2024/2689

4.11.2024

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)] [2024/2689]

Date d'entrée en vigueur: 22 septembre 2024

Le présent document est communiqué uniquement à titre d'information. Le texte authentique, juridiquement contraignant, est celui du document ECE/TRANS/WP.29/2024/37.

TABLE DES MATIÈRES

Règlement

Introduction

1. Champ d'application
2. Définitions
3. Demande d'homologation
4. Homologation
5. Spécifications générales
6. Spécifications supplémentaires pour les fonctionnalités du DCAS
7. Contrôle du fonctionnement du DCAS
8. Validation du système
9. Données d'information sur le système
10. Exigences 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

Annexes

1. Communication
2. Exemples des marques d'homologation
3. Prescriptions particulières à appliquer à l'audit/évaluation

Appendice 1 — Modèle de formulaire d'évaluation pour les systèmes électroniques et/ou les systèmes électroniques complexes

Appendice 2 — Conception du système à évaluer lors de l'audit/évaluation

Appendice 3 — Classification exemplaire des capacités de détection du système et des limites pertinentes du système

Appendice 4 — Déclaration de capacité du système

4. Spécifications des essais physiques pour la validation du DCAS
5. Principes d'évaluation de la crédibilité de l'utilisation de la chaîne d'outils virtuelle dans la validation du DCAS

Introduction

1. Les systèmes avancés d'aide à la conduite («Advanced Driver Assistance Systems» ou ADAS) ont été mis au point pour aider les conducteurs et renforcer la sécurité routière en leur fournissant des informations, notamment des avertissements dans les situations critiques pour la sécurité, et en les aidant à prendre le contrôle latéral et/ou longitudinal du véhicule, temporairement ou durablement, pendant la conduite normale et pour éviter une collision et/ou atténuer la gravité de l'accident dans les situations critiques. Les ADAS visent à aider les conducteurs, qui restent toujours responsables du contrôle du véhicule et doivent surveiller en permanence l'environnement et les performances du véhicule/système.

2. Le présent règlement de l'ONU porte sur les systèmes d'aide à la conduite (DCAS), qui constituent un sous-ensemble des systèmes avancés d'aide à la conduite (ADAS). Les DCAS sont des systèmes de véhicule pilotés par le conducteur qui l'aident à assurer le contrôle dynamique du véhicule par une assistance soutenue au contrôle des mouvements latéraux et longitudinaux. Les DCAS, lorsqu'ils sont actifs, soutiennent les tâches de conduite, augmentent le confort et réduisent la charge de travail du conducteur en stabilisant ou en manœuvrant activement le véhicule. Les DCAS assistent le conducteur, lorsqu'ils sont utilisés dans les limites du système, mais n'assument pas complètement la tâche de conduite, qui reste donc de la responsabilité du conducteur. L'assistance du DCAS ne doit pas avoir d'incidence négative sur la sécurité routière ni sur le contrôle du comportement du véhicule par le conducteur.

3. Compte tenu de l'expansion sur le marché de différents DCAS améliorés, le présent règlement de l'ONU vise à établir des dispositions uniformes et générales technologiquement neutres concernant l'homologation des véhicules équipés de DCAS pouvant fonctionner au-delà des limites imposées par le règlement de l'ONU n° 79.03, et vise à permettre l'homologation de divers dispositifs d'aide à la conduite, comblant ainsi une lacune réglementaire existante. Ce règlement de l'ONU prévoit des exigences minimales de sécurité pour tout DCAS.

4. Selon la norme SAE J3016 («Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles»), les DCAS sont considérés comme des systèmes de «niveau 2 selon la norme SAE J3016» (automatisation partielle), c'est-à-dire des systèmes qui ne sont capables d'effectuer qu'une partie du contrôle dynamique du véhicule et qui nécessitent donc un conducteur pour effectuer le reste du contrôle dynamique, ainsi que pour superviser le fonctionnement du système et l'environnement du véhicule ([1]). En tant que tels, les DCAS, lorsqu'ils sont utilisés, assistent — mais ne remplacent pas — le conducteur dans l'exécution du contrôle dynamique. Le fait de ne fournir que le contrôle longitudinal ou latéral dégrade temporairement le niveau d'automatisation du DCAS de 2 à 1 (assistance au conducteur).

5. Bien que les DCAS et les systèmes de conduite automatisée («Automated Driving Systems» ou ADS) de niveaux d'automatisation supérieurs de 3 à 5 selon la norme SAE J3016 assurent tous deux un contrôle latéral et longitudinal durable, seuls les ADS peuvent permettre au conducteur de lui déléguer la conduite, car seuls les ADS, par définition, sont capables de gérer toutes les situations de conduite raisonnablement attendues dans leur domaine de conception opérationnelle («Operational Design Domain» ou ODD) sans autre intervention de la part du conducteur. Au contraire, les DCAS ne font qu'assister le conducteur, mais ne le remplacent jamais. Par voie de conséquence, il n'y a pas de transfert de la responsabilité du conducteur en ce qui concerne le contrôle du véhicule.

6. La disponibilité des DCAS et leur capacité d'assistance sont limitées par les limites opérationnelles définies du système. Bien que le DCAS soit capable de détecter et de répondre aux scénarios courants dans le cas d'utilisation (fonction DCAS), le système peut ne pas être capable de reconnaître certaines conditions environnementales, étant donné que les DCAS ne sont pas conçus pour gérer toutes les situations, et que le conducteur est censé toujours contrôler le véhicule.

7. L'impact des limites du système sur sa capacité à satisfaire certaines exigences et la nature de l'évaluation des exigences se reflètent dans les termes utilisés dans le présent règlement des Nations unies.

   a) Certaines exigences sont censées être toujours respectées, y compris dans tous les essais concernés. Ces dispositions sont formulées comme suit: «le système doit ...»;

   b) Certaines exigences sont telles que, bien que le système soit généralement censé les satisfaire, il se peut que cela ne soit pas toujours approprié ou réalisable dans certaines circonstances, ou que des perturbations externes entraînent une variation de la production. Ces dispositions sont formulées comme suit: «le système doit viser à ...»; et

([1]) Les niveaux d'automatisation décrits par la norme SAE J3016 figurent également dans le document de référence ECE/TRANS/WP29/1140.

c) Certaines exigences sont difficiles à vérifier en évaluant directement les performances du système et sont plus facilement vérifiées en évaluant la conception du système, par exemple en analysant ses stratégies de contrôle. Ces dispositions sont formulées comme suit: «le système doit être conçu pour ...».

8. En fonction du cas d'utilisation, certains DCAS peuvent être en mesure d'initier des manœuvres de conduite. Lorsque les manœuvres sont initiées par le système, celui-ci doit être conçu pour respecter les règles nationales de circulation. Toutefois, lorsque les manœuvres sont initiées par le conducteur, le DCAS ne fait qu'aider le conducteur à conduire le véhicule sans assurer le respect des règles nationales de circulation. Dans les deux cas, la responsabilité reste celle du conducteur.

9. Il est admis que le respect des règles de circulation liées aux manœuvres confirmées par le conducteur ou initiées par le système peut ne pas être totalement réalisable en raison de la complexité et de la variété des règles dans les différents pays d'exploitation. L'implication continue du conducteur dans la conduite est considérée comme une compensation.

10. Une confiance excessive du conducteur pourrait constituer un risque potentiel pour la sécurité. Plus le système est performant, plus le conducteur est susceptible de faire confiance au système pour qu'il fonctionne toujours correctement et de diminuer le niveau de supervision du conducteur au fil du temps (jusqu'à confondre le système avec la conduite entièrement automatisée). Par voie de conséquence, le DCAS vise à prévenir les risques raisonnablement prévisibles de mauvaise utilisation ou d'abus de la part du conducteur. Le DCAS fournit des informations suffisantes pour permettre au conducteur de superviser l'assistance fournie.

11. Les DCAS doivent être conçus pour éviter que les conducteurs n'entreprennent des activités autres que la conduite au-delà de celles autorisées pour la conduite manuelle avant l'entrée en vigueur du présent règlement des Nations unies, étant donné que les DCAS exigent du conducteur qu'il reste concentré sur la tâche de conduite. Par voie de conséquence, les DCAS doivent disposer de moyens permettant d'évaluer l'implication continue du conducteur dans la conduite du véhicule et la supervision de celle-ci. Le DCAS surveillera l'engagement du conducteur (en veillant à ce qu'il ait les mains sur le volant ou les yeux sur la route, voire les deux), évaluera l'engagement du conducteur et réagira de manière appropriée à un manque d'engagement du conducteur en lui adressant des avertissements distincts. Il arrêtera ensuite complètement le véhicule si le conducteur n'a pas réagi aux avertissements du système et n'a pas pris les mesures de contrôle nécessaires. Le DCAS surveillera les signes de désengagement du conducteur à l'aide d'un système de surveillance du conducteur. Toutefois, si ce système surveille les signes physiques de désengagement, il n'est actuellement pas en mesure d'évaluer directement le désengagement cognitif.

12. Ce règlement de l'ONU comprend des exigences fonctionnelles générales concernant la sécurité du système en fonctionnement normal et la réponse à défaillance limitée en cas de défaillance du système ou d'incapacité du conducteur à confirmer son implication dans le contrôle du véhicule. Les dispositions réglementaires couvrent l'interaction du DCAS avec d'autres systèmes d'assistance au véhicule, la description des conditions limites du système et le comportement du système lorsque les limites du système ont été détectées comme étant atteintes, la possibilité de contrôler et l'assistance au contrôle dynamique du système pour différents cas d'utilisation du DCAS (caractéristiques). Les interactions entre le DCAS et le conducteur sont réglementées, y compris l'interface homme-machine (IHM) dans deux directions: l'utilisation du système par le conducteur et l'assurance de l'engagement du conducteur par le système. Le présent règlement de l'ONU établit des exigences pour les caractéristiques spécifiques des DCAS.

13. Ce règlement de l'ONU établit des méthodes d'évaluation de la conformité plus génériques que celles du règlement de l'ONU n° 79.03 (où des exigences spécifiques sont élaborées pour chaque cas d'utilisation). Le constructeur est tenu de déclarer les grandes lignes de la conception du système, ce qui permet d'informer l'autorité d'homologation de type des activités d'évaluation et de vérification nécessaires. Les techniques d'évaluation multi-piliers compensent les incertitudes liées aux cas opérationnels du DCAS qui ne sont pas directement évalués et couvrent donc l'évaluation des multiples cas opérationnels du DCAS. La validation du DCAS doit garantir qu'une évaluation approfondie, tenant compte de la sécurité fonctionnelle et opérationnelle des caractéristiques intégrées dans le DCAS et de l'ensemble du DCAS intégré dans un véhicule, a été réalisée par le constructeur au cours des processus de conception et de développement. Les piliers de l'évaluation comprennent la validation des aspects de sécurité du DCAS par le biais d'un audit renforcé de la documentation du constructeur, d'essais physiques sur la piste d'essai et les routes publiques et d'une surveillance en service du fonctionnement du DCAS par le constructeur.

14. L'utilisation sûre des DCAS nécessite une bonne compréhension de la part du conducteur des capacités de performance des DCAS disponibles sur le véhicule. La fourniture d'informations appropriées au conducteur est nécessaire pour éviter toute erreur d'interprétation ou de surestimation de sa part, ou toute difficulté avec le DCAS/le contrôle du véhicule. L'élaboration de ce règlement des Nations unies a mis en évidence la nécessité de veiller à ce que le conducteur conserve des connaissances spécifiques ou suffisantes sur l'utilisation appropriée du DCAS. Cette question touche au thème plus large de la formation des conducteurs, qui peut être divisé en deux directions: a) l'amélioration de la formation et la réévaluation des conducteurs pour conduire en toute sécurité des véhicules équipés de DCAS et b) le développement d'une norme uniforme (par exemple, ISO) définissant pour les DCAS l'IHM commune, les techniques de communication, les modes de fonctionnement, les possibilités d'annulation, les messages et signaux du système, etc. en plus de ce règlement de l'ONU. Cela garantira l'uniformité de l'IHM pour les différents DCAS produits par différents constructeurs, de sorte que chaque conducteur puisse être préparé à utiliser les différentes caractéristiques du DCAS en toute sécurité.

15. Le présent règlement de l'ONU n'a pas pour objet d'établir des prescriptions applicables aux conducteurs, mais il stipule les prescriptions relatives aux matériels, messages et signaux éducatifs que les constructeurs de DCAS devront présenter au conducteur (par exemple, pour examen). Toutefois, le présent règlement de l'ONU et l'autorité d'homologation de type ne peuvent garantir, par des dispositions réglementaires, que ces documents sont correctement examinés et compris par le conducteur.

16. Le déploiement du DCAS attire l'attention sur la nécessité d'une politique de marketing équilibrée afin de ne pas provoquer une surestimation des capacités du DCAS par le conducteur, qui pourrait croire que les performances du système sont supérieures à celles d'un système d'assistance. La référence à des termes trompeurs dans les documents d'information fournis par le constructeur peut entraîner une confusion chez le conducteur ou une confiance excessive. Pour éviter cela, les termes jugés trompeurs par les autorités nationales ne doivent pas être utilisés dans la promotion commerciale du DCAS.

1. Champ d'application

1.1. Le présent règlement de l'ONU s'applique à l'homologation des véhicules des catégories M et N ([2]) en ce qui concerne leurs systèmes d'aide à la conduite (DCAS).

1.2. Le présent règlement ne s'applique pas à l'homologation des véhicules en ce qui concerne les fonctions de direction à commande automatique («Automatically Commanded Steering Functions» ou ACSF) ou les fonctions d'atténuation des risques («Risk Mitigation Function» ou RMF) qui ont été homologuées en vertu du règlement n° 79, même lorsqu'un système exerce en même temps une fonction de contrôle longitudinal. Toutefois, si le constructeur déclare que cette ACSF ou RMF fait partie du DCAS, le présent règlement de l'ONU s'applique, qu'elle ait ou non été homologuée en vertu du règlement n° 79 de l'ONU.

2. Définitions

Aux fins du présent règlement, on entend par:

2.1. «*Système d'aide à la conduite (DCAS)*»: l'ensemble du matériel et des logiciels capables d'aider le conducteur à contrôler durablement les mouvements longitudinaux et latéraux du véhicule.

Dans le présent règlement des Nations unies, le DCAS est également appelé «*le système*».

2.2. «*Type de véhicule en ce qui concerne le DCAS*»: un groupe de véhicules qui ne diffèrent pas par des aspects essentiels tels que les suivants:

a) caractéristiques et conception du système DCAS;

b) caractéristiques du véhicule qui influencent de manière significative les performances du DCAS.

Si, dans le cadre de la désignation du type de véhicule par le constructeur, le DCAS se compose de plusieurs éléments, dont certains peuvent ne pas être montés sur certains véhicules, le DCAS avec des fonctionnalités moindres est réputé appartenir au même type de véhicule en ce qui concerne le DCAS.

