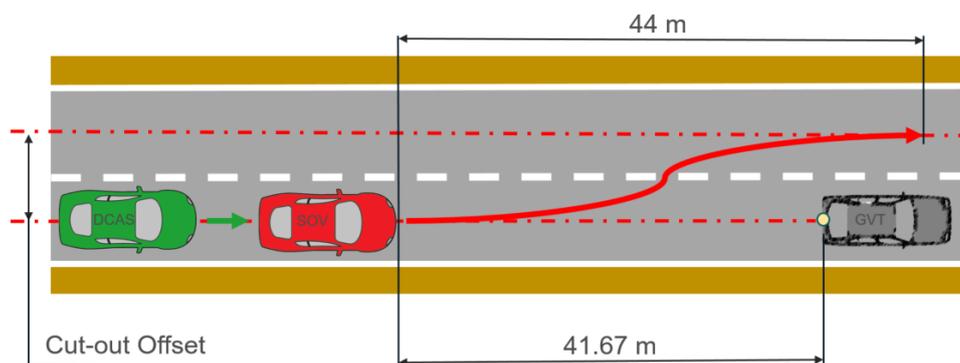
4.2.5.2.5.1 Essai de base : véhicule aval déboîtant brusquement (pour vérifier la capacité de réaction déclarée du système)

4.2.5.2.5.1.1 Le véhicule aval doit déboîter brusquement et rejoindre la voie adjacente (déplacement latéral de 3,5 m) pour éviter le véhicule à l'arrêt, le début et la fin du changement de voie étant indiqués respectivement par la distance mesurée depuis l'arrière et l'avant du véhicule à l'arrêt.

4.2.5.2.5.1.2 Le TTC indiqué est le temps avant collision entre le véhicule aval et le véhicule à l'arrêt (cible) au moment où le véhicule aval commence à changer de voie. Le véhicule aval qui déboîte brusquement n'active pas ses feux indicateurs de direction pendant la manœuvre.

4.2.5.2.5.1.3 Le véhicule aval qui déboîte brusquement ne doit pas dévier de sa trajectoire prévue de plus de  $\pm 0,2$  m.

Essai : véhicule aval déboîtant brusquement	Véhicule soumis à l'essai	Véhicule aval	Caractéristiques de la manœuvre		
			Accélération latérale	Longueur parcourue pendant le changement de voie	Rayon de courbure du segment curviligne
Démarrage de la manœuvre à TTC = 3 s	70 km/h	50 km/h	1,5 m/s <sup>2</sup>	44 m	130 m



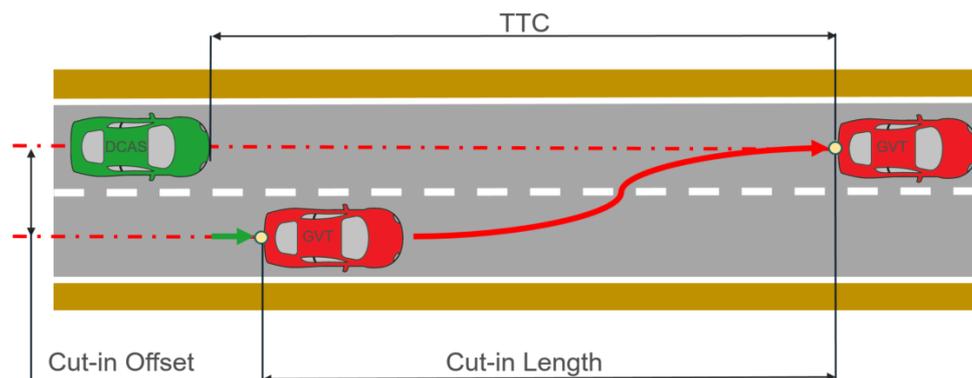
4.2.5.2.5.2 Essai approfondi : véhicule aval déboîtant brusquement (pour vérifier que le système ne modifie pas de façon aberrante sa stratégie de contrôle)

4.2.5.2.5.2.1 L'essai doit être exécuté au moins :

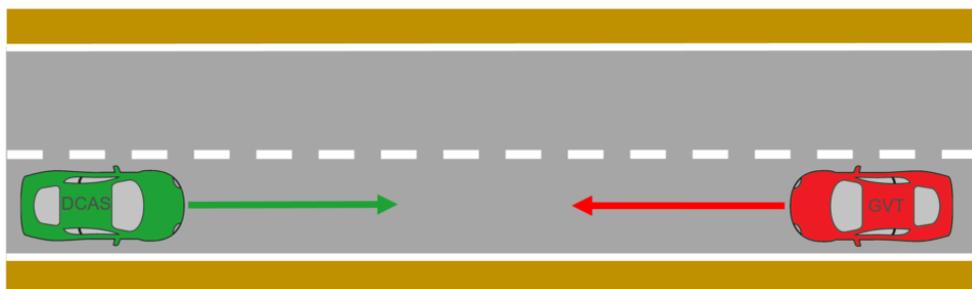
- a) Avec un véhicule à l'arrêt d'un autre type ;
- b) Pour un TTC inférieur à 3 s ;
- c) Pour différentes vitesses du véhicule soumis à l'essai et du véhicule aval ;
- d) Pour différentes accélérations latérales du véhicule aval ;
- e) ...

- 4.2.5.2.6 Véhicule situé dans la voie adjacente se rabattant brusquement
- 4.2.5.2.6.1 Essai de base : véhicule situé dans la voie adjacente se rabattant brusquement (pour vérifier la capacité de réaction déclarée du système)
- 4.2.5.2.6.1.1 Le véhicule cible situé sur la voie adjacente doit se rabattre brusquement et rejoindre la voie sur laquelle se trouve le véhicule soumis à l'essai (déplacement latéral de 3,5 m).
- 4.2.5.2.6.1.2 Le TTC indiqué est le temps avant collision à l'instant où le véhicule cible a fini de changer de voie et se trouve sur l'axe central de la voie sur laquelle circule le véhicule soumis à l'essai.
- 4.2.5.2.6.1.3 Le véhicule cible qui se rabat brusquement ne doit pas dévier de sa trajectoire prévue de plus de  $\pm 0,2$  m.

Essai : véhicule se rabattant brusquement	Véhicule soumis à l'essai	Véhicule cible	Caractéristiques de la manœuvre		
			Accélération latérale	Longueur parcourue pendant le changement de voie	Rayon de courbure du segment curviligne
Démarrage de la manœuvre à TTC = 0 s	50 km/h	10 km/h	0,5 m/s <sup>2</sup>	14 m	15 m
Démarrage de la manœuvre à TTC = 0 s	120 km/h	70 km/h	1,5 m/s <sup>2</sup>	60 m	250 m



- 4.2.5.2.6.2 Essai approfondi : véhicule situé dans la voie adjacente se rabattant brusquement (pour vérifier que le système ne modifie pas de façon aberrante sa stratégie de contrôle)
- 4.2.5.2.6.2.1 L'essai doit être exécuté au moins :
- Avec un véhicule cible d'un autre type ;
  - Pour une autre valeur du TTC ;
  - Pour différentes vitesses du véhicule soumis à l'essai et du véhicule cible ;
  - Pour différentes accélérations latérales du véhicule cible ;
  - ...
- 4.2.5.2.7 Collision frontale avec un autre véhicule
- 4.2.5.2.7.1 Essai de base : le véhicule soumis à l'essai circule à vitesse constante au milieu de sa voie sur un tronçon de voie rectiligne, et le véhicule cible se déplace en sens inverse à une vitesse constante supérieure ou égale à celle du véhicule soumis à l'essai.
- 4.2.5.2.7.1.1 Partie fonctionnelle I : le véhicule cible venant en sens inverse doit rouler au milieu de la voie dans laquelle circule le véhicule soumis à l'essai pendant au moins [2 à 4] s.



