Journal officiel
de l'Union européenne

FR
Série L

2025/1899

26.9.2025

Seuls les textes originaux de la CEE (ONU) ont un effet légal en vertu du droit public international. Le statut et la date d'entrée en vigueur du présent règlement sont à vérifier dans la dernière version du document de statut TRANS/WP.29/343 de la CEE (ONU), disponible à l'adresse suivante: https://unece.org/status-1958-agreement-and-annexed-regulations

Règlement ONU nº 171 — Prescriptions uniformes relatives à l'homologation des véhicules en ce qui concerne les systèmes d'aide à la conduite [«Driver Control Assistance Systems» (DCAS)] [2025/1899]

Comprenant tout le texte valide jusqu'à:
Série 01 d'amendements – Date d'entrée en vigueur : 26 septembre 2025

Le présent document est communiqué uniquement à titre d'information. Le texte authentique, juridiquement contraignant, est celui du document ECE/TRANS/WP.29/2025/7 (tel que modifié par le paragraphe 64 du rapport ECE/TRANS/WP.29/1184)

TABLE DES MATIÈRES

RÈGLEMENT

Introduction

1. Champ d'application
2. Définitions
3. Demande d'homologation
4. Homologation
5. Spécifications générales
6. Spécifications supplémentaires concernant les fonctionnalités du système d'aide au contrôle du véhicule
7. Surveillance en fonctionnement du système d'aide au contrôle du véhicule
8. Validation du système
9. Informations concernant le système
10. Prescriptions relatives à l'identification des logiciels
11. Modification du type de véhicule et extension de l'homologation
12. Conformité de la production
13. Sanctions pour non-conformité de la production
14. Arrêt définitif de la production
15. Noms et adresses des services techniques chargés des essais d'homologation et des autorités d'homologation de type
16. Dispositions transitoires

ANNEXES

1. Communication
2. Exemples de marque d'homologation
3. Prescriptions particulières relatives à l'audit ou à l'évaluation

   Appendice 1 – Modèle de fiche d'évaluation des systèmes électroniques et des systèmes électroniques complexes

   Appendice 2 – Conception du système à analyser lors de l'audit ou de l'évaluation

   Appendice 3 – Exemple de classification des capacités de détection du système et des limites de fonctionnement correspondantes

   Appendice 4 – Déclaration relative aux capacités du système
4. Dispositions relatives aux essais physiques de validation du système d'aide au contrôle du véhicule
5. Cadre d'évaluation de la crédibilité de la simulation aux fins de la validation d'un système d'aide au contrôle du véhicule

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 déplacement 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 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 déplacements 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. S'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 le contrôle des 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 la série 03 d'amendements au Règlement ONU n° 79, et vise à permettre l'homologation de diverses fonctionnalités d'aide au contrôle du véhicule, 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.

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 ([1]). 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. Si 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 comme les systèmes de conduite automatisés de niveaux 3 à 5 selon la norme SAE J3016 assurent 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.

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.

([1]) Les niveaux d'automatisation décrits dans la norme SAE J3016 figurent également dans le document de référence ECE/TRANS/WP.29/1140.

7. Les dispositions du présent Règlement ONU sont formulées de manière à rendre compte du fait que les limites de fonctionnement du système influent sur sa capacité à satisfaire certaines prescriptions et sur les modalités d'évaluation du respect de ces prescriptions :

a) Certaines prescriptions doivent toujours être respectées, y compris pendant l'ensemble des essais correspondants. Les dispositions connexes sont formulées comme suit : «le système doit…» ;

b) Certaines prescriptions sont telles que, bien que le système doive de manière générale y satisfaire, il se peut que cela ne soit pas toujours opportun ou possible dans certaines circonstances, ou que des perturbations externes entraînent l'activation d'autres commandes. Les dispositions connexes sont formulées comme suit : «le système doit chercher à…» ;

c) Le respect de certaines prescriptions est difficile à vérifier par une évaluation directe des performances du système et l'est plus facilement par une évaluation de sa conception, par exemple grâce à une analyse de sa stratégie de commande. Les dispositions connexes sont formulées comme suit : «le système doit être conçu de manière à…».

8. 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 nationales de circulation. Toutefois, si les manœuvres sont déclenchées par le conducteur, le système d'aide au contrôle du véhicule fournit uniquement une assistance à la conduite, sans tenir compte des règles de circulation nationales. Dans les deux cas, le conducteur est responsable du contrôle du véhicule.

9. En raison de la complexité et de la variété des règles en vigueur d'un pays d'exploitation à l'autre, il est admis que les règles de circulation puissent ne pas être pleinement respectées au cours des manœuvres, qu'elles soient confirmées par le conducteur ou déclenchées par le système. On considère que le fait que le conducteur demeure actif dans la tâche de conduite permet de remédier à cette situation.

10. 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, le système d'aide au contrôle du véhicule doit chercher à prévenir les risques raisonnablement prévisibles d'utilisation incorrecte ou abusive de la part du conducteur. Il doit fournir au conducteur les informations lui permettant de superviser l'assistance fournie.

11. Le système d'aide au contrôle du véhicule doit être conçu de manière à éviter que le conducteur entreprenne 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 ONU, étant donné que le recours à pareil système suppose que le conducteur reste concentré sur les tâches de conduite. Par conséquent, le système d'aide au contrôle du véhicule doit disposer de moyens permettant d'évaluer en permanence si le conducteur est vigilant et s'il surveille le fonctionnement du véhicule. Il doit notamment surveiller et évaluer le niveau de vigilance du conducteur (en vérifiant que celui-ci garde les mains sur le volant ou les yeux sur la route, voire les deux) et réagir de manière appropriée à une perte de vigilance en adressant des avertissements spéciaux au conducteur. Il doit en outre arrêter complètement le véhicule si le conducteur n'a pas réagi aux avertissements et n'a pas repris les commandes du véhicule. Il doit surveiller les signes de perte de vigilance du conducteur à l'aide d'un système dédié. Toutefois, s'il peut en surveiller les signes physiques, il n'est actuellement pas capable d'évaluer cette perte de vigilance directement au niveau cognitif.

12. Le présent Règlement ONU comprend des prescriptions fonctionnelles générales concernant la sécurité du système en fonctionnement normal et en cas de défaillance du système ou d'incapacité du conducteur à prouver son niveau de vigilance. 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 dans le cas où ces limites seraient 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 ONU énonce les prescriptions relatives aux fonctionnalités particulières du système d'aide au contrôle du véhicule.

13. Le présent Règlement ONU fixe des méthodes d'évaluation de la conformité plus génériques que la série 03 d'amendements au Règlement ONU n° 79, qui prévoit des dispositions propres à chaque cas d'utilisation. Le constructeur est tenu de communiquer une description succincte de la conception du système, ce qui permet d'éclairer l'autorité d'homologation de type 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 et du système complet intégré au véhicule, a été réalisée par le constructeur 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 constructeur, de la réalisation d'essais physiques sur piste et sur route, et de la surveillance en fonctionnement du système par le constructeur.

14. Pour pouvoir utiliser en toute sécurité le système d'aide au contrôle du véhicule, le conducteur 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 en toute sécurité et de la réévaluation de leurs compétences, 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 constructeurs, de sorte que chaque conducteur pourrait être en mesure d'utiliser les différentes fonctionnalités de ces systèmes en toute sécurité.

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

16. Le déploiement des systèmes d'aide au contrôle du véhicule montre qu'il faut que la politique de commercialisation soit équilibrée, afin que les conducteurs 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 constructeur peut entraîner une confusion ou une confiance excessive du conducteur. Pour éviter cela, les termes jugés trompeurs par les autorités nationales ne doivent pas être utilisés dans les documents de promotion commerciale des systèmes d'aide au contrôle du véhicule.

17. À l'heure actuelle, de nombreux constructeurs se consacrent avec diligence au développement des systèmes d'aide au contrôle du véhicule, une tendance qui ne devrait pas faiblir ; le présent Règlement ONU est établi sur la base des technologies existantes et des données provenant du nombre limité de véhicules sur le marché. Il prévoit une surveillance en fonctionnement du système permettant de recueillir davantage de données sur les véhicules introduits sur le marché qui sont équipés de pareil système. Il sera périodiquement réexaminé en fonction de l'évolution des technologies et des données obtenues grâce à la surveillance en fonctionnement du système.

1. Champ d'application

1.1 Le présent Règlement ONU s'applique à l'homologation de type des véhicules des catégories M et N ([2]) en ce qui concerne leur système d'aide au contrôle du véhicule.

1.2 Le présent Règlement ONU ne s'applique pas à l'homologation des véhicules en ce qui concerne leurs fonctions de direction à commande automatique (ACSF) ou leurs fonctions d'atténuation des risques homologuées au titre du Règlement ONU n° 79, quand bien même le système exercerait en même temps le contrôle du déplacement longitudinal du véhicule. Toutefois, si le constructeur déclare que de telles fonctions sont intégrées dans un système d'aide au contrôle du véhicule, le présent Règlement ONU s'applique, que les fonctions aient ou non été homologuées au titre du Règlement ONU n° 79.

([2]) Selon les définitions figurant dans la Résolution d'ensemble sur la construction des véhicules (R.E.3), document ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.7, par. 2 (https://unece.org/transport/vehicle-regulations/wp29/resolutions).

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 sont ensemble capables d'aider le conducteur à contrôler le déplacement longitudinal et latéral du véhicule de manière continue.

Dans le cadre du présent Règlement ONU, le système d'aide au contrôle du véhicule est également appelé «*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 sur des aspects essentiels tels que :

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 des limites de fonctionnement donnés ;

2.4 «*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 ONU, le système d'aide au contrôle du véhicule aide le conducteur en exécutant les fonctions opérationnelles et tactiques sans limiter sa capacité à intervenir à tout moment ;

2.5 «*Limites de fonctionnement du système*», les situations, définies par des valeurs limites ou des conditions vérifiables ou mesurables établies par le constructeur, dans lesquelles le système d'aide au contrôle du véhicule ou l'une de ses fonctionnalités sont conçus de manière à fournir une assistance au conducteur, ou les conditions qui ont une incidence sur la capacité du système à fonctionner comme prévu ;

2.6 «*Perte de vigilance du conducteur*», la détermination, par le système, de l'incapacité du conducteur à exécuter en toute sécurité des fonctions de perception, de planification ou de prise de décision, ainsi qu'à intervenir dans le fonctionnement du système d'aide au contrôle du véhicule à un moment donné ;

2.7 «*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 déplacement latéral et longitudinal du véhicule. L'exécution des fonctions opérationnelles nécessite que le conducteur soit physiquement apte à la conduite du véhicule ;

2.8 «*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 ;

2.9 «*Temps réel*», l'intervalle de temps pendant lequel un processus ou un événement se produit ;

2.10 «*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.

Une série de manœuvres peut être considérée comme une seule manœuvre à condition qu'elles se suivent, sans être très espacées les unes des autres, et qu'elles soient liées à la réalisation d'un objectif tactique (par exemple, changement de voie combiné au franchissement d'une intersection). Les manœuvres distinctes très espacées visant à suivre un itinéraire ne sont pas considérées comme une seule manœuvre ;

2.11 «*Voie de destination*», la voie de circulation sur laquelle le système a l'intention de faire passer le véhicule en effectuant une manœuvre ;

2.12 «*Procédure de changement de voie*», la séquence d'opérations visant à faire passer le véhicule sur une autre voie. La procédure 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 d'une position stable par le véhicule sur la voie ;

e) Désactivation des feux indicateurs de direction ;

2.13 «*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 ;

2.14 «*Mode "arrêt"*», l'état du système d'aide au contrôle du véhicule en cas d'impossibilité d'aider le conducteur à exercer le contrôle dynamique du véhicule ;

2.15 «*Mode "marche"*», l'état du système d'aide au contrôle du véhicule s'il a été demandé que ledit système ou l'une de ses fonctionnalités assiste le conducteur dans l'exercice du contrôle dynamique du véhicule. Le système est alors soit en mode «veille», soit en mode «actif» ;

2.15.1 «*Mode "actif"*», l'état du système d'aide au contrôle du véhicule si ledit système considère que ses limites de fonctionnement ou celles d'une de ses fonctionnalités sont respectées et assiste le conducteur dans l'exercice du contrôle dynamique du véhicule ;

2.15.2 «*Mode "veille"*», l'état du système d'aide au contrôle du véhicule si ledit système ou l'une de ses fonctionnalités est en mode «marche», mais ne génère aucune commande de sortie. Le système est alors soit en mode «passif», soit en mode «inactif» ;

2.15.2.1 «*Mode "passif"*», l'état du système d'aide au contrôle du véhicule si ledit système ou l'une de ses fonctionnalités est en mode «veille» et considère que les limites de fonctionnement sont respectées, sans qu'aucune condition préalable n'empêche le passage en mode «actif» ;

2.15.2.2 «*Mode "inactif"*», l'état du système d'aide au contrôle du véhicule si ledit système ou l'une de ses fonctionnalités est en mode «veille» et considère que ses conditions limites sont dépassées ou que des conditions préalables empêchent le passage en mode «actif» ;

2.16 «*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 m/s^2 ;

2.17 «*Portée de détection*», la distance à laquelle le système de détection du véhicule peut reconnaître de manière fiable un objet 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 ;

2.18 «*Plage de vitesses pour laquelle le système ou la fonctionnalité sont conçus*», la plage de vitesses adaptative dans laquelle le système ou l'une de ses fonctionnalités peuvent être en mode «actif» en fonction de la conception et des capacités du système et compte tenu des situations de circulation et des conditions environnementales, le cas échéant ;

2.19 «*Vitesse maximale définie par le conducteur*», la vitesse maximale de fonctionnement du système d'aide au contrôle du véhicule définie par le conducteur ;

2.20 «*Vitesse maximale actuellement appliquée*», la vitesse maximale jusqu'à laquelle le système contrôle le véhicule ;

2.21 «*Numéro d'identification du logiciel aux fins du Règlement ONU nº X (R_X SWIN)*», le 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 nº 1XX ;

2.22 «*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 ;

2.23 «*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 ;

2.24 «*Événement critique pour la sécurité*», un événement au cours duquel le système d'aide au contrôle du véhicule ou l'une des fonctionnalités de ce système sont en mode «marche» au moment d'une collision qui :

a) Fait au moins un blessé nécessitant une assistance médicale ou un mort ; ou

b) Entraîne le déclenchement des coussins gonflables, du système de retenue des occupants non réversible et/ou du système secondaire de sécurité pour les usagers de la route vulnérables du véhicule équipé du système d'aide au contrôle du véhicule ;

2.25 «*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 ;

2.26 «*Neutralisation par le conducteur*», toute action effectuée par le conducteur pour intervenir temporairement sur l'assistance fournie par le système d'aide au contrôle du véhicule en agissant sur les commandes de frein, de transmission, d'accélération ou de direction ;

2.27 «*Autoroute*», un type de route interdite aux piétons et aux cyclistes et qui, de par sa conception, est équipée d'une séparation physique entre les sens de circulation opposés ;

2.28 «*Hors autoroute*», les types de routes qui ne répondent pas à la définition d'une autoroute donnée au paragraphe 2.27 ;

2.29 «*Système de conduite automatisé*», le matériel et les logiciels du véhicule qui sont ensemble capables d'exécuter de manière continue la totalité de la tâche de conduite dynamique ;

2.30 «*Tâche de conduite dynamique*», les fonctions opérationnelles et tactiques à assurer en temps réel pour conduire un véhicule;

2.31 «*Instabilité en chaîne*», une perturbation du profil de vitesse du véhicule aval qui est amplifiée par le véhicule amont ;

2.32 «*Demande "mains sur le volant"*», une requête par laquelle le système demande au conducteur de revenir à un niveau de vigilance physique adapté ;

2.33 «*Demande "yeux sur la route"*», une requête par laquelle le système demande au conducteur de revenir à un niveau de vigilance visuelle adapté ;

2.34 «*Alerte "reprise de contrôle"*», une instruction par laquelle le système demande au conducteur de reprendre immédiatement au moins le contrôle du déplacement latéral du véhicule.

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 accrédité à l'autorité d'homologation de type 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 :

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 Si le type de véhicule présenté à l'homologation au titre du présent Règlement ONU satisfait aux prescriptions des sections 5 à 10 ci-après, l'homologation est accordée pour ce type de véhicule.

4.2 Un numéro d'homologation doit être attribué à chaque type homologué. Ses deux premiers chiffres (00 pour le Règlement ONU sous sa forme actuelle) doivent indiquer la série d'amendements correspondant aux modifications techniques apportées au Règlement ONU à la date de délivrance de l'homologation. Une même Partie contractante ne peut pas attribuer le même numéro à un autre type de véhicule.

4.3 Il convient de communiquer aux Parties contractantes à l'Accord appliquant le présent Règlement ONU la délivrance, l'extension, le refus ou le retrait de l'homologation ou l'arrêt définitif de la production d'un type de véhicule au titre dudit Règlement ONU au moyen d'une fiche conforme au modèle visé à l'annexe 1, 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 Sur tout véhicule conforme à un type homologué au titre du présent Règlement ONU, il doit être apposé de manière visible, à un endroit facilement accessible et indiqué sur la fiche d'homologation, une marque d'homologation internationale conforme au modèle visé à l'annexe 2 et composée :

4.4.1 D'un cercle, à l'intérieur duquel est placée la lettre «E», suivie :

a) Du numéro distinctif du pays ayant accordé l'homologation ; et

b) Du numéro dudit Règlement, suivi de la lettre «R», d'un tiret et du numéro d'homologation, placés à droite du cercle mentionné au présent paragraphe.

4.5 La marque d'homologation doit être nettement 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 générales

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.

5.1 Prescriptions générales

5.1.1 Le système doit être conçu de manière à garantir que le conducteur reste vigilant pendant les tâches de conduite, conformément au paragraphe 5.5.4.2.

5.1.2 Le système doit être conçu de manière à garantir que le conducteur a conscience du mode de conduite et à 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 système doit être conçu de manière à prévenir toute mauvaise utilisation raisonnablement prévisible de la part du conducteur et toute modification non autorisée des composants logiciels et matériels du système.

5.1.4 Le système doit fournir au conducteur un moyen de le neutraliser ou de le désactiver à tout moment et en toute sécurité, conformément au paragraphe 5.5.3.4.

5.1.5 Le véhicule équipé d'un système d'aide au contrôle du véhicule doit être au moins équipé d'un système actif de freinage d'urgence. Il doit en outre être équipé soit d'un système de prévention de franchissement de ligne, soit d'un système d'avertissement de franchissement de ligne. Ces systèmes doivent être conformes aux prescriptions techniques et aux dispositions transitoires des Règlements ONU n^{os} 131, 152, 79 (fonction de direction corrective) et 130, selon la catégorie du véhicule.

5.2 Interactions du système d'aide au contrôle du véhicule avec d'autres systèmes d'assistance

5.2.1 Si le système est en mode «actif», les commandes qu'il génère ne doivent ni désactiver les systèmes d'assistance en cas d'urgence qui sont activés ni interrompre leur fonctionnalité longitudinale (par exemple, système actif de freinage d'urgence). Pour ce qui est du fonctionnement latéral, le système peut désactiver ou interrompre les systèmes d'assistance en cas d'urgence conformément aux dispositions régissant ce fonctionnement.

5.2.2 Les transitions entre le système d'aide au contrôle du véhicule et d'autres systèmes d'assistance ou d'autres systèmes 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 différentes fonctionnalités, en particulier en ce qui concerne les limites de fonctionnement du système figurant à l'appendice 3 de l'annexe 3.

5.3.2 Le système doit être capable de détecter et d'évaluer son environnement et de réagir de manière appropriée en activant la fonctionnalité prévue s'il est utilisé dans le respect de ses limites de fonctionnement et dans la mesure du possible s'il est utilisé au-delà de ses limites de fonctionnement.

5.3.2.1 Le système doit chercher à éviter de perturber la circulation en adaptant son comportement aux conditions de circulation de manière à privilégier la sécurité.

5.3.2.2 Si le système détecte un risque de collision, il doit chercher à éviter la collision ou à limiter sa gravité.

5.3.2.3 Sans préjudice des autres prescriptions du présent Règlement ONU, le système doit contrôler le déplacement longitudinal et latéral du véhicule en vue de 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, feux indicateurs de direction, essuie-glace, système de chauffage,).

5.3.4 La stratégie de commande du système doit être conçue de manière à réduire le risque de collision tout en permettant au conducteur de garder le contrôle, compte tenu de son temps de réaction, conformément au paragraphe 5.3.6.

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 fonctionnement applicables lorsque lui ou l'une de ses fonctionnalités est en mode «marche». Si le système détecte que ses limites de fonctionnement ou celles d'une de ses fonctionnalités sont dépassées, il doit passer en mode «veille» et immédiatement avertir le conducteur conformément aux stratégies décrites par le constructeur, comme indiqué au paragraphe 5.3.5.2, et conformément aux prescriptions relatives à l'IHM figurant au paragraphe 5.5.4.1.

Le système doit mettre fin à l'assistance qu'il fournit ou qui est fournie par la fonctionnalité concernée au conducteur, de manière à ce que celui-ci garde le contrôle. La stratégie d'arrêt de l'assistance doit être décrite par le constructeur et évaluée conformément à l'annexe 3.

5.3.5.1.1 Le système doit chercher à éviter d'alterner rapidement entre le mode «veille» et le mode «actif».

5.3.5.2 Le constructeur doit présenter de manière détaillée, dans la documentation requise à la section 9, les limites de fonctionnement du système et de ses fonctionnalités et les stratégies visant à avertir le conducteur dans le cas où le système détecterait que l'une de ces limites est en passe d'être atteinte, est atteinte ou est dépassée (conformément au paragraphe 5.3.5.5).

5.3.5.2.1 La description doit au moins tenir compte des limites de fonctionnement potentiellement 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 en mode «actif» au-delà de leurs limites de fonctionnement et, dans la mesure du possible, démontrer les incidences sur les performances du système et de ses fonctionnalités ainsi que la manière dont la sécurité est assurée en pareil cas.

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 Toute limite de fonctionnement du système déclarée que celui-ci n'est pas capable de détecter doit être consignée à l'écrit et il doit être justifié, à la satisfaction de l'autorité d'homologation de type, que cela ne compromet pas la sécurité de fonctionnement du système ou de ses fonctionnalités.

5.3.5.5 Si le système détecte que le véhicule va atteindre une limite de fonctionnement d'une fonctionnalité en mode «actif», il doit en informer le conducteur suffisamment à l'avance pour que celui-ci puisse réagir de manière appropriée.

5.3.6 Contrôlabilité

5.3.6.1 Le système doit être conçu de manière à garantir que le conducteur peut garder le contrôle des commandes exécutées par le système, notamment si ces commandes résultent d'une défaillance du système, de l'atteinte de ses limites de fonctionnement, de l'annulation de manœuvres ou du passage du système en mode «arrêt». Le temps de réaction du conducteur, notamment le temps nécessaire pour qu'il reprenne le contrôle manuel, le cas échéant, doit être pris en compte si cela est pertinent, afin que le conducteur puisse intervenir en toute sécurité à tout moment (par exemple, pendant une manœuvre donnée).

5.3.6.1.1 Lorsque le système suspend les demandes «mains sur le volant», le constructeur doit tenir compte du délai qui peut être nécessaire pour que le conducteur réagisse à une alerte «reprise de contrôle» et prenne en main la commande de direction. Ce délai ne doit jamais être inférieur à 1 seconde, sauf si le constructeur est en mesure de démontrer que la contrôlabilité est assurée par des stratégies particulières.

5.3.6.2 Le système doit être conçu de manière à assurer la contrôlabilité conformément aux capacités du système et dans le respect de ses limites de fonctionnement. Si les demandes «mains sur le volant» sont suspendues, le système doit tenir compte du fait qu'il peut y avoir perte de vigilance physique 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 conformément à l'annexe 3.

5.3.6.3 Décélération et accélération

5.3.6.3.1 Si elles sont contrôlées par le système, la décélération et l'accélération du véhicule doivent rester maîtrisables par le conducteur et compatibles avec les conditions de circulation, à moins que des décélérations plus élevées ne soient nécessaires pour assurer la sécurité du véhicule ou des usagers de la route environnants.

5.3.6.3.2 Lorsque le système essaie de maintenir une vitesse constante sans perturbations extérieures, il doit chercher à limiter le plus possible les fluctuations déraisonnables de la vitesse du véhicule.

5.3.7 Contrôle dynamique du système

5.3.7.1 Positionnement du véhicule dans la voie de circulation

5.3.7.1.1 Lorsqu'il est en mode «actif»,le système doit fournir une assistance au maintien du véhicule dans une position stable à l'intérieur de sa voie de circulation.

Lorsqu'il est en mode «actif», le système doit garantir que le véhicule ne quitte pas sa voie de circulation pour les valeurs d'accélération latérales précisées par le constructeur.

5.3.7.1.1.1 Le système doit être capable d'adapter la vitesse du véhicule à la courbure de la route.

5.3.7.1.2 La fonctionnalité activée doit à tout moment, dans le respect de ses limites de fonctionnement, garantir que le véhicule ne franchit pas involontairement une ligne de délimitation des voies pour des valeurs d'accélération latérale que le constructeur doit préciser, lesquelles ne doivent pas dépasser 3 m/s^2 pour les véhicules de catégories M_1 et N_1 et 2,5 m/s^2 pour les véhicules de catégories M_2, M_3, N_2 et N_3.