([2]) Comme défini dans la Résolution d'ensemble sur la construction des véhicules (R.E.3.), document ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.6, paragraphe 2 — https://unece.org/transport/standards/transport/vehicle-regulations-wp29/resolutions.

2.3. «*Caractéristique (DCAS)*»: une capacité DCAS spécifique fournissant une assistance au conducteur dans des scénarios de circulation, des circonstances et des limites du système définis.

2.4. «*Contrôle dynamique*»: l'exécution en temps réel des fonctions opérationnelles et tactiques nécessaires au déplacement du véhicule. Il s'agit notamment de contrôler le mouvement latéral et longitudinal du véhicule, de surveiller l'environnement routier, de réagir aux événements survenant dans l'environnement de la circulation routière, et de planifier et signaler les manœuvres.

Aux fins du présent règlement des Nations unies, seul le conducteur est responsable du contrôle dynamique du véhicule, tandis que le DCAS fournit une assistance pour l'exécution des fonctions opérationnelles et tactiques sans limiter la capacité d'intervention du conducteur à tout moment.

2.5. «*Limites du système*»: les limites ou conditions vérifiables ou mesurables établies par un constructeur jusqu'à ou dans lesquelles le DCAS ou une fonction du DCAS est conçu pour fournir une assistance au conducteur et les conditions qui ont une incidence sur la capacité du système à fonctionner comme prévu.

2.6. «*Désengagement du conducteur*»: la détermination par le système de l'incapacité actuelle du conducteur à exécuter en toute sécurité des tâches de perception, de planification ou de prise de décision et à intervenir dans le fonctionnement du DCAS.

2.7. «*Fonctions opérationnelles*»: les actions de commande de base du conducteur nécessaires et effectuées pour déplacer un véhicule et faire fonctionner ses systèmes, y compris le contrôle des mouvements latéraux et longitudinaux du véhicule. La réalisation des fonctions opérationnelles implique la conduite physique du véhicule par le conducteur.

2.8. «*Fonctions tactiques*»: la planification et la détermination en temps réel des manœuvres par le conducteur. Les fonctions tactiques impliquent la mise en œuvre des compétences du conducteur pour conduire le véhicule dans un environnement en constante évolution.

2.9. «*Temps réel*»: le temps réel 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 sa voie ou son sens de circulation initial, ce qui peut entraîner une interaction avec d'autres usagers de la route.

Une série de manœuvres peut être considérée comme une manœuvre individuelle à condition que les manœuvres se suivent, sans séparation significative, et qu'elles soient liées à l'atteinte d'un objectif tactique (par exemple, changer de voie en combinaison avec le franchissement d'une intersection). Les manœuvres distinctes liées au suivi d'un itinéraire de navigation avec une séparation significative ne sont pas considérées comme une manœuvre individuelle.

2.11. «*Voie cible*»: 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 ("Lane Change Procedure" ou LCP)*»: la séquence d'opérations visant à effectuer un changement de voie d'un véhicule. La séquence comprend les opérations suivantes:

a) activation des feux indicateurs de direction;

b) déplacement latéral du véhicule vers la limite de la voie;

c) manœuvre de changement de voie;

d) reprise de la position stable du véhicule sur la voie;

e) désactivation des feux indicateurs de direction.

2.13. La «*Manœuvre de changement de voie ("Lane Change Manœuvre" ou LCM)*» fait partie de la LCP et:

a) commence lorsque le bord extérieur de la bande de roulement de la roue avant du véhicule la plus proche du marquage de la voie traverse le bord extérieur du marquage de la voie vers laquelle le véhicule est manœuvré; et

b) prend fin lorsque les roues arrière du véhicule ont entièrement franchi le marquage de la voie.

2.17. «*Mode arrêt*»: un état de fonctionnement du DCAS dans lequel le système n'est pas en mesure d'aider le conducteur à exécuter le contrôle dynamique du véhicule.

2.18. «*Mode actif*»: un état de fonctionnement du DCAS, lorsque le système ou une fonction du DCAS a été sollicité pour aider le conducteur à assurer le contrôle dynamique du véhicule. Dans ce mode, le système est soit en mode «veille», soit en mode «actif».

2.18.1. «*Mode actif*»: un état de fonctionnement du DCAS, lorsque le système ou un élément du DCAS considère qu'il se trouve dans les limites du système et qu'il aide le conducteur à assurer le contrôle dynamique du véhicule.

2.18.2. «*Mode veille*»: un état de fonctionnement du DCAS dans lequel le système ou une fonction du DCAS est en mode «marche», mais ne génère pas de sortie de commande. Dans ce mode, le système peut être en mode «passif» ou «inactif».

2.18.2.1. «*Mode passif*»: un état de fonctionnement du DCAS, lorsque le système ou la fonction du DCAS est en mode «veille» et considère qu'il se trouve dans les limites de son système, sans qu'aucune condition préalable n'empêche le passage en mode «actif».

2.18.2.2. «*Mode inactif*»: un état de fonctionnement du DCAS, lorsque le système ou une fonction du DCAS est en mode «veille» et considère qu'il est en dehors de ses conditions limites ou que toute condition préalable est telle que le passage en mode «actif» est empêché.

2.19. «*Risque de collision imminente*»: une situation ou un événement susceptible de conduire à une collision du véhicule avec un autre usager de la route ou un obstacle et qui ne peut être évité par un freinage inférieur à 5 $m/s^2$.

2.20. «*Portée de détection*»: la distance à laquelle le système peut reconnaître de manière fiable une cible et générer un signal de commande, compte tenu de la détérioration des composants du système de capteurs due au temps et à l'utilisation tout au long de la durée de vie du véhicule.

2.21. «*Plage de vitesse conçue pour le système/la fonction*»: la plage de vitesse adaptative dans laquelle le système ou une de ses fonctions peut être en mode «actif» sur la base de la conception et de la capacité du système, en tenant compte, le cas échéant, des conditions de circulation et de l'environnement.

2.22. «*Vitesse maximale fixée par le conducteur*»: la vitesse maximale de fonctionnement du DCAS fixée par le conducteur.

2.23. «*Vitesse maximale actuelle*»: la vitesse maximale jusqu'à laquelle le système contrôle le véhicule.

2.24. «*Numéro d'identification du logiciel Rx (RXSWIN)*»: un identifiant spécifique, défini par le constructeur du véhicule, représentant les informations relatives au logiciel du système de commande électronique contribuant à l'homologation de type du véhicule conformément au règlement ONU n° 171.

2.25. «*Système de commande électronique*»: une combinaison de modules conçus pour coopérer à la production de la fonction automatisée de maintien dans la voie au moyen d'un traitement électronique de données. Un tel système, en général contrôlé par un logiciel, est constitué de composants fonctionnels discrets tels que capteurs, modules de commande électronique et actionneurs, reliés par des liaisons de transmission. Il peut comprendre des éléments mécaniques, électropneumatiques ou électrohydrauliques.

2.26. «*Occurrence*»: dans le contexte des dispositions du paragraphe 7, une action liée à la sécurité ou un cas de survenance d'un événement ou d'un incident impliquant un véhicule équipé d'un DCAS.

2.27. «*Occurrence critique pour la sécurité*»: un événement qui se produit lorsque le DCAS ou son dispositif respectif est en mode «marche» au moment d'une collision et qui:

a) a entraîné la blessure d'au moins une personne nécessitant une assistance médicale; ou

b) a entraîné le déploiement des airbags, des dispositifs de retenue des occupants non réversibles et/ou du système de sécurité secondaire pour usagers de la route vulnérables du véhicule équipé du DCAS.

2.28. «*Contrôlabilité*»: une mesure de la probabilité qu'un dommage puisse être évité lorsqu'une situation dangereuse se produit. Cette condition peut être due à des actions du conducteur, du système ou à des mesures externes.

2.29. «*Neutralisation du conducteur*»: toute action entreprise par le conducteur pour intervenir temporairement sur l'assistance fournie par le DCAS en agissant sur les commandes de freinage, de transmission, d'accélération ou de direction.

2.30. «*Autoroute*»: un type de route où les piétons et les cyclistes sont interdits et qui, de par sa conception, est équipée d'une séparation physique qui sépare le trafic circulant dans des directions opposées.

2.31. «*Non-autoroute*»: un type de route autre qu'une autoroute telle que définie au paragraphe 2.30.

2.32. «*Système de conduite automatisée ("Automated Driving System" ou ADS)*»: le matériel et les logiciels du véhicule qui sont collectivement capables d'exécuter l'ensemble de la tâche de conduite dynamique («Dynamic Driving Task» ou DDT) de manière continue.

2.33. «*Tâche de conduite dynamique ("Dynamic Driving Task" ou DDT)*»: les fonctions opérationnelles et tactiques en temps réel nécessaires à la conduite du véhicule dans la circulation routière.

3. Demande d'homologation

3.1. La demande d'homologation d'un type de véhicule en ce qui concerne le DCAS est présentée par le constructeur du véhicule ou par son représentant autorisé 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. Il est accompagné de la documentation suivante:

3.2.1. Une description du type de véhicule en ce qui concerne les éléments spécifiés au point 2.2, accompagnée d'un dossier de documentation conforme aux exigences de l'Annexe 1, qui donne accès à la conception de base du DCAS et aux moyens par lesquels il est relié à d'autres systèmes du véhicule, ou par lesquels 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 en application du présent règlement de l'ONU satisfait aux prescriptions des paragraphes 5 à 10 ci-dessous, l'homologation de ce type de véhicule est accordée.

4.2. Un numéro d'homologation est attribué à chaque type homologué. Ses deux premiers chiffres (actuellement 00 pour le règlement ONU dans sa forme originale) indiquent la série d'amendements correspondant aux modifications techniques apportées au règlement ONU à la date de délivrance de l'homologation. La même Partie contractante ne peut attribuer ce numéro à un autre type de véhicule.

4.3. Les communications concernant l'homologation, l'extension du refus, le retrait de l'homologation ou l'arrêt définitif de la production d'un type de véhicule, en application du présent règlement, sont communiquées aux Parties contractantes à l'accord appliquant le présent règlement, au moyen d'une fiche conforme au modèle de l'Annexe 1 du présent règlement et d'une documentation fournie par le demandeur, dans un format ne dépassant pas le format A4 (210 × 297 mm) et à une échelle appropriée, ou sous forme électronique.

4.4. Sur tout véhicule conforme à un type de véhicule homologué en application du présent règlement de l'ONU, il est apposé de manière visible, en un endroit facilement accessible et indiqué sur la fiche d'homologation, une marque d'homologation internationale conforme au modèle décrit à l'Annexe 2, composée de l'un des éléments suivants:

4.4.1. Un cercle entourant la lettre «E» suivie:

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

b) du numéro du présent règlement, suivi de la lettre «R», d'un tiret et du numéro d'homologation, placé à la droite du cercle prévu au présent paragraphe.

4.5. La marque d'homologation doit être clairement lisible et indélébile.

4.6. L'Autorité d'homologation de type vérifie l'existence de dispositions satisfaisantes pour assurer un contrôle efficace de la conformité de la production avant l'octroi de l'homologation.

5. Spécifications générales

Le respect des dispositions du présent paragraphe est démontré par le constructeur à l'Autorité d'homologation lors de l'inspection de l'approche de sécurité dans le cadre de l'évaluation prévue à l'Annexe 3 et conformément aux essais pertinents prévus à l'Annexe 4.

5.1. Exigences générales

5.1.1. Le système doit être conçu de manière à garantir que le conducteur reste engagé dans la conduite, conformément au paragraphe 5.5.4.2.

5.1.2. Le constructeur doit mettre en œuvre des stratégies pour garantir la connaissance du mode et éviter que le conducteur ne s'y fie trop. Ceci est démontré par le respect des dispositions des paragraphes 5.5.4.

5.1.3. Le constructeur prend des mesures efficaces pour se prémunir contre toute utilisation abusive raisonnablement prévisible par le conducteur et contre toute modification non autorisée des composants logiciels et matériels du système.

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

5.1.5. Le véhicule équipé du DCAS doit au moins être doté d'un Système avancé de freinage d'urgence. En outre, il doit être équipé soit d'un Système de prévention de dépassement de ligne, soit d'un Système d'alerte de dépassement de ligne. Ces systèmes doivent être conformes aux prescriptions techniques et aux dispositions transitoires des règlements de l'ONU n$^{os}$ 131, 152, 79 (Fonction corrective de direction) et 130, selon qu'il convient pour la catégorie de véhicules équipés d'un DCAS.

5.2. Interaction du DCAS avec d'autres systèmes d'assistance au véhicule

5.2.1. Lorsque le système est en mode «actif», son fonctionnement ne doit pas désactiver ni supprimer la fonctionnalité longitudinale des systèmes d'aide d'urgence activés (c'est-à-dire l'AEBS). Dans le cas de la fonctionnalité latérale, le système peut désactiver ou supprimer les systèmes d'assistance d'urgence conformément aux réglementations respectives couvrant cette fonctionnalité.

5.2.2. Les transitions entre le DCAS et d'autres systèmes d'assistance ou d'automatisation, la priorité accordée à l'un par rapport à l'autre et toute suppression ou désactivation d'autres systèmes d'assistance destinés à assurer le fonctionnement nominal et sûr du véhicule doivent être décrites en détail dans la documentation présentée à l'Autorité d'homologation de type.

5.3. Exigences fonctionnelles

5.3.1. Le constructeur décrit en détail dans la documentation les capacités de détection du système en fonction des caractéristiques individuelles, en particulier pour les limites du système énumérées à l'Annexe 3, Appendice 3.

5.3.2. Le système doit être en mesure d'évaluer son environnement et d'y réagir comme l'exige la mise en œuvre de la fonctionnalité prévue du système, à l'intérieur des limites du système et, dans la mesure du possible, s'il fonctionne au-delà des limites du système.

5.3.2.1. Le système doit viser à éviter toute perturbation du flux de trafic en adaptant son comportement au trafic environnant d'une manière appropriée soucieuse de la sécurité.

5.3.2.2. Si le système détecte un risque de collision, il doit s'efforcer d'éviter la collision ou d'en atténuer la gravité.

5.3.2.3. Sans préjudice des autres prescriptions du présent règlement de l'ONU, le système doit contrôler les mouvements longitudinaux et latéraux du véhicule afin de maintenir des distances appropriées par rapport aux autres usagers de la route.

5.3.3. Le système peut activer les systèmes pertinents du véhicule lorsque cela est nécessaire et applicable en fonction de la conception opérationnelle du système (par exemple, indicateurs de direction, activation des essuie-glaces en cas de pluie, systèmes de chauffage, etc.)

5.3.4. La stratégie de contrôle du système doit être conçue pour réduire le risque de collision tout en restant contrôlable, en tenant compte du temps de réaction du conducteur, conformément au paragraphe 5.3.6.