- 4.2.5.2.7.1.2 Partie fonctionnelle II : le véhicule cible suit une trajectoire rectiligne puis effectue une manœuvre de changement de voie à une vitesse constante égale à celle du véhicule soumis à l'essai.
- 4.2.5.2.7.2 Essai approfondi : collision frontale avec un autre véhicule (pour vérifier que le système ne modifie pas de façon aberrante sa stratégie de contrôle)
- 4.2.5.2.7.2.1 L'essai doit être exécuté au moins :
- Avec un véhicule cible d'un autre type ;
  - Avec d'autres signalisations routières ;
  - Sur d'autres routes.
- 4.2.5.2.8 Piéton immobile sur la voie
- 4.2.5.2.8.1 Essai de base : piéton immobile (pour vérifier la capacité de réaction déclarée du système)
- 4.2.5.2.8.1.1 La cible piéton doit se trouver sur la trajectoire du véhicule soumis à l'essai, orientée vers celui-ci ou du côté opposé.
- 4.2.5.2.8.1.2 Le véhicule soumis à l'essai doit s'approcher du point d'impact avec la cible piéton selon une trajectoire rectiligne pendant au moins 2 s avant la partie fonctionnelle de l'essai.
- 4.2.5.2.8.2 Essai approfondi : piéton immobile (pour vérifier que le système ne modifie pas de façon aberrante sa stratégie de contrôle)
- 4.2.5.2.8.2.1 L'essai doit être exécuté au moins :
- Avec une cible piéton sur la voie, mais en dehors de la trajectoire du véhicule soumis à l'essai ;
  - Avec une cible piéton orientée dans une autre direction ;
  - Avec une cible piéton de taille différente ;
  - Pour une autre vitesse du véhicule soumis à l'essai ;
  - ...
- 4.2.5.2.9 Cycliste immobile sur la voie
- 4.2.5.2.9.1 Essai de base : cycliste immobile (pour vérifier la capacité de réaction déclarée du système)
- 4.2.5.2.9.1.1 La cible bicyclette doit se trouver sur la trajectoire du véhicule soumis à l'essai, orientée vers celui-ci ou du côté opposé.
- 4.2.5.2.9.1.2 Le véhicule soumis à l'essai doit s'approcher du point d'impact avec la cible piéton selon une trajectoire rectiligne pendant au moins 2 s avant la partie fonctionnelle de l'essai.
- 4.2.5.2.9.2 Essai approfondi : cycliste immobile (pour vérifier que le système ne modifie pas de façon aberrante sa stratégie de contrôle)

- 4.2.5.2.9.2.1 L'essai doit être exécuté au moins :
- a) Avec une cible bicyclette sur la voie, mais en dehors de la trajectoire du véhicule soumis à l'essai ;
  - b) Avec une cible bicyclette orientée dans une autre direction ;
  - c) Pour une autre vitesse du véhicule soumis à l'essai ;
  - d) ...
- 4.2.5.2.10 Piéton croisant la trajectoire du véhicule soumis à l'essai
- 4.2.5.2.10.1 Essai de base : piéton croisant la trajectoire du véhicule (pour vérifier la capacité de réaction déclarée du système)
- 4.2.5.2.10.1.1 Le véhicule soumis à l'essai doit s'approcher du point d'impact avec la cible piéton selon une trajectoire rectiligne pendant au moins 2 s avant la partie fonctionnelle de l'essai, l'écart latéral prévu entre le véhicule et le point d'impact étant inférieur ou égal à 0,1 m.
- 4.2.5.2.10.1.2 La partie fonctionnelle de l'essai débute lorsque :
- a) Le véhicule soumis à l'essai se déplace à la vitesse requise, en respectant les limites de tolérance et l'écart latéral prescrits au présent paragraphe ; et
  - b) La distance entre le véhicule et la cible correspond à un temps restant avant la collision supérieur ou égal à 4 s.
- 4.2.5.2.10.1.3 Les limites de tolérance doivent être respectées entre le début de la partie fonctionnelle de l'essai et l'intervention du système.
- 4.2.5.2.10.1.4 La cible piéton doit se déplacer en ligne droite à une vitesse constante de 5 km/h  $\pm$  0,4 km/h, perpendiculairement à la trajectoire du véhicule soumis à l'essai, et doit attendre le début de la partie fonctionnelle de l'essai pour se mettre en marche. Les déplacements de la cible piéton et du véhicule soumis à l'essai doivent être coordonnés de telle sorte que la cible piéton est heurtée par le véhicule soumis à l'essai si celui-ci roule à la vitesse prescrite tout au long de la partie fonctionnelle de l'essai et ne freine pas.
- 4.2.5.2.10.2 Essai approfondi : piéton croisant la trajectoire du véhicule (pour vérifier que le système ne modifie pas de façon aberrante sa stratégie de contrôle)
- 4.2.5.2.10.2.1 L'essai doit être exécuté au moins :
- a) Avec une cible piéton de taille différente ;
  - b) Avec une cible piéton se déplaçant à une vitesse différente, mais constante ;
  - c) ...
- 4.2.5.2.11 Cycliste croisant la trajectoire du véhicule soumis à l'essai
- 4.2.5.2.11.1 Essai de base : cycliste croisant la trajectoire du véhicule (pour vérifier la capacité de réaction déclarée du système)
- 4.2.5.2.11.1.1 Le véhicule soumis à l'essai doit s'approcher du point d'impact avec la cible bicyclette selon une trajectoire rectiligne pendant au moins 2 s avant la partie fonctionnelle de l'essai, l'écart latéral prévu entre le véhicule et le point d'impact sur la bicyclette (à savoir le pédalier) étant inférieur ou égal à [1] m.
- 4.2.5.2.11.1.2 La cible bicyclette doit se déplacer en ligne droite à une vitesse constante de 15 km/h  $\pm$  1 km/h, perpendiculairement à la trajectoire du véhicule soumis à l'essai, et doit attendre le début de la partie fonctionnelle de l'essai pour se mettre en marche. Pendant la phase d'accélération de la bicyclette précédant la partie fonctionnelle de l'essai, la cible bicyclette doit être masquée. Les déplacements de la cible bicyclette et du véhicule soumis à l'essai doivent être coordonnés de telle sorte que la cible bicyclette est heurtée par le véhicule soumis à l'essai si celui-ci roule à la vitesse prescrite tout au long de la partie fonctionnelle de l'essai et ne freine pas.