Il est admis que les valeurs maximales d'accélération latérale précisées par le constructeur du véhicule peuvent ne pas être atteintes dans certaines situations (par exemple, mauvaises conditions météorologiques, pneus différents montés sur le véhicule, routes en pente latérale). La fonctionnalité ne doit pas désactiver ni modifier de manière déraisonnable la stratégie de commande dans ces autres situations.

Le système peut dépasser la valeur spécifiée de l'accélération latérale maximale, mais pas de plus de 0,3 m/s^2, sans toutefois dépasser 3 m/s^2 pour les véhicules des catégories M_1 et N_1 et 2,5 m/s^2 pour les véhicules des catégories M_2, M_3, N_2 et N_3.

Nonobstant la phrase ci-dessus, pendant des durées ne dépassant pas 2 s, l'accélération latérale du système peut être supérieure de 40 % au plus à la valeur spécifiée de l'accélération latérale maximale, sans cependant dépasser de plus de 0,3 m/s^2 les valeurs de 3 m/s^2 pour les véhicules des catégories M_1 et N_1 et de 2,5 m/s^2 pour les véhicules des catégories M_2, M_3, N_2 et N_3.

5.3.7.1.2.1 La moyenne mobile, sur une durée d'une demi-seconde, de l'à-coup latéral produit par le système ne doit pas être supérieure à 5 m/s^3.

5.3.7.1.3 La stratégie utilisée par le système pour définir la vitesse appropriée et l'accélération latérale résultante doit être évaluée par l'autorité d'homologation de type, documents à l'appui.

5.3.7.1.4 S'il atteint les conditions limites visées au paragraphe 9.1.3, en l'absence de toute action du conducteur sur la commande de direction et si une roue avant du véhicule franchit involontairement une ligne de délimitation des voies, le système doit éviter toute perte soudaine de direction en continuant de fournir une assistance dans la mesure du possible, comme décrit dans le concept de sécurité du constructeur du véhicule. Le système doit informer clairement le conducteur de son état par un signal visuel ainsi que par un signal sonore ou haptique.

Pour les véhicules des catégories M_2, M_3, N_2 et N_3, cette prescription est considérée comme étant satisfaite si le véhicule est équipé d'un système d'avertissement de franchissement de ligne (LDWS) satisfaisant aux prescriptions techniques du Règlement ONU n° 130.

5.3.7.2 Manœuvre

5.3.7.2.1 Prescriptions générales

5.3.7.2.1.1 La manœuvre ne doit être déclenchée que si aucune perte de vigilance n'est détectée et si le conducteur :

a) A demandé au système de l'effectuer, dans le cas d'une manœuvre déclenchée par le conducteur ;

b) A confirmé que la manœuvre proposée par le système était nécessaire, dans le cas d'une manœuvre confirmée par le conducteur ;

c) Dispose d'un délai suffisant pour réagir, dans le cas d'une manœuvre déclenchée par le système.

Le système peut ne pas tenir compte de la perte de vigilance physique lorsque les demandes «mains sur le volant» sont suspendues.

5.3.7.2.1.2 Le système ne doit être autorisé à effectuer la manœuvre que si le véhicule est équipé de dispositifs de détection avant, latérale et arrière d'une portée suffisante aux fins de ladite manœuvre.

5.3.7.2.1.3 La manœuvre ne doit pas être déclenchée si un avertissement de perte de vigilance est en cours d'émission à l'intention du conducteur.

5.3.7.2.1.4 La manœuvre ne doit pas être déclenchée si un risque de collision avec un autre véhicule ou usager de la route est détecté sur la trajectoire que le véhicule équipé du système d'aide au contrôle prévoit d'emprunter pendant la manœuvre.

5.3.7.2.1.5 La manœuvre ne doit ni surprendre les autres usagers de la route ni les mettre en difficulté.

5.3.7.2.1.6 Dans la mesure du possible, la manœuvre doit s'effectuer en un seul mouvement continu.

5.3.7.2.1.7 La manœuvre doit être achevée sans retard excessif.

5.3.7.2.1.8 Une fois la manœuvre achevée, le système doit reprendre l'assistance au maintien du véhicule dans une position stable à l'intérieur de sa voie de circulation.

5.3.7.2.1.9 Si le véhicule est contraint de s'arrêter pendant une manœuvre prévue, le système doit émettre au minimum un signal visuel destiné à avertir le conducteur et peut demander à ce dernier de reprendre le contrôle du véhicule.

5.3.7.2.1.10 Le système doit indiquer aux autres usagers de la route les manœuvres de conduite assistées par le système (par exemple, lorsque le véhicule change de voie ou tourne à une intersection) conformément aux règles en vigueur ou à ce qui est spécifiquement défini dans le présent Règlement. Il doit notamment activer les feux indicateurs de direction de manière à avertir les usagers de la route de l'imminence d'une manœuvre latérale.

5.3.7.2.1.11 Le système doit garantir que le conducteur peut garder le contrôle de la manœuvre, conformément au paragraphe 5.3.6, en adaptant la vitesse longitudinale du véhicule avant et pendant la manœuvre si nécessaire.

5.3.7.2.1.12 La manœuvre doit tendre à ne pas provoquer de collision avec un autre véhicule ou usager de la route se trouvant sur la trajectoire que le véhicule prévoit d'emprunter pendant la manœuvre.

5.3.7.2.2 Prescriptions générales applicables aux manœuvres déclenchées par le conducteur

Les prescriptions du présent paragraphe et de ses sous-paragraphes s'appliquent aux fonctionnalités capables de réaliser des manœuvres déclenchées par le conducteur.

5.3.7.2.2.1 Le système ne déclenche la manœuvre que sur ordre explicite du conducteur sans demande préalable du système et s'il est possible de le faire en toute sécurité.

5.3.7.2.3 Prescriptions générales applicables aux manœuvres confirmées par le conducteur

Les prescriptions du présent paragraphe et de ses sous-paragraphes s'appliquent aux fonctionnalités capables de réaliser des manœuvres confirmées par le conducteur.

5.3.7.2.3.1 Les prescriptions énoncées au paragraphe 5.5.4.1.8 et ses sous-paragraphes s'appliquent. De plus, le système doit être conçu de manière à garantir que le conducteur dispose de suffisamment de temps pour confirmer la manœuvre, le cas échéant.

5.3.7.2.3.2 Toute demande de confirmation d'une manœuvre par le conducteur émise par le système doit au moins être indiquée par un signal (ou une combinaison de signaux) conformément au paragraphe 5.5.4.1.

5.3.7.2.3.3 En l'absence de confirmation par le conducteur, le système ne doit pas déclencher la manœuvre.

5.3.7.2.3.4 La manœuvre ne doit être proposée que si elle est justifiée.

5.3.7.2.3.5 Le système doit chercher à ne pas déclencher la manœuvre proposée, même si elle a déjà été confirmée par le conducteur, si les conditions suivantes ne sont pas remplies :

a) Le système détermine que la zone ou voie de destination ou la trajectoire que le véhicule empruntera sont dégagées ;

b) La manœuvre est toujours justifiée ;

c) Le système peut reprendre le contrôle du véhicule dans une position stable à l'intérieur de la zone ou voie de destination une fois la manœuvre achevée ;

d) Il est attendu que la manœuvre s'achève avant que le véhicule s'immobilise ; cette condition peut ne pas être respectée pour des raisons de sécurité ou pour céder le passage à d'autres usagers de la route ;

e) La zone ou voie de destination ne se trouve pas hors des limites de fonctionnement du système ;

f) Le système détecte que le conducteur a dirigé son regard dans la direction appropriée aux fins de la manœuvre proposée, dans un délai approprié avant le début de celle-ci.

5.3.7.2.3.6 Le système ne doit pas proposer de manœuvre qui contraindrait délibérément les autres usagers de la route à ralentir de manière déraisonnable ou incontrôlable ou à éviter le véhicule.

5.3.7.2.3.7 Le système doit chercher à ne pas déclencher de manœuvre qui serait susceptible d'enfreindre les instructions signalétiques ou les prescriptions fonctionnelles énoncées à la section 6.

5.3.7.2.3.8 Le système ne doit pas proposer de manœuvre qui conduirait le véhicule à franchir des lignes de délimitation si cela n'est pas autorisé.

5.3.7.2.4 Prescriptions générales applicables aux manœuvres déclenchées par le système

Les prescriptions du présent paragraphe et de ses sous-paragraphes s'appliquent aux fonctionnalités capables de réaliser des manœuvres déclenchées par le système.

5.3.7.2.4.1 Le système doit être conçu de manière à ce que le conducteur dispose d'un délai suffisant pour refuser la manœuvre annoncée par le système avant qu'elle ne soit exécutée, au moyen d'une commande aisément accessible, ou pour reprendre le contrôle du véhicule sans assistance, selon le cas.

Si le conducteur refuse une manœuvre, le système ne doit pas déclencher la même manœuvre, à moins que la situation n'évolue ou qu'il n'y ait un risque de collision imminente.

5.3.7.2.4.2 La manœuvre ne doit pas être déclenchée si le système a présenté au conducteur une demande «yeux sur la route» au cours des 7 secondes précédentes.

5.3.7.2.4.2.1 En outre, le constructeur doit mettre en œuvre d'autres stratégies permettant de s'assurer du niveau approprié de vigilance du conducteur avant le déclenchement de la manœuvre, et il doit les expliquer, documents à l'appui.

5.3.7.2.4.3 Le constructeur doit également décrire dans le concept de sécurité le comportement qu'adopte le système s'il détecte une perte de vigilance du conducteur au cours d'une manœuvre (par exemple, déclenchement d'une fonctionnalité visant à atténuer le risque, exécution complète de la manœuvre ou immobilisation du véhicule).

5.3.7.2.4.4 Une manœuvre ne doit être exécutée que si elle est justifiée (par exemple, pour arriver à la destination programmée, pour suivre le flux de la circulation ou à des fins de sécurité). Le constructeur doit expliquer dans la documentation dans quelles conditions de circulation le système peut déclencher des manœuvres.

5.3.7.2.4.5 Le système ne doit pas déclencher la manœuvre si les conditions décrites au paragraphe 5.3.7.2.3.5 ne sont pas remplies.

5.3.7.2.4.6 Le système doit chercher à ne pas déclencher de manœuvre qui contraindrait d'autres usagers de la route à décélérer de manière déraisonnable ou incontrôlable ou à éviter le véhicule.

5.3.7.2.4.7 Le système doit chercher à ne pas déclencher de manœuvre qui serait susceptible d'enfreindre les instructions signalétiques ou les prescriptions fonctionnelles énoncées à la section 6.

5.3.7.2.4.8 Le système ne doit pas déclencher de manœuvre qui conduirait le véhicule à franchir des lignes de délimitation si cela n'est pas autorisé.

5.3.7.2.4.9 Le système doit chercher à ne pas enfreindre les règles de priorité applicables dans le pays où circule le véhicule, si cela est pertinent pour la manœuvre.

5.3.7.2.4.10 Le système doit déclencher la manœuvre seulement s'il ne suspend pas les demandes «mains sur le volant» et si le véhicule circule sur autoroute (y compris sur une bretelle d'accès).

5.3.7.2.4.11 Lorsque le véhicule est à l'arrêt, une demande doit être adressée au conducteur pour qu'il confirme avoir lu et compris les documents d'information mentionnés au paragraphe 5.6. La demande doit être adressée au moins une fois par mois. Si le véhicule dispose d'un moyen de différencier les conducteurs, ce délai peut être porté à trois mois pour un conducteur donné. Si le véhicule peut établir qu'un conducteur a déjà répondu à la demande, elle ne doit pas lui être adressée de nouveau. S Si le véhicule peut établir que le conducteur actuel n'a pas répondu à la demande auparavant, elle doit lui être adressée au cours du cycle de conduite actuel.

5.3.7.2.5 Dispositions particulières applicables aux systèmes capables de réaliser des manœuvres qu'ils ont eux-mêmes déclenchées ou de suspendre les demandes «mains sur le volant»

5.3.7.2.5.1 Le système doit être conçu de manière à faire preuve d'anticipation dans ses interactions avec les autres usagers de la route, de façon à offrir un comportement stable et fluide ou à réduire les risques au minimum, selon le cas (par exemple, lorsque des situations critiques sont sur le point de se produire). Le respect de cette prescription est démontré, compte tenu des critères de fiabilité énoncés à l'appendice 4 de l'annexe 3, si le système est capable d'éviter une collision dans les scénarios ci-après :

a) Véhicule aval déboîtant brusquement, comme décrit au paragraphe 4.2.5.2.5 de l'annexe 4 ;

b) Véhicule situé dans la voie adjacente se rabattant brusquement, comme décrit au paragraphe 4.2.5.2.6 de l'annexe 4 ;

c) Véhicule aval ralentissant, comme décrit au paragraphe 4.2.5.2.4 de l'annexe 4.

5.3.7.2.5.2 Dans le cas où le maintien de la distance de sécurité par rapport au véhicule aval est temporairement perturbé (par exemple, si un véhicule effectue un rabattement serré ou si le véhicule aval ralentit), le véhicule doit réajuster la distance de sécurité dès que possible sans freiner brusquement, et pour cela appliquer des stratégies visant à contrer une instabilité en chaîne marquée, à moins qu'une manœuvre d'urgence s'impose.

5.3.7.2.5.3 Dispositions particulières relatives aux limites de fonctionnement du système

5.3.7.2.5.3.1 Lorsque le véhicule circule sur autoroute, le système doit chercher à réagir aux zones de travaux, aux rétrécissements ou aux fermetures de voies, aux péages et aux fins d'autoroute (par exemple en avertissant le conducteur, en émettant une alerte «reprise de contrôle» ou en continuant à fonctionner s'il en est capable).

5.3.7.2.5.3.2 Hors autoroute, si les manœuvres déclenchées par le système peuvent être activées, le système doit chercher à réagir aux situations pertinentes dans lesquelles le véhicule pourrait devoir s'arrêter, céder le passage ou changer de voie.

Si la situation pertinente s'inscrit dans le cadre de ses limites de fonctionnement, le système doit la gérer :

a) Soit en continuant de fournir une assistance au contrôle du déplacement latéral ou longitudinal du véhicule ;

b) Soit en proposant une manœuvre au conducteur ;

c) Soit en émettant une alerte «reprise de contrôle» ;

d) Soit en réalisant une manœuvre déclenchée par le système.

Si la situation pertinente signifie qu'une des limites de fonctionnement du système va être atteinte, le système doit émettre une alerte «reprise de contrôle».

5.3.7.2.5.3 Le système doit être capable de reconnaître les lignes de délimitation des voies applicables dans les pays où il peut être activé, décrites à l'annexe 3 de la série 01 ou d'une série ultérieure d'amendements au Règlement ONU n° 130.

5.3.7.3 Procédure applicable en cas d'indisponibilité du conducteur

5.3.7.3.1 Le système doit satisfaire aux prescriptions techniques et aux dispositions transitoires de la série 04 ou d'une série ultérieure d'amendements au Règlement ONU n° 79 en ce qui concerne la fonction d'atténuation des risques. Si, à la suite de l'émission d'une séquence d'avertissements de perte de vigilance en cascade telle que définie au paragraphe 5.5.4.2.6, le conducteur est considéré comme indisponible, le système doit activer en conséquence la fonction d'atténuation des risques, l'objectif étant que le véhicule soit immobilisé en toute sécurité.

5.3.7.3.2 Le système doit être conçu de manière à choisir une zone adéquate où immobiliser le véhicule, compte tenu des capacités du système et de la situation actuelle (par exemple, conditions de circulation, infrastructure routière), l'objectif étant de réduire les risques au minimum.

5.3.7.3.3 Si le système est équipé d'une fonctionnalité de changement de voie confirmé par le conducteur ou déclenché par le système, la fonction d'atténuation des risques doit être capable d'effectuer des changements de voie, conformément aux prescriptions techniques applicables aux systèmes destinés à immobiliser le véhicule en toute sécurité en dehors de sa voie de circulation énoncées dans la série 04 ou une série ultérieure d'amendements au Règlement ONU n° 79, lors d'une intervention sur autoroute, pour permettre au véhicule de rejoindre une zone d'immobilisation sur une voie plus lente ou une bande d'arrêt d'urgence.

5.3.7.4 Assistance au respect des limitations de vitesse

5.3.7.4.1 Le système doit chercher à déterminer quelle est la vitesse autorisée sur la voie dans laquelle circule le véhicule.

5.3.7.4.2 Le système doit afficher en permanence à l'intention du conducteur la limite de vitesse sur route qu'il a déterminée.

5.3.7.4.3 Le système et ses fonctionnalités ne doivent fournir une assistance que dans la plage de vitesses pour laquelle ils ont été conçus.

5.3.7.4.4 La vitesse maximale à laquelle le système et ses fonctionnalités fournissent une assistance ne doit pas être supérieure à la vitesse maximale autorisée dans le pays où le véhicule circule.

5.3.7.4.5 La vitesse maximale actuellement appliquée à laquelle le système peut fournir une assistance doit être déterminée à partir :

a) De la vitesse maximale définie par le conducteur ; ou

b) De la limite de vitesse sur route déterminée par le système.

5.3.7.4.6 Le système doit contrôler automatiquement la vitesse du véhicule de sorte qu'elle ne dépasse pas la vitesse maximale actuellement appliquée.

5.3.7.4.7 Le système doit permettre au conducteur de définir une vitesse maximale dans la plage de vitesses pour laquelle le système est conçu.

5.3.7.4.7.1 Si la vitesse du véhicule dépasse la limite de vitesse sur route déterminée par le système, celui-ci doit émettre au minimum un signal visuel d'une durée appropriée à l'intention du conducteur.

5.3.7.4.7.2 Le système peut comporter une fonctionnalité permettant au conducteur de confirmer ou de rejeter toute modification de la vitesse maximale actuellement appliquée avant que le système ne procède automatiquement à ladite modification.

5.3.7.4.7.3 En cas de modification de la limite de vitesse sur route déterminée par le système, les dispositions ci-après s'appliquent.

5.3.7.4.7.3.1 Le conducteur doit recevoir au moins un signal acoustique ou haptique, qu'il peut désactiver de manière permanente.

5.3.7.4.7.3.2 Si la vitesse maximale actuellement appliquée a été définie par le conducteur avant la modification et est inférieure à la précédente limite de vitesse sur route déterminée par le système ainsi qu'à la nouvelle limite de vitesse sur route déterminée par le système, elle ne doit pas automatiquement passer à la nouvelle limite de vitesse sur route déterminée par le système.

5.3.7.4.7.3.3 Si la nouvelle vitesse sur route déterminée par le système est inférieure à la vitesse maximale actuellement appliquée, celle-ci doit automatiquement passer à la nouvelle limite de vitesse sur route déterminée par le système.

5.3.7.4.7.3.4 Pour les cas qui ne sont pas spécifiquement visés dans les dispositions ci-dessus, le constructeur doit montrer à l'autorité d'homologation de type, documents à l'appui, quel comportement le système adopte en cas de modification de la limite de vitesse sur route déterminée par le système.

5.3.7.4.8 Le conducteur doit pouvoir contrôler toute modification de la vitesse du véhicule déclenchée par le système en raison d'une modification de la limite de vitesse sur route déterminée par le système.

5.3.7.4.9 Le système ne doit pas permettre au conducteur de définir un écart par défaut de telle sorte que la vitesse maximale actuellement appliquée dépasserait la limite de vitesse sur route déterminée par le système.

5.3.7.4.10 Des marges de tolérance raisonnables sur le plan technique (liées par exemple à l'imprécision de l'indicateur de vitesse) peuvent être appliquées aux seuils d'avertissement et à la plage de vitesses pour laquelle le système est conçu et doivent être déclarées par le constructeur à l'autorité d'homologation de type.

5.3.7.4.11 Les dispositions du paragraphe 5.3.7.4 sont sans préjudice des réglementations nationales ou régionales relatives aux limitations de vitesse.

5.3.7.5 Assistance au maintien de la distance de sécurité

5.3.7.5.1 Le système doit aider le conducteur à respecter les distances de sécurité prescrites par les règles de circulation nationales.

5.3.7.5.1.1 Pour les véhicules de catégories M_1 et N_1, les prescriptions énoncées au paragraphe 5.3.7.5.1 sont considérées comme étant satisfaites si l'une quelconque des dispositions ci-après est respectée.

5.3.7.5.1.1.1 S'il est en mode «actif», le système doit indiquer en permanence au conducteur le réglage actuel de la distance de sécurité.

5.3.7.5.1.1.2 Si le système est activé pour la première fois après activation de la chaîne de traction ([3]), il doit informer le conducteur, le cas échéant, que l'intervalle de temps correspondant à la distance de sécurité est inférieur à 2 secondes.

5.4 Réaction du système aux défaillances détectées

5.4.1 Lorsqu'il est activé, le système doit être capable de détecter les défaillances de nature électrique ou non électrique (par exemple, blocage d'un capteur, défaut d'alignement) compromettant sa sécurité de fonctionnement ou celle de ses fonctionnalités, et d'y réagir.

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 en toute sécurité, conformément au concept de sécurité du constructeur.

Le système doit réduire progressivement le niveau d'assistance qu'il fournit ou que fournissent la ou les fonctionnalités concernées s'il est possible de le faire en toute sécurité, et en informer le conducteur conformément au paragraphe 5.5.4.1.

5.4.2.1 En cas de défaillance de la totalité du système, celui-ci doit passer en mode «arrêt» au moment où l'assistance est interrompue, et émettre au minimum un signal d'avertissement visuel d'une durée appropriée à l'intention du conducteur.

5.4.2.2 La défaillance du système doit être indiquée au conducteur au minimum au moyen d'un signal visuel, à moins que le système ne soit en mode «arrêt».

5.4.3 Le constructeur doit prendre des mesures adaptées (conformément au paragraphe 5.3.6) afin de garantir que le conducteur peut garder le contrôle du véhicule malgré les défaillances du système.

5.4.4 Si la défaillance ne concerne que certaines fonctionnalités, le système peut continuer à être utilisé, à condition que les fonctionnalités restantes respectent les prescriptions du présent Règlement.

5.4.4.1 Les fonctionnalités restantes ou l'absence de certaines fonctionnalités à la suite de la défaillance doivent être indiquées au conducteur par des moyens visuels facilement compréhensibles.

5.4.4.2 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. Ces éléments doivent être évalués conformément à l'annexe 3.

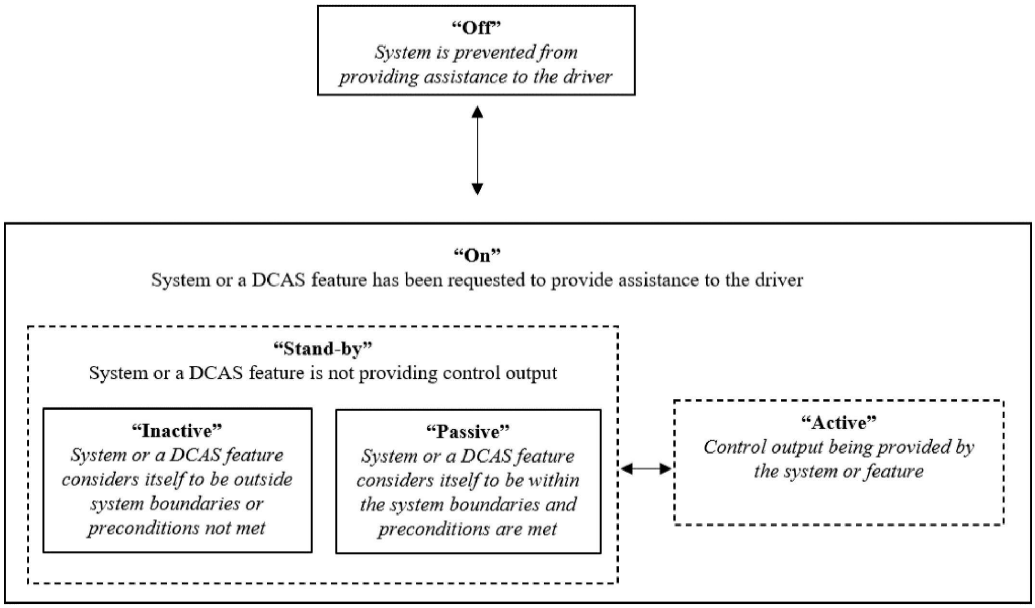
5.4.5 Si le conducteur tente de mettre le système ou l'une de ses fonctionnalités en mode «marche» alors qu'ils sont indisponibles en raison d'une défaillance, le système doit l'avertir de l'existence de la défaillance et de l'indisponibilité du système ou de la fonctionnalité.

5.5 Interface humain-machine (IHM)

([3]) Selon les définitions figurant dans la Résolution mutuelle n° 2 (R.M.2) de l'Accord de 1958 et de l'Accord de 1998 (contenant des définitions des systèmes de propulsion des véhicules), document ECE/TRANS/WP.29/1121.

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 en mode «actif» (elles génèrent des commandes) soit en mode «veille» (elles ne génèrent pas de commandes), tandis que d'autres peuvent rester en mode «arrêt» et être commandées par d'autres moyens.

5.5.2.2 Si le conducteur met le système en mode «arrêt», il ne doit pas y avoir de transition automatique vers un système contrôlant le déplacement longitudinal ou latéral du véhicule de manière continue.