5.3.5. Réponse aux limites du système

5.3.5.1. Le système doit s'efforcer de détecter les limites applicables du système lorsque le DCAS ou une fonction du DCAS est en mode «marche». Si le système constate que la limite du système ou de la fonction est dépassée, il doit passer en mode «veille» et en informer immédiatement le conducteur conformément aux stratégies décrites par le constructeur au paragraphe 5.3.5.2 et aux prescriptions relatives à l'interface homme-machine définies au paragraphe 5.5.4.1.

Le système doit mettre fin à l'assistance fournie au conducteur par la fonction concernée ou par le système d'une manière contrôlable. La stratégie de cessation de l'assistance est décrite par le constructeur du véhicule et évaluée conformément à l'Annexe 3.

5.3.5.1.1. Le constructeur doit mettre en œuvre des stratégies pour éviter les fluctuations rapides du système entre les modes «veille» et «actif».

5.3.5.2. Le constructeur doit décrire en détail, dans le cadre de la documentation requise pour le point 9, les conditions limites du système et ses caractéristiques, ainsi que les stratégies visant à informer le conducteur en cas de détection du dépassement, de la réalisation ou de l'approche d'une condition limite (conformément au point 5.3.5.5).

5.3.5.2.1. La description doit au moins tenir compte des conditions limites potentiellement pertinentes énumérées à l'Annexe 3, Appendice 3.

5.3.5.2.2. Le constructeur décrit et, dans la mesure du possible, démontre le comportement du système, l'impact sur les performances du système et la manière dont la sécurité est assurée au cas où le système ou ses caractéristiques resteraient en mode «actif» au-delà de ces limites.

5.3.5.3. Le constructeur identifie les limites du système que le système est capable de détecter et décrit les moyens par lesquels le système est capable d'identifier les limites du système.

5.3.5.4. Toute limite déclarée du système que le système n'est pas en mesure de détecter doit être documentée et il doit être justifié, à la satisfaction de l'Autorité d'homologation, que l'incapacité de détection n'affecte pas la sécurité de fonctionnement du système ou de ses caractéristiques.

5.3.5.5. Lorsque le système identifie que le véhicule s'approche d'une limite du système d'une fonction en «mode actif», il en informe le conducteur dans un délai approprié.

5.3.6. Contrôlabilité

5.3.6.1. Le système doit être conçu de manière à garantir que les actions de contrôle du système, y compris, mais sans s'y limiter, celles résultant de défaillances du système, de l'atteinte des limites du système ou lorsque le système est mis en mode «arrêt», restent contrôlables par le conducteur. Cela tient compte du temps de réaction potentiel du conducteur, en fonction de la situation, de sorte que l'intervention du conducteur puisse se faire en toute sécurité à tout moment (par exemple, au cours d'une manœuvre donnée).

5.3.6.2. Pour assurer la possibilité de contrôler, le système doit mettre en œuvre des stratégies adaptées à ses capacités, dans les limites définies du système.

Les stratégies de possibilité de contrôler peuvent inclure, mais ne sont pas limitées à ce qui suit:

a) limitation de la puissance de pilotage du système;

b) ajustement de la position du véhicule dans la voie de circulation;

c) détermination du type de route et de ses caractéristiques;

d) détermination du comportement des autres usagers de la route;

e) contrôle du conducteur utilisé.

La conception de la possibilité de contrôler du constructeur est décrite en détail à l'Autorité d'homologation de type et est évaluée conformément à l'Annexe 3.

5.3.6.3. Décélération et accélération

5.3.6.3.1. Lorsqu'elles sont contrôlées par le système, la décélération et l'accélération du véhicule doivent rester gérables pour le conducteur et le trafic environnant, à moins que des niveaux de décélération accrus ne soient nécessaires pour assurer la sécurité du véhicule ou des usagers de la route environnants.

5.3.6.3.2. (Réservé)

5.3.7. Contrôle dynamique du système

5.3.7.1. Positionnement du véhicule sur la voie de circulation

5.3.7.1.1. En mode «actif», le DCAS doit aider à maintenir le véhicule dans une position stable à l'intérieur de sa voie de circulation.

En mode «actif», le système doit veiller à ce que le véhicule ne quitte pas sa voie de circulation pour les valeurs d'accélération latérale spécifiées par le constructeur.

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

5.3.7.1.2. La fonction activée doit à tout moment, dans les conditions limites, garantir que le véhicule ne franchit pas involontairement un marquage de voie pour des valeurs d'accélération latérale à spécifier par le constructeur, qui 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 spécifiées par le constructeur du véhicule peuvent ne pas être réalisables dans toutes les conditions (par exemple, mauvaises conditions météorologiques, pneus différents montés sur le véhicule, routes en pente latérale). La fonction ne doit pas désactiver ni modifier de manière déraisonnable la stratégie de contrôle dans ces autres conditions.

5.3.7.1.2.1. La moyenne mobile sur une demi-seconde de l'à-coup latéral généré par le système ne doit pas dépasser 5 $m/s^3$.

5.3.7.1.3. La stratégie par laquelle le système détermine la vitesse appropriée et l'accélération latérale qui en résulte doit être documentée et évaluée par l'Autorité d'homologation de type.

5.3.7.1.4. Lorsque le système atteint les conditions limites définies au paragraphe 9.1.3, et aussi bien en l'absence de toute action du conducteur sur la commande de direction que lorsqu'un pneumatique avant du véhicule commence à franchir involontairement un marquage de voie, le système doit éviter une perte soudaine de l'aide à la direction en continuant à fournir une assistance dans la mesure du possible, comme indiqué dans le concept de sécurité du constructeur du véhicule. Le système doit informer clairement le conducteur de l'état du système au moyen d'un signal d'avertissement optique et, en outre, d'un signal d'avertissement acoustique ou haptique.

Pour les véhicules de catégories $M_2$, $M_3$, $N_2$ et $N_3$, l'exigence d'avertissement ci-dessus est réputée satisfaite si le véhicule est équipé d'un Système d'alerte de franchissement de ligne (LDWS) satisfaisant aux exigences techniques du règlement n° 130 de l'ONU.

5.3.7.2. Manœuvre

5.3.7.2.1. Exigences générales

5.3.7.2.1.1. Une manœuvre ne doit être entamée que si le conducteur n'est pas détecté comme étant désengagé, et:

a) a commandé le système pour effectuer la manœuvre pour une manœuvre initiée par le conducteur; ou

b) a reconnu l'intention du système comme nécessaire pour une manœuvre confirmée par le conducteur; ou

c) dispose d'un délai suffisant pour réagir lors d'une manœuvre initiée par le système.

5.3.7.2.1.2. Le système n'est autorisé à effectuer une manœuvre que si le véhicule est équipé de capacités de détection d'une portée suffisante à l'avant, sur les côtés et à l'arrière par rapport à la manœuvre.

5.3.7.2.1.3. Une manœuvre ne doit pas être entamée si un avertissement de désengagement du conducteur est donné à ce dernier.

5.3.7.2.1.4. Une manœuvre ne doit pas être engagée si un risque de collision avec un autre véhicule ou un usager de la route est détecté sur la trajectoire prévue du véhicule DCAS pendant la manœuvre.

5.3.7.2.1.5. Une manœuvre doit être prévisible et gérable pour les autres usagers de la route.

5.3.7.2.1.6. Une manœuvre doit viser à être un mouvement continu.

5.3.7.2.1.7. Une manœuvre doit être achevée sans retard injustifié.

5.3.7.2.1.8. Une fois la manœuvre terminée, le système doit recommencer à aider au maintien d'une position stable dans la voie de circulation.

5.3.7.2.1.9. Si le véhicule est inopinément contraint à l'arrêt au cours d'une manœuvre planifiée, le système doit émettre au moins un signal d'avertissement visuel à l'intention du 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, un changement de voie ou un virage) conformément à la convention requise ou à ce qui est spécifiquement défini dans le présent règlement. Cela inclut l'utilisation de l'indicateur de direction pour avertir les usagers de la route d'une manœuvre latérale à venir.

5.3.7.2.1.11. Le système doit faire en sorte que la manœuvre reste contrôlable pour le conducteur, conformément au paragraphe 5.3.6, en adaptant sa vitesse longitudinale avant et pendant la manœuvre si nécessaire.

5.3.7.2.1.12. La manœuvre doit viser à ne pas provoquer de collision avec un autre véhicule ou usager de la route détecté dans la trajectoire prévue du véhicule pendant la manœuvre.

5.3.7.2.2. Exigences générales pour les manœuvres à l'initiative du conducteur

Les exigences du présent paragraphe et de ses alinéas s'appliquent aux systèmes capables d'effectuer des manœuvres à l'initiative du conducteur.

5.3.7.2.2.1. Le système n'entame la manœuvre que sur ordre explicite du conducteur, sans demande préalable du système, et lorsqu'il est possible de le faire en toute sécurité.

5.3.7.2.2.2. Le système ne doit pas commencer la manœuvre lorsqu'un avertissement de désengagement du conducteur est en cours.

5.3.7.2.3. Exigences générales pour les manœuvres confirmées par le conducteur

Les exigences du présent paragraphe et de ses alinéas s'appliquent au système capable d'effectuer une manœuvre confirmée par le conducteur.

5.3.7.2.3.1. Les exigences énoncées au paragraphe 5.5.4.1.8 et aux sous-paragraphes s'appliquent. En outre, le système doit être conçu de manière à garantir que le conducteur dispose d'un délai suffisant pour confirmer que le système peut poursuivre la manœuvre, le cas échéant.

5.3.7.2.3.2. La demande de confirmation d'une manœuvre par le système doit au moins être indiquée par un signal visuel spécifique.

5.3.7.2.3.3. Si le conducteur ne confirme pas une demande du système ou si un avertissement de désengagement du conducteur est en cours, le système ne doit pas entamer la manœuvre.

5.3.7.2.3.4. Une manœuvre ne peut être proposée que si elle est justifiée.

5.3.7.2.3.5. Le système ne doit pas initier la manœuvre proposée, même si elle a déjà été confirmée par le conducteur, à moins que les conditions suivantes ne soient remplies:

a) la zone cible, le couloir ou la trajectoire de la manœuvre ne sont pas obstrués;

b) la raison de la manœuvre existe toujours;

c) la zone ou le couloir cible permet au système de reprendre un contrôle stable après avoir terminé la manœuvre;

d) la manœuvre devrait être achevée avant que le véhicule ne s'immobilise, sauf si cela est nécessaire pour assurer la sécurité de la navigation ou pour céder le passage à d'autres usagers de la route;

e) il est estimé que la zone ou le couloir cible ne se trouve pas à l'extérieur des limites du système.

5.3.7.2.3.6. Le système ne doit pas proposer de manœuvre s'il risque d'amener sciemment d'autres usagers de la route à décélérer de manière déraisonnable ou à éviter le véhicule à la suite de la manœuvre.

5.3.7.2.3.7. Le système doit viser à ne pas proposer de manœuvre si celle-ci est susceptible d'enfreindre les instructions signalétiques ou les autres règles de circulation applicables comme spécifiées dans le paragraphe 6.

5.3.7.2.3.8. Le système ne doit pas proposer de manœuvre si celle-ci conduit le véhicule à franchir des marquages de voie dont le franchissement n'est pas autorisé.

5.3.7.2.4. Exigences générales pour les manœuvres initiées par le système

Les exigences du présent paragraphe et de ses alinéas s'appliquent au système capable d'effectuer une manœuvre initiée par le système.

5.3.7.2.4.1. (Réservé)

5.3.7.3. Réponse à l'indisponibilité du conducteur

5.3.7.3.1. Le système doit être conforme aux prescriptions techniques et aux dispositions transitoires de la série 04 ou d'une série ultérieure d'amendements au règlement n° 79 de l'ONU en ce qui concerne la Fonction d'atténuation des risques (RMF). Dans le cas où le conducteur a été jugé indisponible à la suite d'une séquence d'escalade d'avertissement de désengagement du conducteur telle que définie au paragraphe 5.5.4.2.6, le système doit activer de manière appropriée la Fonction d'atténuation des risques afin de s'arrêter en toute sécurité.

5.3.7.3.2. Lorsque le système est équipé d'une fonction de changement de voie confirmée par le conducteur ou initiée par le système, la RMF doit être capable d'effectuer des changements de voie lors d'une intervention sur une autoroute. Le système doit être conçu pour effectuer des changements de voie vers une voie plus lente ou une voie d'urgence lorsqu'il est possible et sûr de le faire, en tenant compte du trafic environnant et de l'infrastructure routière afin de s'arrêter en toute sécurité.

5.3.7.4. Aide au respect des limitations de vitesse

5.3.7.4.1. Le système doit viser à déterminer la limite de vitesse autorisée sur la route en fonction de la voie de circulation actuelle.

5.3.7.4.2. Le système doit afficher en permanence au conducteur la limite de vitesse sur route déterminée par le système.

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

5.3.7.4.4. La vitesse maximale à laquelle le système et une quelconque de ses caractéristiques fournissent une assistance ne doit pas dépasser la vitesse maximale autorisée dans le pays où le véhicule est actuellement en circulation.

5.3.7.4.5. La vitesse maximale actuelle à laquelle le système peut fournir une assistance doit être déterminée soit à partir de:

a) la vitesse maximale réglée par le conducteur;

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

5.3.7.4.6. Le système doit contrôler automatiquement la vitesse du véhicule pour qu'elle ne dépasse pas la vitesse maximale actuelle.

5.3.7.4.7. Le système doit permettre au conducteur de fixer une vitesse maximale dans la gamme de vitesses prévue par le système.

5.3.7.4.7.1. Lorsque la vitesse du véhicule dépasse la limite de vitesse sur route déterminée par le système, le système doit émettre au moins un signal optique à l'intention du conducteur pendant une durée appropriée.

5.3.7.4.7.2. Le système peut comporter une fonction permettant au conducteur de confirmer ou d'infirmer toute modification de la vitesse maximale actuelle avant qu'elle ne soit appliquée par le système.

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

5.3.7.4.7.3.1. Le conducteur doit recevoir au moins un signal acoustique ou haptique, qui peut être supprimé en permanence par le conducteur.

5.3.7.4.7.3.2. Si la vitesse maximale actuelle avant le changement était une vitesse maximale fixée par le conducteur, la vitesse maximale actuelle ne doit pas passer automatiquement à la nouvelle limite de vitesse sur route déterminée par le système si la vitesse maximale fixée par le conducteur est inférieure à la fois à la limite de vitesse sur route déterminée par le système précédente et à la nouvelle limite de vitesse sur route déterminée par le système.

5.3.7.4.7.3.3. Si la nouvelle limite de vitesse déterminée par le système est inférieure à la vitesse maximale actuelle, la vitesse maximale actuelle est automatiquement remplacée par la nouvelle limite de vitesse déterminée par le système.

5.3.7.4.7.3.4. Dans les cas qui ne sont pas spécifiquement traités par les dispositions ci-dessus, le constructeur doit documenter le comportement du système en réponse à un changement de la limite de vitesse sur route déterminée par le système et en faire la démonstration à l'Autorité d'homologation de type.