- 4.2.5.2.11.2 Essai approfondi : cycliste croisant la trajectoire du véhicule (pour vérifier que le système ne modifie pas de façon aberrante sa stratégie de contrôle)
- 4.2.5.2.11.2.1 L'essai doit être exécuté au moins :
- a) Avec une cible bicyclette se déplaçant à une vitesse différente, mais constante ;
  - b) Pour un angle différent entre la trajectoire de la bicyclette et celle du véhicule soumis à l'essai ;
  - c) ...
- 4.2.5.2.12 Piéton croisant la trajectoire du véhicule soumis à l'essai alors que celui-ci tourne à une intersection
- 4.2.5.2.12.1 Essai de base : piéton croisant la trajectoire du véhicule à une intersection (pour vérifier la capacité de réaction déclarée du système)
- 4.2.5.2.12.1.1 Le véhicule soumis à l'essai doit s'approcher du point d'impact avec la cible piéton selon une trajectoire rectiligne suivie d'un virage à une intersection pendant au moins 2 s avant la partie fonctionnelle de l'essai.
- 4.2.5.2.12.1.2 La partie fonctionnelle de l'essai débute lorsque :
- a) Le véhicule soumis à l'essai se déplace à la vitesse requise, en respectant l'écart latéral prescrit au présent paragraphe ; et
  - b) La distance entre le véhicule et la cible correspond à un temps restant avant la collision supérieur ou égal à 4 s.
  - c) ...
- 4.2.5.2.12.1.3 Les limites de tolérance doivent être respectées entre le début de la partie fonctionnelle de l'essai et l'intervention du système.
- 4.2.5.2.12.1.4 La cible piéton doit se déplacer en ligne droite à une vitesse constante de 5 km/h +0/-0,4 km/h, et doit attendre le début de la partie fonctionnelle de l'essai pour se mettre en marche. Les déplacements de la cible piéton et du véhicule soumis à l'essai doivent être coordonnés de telle sorte que la cible piéton est heurtée par le véhicule soumis à l'essai si celui-ci roule à la vitesse prescrite tout au long de la partie fonctionnelle de l'essai et ne freine pas.
- 4.2.5.2.12.1.5 Il convient d'exécuter quatre scénarios différents, le piéton se trouvant du côté conducteur et du côté opposé et traversant la voie de la gauche vers la droite et inversement.
- 4.2.5.2.12.2 Essai approfondi : piéton croisant la trajectoire du véhicule (pour vérifier que le système ne modifie pas de façon aberrante sa stratégie de contrôle)
- 4.2.5.2.12.2.1 L'essai doit être exécuté au moins :
- a) Avec une cible piéton de taille différente ;
  - b) Avec une cible piéton se déplaçant à une vitesse différente, mais constante ;
  - c) En modifiant la position du point d'impact, ou en considérant que la cible piéton évite le véhicule ;
  - d) ...
- 4.2.5.2.13 Cycliste croisant la trajectoire du véhicule soumis à l'essai alors que celui-ci tourne à une intersection
- 4.2.5.2.13.1 Essai de base : cycliste croisant la trajectoire du véhicule à une intersection (pour vérifier la capacité de réaction déclarée du système)
- 4.2.5.2.13.1.1 Le véhicule soumis à l'essai doit s'approcher du point d'impact avec la cible bicyclette (à savoir le pédalier) selon une trajectoire rectiligne suivie d'un virage à une intersection.

- 4.2.5.2.13.1.2 La cible bicyclette doit se déplacer en ligne droite à une vitesse constante de 15 km/h  $\pm$  1 km/h, perpendiculairement à la trajectoire du véhicule soumis à l'essai, et doit attendre le début de la partie fonctionnelle de l'essai pour se mettre en marche. Pendant la phase d'accélération de la bicyclette précédant la partie fonctionnelle de l'essai, la cible bicyclette doit être masquée. Les déplacements de la cible bicyclette et du véhicule soumis à l'essai doivent être coordonnés de telle sorte que la cible bicyclette est heurtée par le véhicule soumis à l'essai si celui-ci roule à la vitesse prescrite tout au long de la partie fonctionnelle de l'essai et ne freine pas.
- 4.2.5.2.13.2 Essai approfondi : cycliste croisant la trajectoire du véhicule (pour vérifier que le système ne modifie pas de façon aberrante sa stratégie de contrôle)
- 4.2.5.2.13.2.1 L'essai doit être exécuté au moins :
- a) Avec une cible bicyclette se déplaçant à une vitesse différente, mais constante ;
  - b) En modifiant la position du point d'impact, ou en considérant que la cible bicyclette évite le véhicule ;
  - c) ...
- 4.2.5.2.14 Véhicule soumis à l'essai tournant à une intersection et croisant la trajectoire d'un autre véhicule
- 4.2.5.2.14.1 Essai de base : véhicule soumis à l'essai croisant la trajectoire d'un autre véhicule à une intersection (pour vérifier la capacité de réaction déclarée du système)
- 4.2.5.2.14.1.1 Le véhicule soumis à l'essai doit s'approcher du point d'impact avec l'avant du véhicule cible (voiture particulière ou autre) selon une trajectoire rectiligne suivie d'un virage à une intersection, l'écart latéral entre les deux véhicules étant tel que le chevauchement entre ceux-ci est égal à 50 % de la largeur du véhicule soumis à l'essai.
- 4.2.5.2.14.2 Essai approfondi : véhicule soumis à l'essai croisant la trajectoire d'un autre véhicule à une intersection (pour vérifier que le système ne modifie pas de façon aberrante sa stratégie de contrôle)
- 4.2.5.2.14.2.1 L'essai doit être exécuté au moins :
- a) Avec différents véhicules cibles ;
  - b) Pour différentes valeurs de chevauchement ;
  - c) Pour différentes positions sur la voie des deux véhicules.
- 4.2.5.2.15 Véhicule soumis à l'essai traversant en ligne droite une intersection et croisant la trajectoire d'un autre véhicule
- 4.2.5.2.15.1 Essai de base : véhicule soumis à l'essai croisant la trajectoire d'un autre véhicule à une intersection (pour vérifier la capacité de réaction déclarée du système)
- 4.2.5.2.15.1.1 Le véhicule soumis à l'essai doit s'approcher du point d'impact avec le côté du véhicule cible (voiture particulière ou autre) en traversant en ligne droite une intersection, le véhicule cible arrivant depuis le côté conducteur ou le côté opposé, l'écart latéral entre le véhicule soumis à l'essai et le point d'impact étant égal à 25 % de la longueur de la cible.
- 4.2.5.2.15.2 Essai approfondi : véhicule soumis à l'essai croisant la trajectoire d'un autre véhicule à une intersection (pour vérifier que le système ne modifie pas de façon aberrante sa stratégie de contrôle)

4.2.5.2.15.2.1 L'essai doit être exécuté au moins :

- a) Avec différents véhicules cibles ;
- b) Pour un chevauchement différent ;
- c) Pour différentes positions sur la voie des deux véhicules.

4.3 Essais sur route

4.3.1 Il appartient à l'autorité d'homologation de type de déterminer l'emplacement et la nature des routes sur lesquelles se déroulent les essais, ainsi que l'heure de la journée et les conditions environnementales. Les essais sur route doivent avoir lieu à différents moments de la journée et dans différentes conditions de luminosité, en fonction des limites de fonctionnement du système. Ils doivent être effectués sur la base de scénarios dans lesquels le système doit gérer des situations difficiles (par exemple, virages serrés, adaptation de la vitesse en fonction des particularités des infrastructures ou des conditions de circulation) et s'approche des limites de son domaine de fonctionnement (changements des conditions de visibilité ou de l'état de la route, sortie prévue ou soudaine du domaine de fonctionnement).

4.3.2 La durée des essais sur route doit permettre d'enregistrer et d'évaluer le fonctionnement du système en tenant compte de toutes les spécifications pertinentes décrites aux sections 5 et 6, à l'exception des scénarios relatifs aux situations critiques et aux défaillances.