5.5.2.3 Lorsque le système d'aide au contrôle du véhicule est en mode «actif», l'assistance continue au contrôle du déplacement longitudinal et latéral du véhicule ne doit pas être assurée par un autre 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.

5.5.2.4 L'IHM doit être conçue de manière à ne pas entraîner de confusion avec les modes d'autres systèmes dont le véhicule est équipé.

5.5.2.4.1 Sans préjudice des dispositions du Règlement ONU n° 121, les commandes du système d'aide au contrôle du véhicule doivent être clairement désignées et reconnaissables (par exemple, par la taille, la forme, la couleur, le type, l'action ou l'espacement) de façon à permettre uniquement les interactions appropriées. La présente disposition vise à favoriser une utilisation correcte des commandes ; elle n'a pas pour but d'interdire les commandes ayant plusieurs fonctions.

5.5.3 Activation, désactivation et neutralisation par le conducteur

5.5.3.1 Le système doit par défaut être en mode «arrêt» à chaque activation de la chaîne de traction, quel que soit le mode précédemment sélectionné par le conducteur.

Un redémarrage (ou un nouveau cycle de fonctionnement) qui survient automatiquement en raison, par exemple, du fonctionnement d'un système arrêt-démarrage automatique n'est pas considéré comme une «activation de la chaîne de traction» au sens du présent Règlement.

5.5.3.2 Activation

5.5.3.2.1 Au plus tard lorsqu'il passe pour la première fois en mode «actif» après activation de la chaîne de traction, le système doit afficher une information visuelle demandant au conducteur de rester concentré sur la tâche de conduite pendant que le système est utilisé.

5.5.3.2.2 Le système ne doit passer du mode «arrêt» au mode «marche» qu'après une action délibérée du conducteur.

5.5.3.2.3 Le système ou ses fonctionnalités ne doivent passer en mode «actif» que si toutes les conditions ci-dessous sont satisfaites :

a) Le conducteur est assis à son poste de conduite et sa ceinture de sécurité est attachée ;

b) Le système est capable de surveiller toute perte de vigilance du conducteur au cours de la tâche de conduite ;

c) Aucune défaillance compromettant la sécurité de fonctionnement du système n'a été détectée ;

d) Le système n'a pas détecté de dépassement de ses limites de fonctionnement ou de celles de l'une de ses fonctionnalités ;

e) D'autres systèmes de sécurité au sens du paragraphe 5.2 sont opérationnels.

Le cas échéant, le constructeur doit préciser dans la documentation les autres conditions préalables au passage du système ou de ses fonctionnalités en mode «actif».

5.5.3.3 Désactivation

5.5.3.3.1 Le conducteur doit pouvoir passer le système en mode «arrêt» à tout moment.

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 Si le système ou l'une de ses fonctionnalités a détecté que les conditions préalables à son maintien en mode «actif» ne sont plus satisfaites, le système ou la fonctionnalité doit arrêter de générer des commandes rapidement et en toute sécurité, soit en passant en mode «veille», soit en passant en mode «arrêt», sauf disposition contraire du présent Règlement.

5.5.3.3.4 Le système ne doit pas reprendre, sans action du conducteur, le contrôle du déplacement longitudinal du véhicule si celui-ci s'est immobilisé après l'intervention d'un système d'assistance en cas d'urgence (par exemple, système actif de freinage d'urgence).

5.5.3.4 Neutralisation par le conducteur

5.5.3.4.1 Le système ou la fonctionnalité peut rester en mode «actif» pendant la période de neutralisation à condition que la priorité soit donnée aux actions du conducteur.

5.5.3.4.1.1 Une action du conducteur sur la commande de freinage entraînant une décélération plus élevée que celle déterminée par le système doit neutraliser et suspendre l'assistance au contrôle du déplacement longitudinal du véhicule fournie par le système pendant la période de neutralisation.

5.5.3.4.1.1.1 Le système ne doit pas reprendre l'assistance au contrôle du déplacement longitudinal du véhicule sans une action distincte du conducteur, mais il peut fournir une assistance au contrôle du déplacement longitudinal du véhicule visant à éviter que le véhicule ne se trouve à des distances inappropriées des autres usagers de la route.

Si l'intervention du conducteur entraîne une réduction de la vitesse de 30 km/h ou moins en 2 secondes, le système peut reprendre l'assistance au contrôle du déplacement longitudinal du véhicule sans une action distincte du conducteur.

5.5.3.4.1.1.2 Après la reprise de l'assistance au contrôle du déplacement longitudinal du véhicule, le système peut accélérer jusqu'à la vitesse maximale actuellement appliquée. Le taux d'augmentation de l'accélération doit être progressif (c'est-à-dire qu'il doit y avoir peu d'à-coups) et contrôlable conformément au paragraphe 5.3.6.

5.5.3.4.1.2 Une action du conducteur sur la commande d'un système de freinage quelconque (par exemple, frein de service, frein de stationnement) visant à maintenir le véhicule à l'arrêt doit neutraliser l'assistance au contrôle du déplacement longitudinal du véhicule fournie par le système.

5.5.3.4.1.3 Une action du conducteur sur l'accélérateur entraînant une accélération plus élevée que celle déterminée par le système doit neutraliser l'assistance au contrôle du déplacement longitudinal fournie par le système. Le système doit reprendre l'assistance au contrôle du déplacement longitudinal sur la base de la vitesse maximale actuellement appliquée.

5.5.3.4.1.4 Une action du conducteur sur la commande de direction doit neutraliser toute fonctionnalité du système associée à l'assistance au contrôle du déplacement latéral du véhicule. La force à exercer sur la commande de direction pour neutraliser l'assistance ne doit pas être supérieure à 50 N. Le système peut autoriser le conducteur à effectuer des corrections mineures du déplacement latéral (par exemple, pour éviter un nid-de-poule).

5.5.3.4.1.4.1 Si le conducteur neutralise le système pendant que celui-ci réalise une manœuvre, la manœuvre doit être interrompue sauf si l'action du conducteur sur la commande de direction vise à faciliter la manœuvre prévue ou à effectuer des corrections mineures du déplacement latéral.

5.5.3.4.1.5 Si, conformément au paragraphe 5.3.7.4.4, le système n'est plus autorisé à fournir d'assistance au contrôle du déplacement longitudinal ou latéral du véhicule à la suite d'une neutralisation par le conducteur, il doit être conçu de manière à garantir la contrôlabilité de ces phases de fonctionnement (par exemple, le contrôle du déplacement latéral ne doit pas être interrompu tant qu'une perte de vigilance physique est détectée chez le conducteur).

5.5.4 Informations destinées au conducteur, perte de vigilance du conducteur et stratégies d'avertissement

5.5.4.1 Informations destinées au conducteur

5.5.4.1.1 Le système doit informer ou avertir le conducteur :

a) De son état ou de l'état de ses fonctionnalités : mode «veille» (le cas échéant), mode «actif» ;

b) Du statut de toute manœuvre en cours (par exemple, déclenchement, annulation ou reprise après immobilisation du véhicule au cours de la manœuvre) ;

c) Du fait que celui-ci doit effectuer une action particulière (par exemple, reprendre le contrôle ou utiliser les dispositifs de vision indirecte) ;

d) Du fait que, alors qu'il était en mode «actif», il a détecté qu'une de ses limites de fonctionnement avait été atteinte, à moins que cette information ne soit couverte par l'alinéa a) ;

e) Du fait qu'il a détecté qu'une de ses limites de fonctionnement allait être atteinte ;

f) Du fait qu'il a détecté des défaillances le concernant ou concernant ses fonctionnalités, à moins qu'il ne soit en mode «arrêt» ;

g) Des 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 sans ambiguïté et opportuns et ne doivent pas prêter à confusion.

5.5.4.1.3 Les messages et signaux émis par le système doivent être de type visuel, sonore ou haptique, ou une combinaison appropriée des trois, en fonction des circonstances.

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 émis par le système dans la documentation.

5.5.4.1.5 Les messages et signaux émis par le système doivent être conçus de manière à favoriser activement la compréhension, par le conducteur, de l'état et des capacités du système ainsi que des tâches et responsabilités qui lui incombent.

5.5.4.1.6 Les messages et signaux émis par le système doivent permettre au conducteur de mieux appréhender les commandes que le système prévoit de générer.

5.5.4.1.7 L'indication de l'état général du système doit pouvoir être distinguée sans ambiguïté de l'indication de l'état de tout autre système de conduite automatisé dont le véhicule est équipé.

5.5.4.1.8 Messages et signaux émis par le système concernant les manœuvres confirmées par le conducteur

5.5.4.1.8.1 Le système doit informer le conducteur par des moyens visuels de toute manœuvre proposée. Dans le cas d'une série de manœuvres, le système doit présenter les informations sous forme de suite cohérente que le conducteur puisse comprendre. Le constructeur doit démontrer à l'autorité d'homologation de type que ces informations sont transmises en temps voulu au conducteur de sorte que celui-ci puisse y réagir de manière appropriée.

5.5.4.1.8.2 Les feux indicateurs de direction ne doivent pas être considérés comme permettant de satisfaire à cette prescription.

5.5.4.1.8.3 Les signaux et les messages émis par le système doivent être conçus de manière à éviter que le conducteur ne s'appuie trop sur eux ou ne les utilise à mauvais escient.

5.5.4.1.9 Messages et signaux émis par le système concernant les manœuvres déclenchées par le système

5.5.4.1.9.1 Les dispositions du paragraphe 5.5.4.1.8 s'appliquent également.

5.5.4.1.9.2 Le système doit chercher, avant le déclenchement d'une manœuvre prévue, à transmettre les informations suffisamment à l'avance pour permettre au conducteur de comprendre la manœuvre et les conditions de circulation, compte tenu de la complexité de la manœuvre et du nombre d'autres usagers de la route présents. S'il y a un risque de collision imminente ou si les informations sont susceptibles d'être contradictoires avec celles transmises concernant une manœuvre en cours, le délai peut être raccourci et le système doit informer le conducteur par des moyens visuels le plus tôt possible.

En outre, le déclenchement d'une procédure de changement de voie doit être annoncé par une autre forme de signal à moins que le système ait évalué que le conducteur a regardé l'information visuelle.

5.5.4.1.9.3 Sous réserve qu'il soit capable de réaliser des manœuvres qu'il a lui-même déclenchées, le système doit indiquer au conducteur si, pour le mode de fonctionnement en question, les manœuvres peuvent être déclenchées automatiquement ou uniquement à l'initiative du conducteur ou avec sa confirmation.

5.5.4.2 Surveillance du niveau de vigilance du conducteur et stratégie d'avertissement

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, documents à l'appui, lors de l'inspection du concept 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 Surveillance de la perte de vigilance du conducteur

Le système doit être muni de dispositifs permettant de détecter correctement une perte de vigilance du conducteur, comme indiqué dans les paragraphes ci-après.

5.5.4.2.1.1 Le système doit surveiller toute perte de vigilance physique (conformément au paragraphe 5.5.4.2.4) et visuelle (conformément au paragraphe 5.5.4.2.5) chez le conducteur.

5.5.4.2.1.2 S'il est momentanément impossible de détecter une perte de vigilance visuelle, le système ne doit pas faire sortir le véhicule de la voie dans laquelle il circule.

5.5.4.2.2 Prescriptions générales relatives aux avertissements en cas de perte de vigilance du conducteur

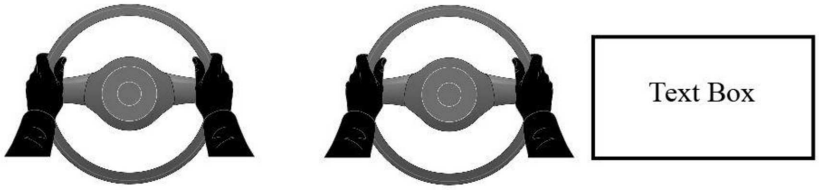
5.5.4.2.2.1 L'avertissement doit aider le conducteur à entreprendre les actions requises pour revenir à un niveau de vigilance adapté à la tâche de conduite.

5.5.4.2.2.3 La stratégie d'avertissement et d'avertissements en cascade doit tenir compte des stratégies d'avertissement des systèmes d'assistance en cas d'urgence qui sont eux aussi activés (par exemple, système actif de freinage d'urgence) et les hiérarchiser.

5.5.4.2.3 Types d'avertissement

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 constante (continue ou intermittente) semblable à celle présentée dans l'exemple ci-dessous.



Example 1. Example 2.

5.5.4.2.3.1.2 Une demande «mains sur le volant» est, au minimum, considérée comme confirmée une fois que le conducteur a retrouvé un niveau de vigilance physique adapté.

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 être une information visuelle constante et au moins une autre forme de signal qui sont claires et facilement perceptibles, à moins qu'il puisse être confirmé que le conducteur a regardé l'information visuelle.

5.5.4.2.3.2.2 Une demande «yeux sur la route» est, au minimum, considérée comme confirmée une fois que le conducteur a retrouvé un niveau de vigilance visuelle adapté, conformément au paragraphe 5.5.4.2.5.

5.5.4.2.3.3 Alerte «reprise de contrôle»

5.5.4.2.3.3.1 L'alerte «reprise de contrôle» doit indiquer clairement et de manière bien visible au conducteur qu'il doit immédiatement reprendre le contrôle au moins du déplacement latéral du véhicule. Elle doit comporter un avertissement visuel et au moins une autre forme de signal qui sont clairs et facilement perceptibles.

5.5.4.2.3.3.2 Une alerte «reprise de contrôle» est, au minimum, considérée comme confirmée une fois que le conducteur a repris le contrôle du véhicule comme demandé, sans assistance continue au contrôle du déplacement latéral.

5.5.4.2.4 Évaluation de la perte de vigilance physique

5.5.4.2.4.1 On considère qu'il y a perte de vigilance physique si le conducteur a retiré ses mains de la commande de direction.

5.5.4.2.5 Évaluation de la perte de vigilance visuelle

5.5.4.2.5.1 Le système de surveillance du niveau de vigilance du conducteur doit détecter toute perte de vigilance visuelle au minimum à partir du regard de celui-ci. La position de la tête du conducteur peut aussi être utilisée si son regard ne peut temporairement pas être détecté, ou si cela permet de détecter plus rapidement la perte de vigilance.

5.5.4.2.5.2 On considère qu'il y a perte de vigilance visuelle si le regard du conducteur ou sa tête, selon le cas, ne sont pas dirigés vers une zone pertinente pour la tâche de conduite.

Le constructeur doit préciser, dans la documentation fournie à l'autorité d'homologation de type, quelles sont les zones pertinentes pour la tâche de conduite et le moment où elles le sont. Aux fins de l'évaluation de la perte de vigilance visuelle, le tableau de bord n'est pas considéré comme une zone pertinente pour la tâche de conduite.

5.5.4.2.5.2.1 On considère qu'il y a vigilance visuelle ou retour à un niveau de vigilance adapté si le regard ou la tête du conducteur, selon le cas, change de direction et est réorienté vers une zone pertinente pour la tâche de conduite pendant une durée suffisante, en fonction de la situation. Cette durée doit être d'au moins 200 millisecondes.

5.5.4.2.5.2.2 Le constructeur doit préciser, dans la documentation fournie à l'autorité d'homologation de type, quelle est la durée suffisante en fonction de la situation.

5.5.4.2.5.3 Le système doit être conçu de manière à détecter les situations dans lesquelles le conducteur effectue des mouvements successifs et brefs du regard ou de la tête et à y réagir (par exemple, délai de retour à un niveau de vigilance adapté plus long ou émission immédiate d'une demande «yeux sur la route»). Cette fonctionnalité doit être expliquée par le constructeur à l'autorité d'homologation de type, documents à l'appui.

5.5.4.2.6 Séquence d'avertissements en cascade

En fonction du concept de sécurité du système, la séquence d'avertissements en cascade décrite ci-dessous peut commencer à n'importe quel niveau d'avertissement, sauter l'un ou l'autre des niveaux d'avertissement et entraîner l'émission d'avertissements simultanés ou la suppression ou l'émission différée de certains avertissements si un autre avertissement est déjà actif.

5.5.4.2.6.1 Demandes «mains sur le volant»

5.5.4.2.6.1.1 À des vitesses supérieures à 10 km/h, une demande «mains sur le volant» doit être émise au plus tard si l'on considère qu'il y a perte de vigilance physique pendant plus de 5 secondes. Toutefois, la demande peut être différée de 5 secondes au maximum tant que le système peut confirmer qu'il n'y a pas de perte de vigilance visuelle.

5.5.4.2.6.1.2 Si la perte de vigilance se poursuit, une nouvelle demande «mains sur le volant» est émise en cascade au plus tard 10 secondes après la première demande. La nouvelle demande doit contenir des informations acoustiques ou haptiques supplémentaires.

5.5.4.2.6.1.3 L'émission d'une demande «mains sur le volant» peut être suspendue conformément aux dispositions du paragraphe 5.5.4.2.6.5.

5.5.4.2.6.1.4 Le système doit être conçu de manière à prévenir tout abus (par exemple, éviter que le conducteur, en réponse à une demande «mains sur le volant», bouge légèrement le volant sans revenir, comme le demande le système, à un niveau de vigilance physique adapté).

5.5.4.2.6.2 Demandes «yeux sur la route»

5.5.4.2.6.2.1 À des vitesses supérieures à 10 km/h, une demande «yeux sur la route» doit être émise au plus tard si l'on considère qu'il y a perte de vigilance visuelle pendant 5 secondes.

5.5.4.2.6.2.2 Après une demande «yeux sur la route», si le système considère que le conducteur est revenu à un niveau de vigilance visuelle adapté conformément au paragraphe 5.5.4.2.5.2.1 et qu'il y a de nouveau perte de vigilance visuelle pendant au moins 1 seconde au cours des 2 secondes qui suivent, une nouvelle demande «yeux sur la route» doit être émise immédiatement.

5.5.4.2.6.2.3 Si la perte de vigilance visuelle se poursuit, une nouvelle demande «yeux sur la route» doit être émise en cascade, avec une intensité accrue, au plus tard 3 secondes après la première demande, conformément à la stratégie d'avertissement. La nouvelle demande doit toujours contenir des informations acoustiques et/ou haptiques.

5.5.4.2.6.3 Alertes «reprise de contrôle»

5.5.4.2.6.3.1 Au plus tard 5 secondes après l'émission en cascade d'une nouvelle demande «yeux sur la route», une alerte «reprise de contrôle» doit être émise à l'intention du conducteur.

5.5.4.2.6.4 Transition vers la procédure applicable en cas d'indisponibilité du conducteur

5.5.4.2.6.4.1 Si le système établit que la perte de vigilance du conducteur se poursuit après les avertissements en cascade, il doit déclencher la procédure applicable en cas d'indisponibilité du conducteur au plus tard 10 secondes après la première émission d'une nouvelle demande ou de l'alerte «reprise de contrôle».

5.5.4.2.6.5 Suspension des demandes «mains sur le volant»

Le système peut suspendre les demandes «mains sur le volant» lorsque le véhicule circule sur autoroute à une vitesse allant jusqu'à 130 km/h. Comme indiqué au paragraphe 5.3.5.2, le constructeur doit présenter de manière détaillée, dans la documentation requise à la section 9, les limites de fonctionnement dans lesquelles les demandes «mains sur le volant» peuvent être suspendues.

Lorsque ce mode de fonctionnement est activé, les sous-paragraphes ci-après s'appliquent.

5.5.4.2.6.5.1 Si le système détecte qu'une des limites de fonctionnement nécessitant l'émission d'une demande «mains sur le volant» va être atteinte, ladite demande doit être émise au plus tard 5 secondes avant que la ou les limites de fonctionnement soient atteintes.

Si la situation n'est pas détectée 5 secondes à l'avance, une alerte «reprise de contrôle» doit être émise, à moins que le système ne continue de fournir une assistance au contrôle du déplacement latéral une fois que le conducteur est revenu à un niveau de vigilance physique adapté. Si le système n'émet pas d'alerte «reprise de contrôle», il doit émettre une demande «mains sur le volant» dès qu'il détecte qu'une ou plusieurs limites de fonctionnement vont être atteintes.

Outre les prescriptions du paragraphe 5.3.6, la contrôlabilité des situations qui ne sont pas détectées 5 secondes à l'avance doit être démontrée par le constructeur à l'autorité d'homologation de type lors de l'inspection du concept de sécurité.

5.5.4.2.6.5.2 Le système doit émettre une demande «mains sur le volant» ou une alerte «reprise de contrôle», selon le cas, lorsque les limites de fonctionnement du système sont atteintes à la suite d'une neutralisation du contrôle du déplacement longitudinal par une action du conducteur sur la commande d'accélérateur.

5.5.4.2.6.5.3 Si le système est capable de réprimer une action sur la commande d'accélérateur afin d'éviter que ses limites de fonctionnement ne soient dépassées, le conducteur doit pouvoir le neutraliser.

5.5.4.2.6.5.4 Nonobstant les dispositions du paragraphe 5.5.4.2.6.2.1, une demande «yeux sur la route» doit être émise lorsque le système considère qu'il y a perte de vigilance visuelle du conducteur pendant au plus la durée indiquée dans le tableau ci-dessous.

Vitesse du véhicule (en km/h)	Délai maximal d'émission d'une demande «yeux sur la route» (en s)
130 km/h	3,5
De 10 à 60 km/h	5,0

Si la vitesse du véhicule est comprise entre 60 et 130 km/h, le délai correspondant d'émission d'une demande «yeux sur la route» doit être calculé par interpolation linéaire.

5.5.4.2.6.5.5 Le système doit être conçu de manière à repérer si le regard du conducteur n'a pas changé de direction (ou si la tête du conducteur n'a pas changé de position, si celle-ci est utilisée pour déterminer le niveau de vigilance visuelle) pendant une longue période. Dans ce cas, une demande «yeux sur la route» doit être émise. Ces stratégies doivent être expliquées par le constructeur à l'autorité d'homologation de type, documents à l'appui.

5.5.4.2.6.5.6 Le système doit indiquer au conducteur si, à un moment donné, les demandes «mains sur le volant» sont suspendues ou non, par un moyen clairement reconnaissable. Le signal servant à transmettre cette information doit être conçu de manière à ne pas encourager activement le conducteur à lâcher la commande de direction (autrement dit, un signal représentant un volant sans mains n'est pas considéré comme contraire à la présente prescription).

5.5.4.2.7 Autres stratégies de détection de la perte de vigilance et assistance au retour à un niveau de vigilance adapté

Le système de surveillance du niveau de vigilance du conducteur doit être doté de stratégies permettant d'évaluer s'il y a perte de vigilance du conducteur dans le cas où celui-ci n'aurait pas effectué d'action pendant une longue période (par exemple, vérification de l'absence de somnolence), et de prendre les mesures adaptées.

5.5.4.2.8 Perte de vigilance répétée ou prolongée

5.5.4.2.8.1 Le système doit être désactivé pendant au moins 30 minutes quand la chaîne de traction est activée et s'il est détecté que le niveau de vigilance du conducteur est insuffisant.

5.5.4.2.8.2 On considère que le niveau de vigilance du conducteur est insuffisant :

a) Si la procédure applicable en cas d'indisponibilité du conducteur est déclenchée une fois ;

b) Si au plus 2 alertes «reprise de contrôle» sont émises lorsque le niveau de vigilance du conducteur est insuffisant pendant une longue période ;

c) Si au plus 3 demandes de retour à un niveau de vigilance adapté sont émises en cascade ;

Pour les alinéas a) et b), la comptabilisation repart de zéro quand le système n'est plus désactivé.

Pour l'alinéa c), la comptabilisation a lieu sur un intervalle glissant de 30 minutes lorsque la chaîne de traction est activée.

5.5.4.2.8.3 On considère également que le niveau de vigilance du conducteur est insuffisant si des demandes «yeux sur la route» ou «mains sur le volant» sont émises de manière répétée en raison d'une perte de vigilance du conducteur sur une période donnée. Le nombre d'avertissements et l'intervalle de temps pendant lequel ceux-ci sont comptabilisés doivent être définis par le constructeur, qui doit les justifier devant l'autorité d'homologation de type.

5.5.4.2.8.4 Si le système est désactivé parce que le niveau de vigilance du conducteur est insuffisant, au plus tard lorsque la chaîne de traction est désactivée, le système doit demander au conducteur de lire les documents d'information mentionnés au paragraphe 5.6.

5.6 Documents d'information destinés au conducteur

En plus du manuel d'utilisation, le constructeur doit fournir gratuitement des informations claires et faciles d'accès (par exemple, documentation, vidéos ou site Web) concernant l'utilisation du système sur un type de véhicule donné.

Les informations doivent porter au moins sur les aspects ci-dessous, et une terminologie compréhensible par le grand public doit être employée :

a) Rappel des responsabilités incombant au conducteur et de la bonne utilisation du système ;

b) Explication de la manière dont le système et ses fonctionnalités fournissent une assistance au conducteur et de l'étendue de cette assistance ;

c) Capacités et limites du système ;

d) Limites de fonctionnement du système ;

e) Modes de fonctionnement et passage d'un mode à l'autre ;

f) Transition vers d'autres systèmes d'assistance ou d'autres systèmes automatisés, le cas échéant ;

g) Détection de la perte 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 si le système atteint ses limites de fonctionnement ;

v) Comportement du véhicule si le système dépasse ses limites de fonctionnement ;

vi) Informations sur les défaillances du système ;

vii) Informations sur la transition vers d'autres systèmes d'assistance ou d'autres systèmes 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. Spécifications supplémentaires concernant les fonctionnalités 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, dans la mesure où elles sont applicables à la conception du système et pertinentes pour le concept de sécurité, s'il est utilisé dans le respect de ses limites de fonctionnement conformément au paragraphe 5.3.5.2.