5.3.7.4.8. Toute modification de la vitesse du véhicule initiée par le système en raison d'un changement de la limite de vitesse sur route déterminée par le système doit être contrôlable par le conducteur.

5.3.7.4.9. Le système ne doit pas permettre au conducteur de définir un décalage par défaut par lequel la vitesse maximale actuelle est censée dépasser la limite de vitesse sur route déterminée par le système.

5.3.7.4.10. Des tolérances techniquement raisonnables (liées par exemple à l'imprécision de l'indicateur de vitesse) peuvent être appliquées aux seuils d'alerte et aux limites opérationnelles 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 ne portent pas atteinte aux législations nationales ou régionales qui réglementent le système de contrôle des limites de vitesse.

5.3.7.5. Aide au maintien de la trajectoire

5.3.7.5.1. Le système doit aider le conducteur à se conformer à l'intervalle défini par la réglementation, conformément aux règles de circulation nationales.

5.3.7.5.1.1. Pour les véhicules de catégories $M_1$ et $N_1$, l'exigence énoncée au paragraphe 5.3.7.5.1 est réputée satisfaite si l'une ou l'autre des conditions suivantes est remplie:

5.3.7.5.1.1.1. Le système doit indiquer en permanence au conducteur le réglage actuel de la distance parcourue lorsque le système est en mode «actif».

5.3.7.5.1.1.2. Lors de la première activation du système au cours d'un cycle de marche, le système doit informer le conducteur que la configuration de l'intervalle est réglée sur une valeur inférieure à 2 secondes, si tel est le cas.

5.4. Réponse de la sécurité du système aux défaillances détectées

5.4.1. Le système activé doit être capable de détecter et de réagir à des conditions de défaillance électrique et non électrique (par exemple, blocage du capteur, désalignement) affectant la sécurité de fonctionnement du système ou de ses fonctionnalités.

5.4.2. En cas de détection d'une défaillance affectant le fonctionnement sûr d'une ou de plusieurs fonctionnalités données ou du système dans son ensemble, l'assistance à la commande de la ou des fonctionnalités concernées ou du système dans son ensemble doit être interrompue de manière sûre, conformément au concept de sécurité du constructeur.

Le système doit réduire progressivement l'aide à la commande fournie par le(s) fonctionnalité(s) ou système(s) concerné(s) s'il peut le faire en toute sécurité, et en informer le conducteur conformément au paragraphe 5.5.4.1.

5.4.2.1. Si une défaillance affecte l'ensemble du système, celui-ci doit passer en mode «arrêt» dès la fin de l'assistance et fournir au conducteur au moins un signal optique d'avertissement de défaillance pendant une période appropriée.

5.4.2.2. La défaillance du système doit être signalée au conducteur au moyen d'un signal optique au minimum, à moins que le système est en mode «arrêt».

5.4.3. Le constructeur doit prendre les mesures appropriées (conformément au paragraphe 5.3.6) pour garantir que les défaillances du système restent contrôlables par le conducteur.

5.4.4. Si une défaillance n'affecte que certaines fonctionnalités, le système peut continuer à fonctionner à condition que les autres fonctionnalités soient capables de fonctionner conformément au présent règlement.

5.4.4.1. Les fonctionnalités restantes disponibles ou l'absence de ces fonctionnalités à la suite de la défaillance doivent être indiquées visuellement au conducteur d'une manière facilement compréhensible.

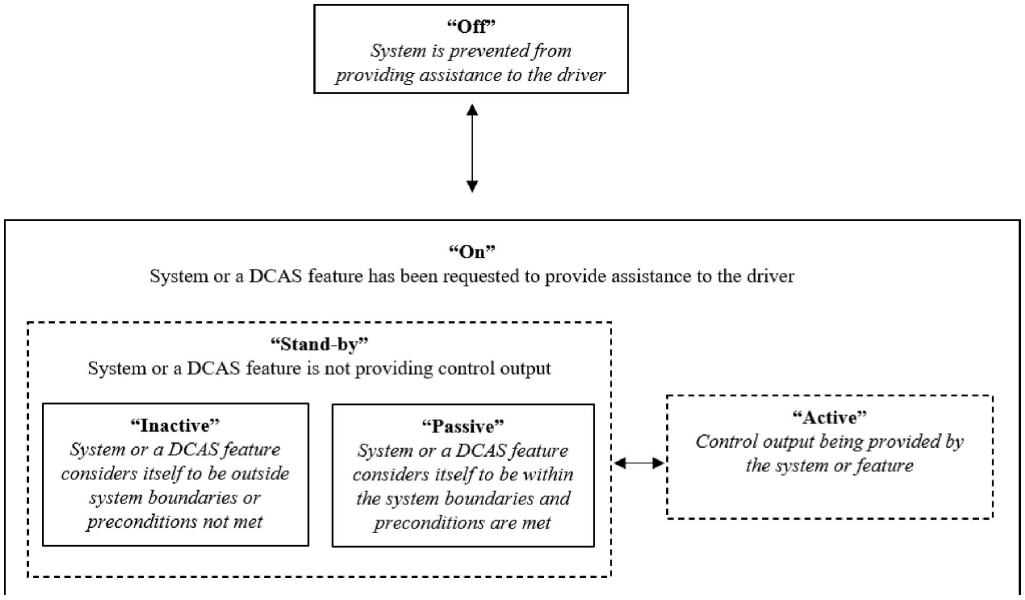
5.4.4.2. Si le système est capable de fournir une assistance continue dans le cas d'une défaillance désactivant une fonction donnée, le constructeur doit décrire quelles fonctions sont capables de fonctionner indépendamment les unes des autres. Cette capacité est évaluée conformément à l'Annexe 3.

5.4.5. Lorsque le conducteur tente de mettre en mode «marche» le système ou une fonction indisponible en raison d'une défaillance, le système doit l'informer de la défaillance et de l'indisponibilité du système ou de la fonction en question.

5.5. Interface homme-machine (IHM)

5.5.1. Modes de fonctionnement

Diagramme des modes de fonctionnement du DCAS tels que définis dans le présent règlement:




5.5.2. Exigences générales

5.5.2.1. Lorsque le système est mis en mode «marche», certaines fonctionnalités du système doivent être soit en mode «actif» (générant des sorties de commande), soit en mode «veille» (ne générant actuellement pas de sorties de commande), tandis que d'autres fonctionnalités du système peuvent rester en mode «arrêt» et être commandés par un moyen différent.

5.5.2.2. Lorsque le système est mis en mode «arrêt» par le conducteur, il ne doit pas y avoir de transition automatique vers un système qui assure un mouvement longitudinal et/ou latéral continu du véhicule.

5.5.2.3. Lorsque le système est en mode «actif», l'assistance soutenue au contrôle longitudinal et latéral ne doit pas être fournie par un système autre que le DCAS, sauf si l'intervention d'un système de sécurité d'urgence est jugée nécessaire comme spécifié au paragraphe 5.2.

5.5.2.4. L'IHM doit être conçue de manière à ne pas entraîner de confusion de mode avec d'autres systèmes installés sur le véhicule.

5.5.2.4.1. Sans préjudice des dispositions du règlement nº 121 de l'ONU, les commandes du véhicule dédiées au DCAS doivent être clairement identifiées et reconnaissables (par exemple par la taille, la forme, la couleur, le type, l'action, l'espacement et/ou la forme de la commande) afin de ne permettre que les interactions appropriées. Cette disposition vise à promouvoir une utilisation correcte et n'est pas destinée à interdire les commandes multifonctions.

5.5.3. Activation, désactivation et neutralisation par le conducteur

5.5.3.1. Le système doit être en mode «arrêt» à chaque nouveau démarrage du moteur (ou cycle de marche, selon le cas), quel que soit le mode précédemment sélectionné par le conducteur.

Cette exigence ne s'applique pas lorsqu'un nouveau démarrage du moteur (ou cycle de marche, selon le cas) est effectué automatiquement, par exemple par le fonctionnement d'un système d'arrêt/démarrage.

5.5.3.2. Activation

5.5.3.2.1. Le système ne doit passer du mode «arrêt» au mode «marche» que sur action délibérée du conducteur.

5.5.3.2.2. Le système ou ses fonctionnalités ne doivent passer en mode «actif» que si toutes les conditions suivantes sont remplies:

a) le conducteur est assis sur son siège et sa ceinture de sécurité est bouclée;

b) le système est capable de surveiller le désengagement potentiel du conducteur par rapport à la tâche de conduite;

c) aucune défaillance affectant la sécurité de fonctionnement du système n'a été détectée;

d) le système ou la fonctionnalité n'a pas été détecté en dehors de ses limites;

e) les autres systèmes de sécurité visés au paragraphe 5.2 sont fonctionnels.

Le constructeur précise dans la documentation d'autres types de conditions préalables permettant au système ou à ses caractéristiques de passer en mode «actif», le cas échéant.

5.5.3.3. Désactivation

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

5.5.3.3.2. Lorsque le conducteur met le système ou l'une de ses fonctions hors service, le système ou la fonction passe en mode «arrêt».

5.5.3.3.3. Lorsque le système ou l'une de ses fonctionnalités a évalué que les conditions préalables pour rester en mode «actif» ne sont plus remplies, le système ou les fonctionnalités doivent mettre fin à la sortie de commande d'une manière sûre et opportune, soit en passant en mode «veille», soit en commutant le système ou la fonctionnalité en mode «arrêt», à moins que le présent règlement ne prévoie expressément d'autres dispositions.

5.5.3.3.4. Le système ne doit pas reprendre le contrôle longitudinal sans intervention du conducteur si le véhicule s'immobilise à la suite d'une intervention d'un système de sécurité d'urgence (par exemple, AEBS).

5.5.3.4. Remplacement du conducteur

5.5.3.4.1. Le système peut rester en mode «actif», à condition que la priorité soit donnée à l'intervention du conducteur pendant la période de neutralisation.

5.5.3.4.1.1. Une action du conducteur sur la commande de freinage entraînant une décélération plus forte que celle induite par le système doit neutraliser toute fonction associée au contrôle longitudinal effectué par le système et l'assistance ne doit pas reprendre après cette neutralisation sans une action distincte du conducteur.

5.5.3.4.1.2. Une action du conducteur sur la commande de freinage de tout système de freinage (par exemple, le frein de stationnement) afin de maintenir le véhicule à l'arrêt, doit l'emporter sur toute caractéristique associée au contrôle longitudinal effectué par le système.

5.5.3.4.1.3. Une action du conducteur sur l'accélérateur avec une accélération supérieure à celle induite par le système doit annuler l'assistance au contrôle longitudinal fournie par le système. Le système reprend l'assistance au contrôle longitudinal sur la base de la vitesse maximale actuelle.

5.5.3.4.1.4. Une action sur la direction par le conducteur doit annuler toute fonction associée à l'assistance au contrôle latéral assurée par le système. L'effort nécessaire pour neutraliser la commande de direction ne doit pas dépasser 50 N. Le système peut permettre au conducteur d'effectuer des corrections latérales mineures (par exemple pour éviter un nid-de-poule).

5.5.3.4.1.5. Si, conformément au paragraphe 5.3.7.4.4, le système n'est plus autorisé à fournir une assistance longitudinale ou latérale en réponse à une neutralisation du conducteur, le constructeur doit mettre en œuvre des stratégies pour garantir la possibilité de contrôler de ces phases de fonctionnement (par exemple, ne pas interrompre le contrôle latéral lorsque le conducteur est détecté comme étant désengagé sur le plan moteur).

5.5.4. Information du conducteur, Désengagement du conducteur et Stratégies d'avertissement

5.5.4.1. Informations du conducteur

5.5.4.1.1. Le système doit informer ou avertir le conducteur de ce qui suit:

a) l'état du système ou de la fonction: mode «veille» (le cas échéant), mode «actif»;

b) une manœuvre en cours;

c) la nécessité pour le conducteur d'effectuer une action spécifique (par exemple, appliquer une commande, vérifier les dispositifs de vision indirecte);

d) si, alors qu'il est en mode «actif», le système a détecté qu'il a atteint une limite du système actuellement pertinente, à moins que cela ne soit déjà indiqué au point a);

e) une limite de système à venir détectée;

f) défaillances détectées affectant le système ou ses fonctionnalités, sauf si le système est désactivé;

g) manœuvres prévues confirmées par le conducteur ou initiées par le système.

5.5.4.1.2. Les messages et signaux du système doivent être sans ambiguïté, opportuns et ne doivent pas prêter à confusion.

5.5.4.1.3. Les messages et signaux du système doivent utiliser un retour d'information visuel, sonore et/ou haptique individuel ou une combinaison appropriée aux circonstances.

5.5.4.1.4. Si plusieurs messages ou signaux sont proposés en parallèle, ils doivent être classés par ordre de priorité en fonction de l'urgence. Les messages et signaux relatifs à la sécurité doivent avoir le degré d'urgence le plus élevé. Le constructeur doit énumérer et expliquer tous les messages et signaux du système dans la documentation.

5.5.4.1.5. Les messages et signaux du système doivent être conçus de manière à encourager activement le conducteur à comprendre l'état du système, ses capacités et les tâches et responsabilités du conducteur.

5.5.4.1.6. Les messages et signaux du système doivent favoriser la compréhension par le conducteur des sorties de commande prévues par le système.

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 système de conduite automatisée équipant le véhicule.

5.5.4.1.8. Messages et signaux du système pour les manœuvres confirmées par le conducteur

5.5.4.1.8.1. Le système doit informer visuellement le conducteur d'une manœuvre proposée. S'il s'agit d'une série de manœuvres, il doit s'agir d'une combinaison compréhensible pour le conducteur et d'une série connectée. Le constructeur doit expliquer à l'Autorité d'homologation de type le moment où cette information est fournie pour assurer une réaction appropriée du conducteur.

5.5.4.1.8.2. Les signaux et les messages du système doivent être conçus de manière à éviter que le conducteur ne s'y fie excessivement ou ne les utilise à mauvais escient.

5.5.4.1.9. Messages et signaux du système pour les manœuvres initiées par le système

5.5.4.1.9.1. Les dispositions du paragraphe 5.5.4.1.8 s'appliquent de manière égale. Dans la mesure du possible, l'information doit être fournie au moins 3 secondes avant une manœuvre prévue pertinente.

5.5.4.1.9.2. (Réservé)

5.5.4.2. Stratégies de surveillance de l'état du conducteur et d'alerte

Le système de surveillance de l'état du conducteur et sa stratégie d'alerte sont documentés et démontrés par le constructeur à l'Autorité d'homologation lors de l'inspection du concept de sécurité dans le cadre de l'évaluation prévue à l'Annexe 3 et conformément aux essais concernés de l'Annexe 4.

5.5.4.2.1. Contrôle du désengagement du conducteur

Le système doit être équipé de moyens permettant de détecter de manière appropriée le désengagement du conducteur, comme spécifié dans les paragraphes suivants.