4.3.3 Tout scénario intéressant qu'il est impossible de reproduire dans les essais sur route doit faire l'objet d'essais de validation internes, le constructeur devant en apporter la preuve auprès de l'autorité d'homologation de type.

4.3.4 L'essai sur route doit être enregistré et le véhicule d'essai doit être équipé d'appareils ne générant pas de perturbations. L'autorité d'homologation de type peut enregistrer ou demander l'enregistrement de toutes les données utilisées ou générées par le système, si cela est jugé nécessaire pour l'évaluation après l'essai.

4.3.5 Il est recommandé de procéder aux essais sur route une fois que le système a subi avec succès tous les essais sur piste décrits dans la présente annexe et à l'issue d'une évaluation des risques effectuée par l'autorité d'homologation de type.]

## Annexe 5

### Cadre d'évaluation de la crédibilité de la simulation aux fins de la validation d'un système d'aide au contrôle du véhicule

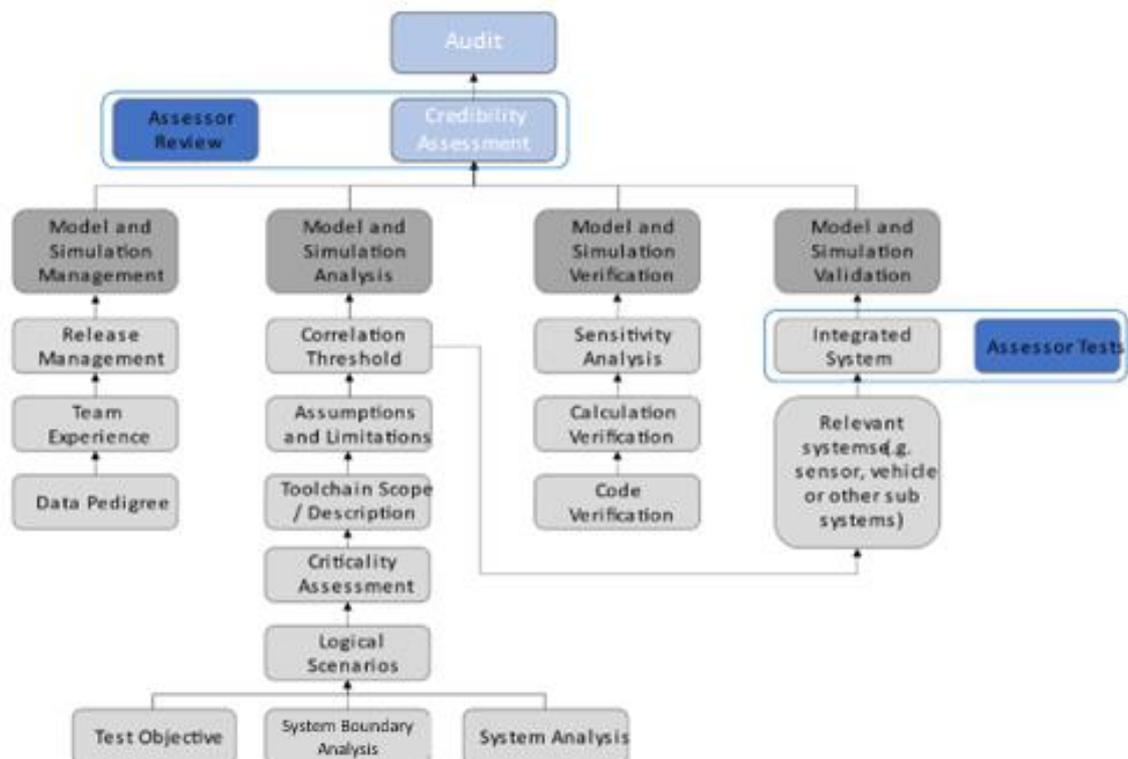
#### 1. [Généralités

1.1 La modélisation et la simulation permettent de réaliser des essais virtuels à condition que leur crédibilité soit établie par une évaluation de leur adéquation à l'objectif visé. Cette approche suppose l'examen et l'appréciation de cinq de leurs propriétés :

- a) La capacité : que peuvent faire la modélisation et la simulation, et quels sont les risques associés ;
- b) L'exactitude : le degré de fidélité avec lequel la modélisation et la simulation reproduisent les données cibles ;
- c) La justesse : le degré de fiabilité et de robustesse des données et algorithmes utilisés ;
- d) L'utilisabilité : la formation et l'expérience nécessaires, et la qualité du processus appliqué ;
- e) L'adaptation à la finalité : la mesure dans laquelle la modélisation et la simulation sont adaptées à l'évaluation du système d'aide au contrôle du véhicule à l'intérieur de son domaine de fonctionnement.

Figure A5/1

Représentation graphique des relations entre les composantes du cadre d'évaluation de la crédibilité



- 1.2 L'établissement de la crédibilité de la modélisation et de la simulation nécessite ainsi une méthode unifiée permettant d'étudier les propriétés susmentionnées et de vérifier la fiabilité des résultats. Le cadre d'évaluation de la crédibilité propose une approche pour évaluer cette crédibilité et en rendre compte sur la base de critères d'assurance qualité permettant de déterminer des niveaux de confiance à accorder aux résultats.

En d'autres termes, la crédibilité est établie en examinant les facteurs suivants, qui influencent le comportement des modèles et des outils de simulation, et qui déterminent donc la crédibilité de la modélisation et de la simulation dans leur ensemble : la gestion des activités de modélisation et de simulation, l'expérience et le savoir-faire de l'équipe, l'analyse et la description des outils choisis, la généalogie des données et des entrées, la vérification, validation et caractérisation de l'incertitude.

La qualité de la chaîne de modélisation et de simulation dépend du soin et de la rigueur avec lesquels ces facteurs sont abordés ; la comparaison entre le niveau de qualité atteint et le niveau de qualité requis permet d'évaluer qualitativement la crédibilité de la modélisation et de la simulation et leur adéquation avec des essais virtuels. Les relations entre les composantes du cadre d'évaluation de la crédibilité sont illustrées à la figure 1.

## 2 Définitions

Aux fins de la présente annexe, on entend par :

- 2.1 (Réservé)
- 2.2 (Réservé)
- 2.3 « *Abstraction* », le processus consistant à sélectionner les aspects essentiels d'un système source ou d'un système référent qui doivent être représentés dans un modèle ou une simulation, tout en ignorant les aspects non pertinents. Toute modélisation par abstraction repose sur l'hypothèse qu'elle ne doit pas affecter de manière significative les utilisations prévues de l'outil de simulation ;
- 2.4 « *Essai en boucle fermée* », un environnement virtuel qui intègre les réactions de l'élément testé. Les objets simulés répondent aux actions du système (par exemple, le système interagit avec un modèle de trafic) ;
- 2.5 « *Système déterministe* », un système dont l'évolution dans le temps peut être prédite de manière exacte et pour lequel un ensemble donné de stimuli produira toujours le même résultat ;
- 2.6 « *Simulation avec conducteur dans la boucle (simulation DIL)* », une simulation qui fait généralement appel à un simulateur de conduite pour tester la conception de l'interaction entre le conducteur humain et le système automatisé. Le simulateur est équipé de composants permettant au conducteur de jouer un rôle actif et de communiquer avec l'environnement virtuel ;
- 2.7 « *Simulation avec matériel dans la boucle (simulation HIL)* », une simulation qui fait appel à un modèle informatique exécuté sur un simulateur équipé d'entrées et de sorties pour tester le matériel d'un système donné du véhicule. La simulation HIL permet de reproduire l'instrumentation du système (capteurs, actionneurs et composants mécaniques) de manière à tester les interactions des modules de commande électronique bien avant que le système final ne soit intégré ;
- 2.8 « *Modèle* », une description ou une représentation d'un système, d'une entité, d'un phénomène ou d'un processus ;
- 2.9 « *Étalonnage du modèle* », le processus de réglage des paramètres numériques ou de modélisation du modèle pour améliorer sa concordance avec un référent ;