6.1 Prescriptions particulières relatives au positionnement dans la voie de circulation

6.1.1 Augmentation de la dynamique latérale

6.1.1.1 Nonobstant les prescriptions du paragraphe 5.3.7.1.2, pour les véhicules de catégories M_1 et N_1, la fonctionnalité peut être autorisée à générer des accélérations latérales supérieures à 3 m/s^2 (par exemple, afin de ne pas perturber la circulation), sous réserve que les conditions suivantes soient remplies :

a) Le système informe le conducteur par des moyens visuels de la situation de conduite imminente ou en cours qui est susceptible d'induire une accélération latérale supérieure à 3 m/s^2 ;

b) Aucun avertissement de perte de vigilance n'est en cours d'émission à l'intention du conducteur ;

c) Le fonctionnement du système reste prévisible et contrôlable conformément au paragraphe 5.3.6 ;

d) Le véhicule circule à une vitesse inférieure ou égale à la limite de vitesse sur route déterminée par le système ; et

e) Il n'y a pas perte de vigilance physique du conducteur.

Si l'une de ces conditions n'est plus remplie, le système met en œuvre des stratégies destinées à garantir la contrôlabilité.

6.1.1.2 Le constructeur doit démontrer à l'autorité d'homologation de type la manière dont les prescriptions du paragraphe 6.1.1.1 sont appliquées dans la conception du système.

6.1.2 Réduction de voie et bretelles d'accès aux autoroutes

6.1.2.1 S'il est capable de fournir une assistance en cas de réduction de voie, le système doit chercher à détecter les situations dans lesquelles la voie sur laquelle circule le véhicule rejoint une autre voie de circulation (y compris les bretelles d'accès) et doit être conçu de manière à assurer un fonctionnement en toute sécurité dans de telles situations, en tenant compte des usagers de la route sur la voie adjacente. Si le système est conçu de manière à réagir à une telle situation en effectuant une manœuvre, celle-ci doit être conforme aux dispositions du présent Règlement.

6.1.3 Changement de voie afin de former un couloir d'accès destiné aux véhicules de secours et aux véhicules des forces de l'ordre

6.1.3.1 S'il 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 faire quitter au véhicule la voie sur laquelle il circule afin de former (par anticipation) un tel couloir qu'à condition que pareille pratique soit prescrite et autorisée par les règles de circulation nationales.

6.1.3.2 Lors de la formation d'un couloir d'accès, 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.

6.1.3.3 Le véhicule doit revenir entièrement sur sa voie de circulation initiale une fois que la situation ayant nécessité la formation d'un couloir d'accès a pris fin.

6.1.4 Positionnement dans la voie en l'absence de lignes de délimitation

6.1.4.1 Si le système est conçu pour assurer le positionnement du véhicule dans la voie en l'absence de lignes de délimitation, il doit utiliser d'autres sources d'information afin de déterminer avec précision le tracé de la voie et de suivre une trajectoire appropriée en tenant compte des autres usagers de la route.

6.2 Prescriptions particulières relatives aux changements de voie

6.2.1 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 pour évaluer le caractère critique ou non de ce changement de voie.

6.2.2 Un changement de voie ne peut être effectué en direction d'une voie destinée à la circulation des véhicules dans le sens opposé.

6.2.3 Le système doit être conçu de manière à ce que, pendant la manœuvre de changement de voie, il évite une accélération latérale supérieure à 1,5 m/s^2, sans compter l'accélération latérale due à la courbure de la voie, et une accélération latérale totale supérieure à 3,5m/s^2.

La moyenne mobile, sur une durée d'une demi-seconde, de l'à-coup latéral produit par le système ne doit pas être supérieure à 5 m/s^3.

6.2.4 Une manœuvre de changement de voie ne doit débuter que si elle n'oblige pas un véhicule circulant sur la voie de destination à ralentir de manière incontrôlable.

6.2.4.1 Si un véhicule est en approche

Le système doit être conçu de manière à ne pas faire ralentir un véhicule en approche moyennant une décélération supérieure à 3,0 m/s^2, de sorte que la distance entre les deux véhicules ne soit jamais inférieure à la distance parcourue en 1 seconde par le véhicule équipé du système d'aide au contrôle du véhicule.

L'évaluation doit être réalisée sur la base de l'hypothèse selon laquelle le véhicule en approche commence à ralentir :

a) 1,4 seconde après que le système déclenche le déplacement latéral de la procédure de changement de voie ; et

b) Au choix :

i) 0,4 seconde après que le système commence à effectuer la manœuvre de changement de voie, à condition que le véhicule équipé du système d'aide au contrôle du véhicule ait détecté le véhicule en approche pendant au moins 1,0 seconde immédiatement avant le début de ladite manœuvre ; ou

ii) 1,4 seconde après que le système commence à effectuer la manœuvre de changement de voie.

6.2.4.2 Si aucun véhicule n'est détecté

Si aucun véhicule en approche n'est détecté par le système dans la voie de destination, l'évaluation est réalisée conformément au paragraphe 6.2.4.1, 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 d'aide au contrôle du véhicule égale à la portée de détection arrière ;

b) Le véhicule en approche circule dans la voie de destination à la vitesse maximale autorisée ou à 130 km/h, la plus faible des deux vitesses étant retenue ; et

c) Le système a détecté toute la largeur du véhicule en approche lors de son déplacement latéral pendant au moins 1 seconde.

Dans le cas où la voie de destination viendrait de commencer, la présente prescription est considérée comme satisfaite si aucun véhicule n'est détecté à l'arrière le long de la voie de destination.

6.2.4.3 Si le système cherche à faire ralentir le véhicule pendant une procédure de changement de voie, la décélération doit être prise en compte lors de l'évaluation de la distance par rapport à un véhicule en approche depuis l'arrière, et ne doit pas dépasser 2 m/s^2, sauf dans le but d'éviter une collision imminente ou d'en atténuer les conséquences.

6.2.4.4 Si 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 au moins 2 secondes après la fin de ladite procédure, sauf si cela est nécessaire pour le fonctionnement nominal du système (par exemple, s'il réagit aux infrastructures routières ou aux autres usagers de la route) ou dans le but d'éviter une collision imminente ou d'en atténuer les conséquences.

6.2.5 Le constructeur doit démontrer à l'autorité d'homologation de type que les dispositions du paragraphe 6.2.4 sont appliquées dans la conception du système.

6.2.6 Le système doit émettre un signal d'activation du feu indicateur de direction, à moins que le conducteur n'ait déjà activé ledit feu. Le feu indicateur de direction doit rester actif pendant toute la durée de la procédure de changement de voie et doit être désactivé par le système en temps utile dès que la fonctionnalité de positionnement sur la voie de circulation est rétablie, à moins que la commande du feu indicateur de direction ne reste complètement engagée (position fermée).

6.2.7 La procédure de changement de voie doit être indiquée aux autres usagers de la route pendant au moins 3 secondes avant le début de la manœuvre de changement de voie. Un temps d'indication plus court est autorisé s'il n'y a pas d'infraction aux règles de circulation du pays où se trouve le véhicule et si les autres usagers de la route sont tout de même avertis suffisamment à l'avance de la manœuvre.

6.2.8 Si la procédure de changement de voie est supprimée par le système, celui-ci doit en informer clairement le conducteur au moyen d'un signal optique combiné à un signal acoustique ou haptique.

6.2.9 Prescriptions supplémentaires concernant les changements de voie

6.2.9.1 Prescriptions supplémentaires concernant les changements de voie confirmés par le conducteur

6.2.9.1.1 Le système doit chercher à ne pas faire ralentir de manière déraisonnable un véhicule en approche sur la voie de destination, en particulier si la manœuvre de changement de voie n'est pas urgente (par exemple, dépassement d'un véhicule plus lent). Toutefois, s'il est nécessaire de faire ralentir un autre véhicule sur la voie de destination en raison des conditions de circulation (par exemple, fin de la voie dans laquelle circule le véhicule, trafic dense sur la voie de destination), les prescriptions énoncées au paragraphe 6.2.4.1 s'appliquent.

Une procédure de changement de voie ne doit être proposée que si un espace suffisant pour permettre l'exécution de la manœuvre conformément aux dispositions du paragraphe 6.2.4 est libre dans la voie de destination ou si l'on peut raisonnablement s'attendre à ce qu'un tel espace se libère.

6.2.9.1.2 Nonobstant les prescriptions de l'alinéa b) du paragraphe 6.2.4.2, on considère que le véhicule en approche sur la voie de destination circule à la vitesse maximale autorisée +10 % ou 130 km/h, la plus faible des deux vitesses étant retenue.

6.2.9.2 Prescriptions supplémentaires concernant les changements de voie déclenchés par le système

6.2.9.2.1 Les prescriptions énoncées au paragraphe 6.2.9.1 s'appliquent également.

6.2.9.2.2 Le système doit chercher à détecter les voies réservées à certaines catégories d'usagers de la route (par exemple, couloirs de bus ou de taxi, pistes cyclables) et à s'abstenir de déclencher des manœuvres de changement de voie vers ces voies.

6.2.9.3 Assistance au changement de voie sur les routes sans séparation physique entre les sens de circulation opposés

Si le système est conçu pour fournir une assistance au changement de voie sur les routes sans séparation physique entre les sens de circulation opposés, il doit mettre en œuvre des stratégies destinées à garantir que la procédure de changement de voie n'est effectuée que par une voie ou vers une voie de destination qui n'est pas réservée aux véhicules venant en sens inverse.

Ceci doit être démontré au service technique et évalué par ce dernier lors de l'homologation de type conformément aux essais correspondants de l'annexe 4.

6.2.9.4 Assistance au changement de voie sur des routes qui ne sont pas interdites aux piétons et aux cyclistes

Le système ne doit être autorisé à réaliser un changement de voie sur des routes où se trouvent des piétons et des cyclistes que s'il est capable d'éviter toute collision avec des usagers de la route vulnérables (par exemple, piétons et cyclistes).

6.2.9.5 Assistance au changement de voie dans les situations où la manœuvre de changement de voie ne peut être entamée dans les 7 secondes qui suivent le début de la procédure de changement de voie

Le délai entre le début de la procédure de changement de voie et le début de la manœuvre de changement de voie ne peut être prolongé au-delà de 7 secondes que si cela n'enfreint pas les règles de circulation nationales.

6.3 Prescriptions particulières relatives aux manœuvres autres qu'un changement de voie

6.3.1 Les prescriptions du présent paragraphe s'appliquent aux manœuvres par lesquelles le véhicule est amené à :

a) Emprunter une voie s'il ne s'agit pas d'une manœuvre consistant à suivre la voie de circulation ou à changer de voie ;

b) Pénétrer sur un rond-point, y circuler et en sortir ;

c) Contourner un obstacle sur la voie de circulation ;

d) Laisser une distance latérale suffisante pour dépasser en toute sécurité un objet adjacent à la voie de circulation (par exemple, un cycliste sur une piste cyclable) ;

e) Prendre un virage (par exemple, à une intersection) ; ou

f) Quitter ou rejoindre une position de stationnement.

6.3.2 Le système doit être conçu de manière à réagir adéquatement aux véhicules, aux usagers de la route, aux infrastructures et aux obstacles qui se trouvent déjà sur sa trajectoire attendue ou sont susceptibles de la croiser ou à l'environnement de conduite immédiat afin d'assurer la sécurité de son fonctionnement.

6.3.3 Le système doit être conçu de manière à réagir adéquatement aux feux de circulation, aux signaux «arrêt», 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 si cela est pertinent pour la manœuvre en question ou pour le domaine de fonctionnement concerné (par exemple, autoroute ou hors autoroute).

6.3.4 Le système doit être conçu de manière à ce que le véhicule franchisse le sommet d'une côte avec précaution et en toute sécurité si cela semble pertinent pour la contrôlabilité d'une manœuvre donnée.

6.3.5 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 adéquatement aux usagers de la route et aux infrastructures.

6.3.6 Dans le cas où la manœuvre conduirait le véhicule à traverser une voie de circulation (par exemple, s'il tourne à une intersection) ou à s'insérer sur une voie dans laquelle des véhicules circulent depuis une autre direction, le système doit être conçu de manière à réagir adéquatement aux usagers de la route concernés (par exemple, en leur cédant le passage).

6.3.7 Le système doit être conçu de manière à détecter les voies de circulation réservées (par exemple, couloirs de bus ou de taxi, pistes cyclables) et doit chercher à ne pas faire circuler le véhicule sur ces voies, si cela est pertinent pour la manœuvre. Si le système détecte que le véhicule a emprunté une voie réservée, il doit effectuer ou proposer d'effectuer une procédure de changement de voie pour rejoindre une voie de circulation adaptée à sa conception, ou demander au conducteur de reprendre le contrôle manuel du véhicule.

6.3.8 Le système doit chercher à respecter les règles de priorité.

6.3.9 Prescriptions supplémentaires concernant le contournement d'un obstacle sur la voie de circulation

6.3.9.1 Le contournement d'un obstacle est possible dans les situations suivantes :

a) Le véhicule contourne un obstacle immobile situé sur la voie (par exemple, véhicule en stationnement, débris) ;

b) Le véhicule dépasse un véhicule ou un usager de la route très lent si la distance latérale est suffisante ;

c) La manœuvre est dictée par des sources externes légitimes (par exemple, signalisations routières statiques ou dynamiques, travaux routiers, services de secours ou forces de l'ordre), si la conception du système le prévoit.

D'autres situations nécessitant que le véhicule change de 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 cela est approprié et que le système serait capable d'assurer un fonctionnement en toute sécurité.

6.3.9.2 Le contournement d'un obstacle ne doit être autorisé qu'à condition que le système soit 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 si cela est pertinent pour la manœuvre concernée, et que la distance soit suffisante pour effectuer cette manœuvre.

6.3.9.3 Dans le cas où la manœuvre ferait passer le véhicule partiellement ou entièrement sur une autre voie, le système ne doit l'effectuer que s'il est capable de confirmer qu'il a suffisamment d'espace et de temps pour ce faire, de sorte qu'aucun usager de la route arrivant en sens inverse ne risque de l'empêcher d'achever la manœuvre, c'est-à-dire de revenir sur la voie de circulation appropriée. Si les véhicules sur l'autre voie circulent dans la direction opposée, il ne doit pas s'y engager pour dépasser des véhicules circulant à une vitesse appropriée.

Le système doit signaler la manœuvre de manière appropriée et pendant toute sa durée aux autres usagers de la route.

6.3.9.4 Le système ne doit pas proposer au conducteur ni déclencher lui-même de manœuvre nécessitant que le véhicule franchisse une ligne continue si cela n'est pas autorisé à moins que la situation ne le permette, comme indiqué à l'alinéa c) du paragraphe 6.3.9.1.

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

7.1 Surveillance en fonctionnement du système d'aide au contrôle du véhicule

7.1.1 Le constructeur doit mettre en œuvre des processus destinés à surveiller les événements critiques pour la sécurité résultant du fonctionnement du système.

7.1.2 Le constructeur doit mettre en place un programme de suivi visant à recueillir et à analyser des données qui rendent compte, dans la mesure du possible, des performances de sécurité du système d'aide au contrôle du véhicule en service et confirment les résultats de l'audit du système de gestion de la sécurité établi à l'aide de l'annexe 3 du présent Règlement.

7.2 Rapport sur le fonctionnement du système d'aide au contrôle du véhicule

7.2.1 Notification initiale des événements critiques pour la sécurité

7.2.1.1 Le constructeur doit signaler sans retard déraisonnable à l'autorité d'homologation de type tout événement critique pour la sécurité porté à sa connaissance dans le cadre d'un programme de suivi et survenu alors que le système ou ses fonctionnalités étaient en mode «marche» ou l'avaient été au cours des 5 secondes précédentes.

7.2.1.1.1 Dans le cas des systèmes capables de réaliser des manœuvres qu'ils ont eux-mêmes déclenchées, l'obligation de notification s'applique à tout événement critique survenu alors que la fonctionnalité était active au cours des 7 secondes précédentes.

7.2.1.2 La notification initiale peut être limitée à des informations générales (par exemple lieu, date et heure, type d'accident), mais doit contenir des informations sur les fonctionnalités qui étaient en mode «marche» ou l'avaient été au cours des 5 secondes précédant l'événement critique, pour autant que pareilles informations soient disponibles au moment de la notification.

7.2.2 Rapports diligents sur les événements critiques pour la sécurité

7.2.2.1 Après la notification initiale émise conformément au paragraphe 7.2.1, le constructeur doit enquêter pour savoir si l'événement est lié au fonctionnement du système d'aide au contrôle du véhicule et informer l'autorité d'homologation de type des résultats de cette enquête dès que possible. Si le fonctionnement du système est l'une des causes probables de l'événement, le constructeur doit également informer l'autorité d'homologation de type des mesures correctives qu'il prévoit de prendre quant à la conception du système d'aide au contrôle du véhicule, le cas échéant.

7.2.2.2 Si le constructeur doit prendre des mesures correctives quant à la conception du système d'aide au contrôle du véhicule, l'autorité d'homologation de type doit téléverser sans retard excessif les informations communiquées par le constructeur, en anglais, dans la base de données électronique sécurisée établie par la Commission économique pour l'Europe (DETA) ([4]), pour qu'elles soient transmises à l'ensemble des autorités d'homologation. Les informations doivent être suffisantes pour permettre de comprendre l'événement, sa cause et la mesure corrective correspondante.

7.2.2.3 Si l'autorité d'homologation de type est informée, par des sources autres que le constructeur du véhicule, par exemple par d'autres autorités d'homologation de type, d'un événement critique pour la sécurité impliquant un véhicule équipé d'un système d'aide au contrôle du véhicule, elle peut demander au constructeur de lui fournir les informations disponibles sur l'événement sous une forme complète et accessible comme prévu aux paragraphes 7.2.1 et 7.2.2.

([4]) https://unece.org/data-sharing.

7.2.3 Rapports périodiques

7.2.3.1 Le constructeur doit présenter au moins une fois par an à l'autorité d'homologation de type des informations recueillies dans le cadre du programme de suivi attestant du fait que le système fonctionne comme prévu sur le terrain et que les conditions de sécurité prévues sont réunies, et ce, jusqu'à l'arrêt définitif de la production conformément au paragraphe 14. Le constructeur doit communiquer au moins les informations énumérées dans le tableau ci-dessous, qui peuvent être transmises de manière confidentielle à d'autres autorités d'homologation de type sur demande. Dans ce cas, le constructeur en est informé. Il communique des informations supplémentaires en accord avec l'autorité d'homologation de type.

Si le système a fait l'objet de modifications importantes en rapport avec les informations communiquées au cours de la période considérée, il doit en être fait état dans le rapport.

Tableau 1

Informations devant figurer dans les rapports périodiques

	Fréquence de l'événement *(Total, accompagné du nombre d'heures de fonctionnement ou de la distance parcourue, sauf indication contraire)*
1.	Événements critiques pour la sécurité connus du constructeur
2.	Nombre de véhicules équipés du système et distance totale parcourue, le système étant en mode «passif» ou «actif»
3.	Nombre d'événements ayant entraîné le déclenchement de la procédure applicable en cas d'indisponibilité du conducteur
4.	Nombre de désactivations du système ou de ses fonctionnalités déclenchées par le système, pour les raisons suivantes :
4a	Défaillances détectées dans le système
4b	Dépassement des limites de fonctionnement du système
4c	Autres (le cas échéant)
5.	Pourcentage de la distance totale parcourue avec une limite de vitesse définie par le conducteur supérieure à la limite de vitesse déterminée par le système, le système étant en mode «actif»
6.	Désactivation du système en raison d'un niveau de vigilance insuffisant du conducteur
6a	Nombre d'événements pour lesquels le système est désactivé en raison d'un niveau de vigilance insuffisant du conducteur conformément au paragraphe 5.5.4.2.8.2
6b	Nombre d'événements pour lesquels la chaîne de traction est désactivée moins de 5 minutes après que la désactivation du système en raison d'un niveau de vigilance insuffisant du conducteur
6c	Nombre d'événements pour lesquels le système est désactivé en raison de l'émission répétée de demandes «yeux sur la route», y compris description du nombre d'avertissements et de l'intervalle de temps définis par le constructeur conformément au paragraphe 5.5.4.2.8.3
6d	Nombre d'événements pour lesquels le système est désactivé en raison de l'émission répétée de demandes «mains sur le volant», y compris description du nombre d'avertissements et de l'intervalle de temps définis par le constructeur conformément au paragraphe 5.5.4.2.8.3

	Fréquence de l'événement *(Total, accompagné du nombre d'heures de fonctionnement ou de la distance parcourue, sauf indication contraire)*
7.	Émissions répétées de demandes «mains sur le volant» ou «yeux sur la route»
7a	Nombre d'événements pour lesquels 5 demandes «yeux sur la route» sont émises en l'espace de 10 minutes alors que le système est actif. Une fois l'événement enregistré, la comptabilisation des demandes «yeux sur la route» repart de zéro aux fins de l'établissement du rapport
7b	Nombre d'événements pour lesquels 5 demandes «mains sur le volant» sont émises en l'espace de 10 minutes alors que le système est actif. Une fois l'événement enregistré, la comptabilisation des demandes «mains sur le volant» repart de zéro aux fins de l'établissement du rapport
8.	Pendant les phases où les demandes «mains sur le volant» sont suspendues sans neutralisation du contrôle du déplacement longitudinal par le conducteur (le cas échéant)
8a	Nombre d'événements pour lesquels la proximité d'une condition limite est détectée et une demande «mains sur le volant» est émise avec au moins 5 secondes d'avance (voir par. 5.5.4.2.6.5.1)
8b	Nombre d'événements pour lesquels la proximité d'une condition limite est détectée et une demande «mains sur le volant» est émise avec moins de 5 s d'avance (voir 5.5.4.2.6.5.1)
8c	Distance parcourue et temps écoulé pendant que le système suspend les demandes «mains sur le volant»
9.	Nombre de manœuvres déclenchées par le système qui ont été interrompues (le cas échéant)

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 dans son ensemble intégré dans le véhicule conformément à l'annexe 3.

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 ;

c) La surveillance du système ou de ses fonctionnalités conformément aux prescriptions de la section 7.

8.2.1 La validation du système peut nécessiter le recours à des essais virtuels et l'établissement de rapports sur les indicateurs ainsi obtenus, notamment la mesure du taux de couverture et les indicateurs de sécurité. Si des essais virtuels sont effectués, une évaluation de la crédibilité, telle que décrite à l'annexe 5, est fournie à l'autorité d'homologation de type.

9. Informations concernant le système

9.1 Les informations ci-après doivent être fournies par le constructeur à l'autorité d'homologation de type avec le dossier d'information visé à l'annexe 3 du présent Règlement ONU, au moment de l'homologation de type.

9.1.1 Fonctionnalités particulières du système conformément à la classification figurant à la section 6.

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.

Fonctionnalité	Vitesse minimale du système	Vitesse maximale du système	Autres conditions préalables à l'activation (par exemple, largeur de la voie, type de route, heure de la journée, conditions météorologiques)
Positionnement dans la voie de circulation			
Changement de voie déclenché par le conducteur (*préciser les éventuelles variantes*)			
Changement de voie confirmé par le conducteur (*préciser les éventuelles variantes*)			
Autres manœuvres (*préciser les éventuelles variantes*)			
Changement de voie déclenché par le système			
(*À compléter par le constructeur*)			

9.1.2 Domaines (autoroute ou hors autoroute) dans lesquels le système fournit certains types d'assistance appartenant aux catégories définies au paragraphe 9.1.1.

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.

Fonctionnalité	Hors autoroute	Autoroute
Positionnement dans la voie de circulation		
Changement de voie déclenché par le conducteur (*préciser les éventuelles variantes*)		
Changement de voie confirmé par le conducteur (*préciser les éventuelles variantes*)		
Autres manœuvres (*préciser les éventuelles variantes*)		
Changement de voie déclenché par le système		
(*À compléter par le constructeur*)		

9.1.3 Conditions dans lesquelles le système et ses fonctionnalités peuvent être activés, et limites de fonctionnement (conditions limites) ;

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

9.1.5 Dispositifs d'activation, de désactivation et de neutralisation du système ;

9.1.6 Paramètres permettant d'évaluer en permanence la perte de vigilance du conducteur, et moyens de les surveiller ;

9.1.7 Assistance au contrôle dynamique fournie par chaque fonctionnalité du système ;

9.1.8 Informations autres que les lignes de délimitation de voie que le système utilise pour déterminer avec précision le tracé de la voie et continuer à fournir une assistance au contrôle du déplacement latéral du véhicule en cas de marquage au sol incomplet.