5.5.4.2.1.1. Le système doit contrôler si le conducteur est désengagé sur le plan moteur (c'est-à-dire s'il a la ou les mains sur la commande de direction) et sur le plan visuel (par exemple, la direction du regard et/ou la posture de la tête).

5.5.4.2.1.2. Si la détermination visuelle du désengagement est détectée comme étant temporairement indisponible, le système ne doit pas amener le véhicule à quitter sa voie de circulation actuelle.

5.5.4.2.2. Exigences générales concernant les avertissements relatifs au débrayage du conducteur

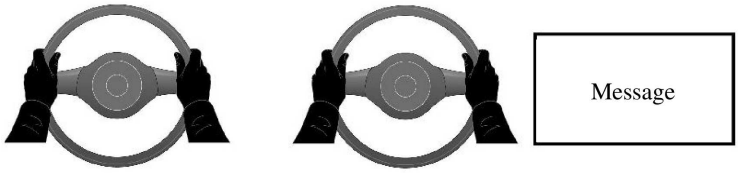
5.5.4.2.2.1. L'avertissement doit guider le conducteur sur les actions à entreprendre afin de l'aider à s'engager correctement dans la tâche de conduite.

5.5.4.2.2.3. La stratégie d'alerte et d'escalade du système doit tenir compte des stratégies d'alerte des systèmes d'aide d'urgence activés simultanément (par exemple, AEBS) et leur donner la priorité.

5.5.4.2.3. Types d'avertissements

5.5.4.2.3.1. Mains à la demande («Hands On Request» ou HOR)

5.5.4.2.3.1.1. Une HOR doit contenir au moins une information visuelle continuelle (continue ou intermittente) similaire à celle présentée dans l'exemple ci-dessous.




*Exemple 1* *Exemple 2*

5.5.4.2.3.1.2. Une HOR, au minimum, est considérée comme confirmée lorsque le conducteur a posé la ou les mains sur la commande de direction.

5.5.4.2.3.2. Regard à la demande (EOR)

5.5.4.2.3.2.1. Une EOR est une information visuelle continue associée à au moins une autre modalité qui sont claires et facilement perceptibles, sauf s'il est possible de s'assurer que le conducteur a observé l'information visuelle.

5.5.4.2.3.2.2. Une EOR est, au minimum, considérée comme confirmée lorsque le conducteur n'est plus visuellement désengagé conformément au paragraphe 5.5.4.2.5.

5.5.4.2.3.3. Alerte de contrôle direct (DCA)

5.5.4.2.3.3.1. La DCA doit indiquer clairement et de manière bien visible au conducteur qu'il doit immédiatement reprendre le contrôle latéral ou latéral et longitudinal du véhicule sans assistance. Il doit comporter un avertissement visuel associé à au moins une autre modalité claire et facilement perceptible.

5.5.4.2.3.3.2. Une DCA est, au minimum, considérée comme confirmée lorsque le conducteur a pris sans assistance le contrôle latéral ou latéral et longitudinal du véhicule, comme demandé par la DCA.

5.5.4.2.4. Évaluation du désengagement moteur

5.5.4.2.4.1. Le conducteur est considéré comme étant désengagé du point de vue moteur lorsqu'il a retiré ses mains de la commande de direction.

5.5.4.2.5. Évaluation du désengagement visuel

5.5.4.2.5.1. Le système de surveillance de l'état du conducteur doit détecter le désengagement visuel du conducteur au minimum sur la base de la détection du regard du conducteur. La posture de la tête peut aussi être utilisée si le regard du conducteur ne peut être déterminé ou si elle permet de déterminer un désengagement plus rapidement.

5.5.4.2.5.2. Le conducteur est considéré comme visuellement désengagé lorsque son regard et/ou la posture de sa tête (le cas échéant) sont détournés de toute zone pertinente pour la tâche de conduite en cours.

Un aperçu des zones pertinentes concernées pour les tâches de conduite, et du moment où elles sont pertinentes, doit être spécifié par le constructeur dans la documentation fournie à l'Autorité d'homologation de type. Aux fins de l'évaluation du désengagement visuel, le tableau de bord et le combiné d'instruments ne doivent pas êtres considérés comme une zones pertinente pour la tâche de conduite.

5.5.4.2.5.2.1. Le conducteur est considéré comme visuellement engagé ou réengagé à la suite d'un détournement du regard ou de la posture de la tête si l'un ou l'autre est réorienté vers une zone pertinente pour la tâche de conduite en cours pendant une durée suffisante en fonction de la situation. Cette durée doit être d'au moins 200 millisecondes.

5.5.4.2.5.3. Le constructeur doit mettre en œuvre des stratégies de détection et de réaction en cas d'aversion brève et répétée du regard ou de la posture de la tête par le conducteur (par exemple, allongement du délai de réengagement et/ou émission immédiate d'une EOR).

5.5.4.2.6. Séquence d'escalade des avertissements

En fonction du concept de sécurité du système, la séquence d'escalade des avertissements décrite ci-dessous peut commencer directement à n'importe quel stade d'avertissement, sauter n'importe quel stade d'avertissement, fournir des avertissements simultanés, ou supprimer ou retarder des avertissements individuels au cas où un autre avertissement serait déjà actif.

5.5.4.2.6.1. Mains à la demande (HOR)

5.5.4.2.6.1.1. À des vitesses supérieures à 10 km/h, une HOR doit être donnée au plus tard lorsque le conducteur est considéré comme étant désengagé sur le plan moteur pendant plus de 5 secondes. Toutefois, le signal HOR peut être retardé d'une période allant jusqu'à 5 secondes avant que le système puisse confirmer que le conducteur n'est pas visuellement désengagé.

5.5.4.2.6.1.2. Si le désengagement se poursuit, la demande HOR est transmise au plus tard 10 secondes après la demande HOR initiale. La HOR remontée doit contenir des informations acoustiques et/ou haptiques supplémentaires.

5.5.4.2.6.1.3. (Réservé aux exigences de main en l'air)

5.5.4.2.6.2. Regard à la demande (EOR)

5.5.4.2.6.2.1. À des vitesses supérieures à 10 km/h, une EOR doit être donnée au plus tard lorsque le conducteur est considéré comme visuellement désengagé pendant 5 secondes.

5.5.4.2.6.2.2. En cas de désengagement visuel persistant, le système doit intensifier l'EOR au plus tard 3 secondes après l'EOR initiale, conformément à la stratégie d'avertissement, avec une intensité accrue. Cette escalade doit toujours être accompagnée d'informations acoustiques et/ou haptiques.

5.5.4.2.6.3. Alertes de contrôle direct

5.5.4.2.6.3.1. Au plus tard 5 secondes après une escalade de l'EOR, une DCA est présentée au conducteur.

5.5.4.2.6.4. Transition vers la Réponse d'indisponibilité du conducteur

5.5.4.2.6.4.1. Si le système détermine que le conducteur continue à être désengagé à la suite d'une remontée d'alerte, il doit déclencher une réponse d'indisponibilité du conducteur au plus tard 10 secondes après la première demande ou alerte remontée.

5.5.4.2.6.5. (Réservé aux exigences de main en l'air)

5.5.4.2.7. Stratégies supplémentaires pour la Détection du désengagement et l'Aide au réengagement

Le système de surveillance de l'état du conducteur doit être équipé de stratégies permettant d'évaluer si le conducteur est désengagé dans le cas où aucune intervention du conducteur n'a été déterminée pendant des périodes prolongées (par exemple, en cas de détermination négative de la somnolence du conducteur), et de mettre en œuvre les contre-mesures appropriées.

5.5.4.2.8. Désengagement répété ou prolongé du conducteur

5.5.4.2.8.1. Le constructeur met en œuvre des stratégies visant à désactiver l'activation du système pendant la durée du cycle de démarrage/de marche lorsqu'il est constaté que le conducteur fait preuve d'un engagement prolongé insuffisant, au moins lorsque cela conduit à plus d'un déclenchement de la réponse d'indisponibilité du conducteur.

5.6. Documents d'information destinés aux conducteurs

Outre le manuel de l'utilisateur, le constructeur doit fournir gratuitement des informations claires et facilement accessibles (par exemple, documentation, vidéo, supports sur le site web) concernant le fonctionnement du système sur le type de véhicule spécifique. Les informations couvrent au moins les aspects suivants en utilisant une terminologie compréhensible par un public non technique:

a) rappel des responsabilités du conducteur et de l'utilisation appropriée du système;

b) explication de la manière dont le système et ses fonctionnalités aident le conducteur et dans quelle mesure;

c) capacités et limites du système;

d) limites du système;

e) modes de fonctionnement et transition entre les modes;

f) mode de transition vers d'autres systèmes d'assistance ou automatisés, le cas échéant;

g) détection de désengagement du conducteur;

h) gestion de la vie privée lors de l'utilisation du système;

i) explication de la manière de neutraliser le système ou ses fonctionnalités;

j) interface homme-machine (IHM):

i) activation et désactivation;

ii) indication de l'état;

iii) messages et signaux adressés au conducteur et leur interprétation;

iv) comportement du véhicule lorsqu'il atteint les limites du système;

v) comportement du véhicule en cas de dépassement des limites du système;

vi) informations sur les défaillances du système;

vii) informations sur le passage du mode système à d'autres systèmes d'assistance ou automatisés, le cas échéant.

Dans la documentation du constructeur, y compris le matériel didactique (par exemple, documentation, vidéo, supports sur le site web) destiné aux consommateurs, le constructeur ne décrit pas 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 pour les caractéristiques du DCAS

Le respect des dispositions du présent paragraphe est démontré par le constructeur à l'Autorité d'homologation de type lors de l'inspection de l'approche de sécurité dans le cadre de l'évaluation prévue à l'Annexe 3 et conformément aux essais adéquats prévus à l'Annexe 4.

Le système doit satisfaire aux exigences du paragraphe 6 lorsqu'elles sont applicables à la conception du système et pertinentes pour le concept de sécurité, lorsqu'il est exploité dans ses conditions limites conformément aux paragraphes 5.3.5.2.

6.1. Exigences spécifiques pour le 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 induire des valeurs d'accélération latérale supérieures à 3 $m/s^2$ (par exemple, pour ne pas perturber la circulation), à condition que les conditions suivantes soient remplies:

a) le système fournit des informations visuelles au conducteur sur la situation de conduite à venir ou en cours qui peut potentiellement induire une accélération latérale supérieure à 3 $m/s^2$; et

b) aucun avertissement de désengagement n'est donné au conducteur; et

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

d) le véhicule roule à la vitesse limite déterminée par le système ou à une vitesse inférieure.

Lorsque l'une des conditions n'est plus remplie, le système met en œuvre des stratégies pour garantir la possibilité de contrôler.

6.1.1.2. Le constructeur doit démontrer à l'Autorité d'homologation comment les dispositions du paragraphe 6.1.1.1 sont mises en œuvre dans la conception du système.

6.1.2. Les voies d'accès et les bretelles d'accès aux autoroutes

6.1.2.1. Le système doit viser à détecter les situations dans lesquelles la voie de circulation actuelle s'insère dans une autre voie de circulation (y compris les bretelles d'accès) et doit être conçu pour assurer un contrôle sûr dans ces situations, en tenant compte des usagers de la route sur la voie voisine. Si le système est conçu pour gérer une telle situation en effectuant une manœuvre, celle-ci doit être conforme aux dispositions du présent règlement.

6.1.3. Quitter la voie pour former un couloir d'accès pour les véhicules d'urgence et de contrôle.

6.1.3.1. Si le système est capable de former un couloir d'accès pour les véhicules d'urgence et de contrôle, il ne doit quitter sa voie de circulation actuelle que pour former (par anticipation) un couloir d'accès lorsque cela est nécessaire et autorisé par les règles nationales de circulation.

6.1.3.2. Lors de la formation d'un couloir d'accès, le système doit garantir une distance latérale et longitudinale suffisante par rapport aux limites de la route, aux véhicules et aux autres usagers de la route.

6.1.3.3. Le véhicule doit revenir complètement sur sa voie de circulation initiale une fois que la situation qui a nécessité la formation de ce couloir d'accès est passée.

6.1.4. Positionnement des voies sur les routes sans marquage des voies

6.1.4.1. Si le système est conçu pour effectuer le positionnement sur des routes sans marquage de voie, il doit utiliser d'autres sources d'information afin de déterminer et de suivre de manière ferme la trajectoire appropriée en respectant les autres usagers de la route.

6.2. Exigences spécifiques pour les changements de voie

6.2.1. Un changement de voie n'est effectué que si le système dispose de suffisamment d'informations sur son environnement avant, latéral et arrière pour évaluer la criticité de ce changement de voie.

6.2.2. Un changement de voie ne doit pas être effectué vers une voie destinée à la circulation en sens inverse.

6.2.3. Lors de la manœuvre de changement de voie, le système doit être conçu pour éviter une accélération latérale de plus de 1,5 $m/s^2$ en plus de l'accélération latérale générée par la courbure de la voie et éviter une accélération latérale totale supérieure à 3,5 $m/s^2$.

La moyenne mobile sur une demi-seconde de l'à-coup latéral généré par le système ne doit pas dépasser 5 $m/s^3$.

6.2.4. Une manœuvre de changement de voie ne doit être entamée que si un véhicule se trouvant sur la voie cible n'est pas contraint de décélérer excessivement en raison du changement de voie du véhicule.

6.2.4.1. En cas d'approche d'un véhicule.

Le système doit être conçu pour ne pas faire décélérer un véhicule en approche à un niveau supérieur à 3 $m/s^2$, A secondes après que le système a commencé la manœuvre de changement de voie, afin de garantir que la distance entre les deux véhicules n'est jamais inférieure à celle que le véhicule DCAS parcourt en 1 seconde.

Avec:

a) A égal à:

i) 0,4 seconde après le début de la manœuvre de changement de voie, à condition que le véhicule DCAS ait détecté toute la largeur du véhicule en approche pendant son mouvement latéral pendant au moins 1,0 seconde avant le début de la manœuvre de changement de voie; ou

ii) 1,4 seconde après le début de la manœuvre de changement de voie.

6.2.4.2. Lorsque aucun véhicule n'est détecté

Si aucun véhicule en approche n'est détecté par le système sur la voie cible, l'évaluation est calculée conformément au paragraphe 6.2.4.1, en supposant que:

a) le véhicule en approche sur la voie cible se situe à une distance du véhicule DCAS égale à la distance de détection arrière réelle;

b) le véhicule en approche sur la voie cible roule à la vitesse maximale autorisée ou à 130 km/h, la valeur la plus basse étant retenue; et

c) la largeur totale du véhicule en approche est détectée par le système pendant son mouvement latéral pendant au moins 1 seconde.

Lorsque la voie cible vient de commencer, cette exigence est considérée comme satisfaite si aucun véhicule n'est détecté sur la longueur de la voie cible à l'arrière.

6.2.4.3. Si le système a l'intention de diminuer la vitesse du véhicule au cours d'une procédure de changement de voie, cette décélération doit être prise en compte lors de l'évaluation de la distance par rapport à un véhicule arrivant de l'arrière, et la décélération ne doit pas dépasser 2 $m/s^2$, sauf dans le but d'éviter ou d'atténuer le risque d'une collision imminente.