- 2.10 « *Paramètres du modèle* », les valeurs numériques permettant de caractériser les fonctionnalités d'un système. Il est impossible de mesurer directement ces valeurs, qui doivent être déduites des données réelles collectées lors de la phase d'étalonnage du modèle ;
- 2.11 « *Simulation avec modèle dans la boucle (simulation MIL)* », une approche qui permet de développer rapidement des algorithmes sans utiliser de matériel spécialisé. En général, ce niveau de développement implique la mise en place d'une structure logicielle à haut niveau d'abstraction, fonctionnant sur des systèmes informatiques polyvalents ;
- 2.12 « *Essai en boucle ouverte* », un environnement virtuel dans lequel un module envoie des stimuli au système d'aide au contrôle du véhicule, dont la réaction n'est pas prise en compte par cet environnement (pas de boucle de rétroaction). Le module peut fournir des données enregistrées correspondant à des conditions de circulation réelles. Il est également possible de générer (mode simulation) ou de mesurer (mode fantôme) des données environnementales pendant les essais ;
- 2.13 « *Événement probabiliste* », un événement non déterministe, dont les résultats sont décrits par une loi de probabilité ;
- 2.14 « *Terrain d'essai ou piste d'essai* », une installation d'essai physique fermée à la circulation où les performances d'un système de conduite automatisé peuvent être étudiées sur un véhicule réel. Il est possible d'introduire des éléments de circulation en stimulant les capteurs du véhicule ou en plaçant des dispositifs factices sur la voie ;
- 2.15 « *Stimulation par capteur* », une technique consistant à envoyer des signaux générés artificiellement à l'élément testé afin de l'amener à produire le résultat requis à des fins de validation en conditions réelles, de formation, de maintenance ou de recherche et développement ;
- 2.16 « *Simulation* », la reproduction dans le temps du fonctionnement d'un processus ou d'un système réels ;
- 2.17 « *Chaîne de simulation* », une combinaison d'outils de simulation utilisés pour étayer la validation d'un système de conduite automatisé ;
- 2.18 « *Simulation avec logiciel dans la boucle (simulation SIL)* », une simulation consistant à évaluer un modèle qui a été développé sur des systèmes informatiques polyvalents. Cette étape peut mettre en œuvre une version complète du logiciel très proche de sa version définitive. La simulation SIL est utilisée pour décrire une méthodologie d'essai dans laquelle le code exécutable, par exemple des algorithmes ou une stratégie de contrôleur complète, est testé dans un environnement de modélisation permettant de valider ou de tester le logiciel ;
- 2.19 « *Processus stochastique* », un processus qui comporte ou fait intervenir une ou plusieurs variables aléatoires et qui relève du calcul des probabilités ;
- 2.20 « *Validation du modèle de simulation* », une opération consistant à déterminer la mesure dans laquelle un modèle constitue une représentation exacte du monde réel au regard des utilisations prévues de l'outil ;
- 2.21 « *Simulation avec véhicule dans la boucle (simulation VIL)* », une simulation consistant à tester le comportement d'un véhicule d'essai en associant des composants réels et un environnement virtuel. Elle permet de reproduire la dynamique du véhicule de manière réaliste et peut être mise en œuvre sur un banc d'essai ou sur une piste d'essai ;
- 2.22 « *Vérification du modèle de simulation* », une opération consistant à déterminer le niveau de conformité d'un modèle ou d'un outil d'essai virtuel aux prescriptions et spécifications détaillées dans les modèles théoriques, les modèles mathématiques ou d'autres modèles ;

- 2.23 « *Essai virtuel* », une opération consistant à tester un système à l'aide d'un ou plusieurs modèles de simulation.

### 3 Modèles et gestion de la simulation

- 3.1 Le cycle de vie de la modélisation et de la simulation est un processus dynamique comportant souvent de nouvelles versions qu'il convient de suivre et de documenter. Il convient donc de mettre en place un processus de gestion comparable à ceux utilisés pour la gestion de produits. La présente section devrait comporter des informations utiles sur les éléments ci-après.

- 3.2 La présente section devrait :

- a) Décrire les modifications apportées aux versions successives de la chaîne de modélisation et de simulation ;
- b) Préciser le logiciel (par exemple, le nom et la version du logiciel) et la configuration matérielle (par exemple, simulation HIL, MIL ou SIL) concernés ;
- c) Consigner les processus de révision internes qui ont validé les nouvelles versions ;
- d) Être mise à jour pendant toute la durée d'utilisation de la chaîne de modélisation et de simulation.

- 3.3 Gestion des versions

- 3.3.1 Toute version d'une chaîne de modélisation et de simulation utilisée pour diffuser des données aux fins de la certification devrait être conservée. Les modèles virtuels constituant l'outil d'essai virtuel devraient être documentés quant aux méthodes de validation correspondantes et aux seuils d'acceptation afin d'étayer la crédibilité d'ensemble de la chaîne. Les développeurs devraient définir et appliquer une méthode de traçabilité des données générées permettant de les relier à la version correspondante de la chaîne de modélisation et de simulation.

- 3.3.2 Contrôle de qualité des données virtuelles. L'exhaustivité, l'exactitude et la cohérence des données devraient être garanties pour l'ensemble des versions et tout au long de la durée de vie d'une chaîne de modélisation et de simulation, afin d'étayer les procédures de vérification et de validation.

- 3.4 Expérience et savoir-faire de l'équipe

- 3.4.1 Même si l'entreprise dispose déjà d'une expérience et d'un savoir-faire au sens large, il est important de démontrer l'expérience et le savoir-faire propres aux activités de modélisation et simulation.

- 3.4.2 La crédibilité de la modélisation et de la simulation dépend non seulement de la qualité des modèles de simulation, mais également de l'expérience et du savoir-faire du personnel participant à la validation et à l'utilisation de la chaîne de modélisation et de simulation. Ainsi, une bonne compréhension des limitations et du domaine de validation peut éviter une utilisation incorrecte de la chaîne de modélisation et de simulation ou une interprétation erronée de ses résultats.

- 3.4.3 Il est important de démontrer l'expérience et le savoir-faire des équipes du constructeur du système d'aide au contrôle du véhicule qui :

- a) Évaluent et valident en interne la chaîne de modélisation et de simulation ;
- b) Utilisent la simulation validée pour mener des essais virtuels aux fins de la validation du système d'aide au contrôle du véhicule.