Situation	Le système continue-t-il à fournir une assistance au contrôle du déplacement latéral du véhicule dans cette situation ? (oui/non)	Domaine de fonctionnement
Lignes de délimitation de voies relevant du Règlement ONU n° 130		Autoroute
Une seule ligne de délimitation		Hors autoroute
Bordures de chaussée		Hors autoroute
Autre type de délimitation (véhicules en stationnement, bordure, infrastructure)		Hors autoroute
(*À compléter par le constructeur*)		

10. Prescriptions relatives à l'identification des logiciels

10.1 Afin de garantir que le logiciel du système puisse être identifié, le constructeur du véhicule doit utiliser un code R_{171}SWIN. Le R_{171}SWIN peut se trouver sur le véhicule. Si ce n'est pas le cas, le constructeur du véhicule doit déclarer à l'autorité d'homologation de type la ou les versions du logiciel ou les modules de gestion électronique correspondant aux homologations de type pertinentes.

10.2 Le constructeur du véhicule doit démontrer que les dispositions du Règlement ONU n° 156 (Mises à jour logicielles et système de gestion des mises à jour logicielles) sont respectées, à savoir qu'il est satisfait aux prescriptions de la version originale dudit Règlement ou de ses séries ultérieures d'amendements et que leurs dispositions transitoires sont respectées.

10.3 Le constructeur du véhicule doit fournir les informations suivantes dans la fiche de communication afférente au présent Règlement ONU :

a) Le code R_{171}SWIN ;

b) Des informations sur le moyen de lire le code R_{171}SWIN ou le ou les numéros de version du logiciel si le code ne se trouve pas sur le véhicule.

10.4 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_{171}SWIN. Les informations fournies doivent être déclarées par le constructeur du véhicule et ne peuvent être vérifiées par une autorité d'homologation de type.

10.5 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. La présente 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'autorité d'homologation de type, on évitera autant que possible de procéder deux fois aux mêmes essais.

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 signalée à l'autorité qui a homologué le type visé. Celle-ci peut alors :

a) Considérer que les modifications apportées n'ont pas de conséquences néfastes sur les conditions d'octroi de l'homologation et accorder une extension de l'homologation ; ou

b) Considérer que les modifications apportées ont des conséquences néfastes 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 constructeur, 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

Si des renseignements consignés dans le dossier d'information ont été modifiés et que l'autorité d'homologation de type considère que les modifications apportées ne risquent pas d'avoir de conséquences néfastes notables, la modification doit être 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 ultérieure d'amendements 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 contractantes à l'Accord appliquant le présent Règlement ONU 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 de type 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 ONU. 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 ONU 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 qui a accordé l'homologation peut à tout moment vérifier les méthodes de contrôle de la conformité appliquées dans chaque unité de production. Ces vérifications doivent normalement avoir lieu une fois tous les deux ans.

12.4 L'homologation accordée pour un type de véhicule au titre du présent Règlement ONU peut être retirée si les prescriptions énoncées à la section 8 ci-dessus ne sont pas satisfaites.

12.5 Si une Partie contractante retire une homologation qu'elle a précédemment accordée, elle doit en aviser immédiatement les autres Parties contractantes appliquant le présent Règlement ONU par l'envoi d'une fiche de communication conforme au modèle visé à l'annexe 1.

13. Sanctions pour non-conformité de la production

13.1 L'homologation délivrée pour un type de véhicule au titre du présent Règlement ONU peut être retirée si les prescriptions énoncées à la section 12 ci-dessus ne sont pas satisfaites.

13.2 Si une Partie contractante retire une homologation qu'elle a précédemment accordée, elle doit en aviser immédiatement les autres Parties contractantes appliquant le présent Règlement ONU par l'envoi d'une fiche de communication conforme au modèle visé à l'annexe 1.

14. Arrêt définitif de la production

14.1 Si le titulaire d'une homologation arrête définitivement la production d'un type de véhicule homologué au titre du présent Règlement ONU, il doit en informer l'autorité qui a délivré l'homologation, qui, à son tour, doit en aviser immédiatement les autres Parties contractantes à l'Accord appliquant ledit Règlement par l'envoi d'une fiche de communication conforme au modèle visé à l'annexe 1.

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 ONU doivent communiquer au Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies ([5]) 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.

16. Dispositions transitoires

16.1 À compter de la date officielle d'entrée en vigueur de la série 01 d'amendements, aucune Partie contractante appliquant le présent Règlement ne pourra refuser d'accorder des homologations de type au titre dudit Règlement tel que modifié par ladite série ou d'accepter les homologations ainsi délivrées.

16.2 À compter du 1er septembre 2027, les Parties contractantes appliquant le présent Règlement ne seront plus tenues d'accepter les homologations de type accordées au titre de la version originale dudit Règlement (série 00 d'amendements) et délivrées pour la première fois après le 1er septembre 2027.

([5]) 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/.

16.3 Jusqu'au 1er septembre 2030, les Parties contractantes appliquant le présent Règlement devront accepter les homologations de type accordées au titre de la version originale dudit Règlement (série 00 d'amendements) et délivrées pour la première fois après le 1er septembre 2027.

16.4 À compter du 1er septembre 2030, les Parties contractantes appliquant le présent Règlement ne seront plus tenues d'accepter les homologations de type accordées au titre de la version originale dudit Règlement (série 00 d'amendements).

16.5 Nonobstant les dispositions transitoires énoncées ci-dessus, les Parties contractantes qui commenceront à appliquer le présent Règlement après la date d'entrée en vigueur de la série d'amendements la plus récente ne seront pas tenues d'accepter les homologations de type accordées au titre de la version originale dudit Règlement (série 00 d'amendements).

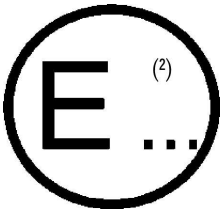
16.6 Les Parties contractantes appliquant le présent Règlement sont en droit d'accorder des homologations de type au titre de la série originale dudit Règlement (série 00 d'amendements).

16.7 Les Parties contractantes appliquant le présent Règlement devront continuer d'accorder des extensions pour les homologations existantes délivrées au titre de la version originale dudit Règlement (série 00 d'amendements).

ANNEXE 1

Communication ([1])

(Format maximal : A4 (210 × 297 mm))



Emanant de : Nom de l'administration
……
……
……

Concernant ([3]) : 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 le système d'aide au contrôle du véhicule au titre du Règlement ONU n° 171

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. Nom et adresse du représentant du constructeur (le cas échéant) : ……

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

6.1 Le système est/n'est pas ([1]) capable de réaliser des manœuvres déclenchées par le conducteur

Description des capacités du système : ……

6.2 Le système est/n'est pas ([1]) capable de réaliser des manœuvres confirmées par le conducteur

Description des capacités du système : ……

6.3 Le système est/n'est pas ([1]) capable de réaliser des manœuvres qu'il déclenche lui-même

Description des capacités du système : ……

([1]) Numéro distinctif du pays qui a accordé/étendu/refusé/retiré l'homologation (voir les dispositions du Règlement ONU n° 171 relatives à l'homologation).
([2]) Numéro distinctif du pays qui a accordé/étendu/refusé/retiré l'homologation (voir les dispositions du Règlement ONU n° 171 relatives à l'homologation).
([3]) Biffer les mentions inutiles.

6.4 Le système est/n'est pas ([4]) capable de suspendre les demandes «mains sur le volant»

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 1 de l'annexe 3) : .....

9. Service technique chargé des essais d'homologation : .....

9.1 Date du procès-verbal établi par ce service : .....

9.2 Numéro (référence) du procès-verbal établi par ce service : .....

10. Homologation accordée/étendue/révisée/refusée/retirée[2]

11. Emplacement de la marque d'homologation sur le véhicule : .....

12. Lieu : .....

13. Date : .....

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

16. R_{171}SWIN :

16.1 Informations sur le moyen de lire le code R_{171}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_{171}SWIN indiqué au point ci-dessus : .....

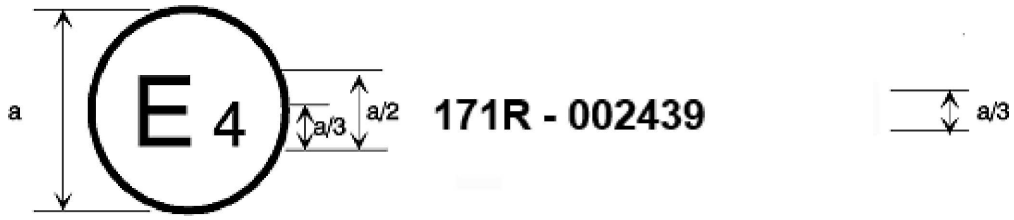
([4]) Numéro distinctif du pays qui a accordé/étendu/refusé/retiré l'homologation (voir les dispositions du Règlement ONU n° 171 relatives à l'homologation).

ANNEXE 2

Exemples de marque d'homologation

Modèle A

(Voir le paragraphe 4.4 du présent Règlement)

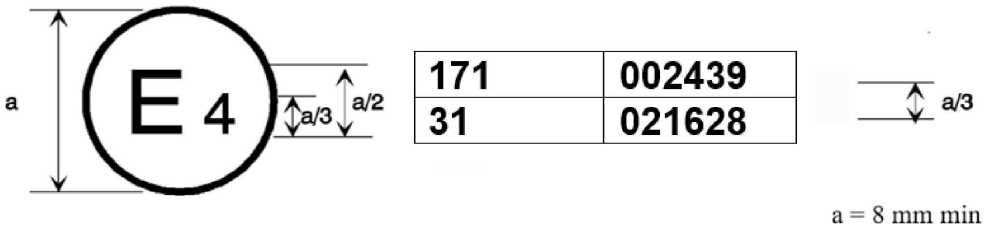


a = 8 mm min

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° 171, sous le numéro d'homologation 002439. Ce numéro indique que l'homologation a été accordée conformément aux prescriptions du Règlement ONU n° 171 dans sa version originale.

Modèle B

(Voir le paragraphe 4.5 du présent Règlement)



a = 8 mm min

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 171 et 31 ([1]). Les numéros d'homologation indiquent que, aux dates où les homologations correspondantes ont été délivrées, le Règlement ONU n° 171 était dans sa version originale et le Règlement ONU n° 31 comprenait la série 02 d'amendements.

([1]) 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 ci-après) 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, l'«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 ONU, et qu'il est conçu pour fonctionner de telle manière qu'il n'expose pas le conducteur, les passagers et les autres usagers de la route à des risques déraisonnables.

Les dispositions du présent Règlement ONU comprenant l'expression «le système doit…» doivent toujours être respectées. Tout manquement constaté lors de l'évaluation constitue une non-conformité aux prescriptions du présent Règlement ONU.

Les dispositions du présent Règlement ONU comprenant l'expression «le système doit chercher à…» indiquent que la prescription connexe peut ne pas toujours être satisfaite (par exemple, en raison de perturbations externes ou parce que ce n'est pas opportun dans certaines circonstances).

Les dispositions du présent Règlement ONU comprenant l'expression «le système doit être conçu de manière à…» indiquent que les essais de performance du système ne constituent pas un moyen exhaustif de vérifier que la prescription connexe est respectée, et qu'il faudra pour ce faire évaluer la conception du système (par exemple, ses stratégies de commande).

S'il ressort de l'évaluation qu'une disposition comprenant l'expression «doit chercher à…» ou «doit être conçu de manière à…» n'est pas respectée, le constructeur doit, à la satisfaction de l'autorité d'homologation de type, expliquer pourquoi et démontrer que le système n'entraîne néanmoins aucun risque déraisonnable.

2. Définitions

Aux fins de la présente annexe, on entend par :

2.1 «*Système*», le matériel et les logiciels qui sont ensemble capables d'aider le conducteur à contrôler le déplacement longitudinal et latéral du véhicule de manière continue. Dans le cadre de la présente annexe, ce terme s'applique aussi à tout autre système entrant dans le champ d'application du présent Règlement ONU, ainsi qu'aux liaisons de transmission avec d'autres systèmes qui ne relèvent pas du présent Règlement ONU, mais qui agissent sur une fonction visée par ledit Règlement ONU.

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

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 les occupants du véhicule 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 ONU. Les liaisons de transmission avec un système ou une fonction prioritaire qui ne relève pas du présent Règlement ONU 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 commande*», la plage sur laquelle le système devrait exercer la fonction de commande pour une variable de sortie donnée ;

2.9 «*Limites de fonctionnement*», les valeurs limites vérifiables ou mesurables, dans lesquelles le système est conçu pour assurer la fonction de commande du véhicule, telles que définies au paragraphe 2.5 du présent Règlement ONU.

Dans le cadre du présent Règlement ONU, les limites de fonctionnement sont également appelées «*limites de fonctionnement du système*» ;

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 la fiabilité et la sécurité de fonctionnement 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). 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 dans les limites de fonctionnement du système ;

2.15 «*Autoroute*», une route interdite aux piétons et aux cyclistes et qui, de par sa conception, est équipée d'une séparation physique entre les sens de circulation opposés ;

2.16 «*Hors autoroute*», les routes qui ne répondent pas à la définition d'une autoroute donnée au paragraphe 2.15.

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.

L'autorité d'homologation de type 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 ONU ;

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 à l'autorité d'homologation de type au moment du dépôt de la demande d'homologation de type. Ce dossier d'information doit être utilisé par l'autorité d'homologation de type comme référence de base pour la procédure de vérification énoncée à la section 4 de la présente annexe. L'autorité d'homologation de type doit s'assurer que ce dossier reste disponible pendant un délai fixé en accord avec elle. 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

Il doit être fourni une description simple de toutes les fonctions de commande du système, y compris les stratégies de commande, et les méthodes employées pour atteindre les objectifs, accompagnée de la mention du ou des mécanismes de commande.

Toute fonction décrite 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 ONU doit, si le matériel et les logiciels 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 commandées par le système doit être fournie, accompagnée d'explications précisant pour chacune si la fonction de commande est assurée directement ou par l'intermédiaire d'un autre système du véhicule. La plage de commande de chaque variable doit être définie.

3.2.3 Les limites de fonctionnement du système doivent être indiquées si cela est approprié au regard des performances de celui-ci.

3.2.4 Une déclaration relative aux capacités du système et de ses fonctionnalités conforme au modèle visé à l'appendice 4 de la présente annexe doit être fournie.

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 représentant ces modules dans leur ensemble doit être fourni, accompagné de précisions sur la répartition des éléments et les 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 Circulation des signaux et des données : priorités

Une correspondance claire doit être établie entre les liaisons de transmission et les signaux acheminés entre les modules. Les priorités des signaux sur les bus de données multiplexées doivent être indiquées, partout où elles peuvent avoir une incidence sur le fonctionnement 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.

Si plusieurs fonctions sont combinées au sein d'un seul module ou d'un seul ordinateur mais sont représentées dans plusieurs blocs du schéma fonctionnel pour des raisons de clarté et de commodité, on ne doit utiliser qu'une 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 si 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 étaie cette déclaration.

L'autorité d'homologation de type doit procéder à une évaluation pour vérifier que les explications relatives à la stratégie adoptée fournies par le constructeur sont compréhensibles et logiques et que le plan de validation est adapté et a été appliqué intégralement.

L'autorité d'homologation de type 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 à l'autorité d'homologation de type 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.

3.4.3.1 Si l'option choisie 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 l'option 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 l'option choisie 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 l'efficacité ou la sécurité de la maîtrise du véhicule.

La ou les méthodes analytiques choisies doivent être définies et actualisées par le constructeur et être communiquées sur demande à l'autorité d'homologation de type au moment de l'homologation de type.

L'autorité d'homologation de type 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 ONU, y compris les aspects relatifs à la contrôlabilité conformément au paragraphe 5.3.6 du présent Règlement ONU ;

iii) Pour les fonctions définies au paragraphe 3.2 du présent Règlement ONU :

— 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 lacunaire ou 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 sécurité 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/peut 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 l'autorité d'homologation de type 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.

L'autorité d'homologation de type 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 pertinente 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 compromet pas la sécurité de fonctionnement du véhicule dans le cas où le fonctionnement dudit système serait influencé 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 ONU 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 éléments clefs 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 dispositions contractuelles, des interfaces claires, un système de gestion de la qualité) avec ses fournisseurs pour garantir que leur système de gestion de la sécurité est conforme aux 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 s'il utilise ce dernier (par exemple, si le système est en mode «marche», 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 de la section 3, doit faire l'objet des essais indiqués ci-après.

4.1.1 Vérification du fonctionnement du système

L'autorité d'homologation de type 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 ONU.

Si 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 ONU, 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. L'autorité d'homologation de type 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.

L'autorité d'homologation de type 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.

4.1.3 Vérification de la contrôlabilité

La vérification en l'absence d'anomalies (par. 4.1.1.1) comme en présence d'anomalies (par. 4.1.2.1) doit être adéquate du point de vue de la contrôlabilité.

4.1.3.1 S'agissant du paragraphe 5.3.6.2 du présent Règlement ONU, les stratégies visant à assurer la contrôlabilité sont notamment les suivantes :

a) Limiter la génération de commandes de direction ;

b) Rectifier la position du véhicule 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 du conducteur.

4.1.3.2 S'agissant du paragraphe 5.3.6.2 du présent Règlement ONU, les stratégies visant à assurer la contrôlabilité lorsque les demandes «mains sur le volant» sont suspendues sont notamment les suivantes :

a) Ne pas interrompre immédiatement l'assistance et continuer à assurer le contrôle du véhicule sur une trajectoire appropriée, par exemple si le système détecte que le conducteur ne tient pas la commande de direction alors que les lignes de délimitation des voies ne sont temporairement pas détectées ;

b) Limiter ou éviter les mouvements brusques du véhicule dans la mesure du possible (par exemple, pour éviter une perte soudaine d'assistance à la direction), comme décrit dans le concept de sécurité du constructeur du véhicule ;

c) Rectifier la position du véhicule dans la voie de circulation (par exemple, corriger l'écart latéral dans un virage, rester au centre de la voie ou corriger l'écart latéral en fonction des autres véhicules) ;

d) Reconnaître le type de route et ses caractéristiques (par exemple, fonctionnalité limitée aux voies larges ou aux voies présentant un large espace libre sur le côté) ;

e) Limiter les plages de vitesses ou d'accélérations latérales pour lesquelles la fonctionnalité est conçue ;

f) Augmenter les délais pour les avertissements autres que les demandes «mains sur le volant» et «yeux sur la route» afin de laisser au conducteur le temps d'exercer une action directe sur la commande de direction après l'avoir reprise en main.

4.2 Des outils de simulation et des modèles mathématiques peuvent être utilisés pour vérifier le concept de sécurité, en particulier pour les scénarios difficiles à reproduire sur une piste d'essai ou dans des conditions réelles de conduite. Si elles sont utilisées à cette fin, ces méthodes doivent être conformes à l'annexe 5 du présent Règlement ONU. 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).

4.2.1 Si le constructeur mène des essais virtuels, l'autorité d'homologation de type doit évaluer les résultats déclarés fournis par le constructeur, notamment en ce qui concerne les indicateurs de sécurité utilisés et les limites de fonctionnement du système couvertes.

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

4.4 L'autorité d'homologation de type doit également examiner plusieurs scénarios critiques pour la 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, anomalies du système), tels que définis dans le présent Règlement.

5. Rapports établis par l'autorité d'homologation de type

Les rapports d'évaluation doivent être établis par l'autorité d'homologation de type de manière à permettre la traçabilité, par exemple en attribuant des codes aux versions des documents inspectés et en les inscrivant dans les registres d'évaluation.

On trouvera dans l'appendice 1 de la présente annexe un modèle envisageable de fiche d'évaluation.

Appendice 1

Modèle de fiche 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 Nom et adresse du représentant du constructeur (le cas échéant) : .....

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 d'essai

2.1 Description générale : .....

2.2 Description de l'ensemble des fonctions de commande du système, y compris les stratégies de commande (par. 3.2 de l'annexe 3) : .....

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 l'annexe 3) : .....

2.2.2 Liste des variables de sortie avec leur plage de commande (par. 3.2.2 de l'annexe 3) : .....

2.2.2.1 Commande directe : .....

2.2.2.2 Commande transmise par d'autres systèmes du véhicule : .....

2.3 Configuration et schémas du système (par. 3.3 de l'annexe 3) : .....

2.3.1 Inventaire des composants (par. 3.3.1 de l'annexe 3) : .....

2.3.2 Fonctions des modules (par. 3.3.2 de l'annexe 3) : .....

2.3.3 Interconnexions (par. 3.3.3 de l'annexe 3) : .....

2.3.4 Circulation des signaux et des données : priorités (par. 3.3.4 de l'annexe 3) : .....

2.3.5 Identification des modules (éléments matériels et logiciels) (par. 3.3.5 de l'annexe 3) : .....

3. Concept de sécurité du constructeur

3.1 Déclaration du constructeur (par. 3.4.1 de l'annexe 3) :

Le ou les constructeurs *certifient 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 l'annexe 3) :

3.3 Explication concernant les prescriptions appliquées à la conception du système pour assurer la sécurité de fonctionnement en cas d'anomalie (par. 3.4.3 de l'annexe 3) :

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 l'annexe 3) : …….

3.6 Dispositions relatives au contrôle technique périodique du système (par. 3.1 de l'annexe 3) : ……

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 l'annexe 3) : ……

4.1.1 Liste des fonctions choisies et description des procédures d'essai utilisées : ……

4.1.2 Résultats d'essai vérifiés conformément au 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 l'annexe 3) : ……

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 l'annexe 3 : … 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 *(numéro du présent Règlement ONU)*, tel que modifié en dernier lieu par la série … d'amendements.

Autorité d'homologation de type chargée des essais

Signature : Date : …… ……

4.5 Observations :

Appendice 2

Conception du système à analyser

1. Introduction

Le présent appendice contient un résumé des caractéristiques de la conception du système définies dans le corps du présent Règlement qui doivent être analysées par l'autorité d'homologation de type. 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 et IHM

2.1.1 Description de la manière dont la conception du système garantit que le conducteur reste concentré sur les tâches de conduite, notamment description du système de surveillance du niveau de vigilance du conducteur et de la stratégie d'avertissement (par. 5.5.4.2)

2.1.1.1 Autres stratégies de détection de la perte de vigilance du conducteur et assistance au retour à un niveau de vigilance adapté (par. 5.5.4.2.7)

2.1.1.2 Preuves de l'efficacité du système de surveillance de la perte de vigilance du conducteur et de la stratégie d'avertissement

2.1.1.3 Preuves de la fiabilité du système de surveillance de la perte de vigilance du conducteur compte tenu des différences au niveau des caractéristiques humaines et des accessoires. Il s'agit notamment de démontrer que les caractéristiques ci-après n'ont pas d'influence négative sur le respect, par le système, des prescriptions réglementaires :

a) Couleur de peau ;

b) Sexe ;

c) Âge ;

d) Taille du conducteur ;

e) Pilosité faciale ;

f) Verres correcteurs ;

g) Lunettes de soleil ayant un facteur de transmission ≥ 70 % ;

h) Lunettes de soleil ayant un facteur de transmission < 15 % ;

i) Conditions de luminosité variables.

2.1.1.4 Description succincte des zones pertinentes pour la tâche de conduite, de leurs limites et valeurs applicables aux fins de l'évaluation de la perte de vigilance visuelle du conducteur en ce qui concerne le système et ses fonctionnalités (par. 5.5.4.2.5.2)

2.1.1.5 Stratégies visant à empêcher l'activation du système en cas de perte de vigilance répétée du conducteur ayant entraîné plusieurs déclenchements de la procédure applicable en cas d'indisponibilité du conducteur (par. 5.5.4.2.8.1)

2.1.1.6 Description de la manière dont le système détecte les situations dans lesquelles le conducteur effectue des mouvements successifs et brefs du regard ou de la tête et dont il réagit à ces situations (par. 5.5.4.2.5.3) ;

2.1.1.7 Stratégies permettant de déterminer qu'il n'y a pas eu de mouvement du regard (ou de la tête, lorsque ce critère sert à évaluer la vigilance visuelle) pendant une période importante et qu'il faut émettre une demande "yeux sur la route" (par. 5.5.4.2.6.5.5) ;

2.1.1.8 Nombre de demandes "yeux sur la route" et "mains sur le volant" émises en raison d'une perte de vigilance du conducteur et période correspondante (par. 5.5.4.2.8.3) ;

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. 5.1.3)

2.1.3 Mesures prises pour inciter le conducteur à mieux comprendre les limites du système et son rôle constant dans la tâche de conduite (par. 5.1.2)

2.1.4 Exemple type d'informations fournies aux utilisateurs (par. 5.6)

2.1.5 Extrait de la partie pertinente du manuel d'utilisation

2.1.6 Listes des messages et signaux émis par le système (par. 5.5.4.1.4)

2.1.7 Stratégie visant à informer le conducteur d'une manœuvre ou d'une série de manœuvres confirmée par le conducteur et délai dans lequel les informations sont communiquées (par. 5.5.4.1.8.1)

2.1.8 Stratégie visant à informer le conducteur d'une manœuvre ou d'une série de manœuvres déclenchée par le système et délai dans lequel les informations sont communiquées (par. 5.5.4.1.9.1)

2.2 Limites de fonctionnement du système

2.2.1 Capacité du système à évaluer son environnement, à réagir de manière appropriée et à activer la fonctionnalité prévue (par. 5.3.2 et 5.3.5)

2.2.1.1 Limites de fonctionnement du système et de ses fonctionnalités, et stratégies visant à avertir le conducteur dans le cas où ces limites seraient en passe d'être atteintes, seraient atteintes ou seraient dépassées (par. 5.3.2)

2.2.1.2 Capacité du système à maintenir une distance appropriée entre le véhicule et les autres usagers de la route (par. 5.3.2.3)

2.2.1.3 Comportement du système dans le cas où une fonctionnalité resterait en mode «actif» au-delà des limites de fonctionnement du système, incidences sur les performances du système et capacité du système à assurer la sécurité en pareil cas (par. 5.3.5.2.2)

2.2.2 Limites des capacités de détection applicables au système et à chaque fonctionnalité (par. 5.3.1)

2.2.3 Preuve que la sécurité de fonctionnement du système ou de ses fonctionnalités est assurée dans le cas où le système ne serait pas en mesure de détecter une de ses limites de fonctionnement déclarées (par. 5.3.5.4)

2.2.4 Conditions limites dans lesquelles les demandes "mains sur le volant" peuvent être suspendues (par. 5.5.4.2.6.5)

2.3 Fonctionnement du système

2.3.1 Capacité du système à adapter ou non son comportement en fonction des risques de collision, et description de la manière dont il s'adapte (par. 5.3.2.2)

2.3.2 Autres conditions préalables à l'activation du système d'aide au contrôle du véhicule (par. 5.5.3.2.2)

2.3.3 Conception de la contrôlabilité du système (par. 5.3.4 et 5.3.6)

2.3.3.1 Stratégies destinées à garantir la contrôlabilité dans le cas où le système ne fournirait plus d'assistance au contrôle du déplacement longitudinal ou latéral du véhicule à la suite d'une neutralisation par le conducteur (par. 5.5.3.4.1.5)

2.3.4 Description des transitions entre le système d'aide au contrôle du véhicule et d'autres systèmes d'assistance ou d'autres systèmes automatisés, de la hiérarchisation de ces systèmes, et de toute désactivation ou interruption des autres systèmes d'assistance destinés à assurer le fonctionnement nominal et en toute sécurité du véhicule (par. 5.2.2)

2.3.5 Comportement du système dans l'hypothèse où la limite de vitesse sur route déterminée par le système changerait dans des cas autres que ceux visés au paragraphe 5.3.7.4 (par. 5.3.7.4.7.3.4)

2.3.6 Marges de tolérance raisonnables sur le plan technique applicables aux seuils d'avertissement et aux limites opérationnelles (par. 5.3.7.4.10)

2.3.7 Description succincte de la capacité du système à continuer de fournir une assistance en cas de défaillance d'une fonctionnalité donnée (par. 5.4.4)

2.3.8 Manière dont la contrôlabilité est garantie lorsque les demandes "mains sur le volant" sont suspendues et lorsque la proximité de conditions limites nécessitant une telle demande est détectée avec moins de 5 s d'avance (par. 5.5.4.2.6.5.1).