6.2.4.4. Lorsqu'il n'y a pas suffisamment de temps d'avance pour le véhicule situé derrière 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 la procédure de changement de voie, sauf si cela est nécessaire pour le fonctionnement nominal du système (par exemple, pour réagir à l'infrastructure routière ou à d'autres usagers de la route), ou pour éviter ou atténuer le risque d'une collision imminente.

6.2.5. Le constructeur doit démontrer à l'Autorité d'homologation de type comment les dispositions du paragraphe 6.2.4 sont mises en œuvre dans la conception du système.

6.2.6. Le système doit générer un signal pour activer et désactiver l'indicateur de direction. Le signal de l'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 le positionnement sur la voie de circulation est rétabli, à moins que la commande de l'indicateur de direction ne reste complètement engagée (position verrouillée).

6.2.7. Une 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 lorsqu'il n'y a pas d'infraction aux règles nationales de circulation dans le pays d'exploitation et qu'une notification suffisante de la manœuvre est néanmoins donnée aux autres usagers de la route.

6.2.8. Lorsque 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. Exigences supplémentaires applicables aux changements de voie

6.2.9.1. Exigences supplémentaires applicables aux changements de voie confirmés par le conducteur

6.2.9.1.1. Outre les exigences du paragraphe 6.2.4.1, le système doit viser à ne pas faire décélérer un véhicule en approche sur la voie cible, sauf si cela est nécessaire en raison de la situation de la circulation.

6.2.9.1.2. Nonobstant les prescriptions du paragraphe 6.2.4.2 b), le véhicule en approche sur la voie cible est supposé rouler à la vitesse maximale autorisée + 10 % ou à 130 km/h, la valeur la plus faible étant retenue.

6.2.9.2. Exigences supplémentaires applicables aux changements de voie initiés par le système

6.2.9.2.1. (Réservé)

6.2.9.3. Aide au changement de voie sur les routes où il n'y a pas de séparation physique entre les véhicules circulant en sens inverse

Si le système est conçu pour faciliter les changements de voie sur des routes où il n'y a pas de séparation physique du trafic circulant dans la direction opposée, le système doit mettre en œuvre des stratégies pour veiller à ce que la procédure de changement de voie soit réalisée uniquement dans ou par une voie où la voie cible n'est pas désignée comment ayant du trafic venant en sens inverse.

Ces stratégies doivent être démontrées au Service technique et évaluées par ce dernier conformément aux essais correspondants de l'Annexe 4 lors de l'Homologation type.

6.2.9.4. Aide au changement de voie sur les routes où les piétons et/ou les bicyclettes ne sont pas interdits

Le système n'est autorisé à changer de voie sur les routes où se trouvent des piétons et des cyclistes que s'il est en mesure d'éviter tout risque de collision avec un usager de la route vulnérable (piéton ou cycliste, par exemple).

6.2.9.5. Assistance aux changements 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 peut être prolongé au-delà de 7 secondes que si cela n'enfreint pas les règles nationales de circulation.

6.3. Exigences spécifiques applicables aux manœuvres autres que le changement de voie

6.3.1. Les dispositions du présent paragraphe s'appliquent aux manœuvres qui conduisent le véhicule à:

a) choisir une voie où cette manœuvre ne suit pas la voie de circulation actuelle, ou n'est pas un changement de voie; ou

b) rouler dans un carrefour giratoire en entrant, en roulant et en sortant du carrefour giratoire; ou

c) contourner un obstacle sur la voie de circulation; ou

d) prendre un virage (par exemple à une intersection); ou

e) quitter une position de stationnement ou y arriver.

6.3.2. Le système doit être conçu pour réagir aux véhicules, aux usagers de la route, à l'infrastructure ou à une voie bloquée qui se trouvent déjà dans la trajectoire prévue ou dans l'environnement de conduite correspondant, ou qui risquent d'y entrer, afin de garantir la sécurité de l'exploitation.

6.3.3. Le système doit être conçu pour réagir aux feux de circulation, aux panneaux d'arrêt, aux infrastructures de priorité (telles que les passages zébrés ou les arrêts de bus) et aux voies restreintes correspondant à la voie de circulation donnée du système, ou à la voie de circulation dans laquelle le système se trouverait à la suite de la manœuvre, lorsque cela est jugé pertinent pour la manœuvre et le domaine d'exploitation donnés (par exemple, autoroute ou non-autoroute).

6.3.4. Le système doit être conçu pour rouler en toute sécurité et avec prudence sur les crêtes de collines lorsque cela est jugé pertinent pour la possibilité de contrôler d'une manœuvre donnée.

6.3.5. Si la manœuvre risque d'amener le système à croiser des usagers de la route vulnérables qui traversent la voie de circulation (par exemple, piste cyclable, passage piéton), le système doit être conçu pour réagir de manière appropriée aux usagers de la route et à l'infrastructure.

6.3.6. Si la manœuvre conduit le système à croiser la circulation (par exemple, lors d'un virage) ou à se fondre dans la circulation venant d'une autre direction, le système doit être conçu pour répondre de manière appropriée à ces usagers de la route (par exemple, en leur cédant le passage).

6.3.7. Lorsque cela est pertinent pour la manœuvre, le système doit être conçu pour détecter les voies de circulation restreintes (par exemple, les voies réservées aux bus, aux vélos ou aux taxis) et doit viser à s'abstenir de rouler sur ces voies. Si le système détecte qu'il s'est engagé dans une voie de circulation restreinte, il doit proposer ou exécuter une procédure de changement de voie vers une voie de circulation appropriée en fonction de la conception du système, ou demander au conducteur de reprendre le contrôle manuel.

6.3.8. Le système vise à respecter les règles appropriées en matière de droit de passage.

6.3.9. Exigences supplémentaires pour contourner un obstacle sur la voie de circulation

6.3.9.1. La navigation autour d'un obstacle sur la voie de circulation peut être effectuée dans les circonstances suivantes:

a) contournement d'un obstacle fixe (véhicule en stationnement, débris, etc.) sur la voie de circulation;

b) dépassement d'un véhicule très lent ou d'un usager de la route se trouvant sur la voie ou à proximité (tel qu'un cycliste sur une piste cyclable) avec une distance latérale suffisante;

c) la manœuvre est instruite par des sources externes légitimes (par exemple, signalisation routière statique et dynamique, travaux routiers, instructions d'urgence ou de contrôle, etc.) si applicable à la conception du système.

D'autres raisons de traverser sur une autre voie peuvent être acceptées si le constructeur présente des informations suffisantes à l'Autorité d'homologation de type et s'il est déterminé que cela approprié et que le système peut fonctionner en toute sécurité.

6.3.9.2. La navigation autour d'un objet obstruant la voie de circulation n'est autorisée que si le système est capable de déterminer la position et le mouvement des autres usagers de la route à l'avant, sur le côté et à l'arrière, lorsque cela est nécessaire à la manœuvre spécifique, et qu'il y a une distance suffisante entre eux pour effectuer la manœuvre.

6.3.9.3. Si la manœuvre oblige le véhicule à traverser partiellement ou totalement une autre voie, le système ne doit le faire que s'il est en mesure de confirmer que l'espace et le temps disponibles sont suffisants. Il ne doit pas y avoir d'usagers de la route venant en sens inverse qui empêcheraient le système d'achever la manœuvre en revenant sur la voie de circulation appropriée. Il ne doit pas s'engager dans une autre voie, lorsque le sens de circulation est opposé, pour dépasser un trafic général circulant à une vitesse appropriée.

6.3.9.4. Le système ne doit pas suggérer une manœuvre au conducteur qui a l'intention de franchir une marque de voie pleine qu'il n'est pas permis de franchir, à moins que la situation décrite au paragraphe 6.3.9.1 c) ne le permette.

7. Contrôle du fonctionnement du DCAS

7.1. Contrôle du fonctionnement du DCAS

7.1.1. Le constructeur doit maintenir des processus de contrôle des événements critiques pour la sécurité causés par le fonctionnement du système.

7.1.2. Pour satisfaire à cette disposition, le constructeur met en place un programme de contrôle visant à recueillir et à analyser des données afin de fournir, dans la mesure du possible, des preuves des performances de sécurité en service du DCAS et des preuves confirmant les résultats de l'audit des exigences du Système de gestion de la sécurité énoncées dans l'Annexe 3 du présent règlement.

7.2. Rapport sur le fonctionnement du DCAS

7.2.1. Notification initiale des occurrences critiques en matière de sécurité

7.2.1.1. Le constructeur doit notifier dès que possible à l'Autorité d'homologation de type toute occurrence critique en matière de sécurité dont il a connaissance et au cours duquel le système ou ses fonctionnalités ont été mis en mode «marche», ou ont été mis en mode «marche» au cours des 5 dernières secondes précédant l'occurrence critique en matière de sécurité.

7.2.1.2. La notification initiale peut se limiter à des données de haut niveau (par exemple, le lieu, l'heure, le type d'accident).

7.2.2. Rapports à court terme sur les occurrences critiques en matière de sécurité

7.2.2.1. Après la notification initiale, le constructeur doit chercher à savoir si l'incident est lié au fonctionnement du DCAS et informer l'Autorité d'homologation de type des résultats de cette enquête dès que possible. Si le fonctionnement du système est probablement l'une des causes de l'incident, le constructeur informe en outre l'Autorité d'homologation de type des mesures correctives prévues concernant la conception du DCAS, le cas échéant.

7.2.2.2. Si des mesures correctives sont nécessaires, l'Autorité d'homologation de type communique cette information à toutes les Autorités d'homologation de type.

7.2.2.3. Si l'Autorité d'homologation de type est informée d'une occurrence critique en matière de sécurité survenue sur un véhicule équipé d'un DCAS par des sources autres que le constructeur du véhicule, par exemple par d'autres Autorités d'homologation de type, cette Autorité d'homologation de type peut demander au constructeur de fournir les informations disponibles sur l'incident de manière complète et accessible, comme indiqué aux paragraphes 7.2.1 et 7.2.2.

7.2.3. Rapports périodiques

7.2.3.1. Le constructeur doit communiquer au moins une fois par an à l'Autorité d'homologation de type les informations considérées comme des preuves suffisantes du fonctionnement prévu et de la sécurité du système sur le terrain. Le constructeur communique au moins les informations énumérées dans le tableau ci-dessous. Les informations supplémentaires font l'objet d'un accord entre l'Autorité d'homologation de type et le constructeur.

Si le système a fait l'objet de modifications importantes en rapport avec les informations communiquées au cours de la période de référence, le rapport doit faire mention des modifications apportées au système.

*Tableau 1*

**Informations pour les rapports périodiques**

| | Fréquence d'occurrence (Nombre total d'heures de fonctionnement ou distance parcourue, sauf indication contraire) |
|---|---|
| 1. | Occurrences critiques en matière de sécurité connues du constructeur |
| 2. | Nombre de véhicules équipés du système et distance totale parcourue avec le système en mode «passif» et «actif» |
| 3. | Nombre d'événements entraînant une réponse d'indisponibilité du conducteur |
| 4. | Nombre de désactivations du système ou de ses fonctionnalités à l'initiative du système, pour les raisons suivantes: |
| 4.a. | Défaillances détectées dans le système |
| 4.b. | Dépassement des limites du système |
| 4.c. | Autres (le cas échéant) |
| 5. | Pourcentage de la distance totale parcourue avec une limite de vitesse fixée par le conducteur supérieure à la limite de vitesse déterminée par le système lorsque le système est en mode «actif» |

8. Validation du système

8.1. La validation du système doit garantir qu'un examen approfondi acceptable de la sécurité fonctionnelle et opérationnelle des fonctionnalités intégrées dans le système et de l'ensemble du système intégré dans un véhicule a été effectué par le constructeur et évalué conformément à l'Annexe 3.

8.2. La validation du système doit démontrer que les fonctionnalités intégrées dans le système et l'ensemble du système satisfont aux prescriptions d'efficacité énoncées aux paragraphes 5 et 6 du présent règlement.

La validation du système comporte ce qui suit:

a) validation des aspects de sécurité du système conformément aux exigences de l'Annexe 3;

b) essais physiques sur la piste d'essai et les routes publiques conformément aux exigences de l'Annexe 4;

c) surveillance du système ou de ses fonctionnalités conformément aux exigences du paragraphe 7.

8.2.1. La validation du système peut inclure le recours à des essais virtuels et l'établissement de rapports sur les mesures produites par les essais virtuels, telles que la mesure de la couverture et les mesures 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. Données d'information sur le système

9.1. Les données suivantes doivent être fournies par le constructeur, avec le dossier de documentation requis à l'Annexe 3 du présent règlement de l'ONU, à l'Autorité d'homologation de type au moment de l'homologation de type.

9.1.1. Caractéristiques spécifiques selon la classification du paragraphe 6 que le système possède.

Le constructeur doit confirmer par un «x» ou par la mention «non applicable» dans quel domaine la fonctionnalité peut fonctionner, et compléter le tableau si nécessaire:

| 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 à l'initiative du conducteur (*préciser les variantes éventuelles*) | | | |
| Changement de voie confirmé par le conducteur (*préciser les variantes éventuelles*) | | | |
| Autres manœuvres (*veuillez préciser les variantes éventuelles*) | | | |
| Changement de voie déclenché par le système | | | |
| (*À compléter par le constructeur*) | | | |

9.1.2. Domaines (autoroutiers ou non autoroutiers) dans lesquels le système fournit certains types d'assistance tels qu'ils sont classés au paragraphe 9.1.1.

Le constructeur doit confirmer par un «x» ou par la mention «non applicable» dans quel domaine la fonctionnalité peut fonctionner, et compléter le tableau si nécessaire:

| Fonctionnalité | Hors autoroute | Autoroute |
|---|---|---|
| Positionnement dans la voie de circulation | | |
| Changement de voie à l'initiative du conducteur (*préciser les variantes éventuelles*) | | |
| Changement de voie confirmé par le conducteur (*préciser les variantes éventuelles*) | | |
| Autres manœuvres (*veuillez préciser les variantes éventuelles*) | | |
| Changement de voie déclenché par le système | | |
| (*À compléter par le constructeur*) | | |

9.1.3. Les conditions dans lesquelles le système et ses fonctionnalités peuvent être activés et les limites de fonctionnement (conditions limites).