- 3.4.4 La démonstration de l'expérience et du savoir-faire de l'équipe accroît le niveau de confiance, et par conséquent la crédibilité de la chaîne de modélisation et de simulation et de ses résultats, puisque les éléments humains sur lesquels reposent la modélisation et la simulation sont pris en considération et que les risques liés à cette composante humaine de l'activité sont maîtrisés grâce au système de gestion.
- 3.4.5 Si la chaîne de modélisation et de simulation du constructeur du système d'aide au contrôle du véhicule intègre ou utilise des données ou des produits extérieurs à l'entreprise, le constructeur devrait décrire les mesures qu'il a prises pour vérifier la qualité et l'intégrité de ces apports afin de justifier la confiance qu'il leur accorde.
- 3.4.6 L'expérience et le savoir-faire de l'équipe comprennent deux dimensions.
- 3.4.6.1 Au niveau de l'entreprise :
- La crédibilité est établie grâce à la mise en place de processus et de procédures visant à recenser et à maintenir les compétences, les connaissances et l'expérience nécessaires aux activités de modélisation et simulation. Les processus suivants devraient être instaurés, gérés et documentés :
- a) Processus visant à recenser et évaluer les compétences et les aptitudes individuelles ;
  - b) Processus visant à former le personnel aux tâches relatives à la modélisation et à la simulation.
- 3.4.6.2 Au niveau de l'équipe :
- Une fois la chaîne de modélisation et de simulation mise au point, sa crédibilité dépend principalement des compétences et des connaissances des premières équipes qui la valident puis l'utilisent pour valider un système d'aide au contrôle du véhicule. La crédibilité est établie par la documentation attestant que ces équipes ont reçu la formation adéquate pour remplir leurs missions.
- Le constructeur du système d'aide au contrôle du véhicule devrait indiquer :
- a) Les éléments justifiant sa confiance dans l'expérience et le savoir-faire de la personne/l'équipe qui valide la chaîne de modélisation et de simulation ;
  - b) Les éléments justifiant sa confiance dans l'expérience et le savoir-faire de la personne/l'équipe qui utilise la simulation pour mener des essais virtuels aux fins de la validation du système d'aide au contrôle du véhicule.
- 3.4.6.3 Le constructeur du système d'aide au contrôle du véhicule devrait démontrer que les principes de son système de gestion, par exemple la norme ISO 9001 ou des bonnes pratiques ou normes comparables, sont appliqués afin de garantir la compétence de son équipe de modélisation et simulation et des personnes qui la composent. La personne chargée de l'évaluation devrait s'abstenir de substituer son jugement concernant l'expérience et le savoir-faire de l'entreprise ou de ses membres à celui du constructeur.
- 3.4.7 Généalogie des données et des entrées
- 3.4.7.1 Il est important de disposer de la généalogie des données et des entrées utilisées pour valider la chaîne de modélisation et de simulation et d'en assurer la traçabilité. Le constructeur devrait consigner ces informations afin que la personne chargée de l'évaluation puisse vérifier leur qualité et leur validité.

- 3.4.7.2 Description des données utilisées pour valider la chaîne de modélisation et de simulation
- a) Le constructeur du système d'aide au contrôle du véhicule devrait documenter les données utilisées pour valider le modèle et indiquer les principales caractéristiques qualité ;
  - b) Le constructeur du système d'aide au contrôle du véhicule devrait fournir une documentation montrant que les données utilisées pour valider les modèles correspondent aux fonctionnalités que la chaîne de modélisation et de simulation est censée reproduire ;
  - c) Le constructeur du système d'aide au contrôle du véhicule devrait documenter les procédures d'étalonnage utilisées pour adapter les paramètres des modèles virtuels aux données d'entrée collectées.
- 3.4.7.3 Effet de la qualité des données (par exemple, densité des données, rapport signal-bruit et incertitude/biais/fréquence d'échantillonnage des capteurs) sur l'incertitude des paramètres du modèle
- La qualité des données utilisées pour élaborer le modèle influe sur l'estimation et l'étalonnage des paramètres du modèle. L'incertitude relative aux paramètres du modèle joue également un rôle important dans l'analyse de l'incertitude finale.
- 3.4.8 Généalogie des données et des sorties
- 3.4.8.1 Il est essentiel de disposer de la généalogie des données de sortie. Le constructeur devrait consigner les résultats de la chaîne de modélisation et de simulation et vérifier qu'il est possible de remonter à la chaîne et aux données utilisées pour les générer. Ces informations font partie de la chaîne de traçabilité aux fins de la validation du système d'aide au contrôle du véhicule.
- 3.4.8.2 Description des données générées par la chaîne de modélisation et de simulation
- a) Le constructeur du système d'aide au contrôle du véhicule devrait fournir des informations sur l'ensemble des données et scénarios utilisés pour valider la chaîne de modélisation et de simulation ;
  - b) Le constructeur du système d'aide au contrôle du véhicule devrait documenter les données exportées et indiquer les principales caractéristiques qualité, en utilisant par exemple les méthodes de corrélation définies à l'annexe II ;
  - c) Le constructeur du système d'aide au contrôle du véhicule devrait assurer la traçabilité des résultats de la chaîne de modélisation et de simulation, de manière à pouvoir remonter à la configuration utilisée pour les générer.
- 3.4.8.2.1 Effet de la qualité des données sur la crédibilité de la chaîne de modélisation et de simulation
- a) La qualité des données générées par la chaîne de modélisation et de simulation devrait être suffisante pour permettre de mener à bien l'exercice de validation. Les données devraient être suffisamment représentatives des limites de fonctionnement du système présentant un intérêt pour l'évaluation virtuelle du système d'aide au contrôle du véhicule.
  - b) Les données de sortie devraient permettre de vérifier la cohérence/le bien-fondé des modèles virtuels en exploitant éventuellement des informations redondantes.

- 3.4.8.2.2 Gestion des modèles stochastiques
- a) Les modèles stochastiques devraient être caractérisés en fonction de leur variance ;
  - b) L'utilisation d'un modèle stochastique ne devrait pas empêcher de recourir par la suite à un modèle déterministe.
- 3.5 Analyse et description de la chaîne de modélisation et de simulation
- 3.5.1 L'analyse et la description de la chaîne de modélisation et de simulation visent à définir celle-ci dans son ensemble et à établir l'espace des paramètres qui peut être évalué grâce aux essais virtuels. Elles définissent la portée et les limitations des *modèles* et des outils de simulation ainsi que les sources d'incertitude qui peuvent affecter les résultats.
- 3.5.2 Description générale
- a) Le constructeur du système d'aide au contrôle du véhicule devrait fournir une description de l'ensemble de la chaîne de modélisation et de simulation ainsi que de la façon dont les données générées seront utilisées pour étayer la stratégie de validation du système ;
  - b) Le constructeur du système d'aide au contrôle du véhicule devrait décrire de manière claire l'objectif de l'essai.
- 3.5.3 Hypothèses, limitations connues et sources d'incertitude
- a) Le constructeur du système d'aide au contrôle du véhicule devrait justifier les hypothèses de modélisation qui ont guidé la conception de la chaîne de modélisation et de simulation ;
  - b) Le constructeur du système d'aide au contrôle du véhicule devrait fournir des éléments de preuve concernant :
    - i) L'influence des hypothèses qu'il a formulées sur la définition des limitations de la chaîne de modélisation et de simulation ;
    - ii) Le niveau de fidélité requis pour les modèles de simulation ;
  - c) Le constructeur du système d'aide au contrôle du véhicule devrait fournir des justificatifs prouvant que l'écart de corrélation entre les résultats générés par la chaîne de modélisation et de simulation et les données réelles est acceptable aux fins de l'essai ;
  - d) Enfin, la présente section devrait comprendre des informations sur les sources d'incertitude du modèle utilisé. Ces renseignements constituent une contribution importante à l'analyse finale de l'incertitude, qui examine la manière dont les différentes sources d'incertitude influent sur les résultats de la chaîne de modélisation et de simulation.
- 3.5.4 Champ d'application de la chaîne de modélisation et de simulation. Il définit la façon dont la chaîne de modélisation et de simulation est utilisée aux fins de la validation du système d'aide au contrôle du véhicule.
- a) Une définition claire du champ d'application de la chaîne de modélisation et de simulation mise au point devrait assurer la crédibilité de celle-ci ;
  - b) Une fois mature, la chaîne de modélisation et de simulation devrait être capable de reproduire les phénomènes physiques avec l'exactitude requise pour la certification. L'environnement ainsi créé peut alors servir de terrain d'essai virtuel pour le système d'aide au contrôle du véhicule ;