3. Informations relatives au contrôle dynamique du système

3.1 Stratégie utilisée par le système pour définir la vitesse appropriée et l'accélération latérale résultante dans le contexte d'un positionnement du véhicule dans une voie de circulation (par. 5.3.7.1.3)

4. Informations relatives aux fonctionnalités particulières du système d'aide au contrôle du véhicule (le cas échéant)

4.1 Stratégies visant à garantir la contrôlabilité du système si celui-ci génère des accélérations latérales supérieures à une certaine vitesse et si les conditions ne sont plus remplies (par. 6.1.1.2)

4.2 Autres sources d'information utilisées par le système pour déterminer le positionnement du véhicule dans la voie de circulation en l'absence de lignes de délimitation (par. 6.1.4.1)

4.3 Preuves qu'une manœuvre de changement de voie n'est entamée que si elle n'oblige pas un véhicule circulant sur la voie de destination à ralentir de manière incontrôlable (par. 6.2.5)

4.4 Description succincte des stratégies destinées à garantir que la procédure de changement de voie n'est effectuée que par une voie ou vers une voie de destination qui n'est pas réservée aux véhicules venant en sens inverse (par. 6.2.9.3)

4.5 Si le système peut contourner un obstacle situé sur la voie de circulation, preuves suffisantes des autres raisons qui peuvent nécessiter qu'il effectue cette manœuvre (par. 6.3.9.1)

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 à moteur, 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 ci-après. Cette déclaration sert de référence aux essais de base à effectuer conformément à l'annexe 4.

On considère que le système possède la capacité déclarée ci-après s'il est démontré qu'il se comporte de la manière requise dans au moins 90 % des essais pertinents. La preuve de cette capacité doit être apportée à l'autorité d'homologation de type, documents appropriés à l'appui.

Si les conditions s'écartent de celles qui sont prévues par les essais, le système ne doit pas interrompre de manière déraisonnable sa stratégie de commande. Le constructeur doit en apporter la preuve à l'autorité d'homologation de type conformément à l'annexe 4.

1. 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 réagir aux scénarios ci-après (par exemple, éviter une collision sans intervention du conducteur), si la conception du système le prévoit :

Scénario	Vitesse de fonctionnement max. permettant d'éviter une collision, la demande de décélération étant inférieure ou égale à 5 m/s^2	Vitesse de fonctionnement max. permettant d'éviter une collision, la demande de décélération étant supérieure à 5 m/s^2	Domaine de fonctionnement
Véhicule à l'arrêt en aval sur une ligne droite (annexe 4, par. 4.2.5.2.1.1)			Autoroute
Véhicule à l'arrêt en aval dans un virage (annexe 4, par. 4.2.5.2.2.1)			Autoroute
Véhicule lent en aval sur une ligne droite (annexe 4, par. 4.2.5.2.3.1)			Autoroute
Véhicule aval déboîtant brusquement (annexe 4, par. 4.2.5.2.5.1)			Autoroute
Véhicule situé dans la voie adjacente se rabattant brusquement – type 1 (annexe 4, par. 4.2.5.2.6.1) ([1])	Oui/non	Oui/non	Autoroute
Véhicule situé dans la voie adjacente se rabattant brusquement – type 2 (annexe 4, par. 4.2.5.2.6.1) ([2])	Oui/non	Oui/non	Autoroute
Piéton immobile sur la trajectoire du véhicule d'essai (annexe 4, par. 4.2.5.2.7.1)			Hors autoroute

Scénario	Vitesse de fonctionnement max. permettant d'éviter une collision, la demande de décélération étant inférieure ou égale à 5 m/s²	Vitesse de fonctionnement max. permettant d'éviter une collision, la demande de décélération étant supérieure à 5 m/s²	Domaine de fonctionnement
Cycliste immobile sur la trajectoire du véhicule d'essai (annexe 4, par. 4.2.5.2.8.1)			Hors autoroute
Véhicule aval ralentissant moyennant une décélération allant jusqu'à 4 m/s² (annexe 4, par. 4.2.5.2.4.1)			Autoroute et hors autoroute
Cible piéton croisant la trajectoire du véhicule d'essai (annexe 4, par. 4.2.5.2.9.1)			Hors autoroute
Cible cycliste croisant la trajectoire du véhicule d'essai (annexe 4, par. 4.2.5.2.10.1)			Hors autoroute
(*À compléter par le constructeur*)			

([1]) Le constructeur est tenu de déclarer si le système peut réagir.
([2]) Le constructeur est tenu de déclarer si le système peut réagir.

2. Capacité du système à suivre le tracé de la voie

Plage(s) de vitesse	Accélération latérale minimale	Accélération latérale maximale	Conditions particulières (par exemple, par. 6.1.1)
(À compléter par le constructeur)			

2.1 Caractéristiques routières que le système peut reconnaître si sa conception et ses limites de fonctionnement le prévoient ; le constructeur doit remplir et éventuellement compléter le tableau ci-après, ou préciser «sans objet» selon qu'il conviendra :

Caractéristique routière	La caractéristique routière est-elle considérée comme une limite de fonctionnement pour le système ou l'une de ses fonctionnalités ? (Oui/Non)	Le système n'est pas capable de réagir à cette caractéristique routière	Le système est capable de réagir dès la détection	Le système est capable d'envoyer rapidement un avertissement	Domaine de fonctionnement
Poste de péage					Autoroute
Fin d'autoroute					Autoroute
Fermeture de voie permanente					Autoroute
Fermeture de voie temporaire (par exemple, véhicule en panne)					Autoroute

Caractéristique routière	La caractéristique routière est-elle considérée comme une limite de fonctionnement pour le système ou l'une de ses fonctionnalités ? (Oui/Non)	Le système n'est pas capable de réagir à cette caractéristique routière	Le système est capable de réagir dès la détection	Le système est capable d'envoyer rapidement un avertissement	Domaine de fonctionnement
Travaux de longue durée					Autoroute
Passage à niveau					Hors autoroute
Intersection					Hors autoroute
Rond-point					Hors autoroute
Signal «arrêt»					Hors autoroute
Signal «cédez le passage»					Hors autoroute
Passage pour piétons					Hors autoroute
Feux de circulation					Hors autoroute

3. Capacité du système à assurer le fonctionnement en toute sécurité dans le cas où il fournirait une assistance au changement de voie (applicable aux manœuvres déclenchées tant par le conducteur que par le système)

Le constructeur doit déclarer la distance à laquelle le système peut détecter une cible clairement visible et réagir en cas de besoin s'il est équipé d'une fonctionnalité de changement de voie. Le constructeur doit déclarer les conditions dans lesquelles cette distance peut être réduite.

	Portée de détection arrière (m)	Portée de détection avant (m)	Portée de détection latérale (m)	Conditions
Distance à laquelle le système peut détecter un motocycle et réagir				
Distance à laquelle le système peut détecter un obstacle dans la voie de destination et réagir	Sans objet		Sans objet	
Types d'obstacles auxquels le système est capable de réagir (*à compléter par le constructeur*)	Sans objet		Sans objet	

4. Capacité du système à effectuer d'autres manœuvres déclenchées par lui ou par le conducteur ou à réagir à une cible, hors autoroute et en toute sécurité, sans intervention de ce dernier. Le constructeur doit préciser «sans objet» selon qu'il conviendra.

	Le système est-il capable d'éviter une collision dans ce scénario ?	Conditions préalables dans lesquelles le système est capable d'éviter une collision
Piéton croisant la trajectoire du véhicule d'essai alors que celui-ci tourne à une intersection (annexe 4, par. 4.2.5.2.11.1)		
Cycliste croisant la trajectoire du véhicule d'essai alors que celui-ci tourne à une intersection (annexe 4, par. 4.2.5.2.12.1)		
Véhicule d'essai tournant à une intersection et croisant la trajectoire d'un autre véhicule (annexe 4, par. 4.2.5.2.13.1)		
Véhicule d'essai traversant en ligne droite une intersection et croisant la trajectoire d'un autre véhicule (annexe 4, par. 4.2.5.2.14.1)		
Manœuvre de contournement d'un obstacle sur la voie déclenchée par le système (annexe 4, par. 4.2.5.2.15)		

5. Capacité du système à respecter les règles de circulation dans le cas d'une manœuvre déclenchée par le conducteur

Le constructeur doit déclarer quelles règles de circulation relatives à une certaine manœuvre le système est capable de respecter, si cela est pertinent pour un signal donné. Si les performances du système sont propres à un pays de circulation donné, le constructeur peut le préciser.

Règle de circulation potentiellement applicable	Le système est-il conçu pour respecter cette règle ?
Durée d'indication de la procédure de changement de voie	
(*À compléter par le constructeur*)	

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, l'«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 ONU 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 minimal d'essais à mener. L'autorité d'homologation de type peut effectuer des essais supplémentaires et comparer les résultats obtenus aux 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 valeur temporelle obtenue en divisant la distance (dans le sens du déplacement) entre le véhicule d'essai et la cible par la vitesse relative du véhicule d'essai donnée par la différence entre celle du véhicule et celle de la cible ;

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 ;

2.3 «*Cible piéton*», une cible représentant un piéton ;

2.4 «*Cible voiture particulière*», une cible représentant une voiture particulière ;

2.5 «*Cible deux-roues motorisé*», une cible représentant l'ensemble formé par un motocycle et un motocycliste ;

2.6 «*Cible bicyclette*», une cible représentant l'ensemble formé par un cycliste et une bicyclette ;

2.7 «*Véhicule d'essai*», le véhicule équipé du système mis à l'essai ;

2.8 «*Essai de base*», un scénario d'essai pour lequel le constructeur doit déclarer, s'agissant des conditions limites concernées (par exemple, la vitesse du véhicule d'essai), un seuil jusqu'auquel le système est capable de contrôler le véhicule en toute sécurité ;

2.9 «*Essai approfondi*», un ensemble de scénarios d'essai dans lesquels on fait varier les conditions d'essai de manière à vérifier que le système ne modifie pas de manière déraisonnable la stratégie de commande par rapport aux valeurs et à la stratégie déclarées dans l'essai de base, dans le respect des limites de fonctionnement du système déclarées.

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 à l'intérieur des limites 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 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. 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 19206-5 ou un motocycle de la catégorie L_3 produit en grande série et homologué. Le point de référence pour le positionnement du motocycle est le point le plus en arrière sur l'axe médian du motocycle.

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.

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 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 à l'intérieur des limites 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 celles 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 d'essai, type de cible, écart latéral entre le véhicule et la cible, courbure de la voie).

3.1.6.2 Afin de confirmer la cohérence du système, les essais de base doivent être menés au moins deux fois. Si l'un des deux essais ne satisfait pas aux prescriptions, l'essai doit être répété une fois. Un essai est jugé satisfaisant si deux essais répondent aux prescriptions et si le constructeur a apporté des preuves suffisantes conformément à l'appendice 4 de l'annexe 3. L'autorité d'homologation de type peut demander qu'il soit procédé à des essais supplémentaires pour confirmer les seuils renseignés dans la déclaration effectuée conformément à l'appendice 4 de l'annexe 3.

3.1.6.3 Si les conditions s'écartent de celles spécifiées pour l'essai de base, le système ne doit pas modifier de manière déraisonnable sa stratégie de commande. Cela doit être démontré au cours d'un essai approfondi, dans lequel on fait varier chacun des paramètres spécifiés, plusieurs pouvant être modifiés au cours d'un même protocole d'essai. En outre, l'autorité d'homologation de type peut demander des documents supplémentaires attestant des performances du système pour des paramètres qui ne font pas l'objet d'un essai.

3.1.7 Essais sur route

3.1.7.1 Si 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 de tels essais.

4. Procédures d'essai

4.1 Scénarios d'essai destinés à vérifier la conformité générale aux prescriptions du présent Règlement ONU

La conformité aux prescriptions du présent Règlement ONU doit être démontrée à l'aide des essais physiques ci-dessous. Si 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 des limites 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 des limites de fonctionnement du système.

Tableau A4/1

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

Prescription ou aspect du système	Scénario de l'essai physique ou audit	Référence dans le texte principal
Informations destinées au conducteur, perte de vigilance du conducteur et stratégies d'avertissement	Annexe 3 Par. 4.1.1	Par. 5.1.1 et 5.5.4
Contrôle par le système de l'absence de perte de vigilance du conducteur	Annexe 3 Par. 4.1.1	Par. 5.1.2 et 5.5.4.2
Mauvaise utilisation raisonnablement prévisible	Annexe 3 Par. 4.1.1	Par. 5.1.3
Neutralisation du système	Annexe 3 Par. 4.1.1	Par. 5.1.4 et 5.5.3.4

Prescription ou aspect du système	Scénario de l'essai physique ou audit	Référence dans le texte principal
Performances équivalentes à celles des autres systèmes de sécurité visés dans les Règlements ONU nos 79, 130, 131 et 152	Par. 4.2.5.2.1.1 Par. 4.2.5.2.2.1 Par. 4.2.5.2.3.1 Par. 4.2.5.2.4 Par. 4.2.5.2.8.1 Par. 4.2.5.2.9.1 Par. 4.2.5.2.10.1 Par. 4.2.5.2.11.1	Par. 5.1.5
Prescriptions fonctionnelles	(*)	Par. 5.3
Évaluation de l'environnement et réaction appropriée en activant la fonctionnalité prévue	Par. 4.2.5.2.5.1 Par. 4.2.5.2.6.1	Par. 5.3.2 et 5.3.7.1.2
Comportement du véhicule en conditions réelles (pas de perturbation de la circulation, maintien d'une distance appropriée entre le véhicule et les autres usagers de la route, réduction du risque de collision, décélération/accélération, règles de circulation, distance de sécurité)	Par. 4.3.1 Par. 4.3.2	Par. 5.3.4, 5.3.7.2, 5.3.7.5 et 5.4.2
Activation des systèmes appropriés du véhicule	Annexe 3 Par. 4.1.1	Par. 5.3.3
Détection des limites de fonctionnement du système et limites atteintes	Annexe 3 Par. 4.1.1	Par. 5.3.5 et 5.3.7.1.4
Contrôlabilité	Annexe 3 Par. 4.1.1	Par. 5.3.6
Positionnement dans la voie de circulation	Par. 4.2.4 Par. 4.2.5.1.1	Par. 5.3.7.1 et 6.1
Manœuvres déclenchées par le conducteur	Par. 4.2.5.1.2	Par. 5.3.7.2.2
Manœuvres confirmées par le conducteur	Par. 4.2.5.1.3	Par. 5.3.7.2.3 et 5.5.4.1.8
Manœuvres déclenchées par le système	Par. 4.2.4 Par. 4.2.5.1.1 Par. 4.2.5.1.3	Par. 5.3.7.2.4 et 5.5.4.1.9
Procédure applicable en cas d'indisponibilité du conducteur	(*)	Par. 5.3.7.3
Assistance au respect des limitations de vitesse	Par. 4.3	Par. 5.3.7.4
Réaction aux défaillances	(*)	Par. 5.4
Activation du système, interactions avec le conducteur et informations destinées au conducteur	(*)	Par. 5.5
Changements de voie	Par. 4.2.5.1.2	Par. 6.2
Changements de voie confirmés par le conducteur	Par. 4.2.5.1.	Par. 6.2.9.1
Changements de voie déclenchés par le système	Par. 4.2.4 Par. 4.2.5.1.1 Par. 4.2.5.1.3	Par. 6.2.9.2
Autres manœuvres	Par. 4.3.3	Par. 6.3

(*) Le constructeur et l'autorité d'homologation de type doivent convenir des scénarios et procédures d'essai pour ces points.

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 des limites de fonctionnement de celui-ci.

4.2.2 Les essais peuvent être réalisés sur piste ou, si 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, procédure applicable en cas d'indisponibilité du conducteur, forte accélération latérale) doivent être conçus pour être réalisés sur piste.

4.2.2.1 Les essais doivent être effectués de manière à ce que leur résultat ne soit influencé ni par les réglages ou les actions du conducteur ni par un quelconque autre facteur sans lien avec la manœuvre à l'essai. Les conditions suivantes doivent donc être remplies :

a) La distance de suivi que le système assure dans le cadre du contrôle du déplacement longitudinal doit être réglée sur :

   i) La distance par défaut, si la distance est réinitialisée et réglée sur une certaine valeur lors de la première activation du système après activation de la chaîne de traction ; ou

   ii) La distance de suivi réglable par le conducteur la plus proche, si la distance n'est pas réinitialisée et réglée sur une valeur par défaut ;

b) La vitesse que le système définit dans le cadre du contrôle du déplacement longitudinal doit être réglée sur la vitesse indiquée dans le protocole d'essai ou sur la vitesse déclarée par le constructeur conformément à l'appendice 4 de l'annexe 3 ;

c) Le système doit être en mode «actif» avant que celle des deux conditions suivantes qui survient en premier ne soit remplie : le TTC est de 10 secondes ou la distance longitudinale relative est de 250 m ;

d) Il ne doit pas y avoir d'action corrective du conducteur sur la commande de direction.

Le constructeur doit déclarer toute autre condition pertinente à remplir pour l'exécution correcte de chaque essai.

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 d'essai s'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 S'il est nécessaire de mener des essais de base sur un tronçon de route en courbe, la géométrie doit satisfaire aux critères suivants (par virage en S, on entend les deux virages successifs dans l'ordre indiqué, et par tronçon de route en courbe, le deuxième virage) :

	Paramètres de la clothoïde	Rayon (m)	Longueur (m)
Premier virage (direction au choix)	153,7	–	30,0
	–	787	57,1
	105,0	–	14,0
Deuxième virage (direction opposée au premier virage)	98,6	–	26
	–	374	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 une courbure différente, à condition que cela ne modifie pas leur finalité ni ne diminue leur rigueur.

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 Positionnement dans la voie de circulation

4.2.5.1.1.1 Essai de base : l'essai doit confirmer les capacités de positionnement dans la voie de circulation telles que déclarées par le constructeur.

4.2.5.1.1.1.1 La vitesse du véhicule d'essai doit être maintenue dans la plage déclarée par le constructeur conformément aux dispositions des paragraphes 9.1.1 et 9.1.2 du présent Règlement ONU.

L'essai doit être exécuté séparément pour chaque plage de vitesses déclarée par le constructeur conformément aux dispositions des paragraphes 9.1.1 et 9.1.2 du présent Règlement ONU ou dans des plages de vitesses contiguës avec la même accélération latérale maximale déclarée.

Le véhicule d'essai doit être conduit sans que le conducteur n'exerce aucune force sur la commande de direction (par exemple, en retirant ses mains de la commande), à une vitesse constante sur une piste incurvée comportant des lignes de délimitation de voies de chaque côté.

L'accélération latérale nécessaire pour suivre la courbe doit se situer entre 80 % et 90 % de l'accélération latérale maximale déclarée par le constructeur conformément aux dispositions de l'appendice 4 de l'annexe 3 du présent Règlement ONU.

4.2.5.1.1.1.2 La vitesse du véhicule d'essai doit être maintenue dans la plage déclarée par le constructeur conformément aux dispositions des paragraphes 9.1.1 et 9.1.2 du présent Règlement ONU.

L'essai doit être exécuté séparément pour chaque plage de vitesses déclarée par le constructeur conformément aux dispositions des paragraphes 9.1.1 et 9.1.2 du présent Règlement ONU ou dans des plages de vitesses contiguës avec la même accélération latérale maximale déclarée.

Le véhicule d'essai doit être conduit sans que le conducteur n'exerce aucune force sur la commande de direction (par exemple, mains retirées de la commande), à une vitesse constante sur une piste incurvée comportant des lignes de délimitation de voies de chaque côté.

L'autorité d'homologation de type doit définir une vitesse d'essai et un rayon qui provoqueraient une accélération supérieure à l'accélération latérale maximale déclarée par le constructeur +0,3 m/s^2 (par exemple, conduite à une vitesse plus élevée dans un virage ayant un rayon donné).

4.2.5.1.1.1.3 À sa demande et en accord avec l'autorité d'homologation de type, le constructeur peut démontrer par d'autres moyens que les objectifs énoncés aux paragraphes 5.3.7.1.1, 5.3.7.1.2 ou 6.1.1, selon le cas, sont respectés dans toutes les plages de vitesses correspondant à une accélération latérale maximale déclarée différente s'il ne dispose pas de pistes d'essai d'un rayon permettant de satisfaire aux conditions d'accélération latérale décrites aux paragraphes 4.2.5.1.1.1.1 ou 4.2.5.1.1.1.2, à condition qu'au moins un essai physique tel que décrit ci-dessus soit effectué à l'accélération latérale maximale déclarée pour chacun de ces paragraphes.

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 courbures dans les limites de fonctionnement dudit système, jusqu'à l'accélération latérale maximale déclarée par le constructeur.

4.2.5.1.1.2.1 L'essai doit être exécuté au moins :

a) Sur une distance suffisante pour évaluer le positionnement dans la voie de circulation ;

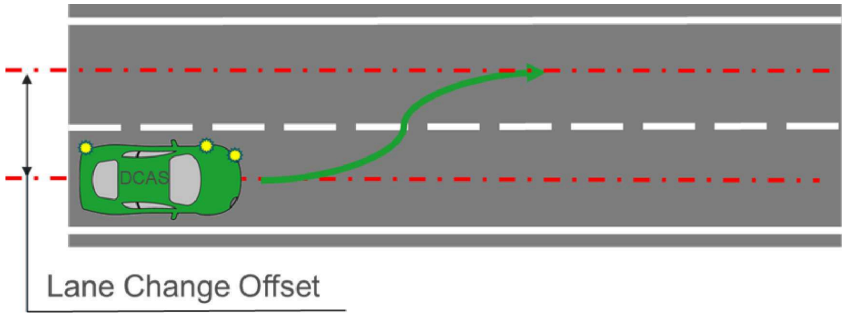
b) Pour différentes courbures de la route, y compris un virage en S dont les paramètres sont conformes au paragraphe 4.2.4.1 ou équivalents, et différentes vitesses initiales, dont une au moins nécessiterait que le véhicule dépasse l'accélération latérale maximale déclarée par le constructeur pour pouvoir rester dans la voie à cette vitesse ;

c) Pour différents types de lignes de délimitation de voies (par exemple, plusieurs lignes, une seule ligne, bordures de chaussée), en fonction du système.

4.2.5.1.2 Changements de voie déclenchés par le conducteur

4.2.5.1.2.1 Essai de base : l'essai doit confirmer les capacités de changement de voie déclenché par le conducteur telles que déclarées par le constructeur.

4.2.5.1.2.1.1 Le véhicule d'essai doit effectuer un changement complet de voie (par exemple, déplacement latéral de 3,5 m) et rejoindre la voie adjacente après que le conducteur a déclenché la procédure de changement de voie.