9.1.4. Interactions du DCAS avec d'autres systèmes du véhicule.

9.1.5. Moyens d'activer, de désactiver et de neutraliser le système.

9.1.6. Critères contrôlés et moyens de contrôle du désengagement du conducteur.

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

9.1.8. Entrée autre que le marquage de la voie que le système utilise pour déterminer de manière fiable le tracé de la voie et continue à fournir une assistance au contrôle latéral en l'absence d'une voie entièrement marquée.

| Situation | Le système continuera-t-il à fournir une assistance au contrôle latéral dans ces situations? (oui/non) | Exigences relatives au domaine d'exploitation |
|---|---|---|
| Marquage(s) de voie(s) répertorié(s) dans le règlement n° 130 de l'ONU | | Autoroute |
| Voie marquée d'un seul marquage | | Hors autoroute |
| Bords de route | | Hors autoroute |
| Voie délimitée par autre chose qu'un marquage de voie (voitures garées, bordure de trottoir, infrastructure de construction) | | Hors autoroute |
| (*À compléter par le constructeur*) | | |

10. Exigences relatives à l'identification des logiciels

10.1. Afin de garantir que le logiciel du Système puisse être identifié, un $R_{171}$SWIN doit être mis en œuvre par le constructeur du véhicule. Le $R_{171}$SWIN peut être conservé sur le véhicule ou, si le $R_{171}$SWIN n'est pas conservé sur le véhicule, le constructeur déclare à l'Autorité d'homologation de type la (les) version(s) du logiciel du véhicule ou des modules de commande du moteur individuelles avec la connexion aux homologation de type correspondantes.

10.2. Le constructeur du véhicule doit démontrer sa conformité avec le règlement n° 156 de l'ONU (Mises à jour logicielles et Système de gestion des mises à jour logicielles) en satisfaisant aux exigences et en respectant les dispositions transitoires de la version originale du règlement n° 156 de l'ONU ou des séries ultérieures d'amendements.

10.3. Le constructeur du véhicule doit fournir les informations suivantes dans la fiche de communication du présent règlement de l'ONU:

a) le $R_{171}$SWIN;

b) comment lire le $R_{171}$SWIN ou la (les) version(s) du logiciel si le $R_{171}$SWIN ne se trouve pas sur le véhicule.

10.4. Le constructeur du véhicule peut fournir, dans la fiche de communication du règlement concerné, une liste des paramètres pertinents qui permettront d'identifier les véhicules pouvant être mis à jour avec le logiciel représenté par le $R_{171}$SWIN. Les informations fournies sont déclarées par le constructeur du véhicule et ne peuvent pas être vérifiées par une Autorité d'homologation de type.

10.5. Le constructeur du véhicule peut obtenir une homologation de véhicule neuf afin de différencier les versions de logiciel destinées à être utilisées sur des véhicules déjà immatriculés sur le marché des versions de logiciel utilisées sur des véhicules neufs. Cela peut couvrir les situations où les réglementations en matière d'homologation de type sont mises à jour ou lorsque des modifications matérielles sont apportées à des véhicules produits en série. En accord avec l'Autorité d'homologation, la duplication des essais doit être évitée dans la mesure du possible.

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

11.1. Toute modification du type de véhicule tel que défini au paragraphe 2.2 du présent règlement doit être portée à la connaissance de l'Autorité d'homologation de type qui a homologué le type de véhicule. L'autorité d'homologation de type doit alors:

a) considérer que les modifications apportées n'ont pas d'effet négatif sur les conditions d'attribution de l'homologation et accorder une extension de l'homologation;

b) considérer que les modifications apportées affectent les conditions d'attribution de l'homologation et nécessitent des essais ou des contrôles supplémentaires avant d'accorder une extension de l'homologation;

c) décider, en consultation avec le constructeur, qu'une nouvelle homologation doit être accordée; ou

d) appliquer la procédure prévue au paragraphe 11.1.1 (Révision) et, le cas échéant, la procédure prévue au paragraphe 11.1.2 (Extension).

11.1.1. Révision

Lorsque les indications consignées dans le dossier d'information ont changé et que l'autorité d'homologation de type considère que les modifications apportées ne risquent pas d'avoir des effets néfastes notables, la modification est considérée comme une «révision».

En pareil cas, l'autorité d'homologation de type doit publier de nouveau, en tant que de besoin, les pages révisées du dossier d'information, en faisant clairement apparaître sur chacune de ces pages la nature des modifications 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 est 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; ou

b) une quelconque information figurant dans la fiche de communication (à l'exception des pièces jointes) a été modifiée; ou

c) l'homologation en vertu d'une série d'amendements ultérieure est demandée après son entrée en vigueur.

11.2. La confirmation de l'homologation ou le refus d'homologation avec indication des modifications doit être notifié, selon la procédure spécifiée au paragraphe 4.3 ci-dessus, aux Parties à l'accord appliquant le présent règlement de l'ONU. 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 extension la plus récente.

11.3. L'autorité d'homologation de type informe les autres Parties contractantes de l'extension au moyen de la fiche de communication figurant à l'Annexe 1 du présent règlement de l'ONU. Elle attribue à chaque extension un numéro de série, appelé numéro d'extension.

12. Conformité de la production

12.1. Les procédures de contrôle de la conformité de la production doivent être conformes aux dispositions générales énoncées à l'article 2 et à la liste 1 de l'accord (E/ECE/TRANS/505/Rev.3) et satisfaire aux prescriptions suivantes:

12.2. Tout véhicule homologué en application du présent règlement doit être construit de façon à être conforme au type homologué et satisfaire aux prescriptions du paragraphe 5 ci-dessus.

12.3. L'autorité compétente qui a accordé l'homologation peut à tout moment vérifier que les méthodes de contrôle de la conformité de la production sont appliquées correctement dans chaque module de production. La fréquence normale de ces inspections est d'une fois tous les deux ans.

12.4. L'homologation accordée pour un type de véhicule en application du présent règlement de l'ONU peut être retirée si les prescriptions énoncées au paragraphe 8 ci-dessus ne sont pas respectées.

12.5. Si une Partie contractante retire une homologation qu'elle avait précédemment accordée, elle doit en informer immédiatement les autres Parties contractantes appliquant le présent règlement, en leur envoyant une fiche de communication conforme au modèle de l'Annexe 1 du présent règlement de l'ONU.

13. Sanctions pour non-conformité de la production

13.1. L'homologation délivrée pour un type de véhicule en application du présent règlement peut être retirée si les prescriptions énoncées au paragraphe 12 ci-dessus ne sont pas respectées.

13.2. Si une Partie contractante retire une homologation qu'elle avait précédemment accordée, elle doit en aviser immédiatement les autres Parties contractantes appliquant le présent règlement en leur envoyant une fiche de communication conforme au modèle de l'annexe 1 du présent règlement.

14. Arrêt définitif de la production

14.1. Si le titulaire de l'homologation arrête définitivement la fabrication d'un type de véhicule homologué conformément au présent règlement, il doit en informer l'autorité qui a délivré l'homologation, laquelle à son tour en informe immédiatement les autres Parties contractantes à l'accord appliquant le présent règlement, au moyen d'une fiche de communication conforme au modèle de l'annexe 1 du présent règlement.

14.2. La production n'est pas considérée comme définitivement arrêtée si le constructeur prévoit d'obtenir d'autres homologations pour des mises à jour logicielles concernant des véhicules déjà immatriculés.

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

15.1. Les Parties contractantes à l'accord appliquant le présent règlement communiquent au Secrétariat de l'Organisation des Nations unies [3] les noms et adresses des services techniques chargés des essais d'homologation et ceux des autorités d'homologation de type qui délivrent l'homologation et auxquels doivent être envoyées les fiches d'homologation ou d'extension, de refus ou de retrait d'homologation.

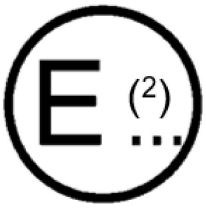
---

[3] Par le biais de la plateforme en ligne («Application/343») fournie par la CEE-ONU et dédiée à l'échange de ces informations: https://apps.unece.org/WP29_application/.

*ANNEXE 1*

**Communication** ([1])

(Format maximal: A4 (210 × 297 mm))




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

Concernant ([3]): Délivrance d'une homologation
Extension d'homologation
Refus d'homologation
Retrait d'homologation
Arrêt définitif de la production

d'un type de véhicule en ce qui concerne DCAS conformément au règlement de l'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. Le cas échéant, nom et adresse de son mandataire: .....

5. Caractéristiques générales de construction du véhicule:

5.1. Photographies et/ou dessins d'un véhicule représentatif: .....

6. Description et/ou schémas du DCAS: voir section 9.

7. Cybersécurité et mises à jour logicielles

7.1. Numéro d'homologation de type de la cybersécurité (le cas échéant): .....

7.2. Numéro d'homologation de type de la mise à jour logicielle (le cas échéant): .....

8. Prescriptions particulières à appliquer aux aspects relatifs 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): .....

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

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 délivré par ce service: .....

9.2. (Référence) Numéro du procès-verbal délivré 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 complémentaires

16. $R_{171}$SWIN: .....

16.1. Informations sur la façon de lire le $R_{171}$SWIN ou le ou les numéros de version du logiciel au cas où le $R_{171}$SWIN ne se trouver pas sur le véhicule: .....

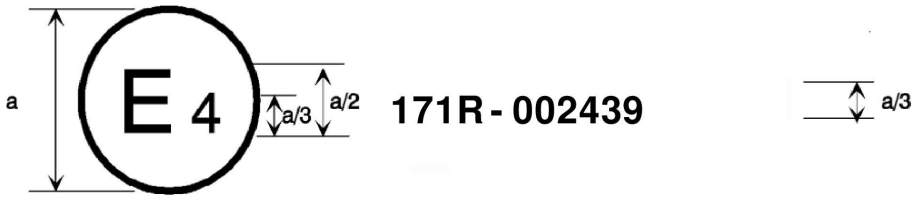
16.2. Le cas échéant, paramètres pertinents permettant de déterminer les véhicules dont le logiciel représenté au point par le $R_{171}$SWIN peut être mis à jour: .....

*ANNEXE 2*

**Exemples de marques d'homologation**

MODÈLE A

(Voir le paragraphe 4.4 du présent règlement)

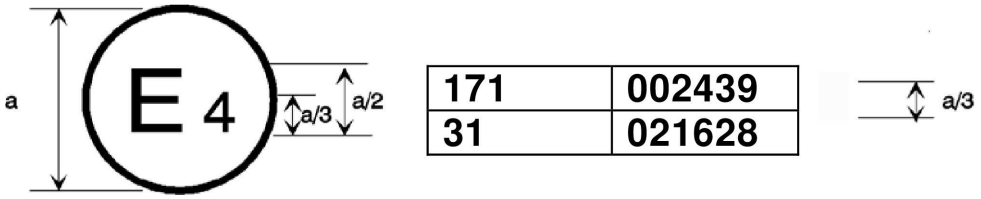



a = 8 mm min

La marque d'homologation ci-dessus, apposée sur un véhicule, indique que ce type de véhicule a été homologué aux Pays-Bas (E4), en ce qui concerne le DCAS, en application du règlement ONU n° 171, sous le numéro d'homologation 002439. Ce numéro indique que l'homologation a été délivrée conformément aux prescriptions du règlement 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 aux Pays-Bas (E4) en application des règlements n°s 171 et 31 de l'ONU ([1]). Les numéros d'homologation indiquent que, aux dates où les homologations correspondantes ont été délivrées, le règlement n° 171 était dans sa version originale et le règlement n° 31 comprenait la série 02 d'amendements.

([1]) Le deuxième chiffre est donné à titre d'exemple.

*ANNEXE 3*

**Prescriptions particulières à appliquer à l'audit/évaluation**

1. Généralités

La présente Annexe définit les exigences particulières en matière de documentation, de sécurité par conception et de vérification en ce qui concerne les aspects de sécurité des Systèmes électroniques (paragraphe 2.3) et des Systèmes complexes de commande électronique (paragraphe 2.4) dans la mesure où le présent règlement de l'ONU est concerné.

La présente Annexe ne précise pas les critères de performance du «Système», mais couvre la méthodologie appliquée au processus de conception et les informations qui doivent être communiquées à l'Autorité d'homologation de type ou au Service technique agissant en son nom (ci-après dénommés «Autorité d'homologation de type»), aux fins de l'homologation de type.

Ces informations doivent montrer que «Le Système» respecte, dans des conditions de défectuosité et d'absence de défectuosité, toutes les exigences de performance appropriées spécifiées ailleurs dans le présent règlement de l'ONU et qu'il est conçu pour fonctionner de telle manière qu'il ne présente pas de risques déraisonnables pour la sécurité du conducteur, des passagers et des autres usagers de la route.

Les dispositions du présent règlement de l'ONU sous la forme «le système doit ...» doivent toujours être respectées. Le non-respect d'une telle exigence lors de l'évaluation constitue une non-conformité aux exigences établies par le présent règlement des Nations unies.

Les dispositions du présent règlement de l'ONU sous la forme «le système doit viser à ...» reconnaissent que l'exigence peut ne pas toujours être satisfaite (par exemple, en raison de perturbations externes ou parce qu'il n'est pas approprié de le faire dans les circonstances spécifiques).

Les dispositions du présent règlement de l'ONU sous la forme «le système doit être conçu pour ...» reconnaissent que les essais de performance du système ne constituent pas un moyen complet de vérifier que l'exigence est, ou n'est pas, respectée, et que cette vérification nécessitera une évaluation de la conception du système (par exemple, ses stratégies de contrôle).

Si, au cours de l'évaluation, une exigence sous la forme «doit viser à ...» ou «doit être conçu pour ...» n'est pas satisfaite, le constructeur doit démontrer, à la satisfaction de l'Autorité d'homologation de type, pourquoi c'est le cas et comment le système reste néanmoins exempt de risque déraisonnable.

2. Définitions

Aux fins de la présente annexe, on entend par:

2.1. «*Le système*»: l'ensemble du matériel et des logiciels capables d'aider le conducteur à contrôler durablement les mouvements longitudinaux et latéraux du véhicule. Dans le contexte de la présente Annexe, il s'agit également de tout autre système couvert par le champ d'application du présent règlement des Nations unies, ainsi que des liaisons de transmission vers ou depuis d'autres systèmes n'entrant pas dans le champ d'application du présent règlement des Nations unies, qui remplissent une fonction à laquelle s'applique le présent règlement des Nations unies.

Dans le présent règlement des Nations unies, le système est également appelé «*système d'aide au contrôle de la conduite ou DCAS*».

2.2. «*Concept de sécurité*»: une description des mesures intégrées dans le système, par exemple dans les modules électroniques, pour assurer l'intégrité du système et garantir ainsi un fonctionnement sûr dans des conditions de défectuosité (sécurité fonctionnelle) et d'absence de défectuosité (sécurité opérationnelle), de manière à éviter tout risque déraisonnable pour les occupants du véhicule et les autres usagers de la route. La possibilité d'un retour à un fonctionnement partiel ou même à un système de secours pour les fonctions vitales du véhicule doit faire partie du concept de sécurité.

2.3. «*Système de commande électronique*»: une combinaison de modules conçus pour coopérer à la production de la fonction de commande déclarée du véhicule au moyen d'un traitement électronique de données. Un tel système, généralement contrôlé par un logiciel, est constitué de composants fonctionnels discrets tels que des capteurs, des modules de commande électronique et des actionneurs, reliés par des liaisons de transmission. Il peut comprendre des éléments mécaniques, électromécaniques, électropneumatiques ou électrohydrauliques.