- c) Pour valider la chaîne de modélisation et de simulation, il est nécessaire de disposer de scénarios et de paramètres spécialement conçus à cet effet. La gamme de scénarios de validation devrait être suffisamment large pour garantir que la chaîne de modélisation et de simulation fonctionne correctement avec d'autres scénarios ;
- d) Le constructeur du système d'aide au contrôle du véhicule devrait fournir une liste de scénarios de validation accompagnée de la description des limitations des paramètres concernés ;
- e) L'analyse des limites de fonctionnement du système est cruciale pour déterminer les prescriptions, le champ d'application et les effets que la chaîne de modélisation et de simulation doit prendre en considération pour étayer la validation du système d'aide au contrôle du véhicule ;
- f) Les paramètres générés pour les scénarios définissent des données extrinsèques et intrinsèques destinées à la chaîne de modélisation et de simulation.

### 3.5.5 Évaluation de la criticité

3.5.5.1 Les modèles et outils de simulation utilisés dans l'ensemble de la chaîne devraient être étudiés afin de déterminer leur responsabilité en cas d'erreur affectant la sécurité du produit final. L'approche proposée pour l'analyse de la criticité est dérivée de la norme ISO 26262, qui requiert la qualification de certains des outils utilisés dans le processus de développement. Afin de déterminer le degré de criticité des données simulées, l'évaluation de la criticité doit prendre en compte les paramètres suivants :

- a) Les conséquences pour la sécurité des personnes, par exemple les classes de gravité de la norme ISO 26262 ;
- b) La mesure dans laquelle les résultats de la chaîne de modélisation et de simulation influencent le système d'aide au contrôle du véhicule.

3.5.5.2 Le tableau ci-dessous présente un exemple de matrice d'évaluation de la criticité utilisée pour étayer cette analyse. Les constructeurs de systèmes d'aide au contrôle du véhicule peuvent adapter cette matrice à leurs cas d'utilisation.

Tableau A5/1

#### Matrice d'évaluation de la criticité

Incidence sur le système d'aide au contrôle du véhicule	Importante				
	Modérée	s.o.			
	Mineure				
	Négligeable			s.o.	
		Négligeable	Mineure	Modérée	Importante
Conséquence de la décision					

3.5.5.3. L'évaluation de la criticité permet de classer les modèles et outils selon les trois catégories suivantes :

- a) Les modèles ou outils qui doivent faire l'objet d'une évaluation complète de la crédibilité ;
- b) Les modèles ou outils qui peuvent ou non faire l'objet d'une évaluation complète de la crédibilité, à la discrétion de la personne chargée de l'évaluation ;
- c) Les modèles ou outils pour lesquels une évaluation de la crédibilité n'est pas requise.

- 3.6 Vérification
- 3.6.1 La vérification d'une chaîne de modélisation et de simulation consiste à s'assurer que les modèles conceptuels/mathématiques sur lesquels elle repose ont été mis en œuvre correctement. La vérification contribue à la crédibilité de la chaîne de modélisation et de simulation en garantissant que celle-ci ne présentera pas un comportement irréaliste pour un ensemble de données d'entrée qui ne peuvent pas être testées. La procédure comporte plusieurs étapes, à savoir la vérification du code, la vérification des calculs et l'analyse de sensibilité, qui sont décrites ci-après.
- 3.6.2 Vérification du code
- 3.6.2.1 La vérification du code consiste à mener des essais visant à démontrer qu'aucune erreur numérique ou logique n'affecte les modèles virtuels.
- Le constructeur du système d'aide au contrôle du véhicule devrait documenter la mise en œuvre de techniques appropriées de vérification du code, par exemple la vérification statique ou dynamique du code, une analyse de convergence et une comparaison avec des résultats connus, le cas échéant<sup>1</sup> ;
  - Le constructeur du système d'aide au contrôle du véhicule devrait fournir une documentation montrant que l'exploration de l'espace des paramètres d'entrée a permis de déterminer la combinaison de paramètres pour laquelle la chaîne de modélisation et de simulation présente un comportement instable ou irréaliste. Des mesures du taux de couverture de la combinaison de paramètres peuvent être utilisées pour démontrer que l'exploration des comportements des modèles a été effectuée correctement ;
  - Le constructeur du système d'aide au contrôle du véhicule devrait mettre en place des procédures de vérification de la cohérence et du bien-fondé des modèles lorsque les données s'y prêtent.
- 3.6.3 Vérification des calculs
- 3.6.3.1 La vérification des calculs consiste à estimer les erreurs numériques ayant une incidence sur les résultats de la chaîne de modélisation et de simulation.
- Le constructeur du système d'aide au contrôle du véhicule devrait documenter les estimations des erreurs numériques (par exemple, erreur de discrétisation, erreur d'arrondi ou convergence des processus itératifs) ;
  - Les erreurs numériques devraient être confinées de manière à ne pas affecter la validation.
- 3.6.4 Analyse de sensibilité
- 3.6.4.1 L'analyse de sensibilité vise à quantifier la variation des valeurs de sortie du modèle en fonction de la variation des valeurs d'entrée, et donc à mettre en évidence les paramètres qui ont la plus grande influence sur les résultats du modèle de simulation. Elle permet également de déterminer dans quelle mesure le modèle de simulation satisfait aux seuils de validation lorsqu'il est soumis à de légères variations des paramètres. Elle est donc fondamentale pour étayer la crédibilité des résultats de la simulation.
- Le constructeur du système d'aide au contrôle du véhicule devrait fournir une documentation démontrant que les paramètres les plus critiques, c'est-à-dire ceux qui ont la plus grande influence sur le résultat de la simulation, ont été mis en évidence à l'aide de techniques d'analyse de la sensibilité, par exemple en faisant varier les paramètres

<sup>1</sup> Roy, C. J. (2005). Review of code and solution verification procedures for computational simulation. *Journal of Computational Physics*, 205(1), 131-156.

du modèle ;

- b) Le constructeur du système d'aide au contrôle du véhicule devrait démontrer que des procédures d'étalonnage fiables ont été adoptées et ont permis de mettre en évidence et d'étalonner les paramètres les plus critiques de manière à accroître la crédibilité de la chaîne de modélisation et de simulation mise au point ;
- c) Enfin, les résultats de l'analyse de sensibilité servent également à établir la liste des entrées et des paramètres dont l'incertitude doit être soigneusement caractérisée aux fins de la caractérisation de l'incertitude des résultats de la simulation.