4.2.5.1.2.2 Essai approfondi

L'essai permet d'évaluer la capacité du système à aider le conducteur à changer de voie en toute sécurité, dans des conditions limites/dans les limites de ses fonctionnalités déclarées par le constructeur :

a) Sur des routes sans séparation physique ;

b) Sur des routes qui ne sont pas interdites aux piétons et aux cyclistes ;

c) Si la manœuvre ne peut pas être exécutée immédiatement après avoir été déclenchée par le conducteur ;

d) Si un véhicule aval est présent.

4.2.5.1.2.2.1 L'essai doit être exécuté au moins :

a) Avec des véhicules venant en sens inverse ou effectuant un dépassement dans la voie de destination ;

b) Avec différents usagers de la route en approche depuis l'arrière ;

c) Avec un véhicule circulant à côté, dans la voie adjacente, ce qui empêche un changement de voie ;

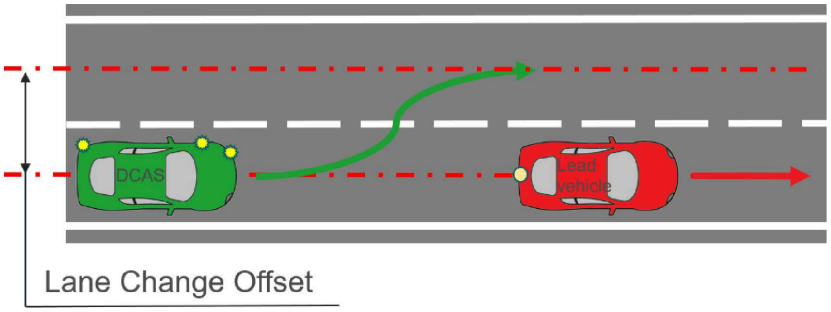
d) Dans un scénario où le système réagit au fait qu'un autre véhicule commence à se déplacer vers l'endroit que le véhicule est censé atteindre dans sa voie de destination, afin d'éviter un risque de collision.

4.2.5.1.3 Changements de voie confirmés par le conducteur ou déclenchés par le système

4.2.5.1.3.1 Essai de base : l'essai doit confirmer les capacités de changement de voie déclenché par le système telles que déclarées par le constructeur.

4.2.5.1.3.1.1 Le véhicule d'essai doit effectuer un changement complet de voie (par exemple, déplacement latéral de 3,5 m) dans la voie adjacente après que le système a déclenché la procédure de changement de voie.

4.2.5.1.3.1.2 Le véhicule d'essai et le véhicule aval doivent circuler dans la même direction en ligne droite pendant au moins 2 secondes avant la partie fonctionnelle de l'essai, l'écart latéral entre les deux véhicules étant inférieur ou égal à 1 m.



4.2.5.1.3.2 Essai approfondi : l'essai doit démontrer que le système est capable d'aider le conducteur à changer de voie en toute sécurité :

a) Pour d'autres écarts de vitesse entre le véhicule aval et le véhicule d'essai ;

b) Sur des routes sans séparation physique ; et/ou

c) Sur des routes qui ne sont pas interdites aux piétons et aux cyclistes.

4.2.5.1.3.2.1 L'essai doit être exécuté au moins :

a) Sur une voie où circulent des véhicules venant en sens inverse ou effectuant un dépassement dans la voie de destination ;

b) Avec différents usagers de la route en approche depuis l'arrière ;

c) Avec un véhicule circulant à côté, dans la voie adjacente, ce qui empêche un changement de voie ;

d) Dans un scénario où le système réagit au fait qu'un autre véhicule commence à se déplacer vers l'endroit que le véhicule est censé atteindre dans sa voie de destination, afin d'éviter un risque de collision.

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 : l'essai doit confirmer la capacité déclarée du système à réagir à la présence d'un véhicule à l'arrêt en aval sur une ligne droite.

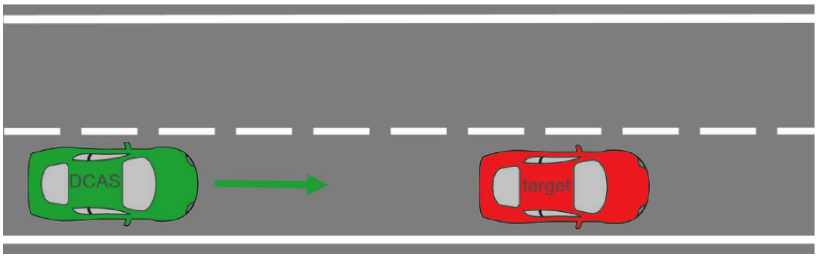
4.2.5.2.1.1.1 Le véhicule d'essai doit s'approcher de la cible à l'arrêt en ligne droite pendant au moins 2 secondes avant la partie fonctionnelle de l'essai, l'écart entre chaque véhicule et la ligne centrale ne devant pas être supérieur à 0,5 m.

4.2.5.2.1.1.2 La partie fonctionnelle de l'essai doit débuter lorsque :

a) Le véhicule d'essai se déplace à la vitesse requise, compte tenu de la marge de tolérance et de l'écart latéral prescrits au présent paragraphe ; et

b) La distance entre le véhicule et la cible correspond à un temps de réaction du système d'au moins 4 secondes.

4.2.5.2.1.2 La marge de tolérance doit être respectée entre le début de la partie fonctionnelle de l'essai et l'intervention du système.



4.2.5.2.1.3 Essai approfondi : l'essai doit démontrer que le système ne modifie pas de manière déraisonnable la stratégie de commande en cas de véhicule à l'arrêt en aval sur une ligne droite.

4.2.5.2.1.3.1 L'essai doit être exécuté au moins :

a) Avec un véhicule à l'arrêt d'un autre type ou d'une autre catégorie ;

b) Avec un véhicule à l'arrêt en accroissant l'écart latéral entre les deux véhicules ;

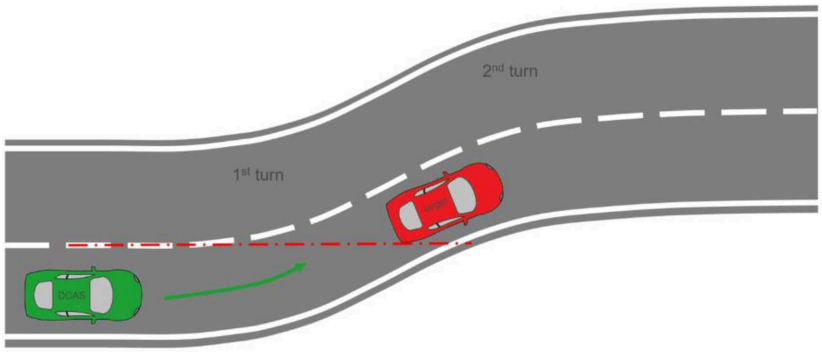
c) Avec un véhicule à l'arrêt orienté vers le véhicule d'essai dans le cas d'un système capable de fonctionner hors autoroute.

4.2.5.2.2 Véhicule à l'arrêt en aval dans un virage

4.2.5.2.2.1 Essai de base : l'essai doit confirmer la capacité déclarée du système à réagir à la présence d'un véhicule à l'arrêt en aval dans un virage.

4.2.5.2.2.1.1 La cible doit se trouver dans une position telle que l'écart latéral entre elle et l'axe central de la voie soit inférieur ou égal à 0,5 m après le premier virage (tel que défini au paragraphe 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 d'essai doit circuler à vitesse constante sur le tronçon de route rectiligne entièrement délimité par des lignes, le système étant activé pendant une durée suffisante pour que l'assistance au contrôle latéral stabilise la position du véhicule sur la voie avant d'atteindre le virage.



4.2.5.2.2.2 Essai approfondi : l'essai doit démontrer que le système ne modifie pas de manière déraisonnable la stratégie de commande en cas de véhicule à l'arrêt en aval dans un virage.

4.2.5.2.2.2.1 L'essai doit être exécuté au moins :

a) Avec un véhicule à l'arrêt d'un autre type ou d'une autre catégorie ;

b) En accroissant l'écart entre le véhicule à l'arrêt et l'axe central de la voie ;

c) En modifiant l'angle de positionnement du véhicule à l'arrêt par rapport à l'axe central de la voie ;

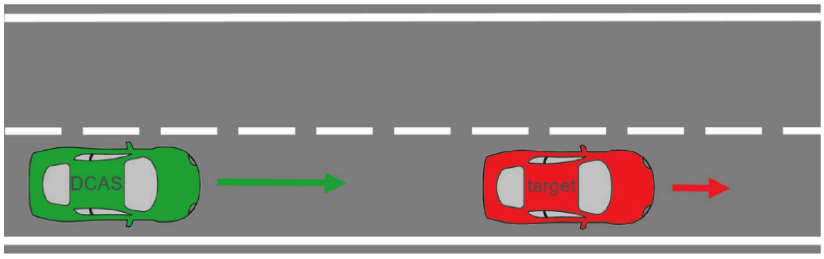
d) Avec un véhicule à l'arrêt orienté vers le véhicule d'essai dans le cas d'un système capable de fonctionner hors autoroute.

4.2.5.2.3 Véhicule lent en aval sur une ligne droite

4.2.5.2.3.1 Essai de base : l'essai doit confirmer la capacité déclarée du système à réagir à la présence d'un véhicule lent en aval sur une ligne droite.

4.2.5.2.3.1.1 Le véhicule d'essai et la cible doivent circuler dans la même direction en ligne droite pendant au moins 2 secondes avant la partie fonctionnelle de l'essai, l'écart entre chaque véhicule et la ligne centrale ne devant pas être supérieur à 0,5 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 d'essai.



4.2.5.2.3.2 Essai approfondi : l'essai doit démontrer que le système ne modifie pas de manière déraisonnable la stratégie de commande en cas de véhicule lent en aval sur une ligne droite.

4.2.5.2.3.2.1 L'essai doit être exécuté au moins :

a) Avec un véhicule lent d'un autre type ou d'une autre catégorie ;

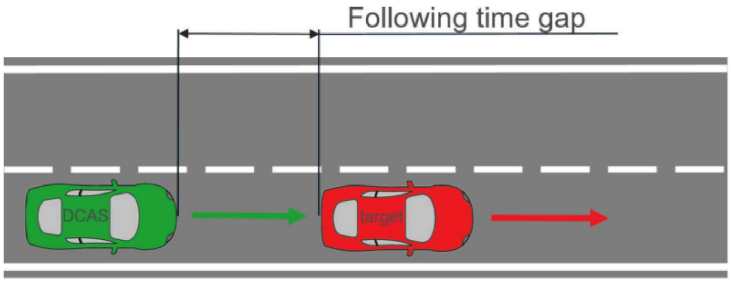
b) En accroissant l'écart latéral entre le véhicule d'essai et le véhicule lent ;

c) En accroissant la différence de vitesse entre le véhicule d'essai et le véhicule lent.

4.2.5.2.4 Véhicule aval ralentissant

4.2.5.2.4.1 Essai de base : l'essai doit confirmer la capacité déclarée du système à réagir à la présence d'un véhicule ralentissant en aval sur une ligne droite.

4.2.5.2.4.1.1 Le véhicule d'essai et la cible doivent circuler dans la même direction en ligne droite à une vitesse de 50 km/h, le véhicule d'essai circulant derrière la cible à une distance de sécurité stable maintenue par le système, pendant au moins 2 secondes avant la partie fonctionnelle de l'essai, l'écart entre chaque véhicule et la ligne centrale ne devant pas être supérieur à 0,5 m.



4.2.5.2.4.1.2 L'essai doit être effectué avec un véhicule cible ralentissant moyennant une décélération allant jusqu'à 4 m/s^2.

4.2.5.2.4.2 Essai approfondi

L'essai doit démontrer que le système ne modifie pas de manière déraisonnable la stratégie de commande en cas de véhicule ralentissant en aval sur une ligne droite.

4.2.5.2.4.2.1 L'essai doit être exécuté au moins :

a) Avec un véhicule ralentissant d'un autre type ou d'une autre catégorie ;

b) En accroissant l'écart latéral entre le véhicule d'essai et le véhicule ralentissant ;

c) En accroissant la décélération du véhicule ralentissant ;

d) Pour différentes vitesses du véhicule d'essai et de la cible.

4.2.5.2.5 Véhicule aval déboîtant brusquement

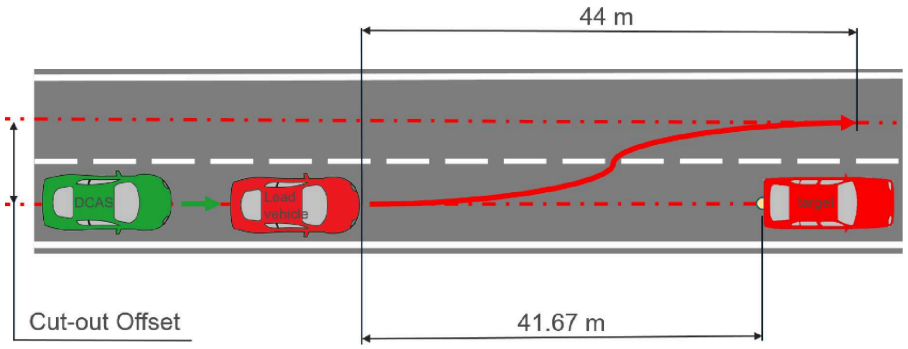
4.2.5.2.5.1 Essai de base : l'essai doit confirmer la capacité déclarée du système à réagir en cas de véhicule aval de catégorie M_1 déboîtant brusquement.

4.2.5.2.5.1.1 Le véhicule aval doit déboîter brusquement et rejoindre la voie adjacente (par exemple, 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 la 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 ±0,2 m.

Essai : véhicule aval déboîtant brusquement	Véhicule d'essai	Véhicule aval (Catégorie M_1)	Caractéristiques de la manœuvre		
			Accélération latérale	Longueur parcourue pendant le change-ment 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/s²	44 m	130 m



4.2.5.2.5.2 Essai approfondi : l'essai doit démontrer que le système ne modifie pas de manière déraisonnable la stratégie de commande en cas de véhicule aval déboîtant brusquement.

4.2.5.2.5.2.1 L'essai doit être exécuté au moins :

a) Avec une cible véhicule à l'arrêt d'un autre type ou d'une autre catégorie ;

b) Pour un TTC inférieur à 3 secondes ;

c) Pour différentes vitesses du véhicule d'essai et du véhicule aval ;

d) Pour différentes accélérations latérales du véhicule aval.

4.2.5.2.6 Véhicule situé dans la voie adjacente se rabattant brusquement

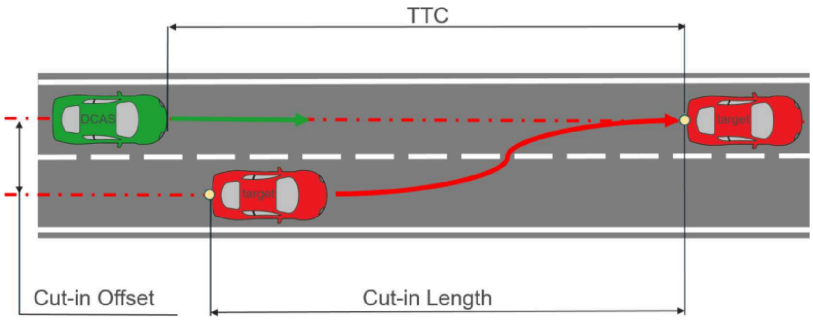
4.2.5.2.6.1 Essai de base : l'essai doit confirmer la capacité déclarée du système à réagir en cas de véhicule situé dans la voie adjacente se rabattant brusquement.

4.2.5.2.6.1.1 La cible véhicule située sur la voie adjacente doit se rabattre brusquement et rejoindre la voie sur laquelle se trouve le véhicule d'essai (par exemple, 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 la cible a fini de changer de voie et se trouve sur l'axe central de la voie sur laquelle circule le véhicule d'essai.

4.2.5.2.6.1.3 Le véhicule qui se rabat brusquement ne doit pas dévier de sa trajectoire prévue de plus de ±0,2 m.

Essai : véhicule se rabattant brusquement (par. 4.2.5.2.6.1.2)	Véhicule d'essai	Véhicule cible	Caractéristiques de la manœuvre		
			Accélération latérale	Longueur parcourue pendant le change-ment de voie	Rayon de courbure du segment curviligne
Type 1 – Démarrage de la manœuvre à TTC = 0 s	50 km/h	10 km/h	0,5 m/s²	14 m	15 m
Type 2 – Démarrage de la manœuvre à TTC = 1,5 s	120 km/h	70 km/h	1,5 m/s²	60 m	250 m



4.2.5.2.6.2 Essai approfondi : l'essai doit démontrer que le système ne modifie pas de manière déraisonnable la stratégie de commande en cas de véhicule situé dans la voie adjacente se rabattant brusquement.

4.2.5.2.6.2.1 L'essai doit être exécuté au moins :

a) Avec un véhicule se rabattant brusquement d'un autre type ou d'une autre catégorie ;

b) Pour une autre valeur du TTC ;

c) Pour différentes vitesses du véhicule d'essai et du véhicule aval ;

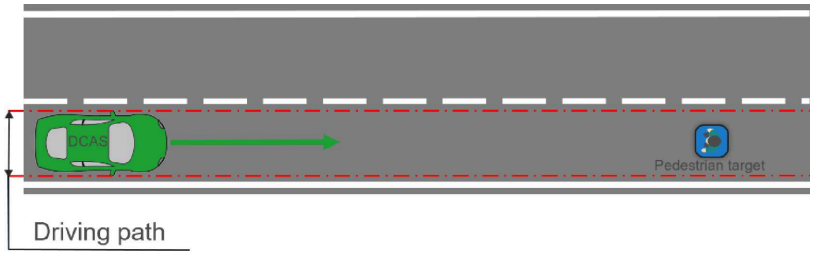
d) Pour différentes accélérations latérales du véhicule aval.

4.2.5.2.7 Piéton immobile sur la voie

4.2.5.2.7.1 Essai de base : l'essai doit confirmer la capacité déclarée du système à réagir à la présence d'un piéton immobile sur la voie.

4.2.5.2.7.1.1 La cible piéton doit se trouver sur la trajectoire du véhicule d'essai et être orientée dans la direction opposée.

4.2.5.2.7.1.2 Le véhicule d'essai doit s'approcher de la cible piéton en ligne droite pendant au moins 2 secondes avant la partie fonctionnelle de l'essai.



4.2.5.2.7.2 Essai approfondi : l'essai doit démontrer que le système ne modifie pas de manière déraisonnable la stratégie de commande en cas de piéton immobile.

4.2.5.2.7.2.1 L'essai doit être exécuté au moins :

a) Avec une cible piéton sur la voie, mais en dehors de la trajectoire du véhicule d'essai ;

b) Avec une cible piéton orientée dans une autre direction ;

c) Avec une cible piéton de taille différente ;

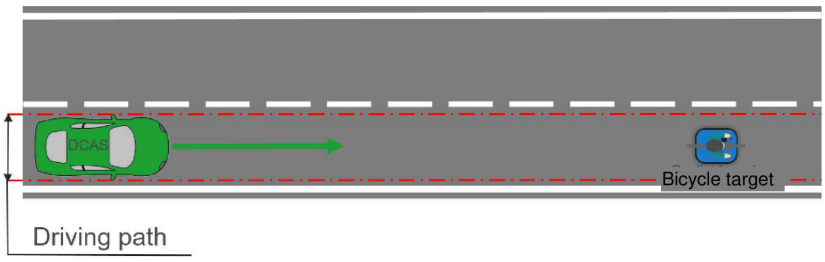
d) Pour une autre vitesse du véhicule d'essai.

4.2.5.2.8 Cycliste immobile sur la voie

4.2.5.2.8.1 Essai de base : l'essai doit confirmer la capacité déclarée du système à réagir à la présence d'une cible immobile et en cas de mouvement latéral autour de la cible, le cas échéant.

4.2.5.2.8.1.1 La cible bicyclette doit se trouver sur la trajectoire du véhicule d'essai et être orientée dans la direction opposée.

4.2.5.2.8.1.2 Le véhicule d'essai doit s'approcher de la cible bicyclette en ligne droite pendant au moins 2 secondes avant la partie fonctionnelle de l'essai.



4.2.5.2.8.2 Essai approfondi : l'essai doit démontrer que le système ne modifie pas de manière déraisonnable la stratégie de commande en cas de cycliste immobile.

4.2.5.2.8.2.1 L'essai doit être exécuté au moins :

a) Pour différentes positions de la cible bicyclette, jusqu'à ce qu'elle soit hors de la trajectoire du véhicule d'essai ;

b) Avec la cible bicyclette orientée dans une autre direction ;

c) Pour une autre vitesse du véhicule d'essai ;

d) Avec la cible bicyclette orientée vers le véhicule d'essai.

4.2.5.2.9 Cible piéton croisant la trajectoire du véhicule d'essai

4.2.5.2.9.1 Essai de base : l'essai doit confirmer la capacité déclarée du système à réagir à la présence d'une cible piéton croisant la trajectoire du véhicule d'essai.

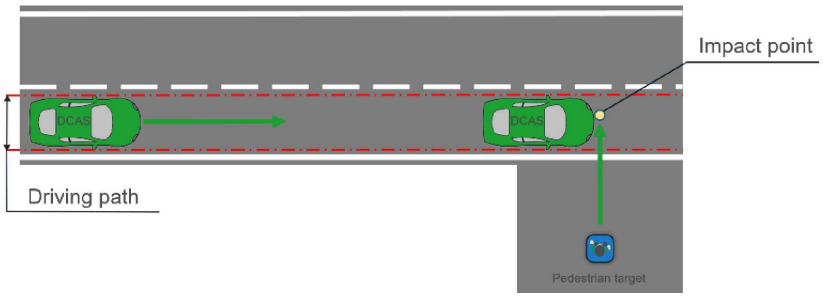
4.2.5.2.9.1.1 La partie fonctionnelle de l'essai doit débuter lorsque :

a) Le véhicule d'essai se déplace à la vitesse requise, compte tenu de la marge de tolérance et de l'écart latéral maximal prescrits au présent paragraphe ;

b) La distance entre le véhicule et la cible correspond à un TTC d'au moins 4 secondes.

4.2.5.2.9.1.2 La marge de tolérance doit être respectée entre le début de la partie fonctionnelle de l'essai et l'intervention du système.

4.2.5.2.9.1.3 La cible piéton doit se déplacer en ligne droite à une vitesse constante de 5 km/h +0/-0,4 km/h perpendiculairement à la direction du véhicule d'essai, mais pas avant le début de la partie fonctionnelle de l'essai. Le positionnement de la cible piéton doit être coordonné avec le véhicule d'essai de telle sorte que le point de choc de la cible avec l'avant du véhicule se trouve dans l'axe longitudinal du véhicule, avec une tolérance maximale de 0,2 m, si le véhicule garde la vitesse d'essai prescrite tout au long de la partie fonctionnelle de l'essai et ne freine pas.



4.2.5.2.9.2 Essai approfondi : l'essai doit démontrer que le système ne modifie pas de manière déraisonnable la stratégie de commande en cas de cible piéton croisant la trajectoire du véhicule d'essai.

4.2.5.2.9.2.1 L'essai doit être exécuté au moins :

a) Avec une cible piéton de taille différente ;

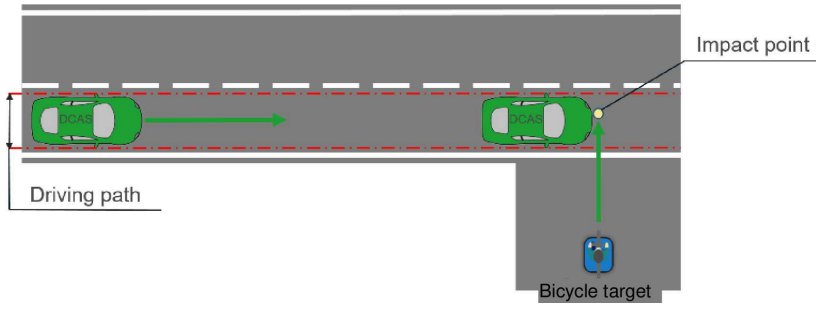
b) Avec une cible piéton se déplaçant à une vitesse différente, mais constante ;

c) En modifiant l'angle de la trajectoire de la cible piéton par rapport à celle du véhicule d'essai.

4.2.5.2.10 Cible bicyclette croisant la trajectoire du véhicule d'essai

4.2.5.2.10.1 Essai de base : l'essai doit confirmer la capacité déclarée du système à réagir à la présence d'une cible bicyclette croisant la trajectoire du véhicule d'essai.

4.2.5.2.10.1.1 La cible bicyclette doit se déplacer en ligne droite à une vitesse constante de 15 km/h +0/-1 km/h, perpendiculairement à la direction du véhicule d'essai, mais pas avant le début de la partie fonctionnelle de l'essai. Pendant la phase d'accélération de la cible bicyclette précédant la partie fonctionnelle de l'essai, la cible bicyclette doit être masquée. Le positionnement de la cible bicyclette doit être coordonné avec le véhicule d'essai de telle sorte que le point de choc de la cible avec l'avant du véhicule se trouve dans l'axe longitudinal du véhicule, avec une tolérance maximale de 0,2 m, si le véhicule garde la vitesse d'essai prescrite tout au long de la partie fonctionnelle de l'essai et ne freine pas.