### 3.6.5 Validation

3.6.5.1 La validation du modèle de simulation est un processus quantitatif qui consiste à déterminer la mesure dans laquelle un modèle constitue une représentation exacte du monde réel au regard des utilisations prévues de l'outil. L'évaluation de la validité d'un modèle ou d'une simulation devrait tenir compte des éléments ci-après :

#### 3.6.5.2 Indicateurs de performance

- a) Les indicateurs de performance permettent d'évaluer les performances du système d'aide au contrôle du véhicule en comparant les résultats des essais virtuels aux résultats en conditions réelles. Ces indicateurs sont définis pendant l'analyse de la chaîne de modélisation et de simulation ;
- b) Les indicateurs utilisés pour la validation peuvent inclure :
  - i) Une analyse des valeurs discrètes, par exemple le taux de détection ou le régime du moteur ;
  - ii) L'évolution dans le temps, par exemple de la position, de la vitesse ou de l'accélération ;
  - iii) L'analyse des changements d'état, par exemple, le calcul de la distance ou de la vitesse, le calcul du temps restant avant collision, le déclenchement du freinage.

#### 3.6.5.3 Indicateurs d'adéquation

- a) Les cadres analytiques utilisés pour comparer les résultats obtenus en conditions réelles avec les performances lors d'un essai virtuel sont généralement exprimés à l'aide d'indicateurs clés de performance (KPI), qui permettent de comparer statistiquement deux ensembles de données ;
- b) La validation devrait montrer que les objectifs définis par ces indicateurs sont atteints.

#### 3.6.5.4 Méthode de validation

- a) Le constructeur du système d'aide au contrôle du véhicule devrait définir les scénarios logiques utilisés pour valider la chaîne de modélisation et de simulation. Ces scénarios devraient couvrir dans toute la mesure possible la totalité du domaine de fonctionnement du système dans lequel se déroulent les essais virtuels menés aux fins de la validation du système d'aide au contrôle du véhicule ;
- b) La méthode employée dépend de la structure et de la finalité de la chaîne de modélisation et de simulation. La validation peut porter sur un ou plusieurs des éléments suivants :
  - i) Des modèles de sous-systèmes, par exemple : un modèle d'environnement (réseau routier, conditions météorologiques, interactions entre les usagers de la route), un modèle de capteur

- (radar, lidar, caméra) ou un modèle de véhicule (direction, freinage, groupe motopropulseur) ;
- ii) Le système du véhicule (modèle de la dynamique du véhicule + modèle d'environnement) ;
  - iii) Le système du capteur (modèle de capteur + modèle d'environnement) ;
  - iv) Le système intégré (modèle de capteur + modèle d'environnement tenant compte du modèle du véhicule).
- 3.6.5.5 Exactitude
- 3.6.5.5.1 Les prescriptions relatives au seuil de corrélation sont définies pendant l'analyse de la chaîne de modélisation et de simulation. La validation devrait montrer que les objectifs définis par ces indicateurs clés de performance sont atteints, par exemple à l'aide des méthodes de corrélation définies à l'annexe II.
- 3.6.5.6 Champ d'application de la validation. Il définit la partie de la chaîne de modélisation et de simulation qui doit être validée.
- 3.6.5.6.1 Une chaîne de modélisation et de simulation d'outils comporte de nombreux outils et chaque outil fait appel à un certain nombre de *modèles*. Le champ d'application de la validation concerne tous les outils et les *modèles* concernés.
- 3.6.5.7 Résultats de la validation interne
- a) La documentation devrait non seulement apporter la preuve de la validation de la chaîne de modélisation et de simulation, mais fournir des informations suffisantes sur les processus et produits qui garantissent la crédibilité globale de la chaîne utilisée ;
  - b) La documentation et les résultats peuvent être repris d'évaluations antérieures de la crédibilité.
- 3.6.5.8 Validation indépendante des résultats
- 3.6.5.8.1 La personne chargée de l'évaluation devrait passer en revue la documentation fournie par le constructeur et peut mener des essais sur l'outil au complet, tel qu'intégré. Si les résultats des essais virtuels sont trop différents de ceux des essais physiques, la personne chargée de l'évaluation peut demander à ce que les essais virtuels ou physiques soient de nouveau effectués. Dans ce cas, les résultats sont examinés et tout écart doit être signalé au constructeur, lequel doit alors le justifier de façon satisfaisante.
- 3.6.5.9 Caractérisation de l'incertitude
- 3.6.5.9.1 La présente section traite de la caractérisation de la variabilité attendue des résultats de la chaîne de modélisation et de simulation. L'évaluation devrait comprendre deux phases. Tout d'abord, les informations collectées dans les sections « Analyse et description de la chaîne de modélisation et de simulation » et « Généalogie des données et des entrées » sont utilisées pour caractériser l'incertitude relative aux données d'entrée, aux paramètres du modèle et à la structure de modélisation. Ensuite, on quantifie l'incertitude relative aux résultats du modèle en propageant les incertitudes tout au long de la chaîne de modélisation et de simulation. Le constructeur du système d'aide au contrôle du véhicule doit ajouter des marges de sécurité adéquates en fonction de l'incertitude relative aux résultats du modèle lorsqu'il mène des essais virtuels aux fins de la validation de ce système.
- 3.6.5.9.2 Caractérisation de l'incertitude relative aux données d'entrée
- Le constructeur du système d'aide au contrôle du véhicule devrait démontrer qu'il a estimé les données d'entrée critiques à l'aide de techniques fiables,

par exemple en les évaluant à plusieurs reprises dans le cadre de leur évaluation.

3.6.5.9.3 Caractérisation de l'incertitude relative aux paramètres du modèle (après un étalonnage)

Le constructeur du système d'aide au contrôle du véhicule devrait démontrer que les paramètres critiques du modèle qui ne peuvent pas être estimés avec précision sont caractérisés par une distribution ou des intervalles de confiance.

3.6.5.9.4 Caractérisation de l'incertitude relative à la structure de la chaîne de modélisation et de simulation

Le constructeur du système d'aide au contrôle du véhicule devrait apporter la preuve que l'évaluation de l'incertitude générée permet de caractériser quantitativement les hypothèses de modélisation (par exemple, en comparant les résultats de différentes approches de modélisation chaque fois que possible).

3.6.5.9.5 Distinction entre incertitude aléatoire et incertitude épistémique

Le constructeur du système de conduite automatisé devrait s'efforcer d'établir une distinction entre l'incertitude aléatoire (qui peut être estimée, mais pas réduite) et l'incertitude épistémique, qui découle du manque de connaissances sur la virtualisation du processus.

## 4. Structure de la documentation

4.1 La présente section indique de quelle façon les informations ci-dessus doivent être collectées et organisées dans la documentation remise par le constructeur du système d'aide au contrôle du véhicule à l'autorité compétente.

- a) Le constructeur du système d'aide au contrôle du véhicule devrait produire un document (un « manuel de simulation ») structuré conformément à la présente description pour fournir les justificatifs concernant les sujets présentés ;
- b) La documentation devrait être remise en même temps que la version correspondante de la chaîne de modélisation et de simulation et des données de référence ;
- c) Le constructeur du système d'aide au contrôle du véhicule devrait fournir des références claires qui permettent d'associer la documentation aux différentes parties de la chaîne de modélisation et de simulation et aux données correspondantes ;
- d) La documentation devrait être mise à jour et conservée pendant la totalité du cycle de vie de la chaîne de modélisation et de simulation. La personne chargée de l'évaluation peut auditer le constructeur du système d'aide au contrôle du véhicule en évaluant la documentation fournie ou en menant des essais physiques.]