4.2.5.2.10.2 Essai approfondi : l'essai doit démontrer que le système ne modifie pas de manière déraisonnable la stratégie de commande en cas de cible bicyclette croisant la trajectoire du véhicule d'essai.

4.2.5.2.10.2.1 L'essai doit être exécuté au moins :

a) Avec une cible bicyclette se déplaçant à une vitesse différente, mais constante ;

b) En modifiant l'angle de la trajectoire de la cible bicyclette par rapport à celle du véhicule d'essai ;

c) Pour un écart latéral différent.

4.2.5.2.11 Cible piéton croisant la trajectoire du véhicule d'essai alors que celui-ci tourne à une intersection

4.2.5.2.11.1 Essai de base : l'essai doit confirmer la capacité déclarée du système à réagir à la présence d'une cible piéton croisant la trajectoire du véhicule d'essai alors que celui-ci tourne à une intersection.

4.2.5.2.11.1.1 La partie fonctionnelle de l'essai doit débuter lorsque :

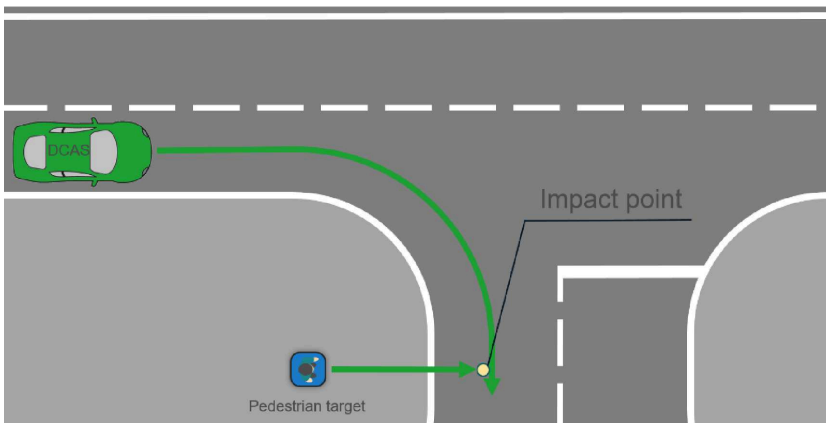
a) Le véhicule d'essai se déplace à la vitesse requise, compte tenu de l'écart latéral maximal prescrit au présent paragraphe ;

b) La distance entre le véhicule et la cible correspond à un TTC d'au moins 4 secondes.

4.2.5.2.11.1.3 La marge de tolérance doit être respectée entre le début de la partie fonctionnelle de l'essai et l'intervention du système.

4.2.5.2.11.1.4 La cible piéton doit se déplacer en ligne droite à une vitesse constante de 5 km/h +0/-0,4 km/h, mais pas avant le début de la partie fonctionnelle de l'essai. Le positionnement de la cible piéton doit être coordonné avec le véhicule d'essai de telle sorte que le point de choc de la cible avec l'avant du véhicule se trouve dans l'axe longitudinal du véhicule, avec une tolérance maximale de 0,2 m, si le véhicule garde la vitesse d'essai prescrite tout au long de la partie fonctionnelle de l'essai et ne freine pas.

4.2.5.2.11.1.5 L'essai doit être exécuté avec la cible piéton se déplaçant parallèlement au côté passager du véhicule d'essai, conformément au diagramme ci-dessous.



4.2.5.2.11.2 Essai approfondi : l'essai doit démontrer que le système ne modifie pas de manière déraisonnable la stratégie de commande en cas de cible piéton croisant la trajectoire du véhicule d'essai alors que celui-ci tourne à une intersection. Il convient d'exécuter jusqu'à quatre scénarios différents où la cible piéton se trouve du côté conducteur et du côté opposé et traverse la voie dans les deux sens.

4.2.5.2.11.2.1 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 ;

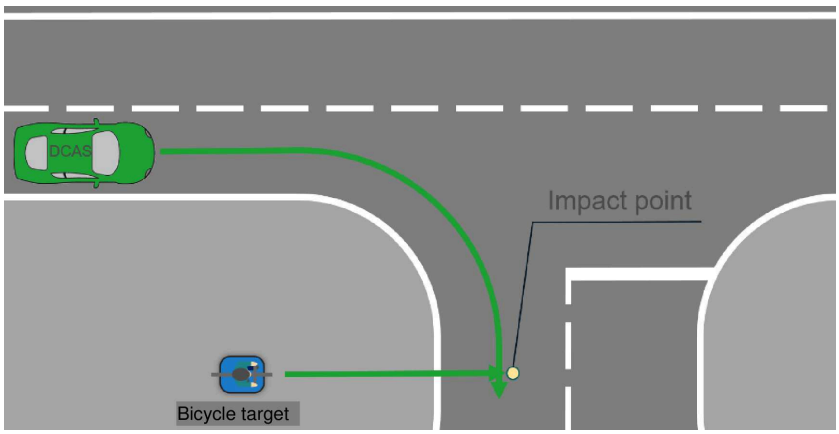
c) En modifiant la position du point de choc, ou en considérant que la cible piéton évite le véhicule ;

d) En modifiant les conditions de visibilité (par exemple, de nuit), en fonction des limites de fonctionnement du système déclarées.

4.2.5.2.12 Cible bicyclette croisant la trajectoire du véhicule d'essai alors que celui-ci tourne à une intersection

4.2.5.2.12.1 Essai de base : l'essai doit confirmer la capacité déclarée du système à réagir à la présence d'une cible bicyclette croisant la trajectoire du véhicule d'essai alors que celui-ci tourne à une intersection.

4.2.5.2.12.1.1 La cible bicyclette doit se déplacer en ligne droite à une vitesse constante de 15 km/h +0/-1 km/h, perpendiculairement à la direction du véhicule d'essai, mais pas avant le début de la partie fonctionnelle de l'essai. Pendant la phase d'accélération de la cible bicyclette précédant la partie fonctionnelle de l'essai, la cible bicyclette doit être masquée. Le positionnement de la cible bicyclette doit être coordonné avec le véhicule d'essai de telle sorte que le point de choc de la cible avec l'avant du véhicule se trouve dans l'axe longitudinal du véhicule, avec un décalage maximale de 0,2 m, si le véhicule garde la vitesse d'essai prescrite tout au long de la partie fonctionnelle de l'essai et ne freine pas.



4.2.5.2.12.2 Essai approfondi : l'essai doit démontrer que le système ne modifie pas de manière déraisonnable la stratégie de commande en cas de cible bicyclette croisant la trajectoire du véhicule d'essai alors que celui-ci tourne à une intersection.

4.2.5.2.12.2.1 L'essai doit être exécuté au moins :

a) Avec une cible bicyclette se déplaçant à une vitesse différente, mais constante ;

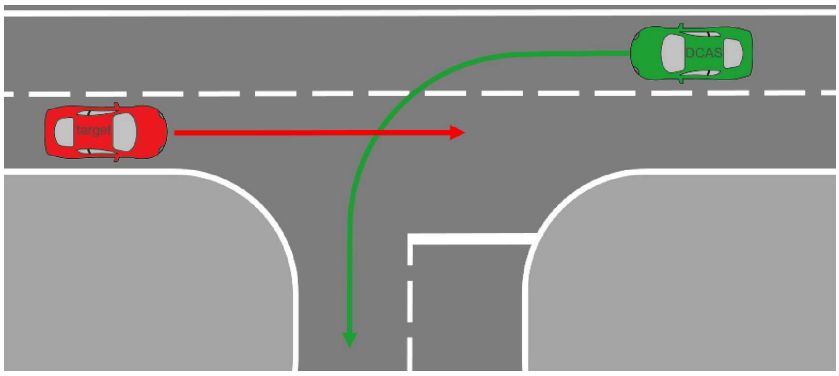
b) En modifiant la position du point de choc, ou en considérant que la cible bicyclette évite le véhicule.

4.2.5.2.13 Véhicule d'essai tournant à une intersection et croisant la trajectoire d'un autre véhicule

4.2.5.2.13.1 Essai de base : l'essai doit confirmer la capacité déclarée du système à réagir à la présence d'une cible véhicule croisant la trajectoire du véhicule d'essai alors que celui-ci tourne à une intersection.

4.2.5.2.13.1.1 Le véhicule d'essai doit s'approcher du point de choc avec l'avant de la cible véhicule (voiture particulière ou motocycle) en ligne droite 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 d'essai.

4.2.5.2.14.1.2 La cible doit s'approcher à une vitesse allant jusqu'à 60 km/h, en fonction des limites de fonctionnement du système déclarées.



4.2.5.2.13.2 Essai approfondi : l'essai doit démontrer que le système ne modifie pas de manière déraisonnable la stratégie de commande en cas de cible véhicule croisant la trajectoire du véhicule d'essai alors que celui-ci tourne à une intersection.

4.2.5.2.13.2.1 L'essai doit être exécuté au moins :

a) Pour différents types ou catégories de cibles véhicules ;

b) Pour différentes valeurs de chevauchement ;

c) Pour différentes positions des deux véhicules sur la voie ;

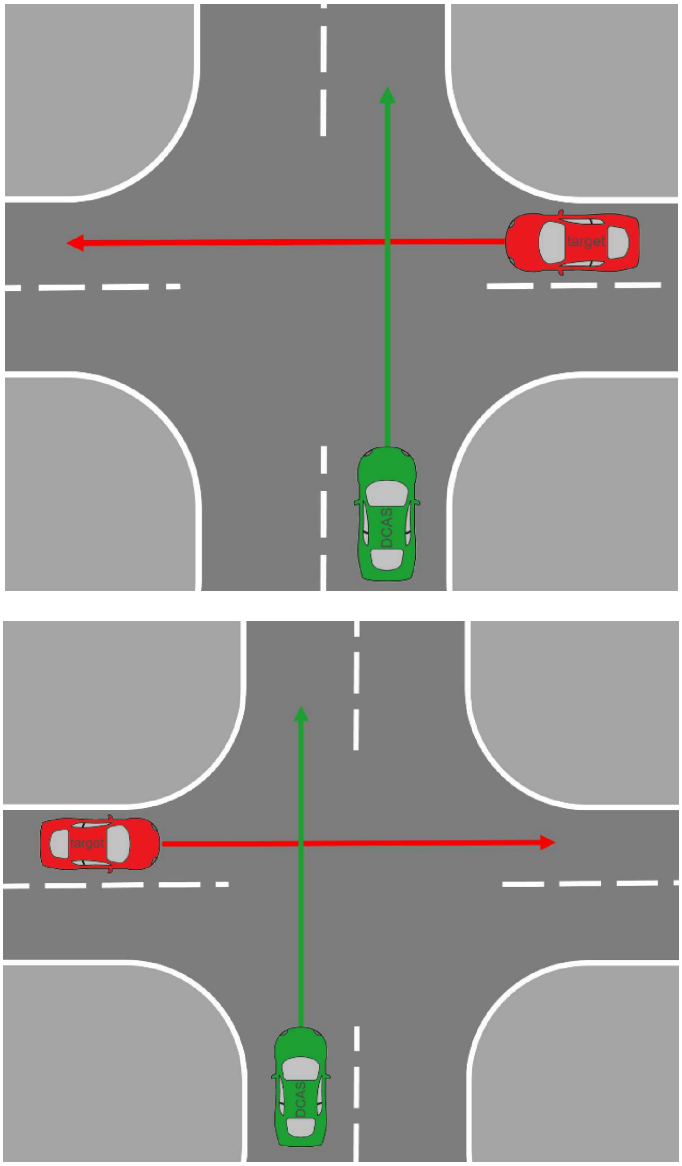
d) En présence d'un obstacle entravant (partiellement) la voie de destination.

4.2.5.2.14 Véhicule d'essai croisant la trajectoire d'une cible véhicule qui circule en ligne droite à une intersection

4.2.5.2.14.1 Essai de base : l'essai doit confirmer la capacité déclarée du système à reconnaître une cible véhicule circulant en ligne droite et croisant la trajectoire du véhicule d'essai à une intersection et à lui céder le passage.

4.2.5.2.14.1.1 Le véhicule d'essai doit s'approcher du point de choc avec le côté de la cible véhicule (voiture particulière ou motocycle) circulant en ligne droite à une intersection, la cible véhicule arrivant depuis le côté conducteur ou le côté passager, l'écart latéral entre le véhicule d'essai et le point de choc étant égal à 25 % de la longueur de la cible.

4.2.5.2.14.1.2 La cible doit s'approcher à une vitesse allant jusqu'à 60 km/h, en fonction des limites de fonctionnement du système déclarées. Le véhicule d'essai est censé céder le passage.



4.2.5.2.14.2 Essai approfondi : l'essai doit démontrer que le système ne modifie pas de manière déraisonnable la stratégie de commande en cas de cible véhicule circulant en ligne droite et croisant la trajectoire du véhicule d'essai à une intersection.

4.2.5.2.14.2.1 L'essai doit être exécuté au moins :

a) Pour différents types ou catégories de cibles véhicules ;

b) Pour différentes valeurs de chevauchement ;

c) Pour différentes positions du véhicule d'essai et de la cible véhicule.

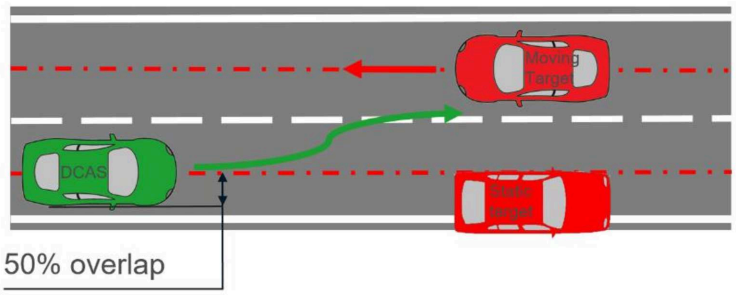
4.2.5.2.15 Manœuvre de contournement d'un obstacle sur la voie déclenchée par le système

4.2.5.2.15.1 Essai de base : l'essai doit confirmer la capacité déclarée du système à réagir en cas de véhicule approchant en sens inverse sur la voie adjacente pendant une manœuvre de contournement d'un obstacle sur la voie déclenchée par le système.

4.2.5.2.15.1.1 Le véhicule d'essai doit circuler en ligne droite à vitesse constante sur une voie avant de déboîter sur la voie adjacente pour contourner une cible statique, alors qu'un autre véhicule approche en sens inverse à vitesse constante sur la voie adjacente.

4.2.5.2.15.1.2 Le véhicule cible en mouvement doit circuler en direction du véhicule d'essai sur la voie adjacente à une vitesse d'au moins 30 km/h. Une cible statique doit être placée en aval du véhicule d'essai, de telle sorte qu'elle recouvre 50 % de la largeur de la voie du côté extérieur de la chaussée. Le véhicule d'essai doit circuler à une vitesse d'au moins 30 km/h en ligne droite, et le véhicule d'essai et le véhicule cible en mouvement doivent être synchronisés de sorte qu'ils arrivent en même temps au niveau de la cible statique.

4.2.5.2.15.1.3 Les manœuvres déclenchées par le système doivent être activées au moment où le véhicule d'essai approche de la cible statique. Le véhicule d'essai doit éviter une collision avec les cibles.



4.2.5.2.15.2 Essai approfondi : l'essai doit démontrer que le système ne modifie pas de manière déraisonnable la stratégie de commande en cas de manœuvre de contournement d'un obstacle sur la voie qu'il a lui-même déclenchée.

4.2.5.2.15.2.1 L'essai doit être exécuté au moins :

a) Avec un véhicule cible d'un autre type ou d'une autre catégorie, ou avec un autre type d'usager de la route ;

b) Avec différentes marques routières, y compris sur une route sans ligne centrale de délimitation des voies ;

c) Sur des routes de différentes géométries (par exemple, dans un virage) ;

d) Avec différentes valeurs de chevauchement entre le véhicule d'essai et la cible statique ;

e) Pour différentes vitesses du véhicule d'essai et du véhicule cible en mouvement ;

f) Avec différents délais de synchronisation (par exemple, plus tôt et plus tard) entre le véhicule d'essai et le véhicule cible en mouvement.

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 et des conditions de circulation, comportement variable du véhicule aval, limites de vitesse variables) et s'approche de ses limites de fonctionnement déclarées (changements des conditions de visibilité ou de l'état de la route, sortie prévue ou soudaine des limites de fonctionnement du système).

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 Scénarios d'essai visant à évaluer le comportement du système dans le cadre d'autres manœuvres déclenchées par celui-ci ou par le conducteur

4.3.3.1 Les essais sur route doivent porter sur les scénarios d'essai figurant dans le tableau ci-dessous afin que l'on puisse évaluer le comportement du système dans des conditions réelles et normales de fonctionnement.

Le trajet doit être planifié de manière à intégrer les scénarios d'essai pertinents en fonction de la déclaration effectuée par le constructeur conformément aux dispositions de l'annexe 3 du présent Règlement ONU.

Le plan d'essai élaboré par l'autorité d'homologation de type doit comprendre les scénarios permettant d'évaluer une capacité donnée dans diverses circonstances.

4.3.3.2 Le constructeur doit fournir des éléments attestant (par exemple, sur la base d'essais virtuels) du comportement du système dans tout type de scénario pertinent au regard de la déclaration qu'il a effectuée conformément aux dispositions de l'annexe 3 du présent Règlement ONU.

Catégorie	Type de scénario	Prescriptions de référence (liste non exhaustive)
Autres manœuvres	Diriger le véhicule vers la voie sélectionnée	Par. 6.3.1 à 6.3.9.4
	Faire pénétrer le véhicule sur un rond-point ou l'en faire sortir	
	Faire quitter au véhicule sa voie de circulation sans qu'il s'agisse d'une manœuvre de changement de voie	
	Faire prendre un virage au véhicule	
	Garer le véhicule ou lui faire quitter le stationnement	
Autres manœuvres déclenchées par le système	Diriger le véhicule vers la voie sélectionnée	(Réservé)
	Faire pénétrer le véhicule sur un rond-point ou l'en faire sortir	
	Faire quitter au véhicule sa voie de circulation sans qu'il s'agisse d'une manœuvre de changement de voie	
	Faire prendre un virage au véhicule	
	Garer le véhicule ou lui faire quitter le stationnement	

4.3.4 Pour tout autre type de scénario pertinent au regard de la capacité et des limites de fonctionnement du système déclarées par le constructeur conformément aux dispositions de l'annexe 3 et qu'il est impossible de reproduire dans les essais sur route, le constructeur doit fournir des éléments de preuve suffisants tirée de la validation interne qu'il a effectuée sur le système, à la satisfaction de l'autorité d'homologation de type.

4.3.5 L'essai sur route doit être enregistré et, si nécessaire, le véhicule d'essai doit être équipé d'autres 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.

4.3.6 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 après application des dispositions de l'annexe 3.

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 ;

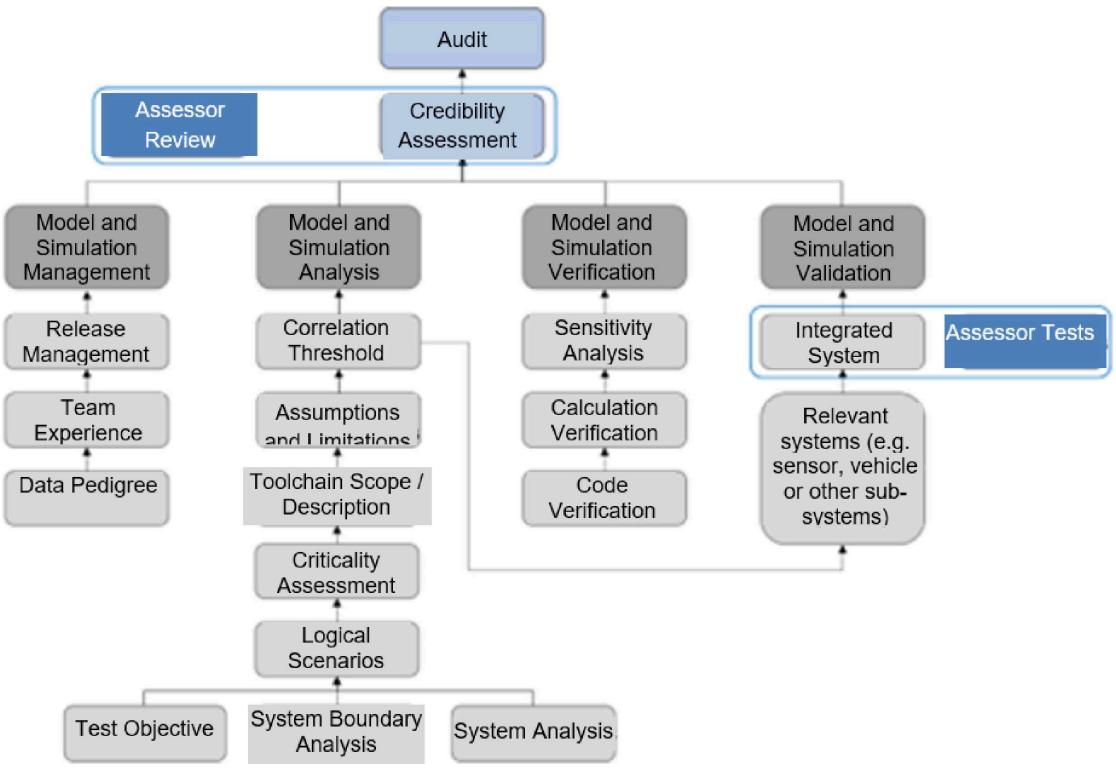
c) La justesse : le degré de fiabilité et de robustesse des données et algorithmes utilisés ;

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 dans ses limites 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, la validation et la 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 «*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 sensible les utilisations prévues de l'outil de simulation ;

2.2 «*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) ;

2.3 «*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 ;

2.4 «*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 ;

2.5 «*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 sous-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 ;

2.6 «*Modèle*», une description ou une représentation d'un système, d'une entité, d'un phénomène ou d'un processus ;

2.7 «*Étalonnage du modèle*», le processus de réglage des paramètres numériques ou de modélisation du modèle pour améliorer sa concordance avec un référent ;

2.8 «*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 ;

2.9 «*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 ;

2.10 «*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 ;

2.11 «*Événement probabiliste*», un événement non déterministe, dont les résultats sont décrits par une loi de probabilité ;

2.12 «*Terrain d'essai ou piste d'essai*», une installation d'essai physique fermée à la circulation où les performances d'un système d'aide au contrôle du véhicule 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 ;

2.13 «*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 ;

2.14 «*Simulation*», la reproduction dans le temps du fonctionnement d'un processus ou d'un système réels ;

2.15 «*Chaîne de simulation*», une combinaison d'outils de simulation utilisés pour étayer la validation d'un système d'aide au contrôle du véhicule ;

2.16 «*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 finale. 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 ;

2.17 «*Processus stochastique*», un processus qui comporte ou fait intervenir une ou plusieurs variables aléatoires, et qui relève du calcul des probabilités ;

2.18 «*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 ;

2.19 «*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 ;

2.20 «*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 ;

2.21 «*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 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 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 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 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 devrait documenter les données utilisées pour valider le modèle et indiquer les principales caractéristiques qualité ;

b) Le constructeur 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 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, couverture 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 devrait fournir des informations sur l'ensemble des données et scénarios utilisés pour valider la chaîne de modélisation et de simulation ;

b) Le constructeur devrait documenter les données exportées et indiquer les principales caractéristiques qualité, en utilisant par exemple les méthodes de corrélation ;

c) Le constructeur 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 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 devrait décrire de manière claire l'objectif de l'essai.

3.5.3 Hypothèses, limitations connues et sources d'incertitude

a) Le constructeur devrait justifier les hypothèses de modélisation qui ont guidé la conception de la chaîne de modélisation et de simulation ;

b) Le constructeur 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 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 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. Le constructeur peut adapter cette matrice à ses cas d'utilisation.

Tableau A5/1

Matrice d'évaluation de la criticité

<table>
<tr><td rowspan="4">Incidence sur le système d'aide au contrôle du véhicule</td><td>Importante</td><td rowspan="2">s.o.</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Modérée</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Mineure</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Négligeable</td><td></td><td></td><td colspan="2">s.o.</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>Négligeable</td><td>Mineure</td><td>Modérée</td><td>Importante</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="4">Conséquence de la décision</td></tr>
</table>

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.

a) Le constructeur 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 ([1]) ;

b) Le constructeur devrait fournir une documentation montrant que l'exploration de l'espace des paramètres d'entrée a permis de déterminer les combinaisons de paramètres pour lesquelles 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 ;

c) Le constructeur devrait mettre en place des procédures de vérification de la cohérence et du bien-fondé des modèles si les données s'y prêtent.

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

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.

a) Le constructeur devrait documenter les estimations des erreurs numériques (par exemple, erreur de discrétisation, erreur d'arrondi ou convergence des processus itératifs) ;

b) 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 s'il est soumis à de légères variations des paramètres. Elle est donc fondamentale pour étayer la crédibilité des résultats de la simulation.

a) Le constructeur 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 du modèle ;

b) Le constructeur 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 clefs 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 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, chaîne de traction) ;

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 clefs de performance sont atteints, par exemple à l'aide des méthodes de corrélation.

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 doit ajouter des marges de sécurité adéquates en fonction de l'incertitude relative aux résultats du modèle s'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 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 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 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 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 à l'autorité compétente :

a) Le constructeur 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 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 en évaluant la documentation fournie ou en menant des essais physiques.