2.4. «*Systèmes de commande électronique complexes*» sont des systèmes de commande électronique dans lesquels une fonction commandée par un système électronique peut être supplantée par un système/fonction de commande électronique de niveau supérieur. Une fonction qui est supplantée devient une partie du système de commande électronique complexe, ainsi que de tout système/fonction supplantant dans le champ d'application du présent règlement de l'ONU. Les liens de transmission vers et depuis les systèmes/fonctions neutralisés ne relevant pas du champ d'application du présent règlement doivent également être inclus.

2.5. Les systèmes/fonctions «*de commande électronique de niveau supérieur*» sont ceux qui utilisent des dispositifs de traitement et/ou de détection supplémentaires pour modifier le comportement du véhicule en commandant des variations de la (des) fonction(s) du système de commande du véhicule. Cela permet à des systèmes complexes de modifier automatiquement leurs objectifs avec une priorité qui dépend des circonstances détectées.

2.6. «*Modules*»: plus petites divisions des composants du système qui seront prises en compte dans la présente annexe, étant donné que ces combinaisons de composants seront traitées comme des entités uniques à des fins d'identification, d'analyse ou de remplacement.

2.7. «*Liaisons de transmission*»: moyens utilisés pour interconnecter les modules distribués dans le but de transmettre des signaux, des données de fonctionnement ou une alimentation en énergie. Ces matériels sont généralement électriques mais peuvent être en partie mécaniques, pneumatiques ou hydrauliques.

2.8. «*Plage de commande*»: la plage de valeurs d'une variable de sortie sur laquelle le système est susceptible d'exercer un contrôle.

2.9. «*Périmètre de fonctionnement opérationnel*» définit les limites vérifiables ou mesurables à l'intérieur desquelles le système est conçu pour maintenir le contrôle, tel que défini au paragraphe 2.5 du présent règlement de l'ONU.

Dans le présent règlement de l'ONU, les limites de fonctionnement opérationnelle sont également appelées «*limites 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 d'exécuter plus d'une fonction liée à la sécurité.

2.11. «*Stratégie de contrôle*»: une stratégie visant à assurer un fonctionnement fiable et sûr de la ou des fonctions du système en réaction à un ensemble déterminé de conditions ambiantes et/ou de fonctionnement (telles que l'état du revêtement de la route, l'intensité de la circulation, les autres usagers de la route, les conditions météorologiques, etc.). Cela peut comprendre la désactivation automatique d'une fonction ou des restrictions fonctionnelles temporaires (par exemple, une réduction de la vitesse maximale ou autre).

2.12. «*Défectuosité*»: une condition anormale qui peut entraîner une défaillance. Elle peut concerner du matériel ou des logiciels.

2.13. «*Défaillance*»: l'arrêt du comportement prévu d'un composant ou d'un système du Système en raison d'une manifestation de défectuosité.

2.14. «*Risque déraisonnable*»: le niveau global de risque pour les occupants du véhicule et les autres usagers de la route qui est accru par rapport à un véhicule à conduite manuelle dans des services de transport et des situations comparables à l'intérieur des limites du système.

2.15. «*Autoroute*»: une route où les piétons et les cyclistes sont interdits et qui, de par sa conception, est équipée d'une séparation physique qui sépare le trafic circulant dans des directions opposées.

2.16. «*Route non autoroutière*»: route autre qu'une autoroute telle que définie au paragraphe 2.15.

3. Dossier d'information

3.1. Prescriptions

Le constructeur doit fournir un dossier d'information qui décrit la conception de base du système et les moyens par lesquels il est relié à d'autres systèmes du véhicule ou par lesquels 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 l'élaboration ont bénéficié de l'avis d'experts dans tous les domaines du système qui sont concernés. En ce qui concerne les inspections techniques périodiques, le dossier doit décrire la manière dont l'état fonctionnel du système à un moment donné peut être vérifié.

L'autorité d'homologation de type doit évaluer le dossier d'information pour vérifier si «le Système»:

a) est conçu pour fonctionner, en l'absence de défectuosité et en cas de défectuosité, de manière à ne pas présenter de risque déraisonnable; et

b) respecte, dans des conditions de défectuosité et d'absence de défectuosité, toutes les exigences de performance appropriées spécifiées ailleurs dans le présent règlement de l'ONU; et

c) a été élaboré selon le processus/la méthode d'élaboration choisi(e) par le constructeur conformément au paragraphe 3.4.4.

3.1.1. Le dossier d'information comporte deux parties:

a) Le dossier officiel d'homologation, contenant les éléments énumérés au paragraphe 3 (à l'exception du paragraphe 3.4.4), qui doit être fourni à l'Autorité d'homologation de type au moment de la présentation de la demande d'homologation de type. Ce dossier est utilisé par l'Autorité d'homologation comme référence de base pour le processus de vérification défini au paragraphe 4 de la présente Annexe. L'Autorité d'homologation de type veille à ce que ce dossier d'information reste disponible pendant une période déterminée en accord avec l'Autorité d'homologation de type. Cette période est d'au moins dix ans à compter de l'arrêt définitif de la production du véhicule.

b) Les données confidentielles supplémentaires et les données d'analyse (propriété intellectuelle) mentionnées au paragraphe 3.4.4 qui doivent être conservées par le constructeur, mais être ouvertes à l'inspection (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 données matérielles et analytiques restent disponibles pendant une période de 10 ans à compter du moment où la production du type de véhicule est définitivement arrêtée.

3.2. Description des fonctions du système

Il doit être fourni une description simple de toutes les fonctions, y compris les stratégies de contrôle du système et les méthodes employées pour atteindre les objectifs, y compris une déclaration du ou des mécanismes au moyen desquels est exercé le contrôle.

Toute fonction décrite doit être identifiée et une description plus détaillée de la nouvelle logique de fonctionnement de la fonction doit être fournie.

Toute fonction de sécurité activée ou désactivée fournissant une assistance au conducteur telle que définie au paragraphe 2.1 du présent règlement de l'ONU, lorsque le matériel et le logiciel sont présents dans le véhicule au moment de la production, doit être déclarée et est soumise aux exigences de la présente annexe, avant d'être utilisée dans le véhicule.

3.2.1. Il doit être fourni une liste de toutes les variables d'entrée et de toutes les variables détectées, et leur plage de fonctionnement doit être définie, ainsi qu'une description de la manière dont chaque variable affecte le comportement du système.

3.2.2. Il doit être fourni une liste de toutes les variables de sortie qui sont contrôlées par le système et pour chacune doit être donnée une explication permettant de savoir si le contrôle est direct ou s'il est effectué par un autre système du véhicule. La plage de commande exercé sur chacune de ces variables doit être définie.

3.2.3. Les limites définissant les limites de l'opération fonctionnelle doivent être indiquées lorsque cela est approprié pour les performances du système.

3.2.4. Une déclaration de la capacité du système et de ses fonctionnalités selon le modèle figurant à l'appendice 4 de la présente annexe doit être fournie.

3.3. Disposition et schémas du système

3.3.1. Inventaire des composants.

Il doit être fourni une liste de l'ensemble des modules du système mentionnant quels autres systèmes du véhicule sont nécessaires pour exécuter la fonction de contrôle.

Il doit être fourni un schéma faisant apparaître ces modules en combinaison et précisant la répartition des matériels 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 exigence peut être remplie par la fourniture d'un diagramme fonctionnel ou d'un autre schéma étiqueté, ou par une description appuyée sur un tel schéma.

3.3.3. Interconnexions

Les interconnexions au sein du système doivent être représentées par un schéma de circuit pour les liaisons de transmission électrique, par un schéma de tuyauterie pour les équipements de transmission pneumatique ou hydraulique et par un schéma simplifié pour les liaisons mécaniques. Les liaisons de transmission à destination et en provenance d'autres systèmes doivent également être indiquées.

3.3.4. Flux de signaux, données d'exploitation et priorités

Il doit y avoir une correspondance claire entre les liaisons de transmission et les signaux transportés entre les modules. Les priorités des signaux sur les chemins de données multiplexés doivent être indiquées chaque fois que la priorité peut être un problème affectant les performances ou la sécurité.

3.3.5. Identification des modules

Chaque module doit être identifiable de manière claire et non ambiguë (par exemple, par un marquage pour le matériel et par un marquage ou une sortie logicielle pour le contenu logiciel) afin de permettre la correspondance entre le matériel et les documents.

Lorsque des fonctions sont combinées au sein d'un seul module, voire d'un seul ordinateur, mais qu'elles sont présentées en plusieurs blocs dans le diagramme fonctionnel pour des raisons de clarté et de facilité d'exposition, une seule marque d'identification du matériel est utilisée. En utilisant cette marque d'identification, le constructeur affirme que le matériel fourni est conforme au document correspondant.

3.3.5.1. L'identification définit les versions des éléments matériels et logiciels et, lorsque ces derniers changent de telle manière que cela modifie la fonction du module en ce qui concerne le présent règlement, cette identification doit également être modifiée.

3.4. Concept de sécurité du constructeur

3.4.1. Le constructeur doit fournir une déclaration affirmant que la stratégie choisie pour atteindre les objectifs du système ne portera pas atteinte, dans des conditions d'absence de défectuosité, à la sécurité de fonctionnement du véhicule.

Le constructeur complète cette déclaration par une explication montrant globalement comment la stratégie choisie garantit que les objectifs du système ne compromettent pas la sécurité de fonctionnement des systèmes visés ci-dessus, ainsi que par une description de la partie du plan de validation étayant la déclaration.

L'Autorité d'homologation doit procéder à une évaluation pour établir que les explications du constructeur sur la stratégie choisie sont compréhensibles et logiques et que le plan de validation est approprié et a été mené à bien.

L'Autorité d'homologation de type peut effectuer des essais, ou exiger que des essais soient effectués, comme spécifié au paragraphe 4 ci-dessous, pour vérifier que «le système» fonctionne conformément à la stratégie choisie.

3.4.2. En ce qui concerne les logiciels utilisés dans le système, l'architecture générale doit être expliquée et les méthodes et outils de conception utilisés doivent être identifiés. Le constructeur doit apporter la preuve des moyens par lesquels il a déterminé la réalisation de la logique du système, au cours du processus de conception et d'élaboration.

3.4.3. Le constructeur doit fournir à l'autorité d'homologation de type une explication des dispositions de conception intégrées dans le système afin d'assurer la sûreté opérationnelle dans des conditions de défectuosité. Les dispositions de conception possibles en cas de défaillance du système sont par exemple les suivantes:

a) reprise de l'exploitation à l'aide d'un système partiel;

b) passage à un système de secours séparé;

c) suppression de la fonction de haut niveau.

3.4.3.1. Si la disposition choisie sélectionne un mode de fonctionnement avec efficacité partielle dans certaines conditions de défectuosité, ces conditions doivent être indiquées et les limitations de l'efficacité qui en découlent doivent être définies.

3.4.3.2. Si la disposition choisie sélectionne un deuxième moyen (de secours) pour atteindre l'objectif du système de contrôle du véhicule, les principes du mécanisme de commutation, la logique et le niveau de redondance et tout dispositif intégré de contrôle de secours doivent être expliqués et les limitations de l'efficacité du système de secours qui en découlent doivent être définies.

3.4.3.3. Si la disposition choisie prévoit la suppression de la fonction de niveau supérieur, tous les signaux de commande de sortie correspondants associés à cette fonction doivent être bloqués de manière à limiter la perturbation de la transition.

3.4.4. Les documents doivent être étayés par une analyse montrant en termes généraux la manière dont le système se comportera en cas d'apparition d'un risque ou d'un défaut particulier ayant une incidence sur l'efficacité ou la sécurité de la commande du véhicule.

La ou les méthodes analytiques choisies doivent être établies et gérées par le constructeur et soumises à l'inspection de l'autorité d'homologation de type au moment de l'homologation.

L'autorité d'homologation de type doit procéder à une évaluation de l'application de la ou des méthodes d'analyse. L'évaluation doit porter sur les points suivants:

a) Inspection de la stratégie en matière de sécurité au niveau du concept (véhicule), avec confirmation qu'elle tient compte des éléments suivants:

i) interactions avec d'autres systèmes du véhicule;

ii) dysfonctionnements du système, dans le champ d'application du présent règlement de l'ONU;

iii) pour les fonctions définies au paragraphe 3.2 du présent règlement de l'ONU:

— situations dans lesquelles un système exempt de défectuosités peut créer des risques critiques pour la sécurité (par exemple, en raison d'une compréhension insuffisante ou erronée de l'environnement du véhicule),

— limitations du fonctionnement et du système,

— mauvaise utilisation raisonnablement prévisible par le conducteur,

— modification intentionnelle du système;

iv) cyber-attaques ayant une incidence sur la sûreté du véhicule.

Cette stratégie doit être fondée sur une analyse des dangers et des risques adaptée à la sûreté du système.

b) Inspection de la stratégie en matière de sécurité au niveau du système, y compris une méthode descendante et ascendante. La stratégie en matière de sécurité peut être fondée sur une analyse des modes de défaillance et de leurs effets, une analyse de l'arbre des défaillances et une analyse du processus théorique du système ou tout autre processus similaire approprié à la sûreté fonctionnelle et opérationnelle du système.

c) Inspection des plans et résultats de validation. Cela comprend des essais de validation appropriés, par exemple, des essais de type «matériel incorporé» (HIL), des essais fonctionnels sur route ou tout autre type d'essai approprié pour la validation et la vérification.

L'évaluation consiste à vérifier les dangers, les défectuosités et les conditions de défaillance choisis par l'autorité d'homologation pour établir que l'explication du concept de sécurité par le constructeur est compréhensible et logique et que les plans de validation sont appropriés et ont été menés à bien.

L'autorité d'homologation de type peut effectuer des essais ou exiger que des essais soient effectués conformément au paragraphe 4 pour vérifier le concept de sécurité.

3.4.4.1. Le dossier d'information doit détailler les paramètres contrôlés et indiquer, pour chaque condition de défaillance du type défini au paragraphe 3.4.4 de la présente annexe, le signal d'avertissement à donner au conducteur et/ou au personnel des services techniques ou du contrôle technique.

3.4.4.2. Le dossier d'information doit également décrire les mesures mises en place pour garantir que le système ne compromet pas la sécurité de fonctionnement du véhicule lorsque l'efficacité du système est affectée par les conditions environnementales, par exemple, le climat, la température, la pénétration de poussière, la pénétration d'eau ou la formation de glace.

Lorsque le présent règlement de l'ONU contient des exigences particulières concernant le fonctionnement du système dans différentes conditions environnementales, cette documentation doit décrire les mesures mises en place pour garantir le respect de ces exigences.

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 clés suivants:

a) les politique et objectifs de sécurité, qui établissent des pratiques de sécurité avec une politique de sécurité claire, des rôles et responsabilités en matière de sécurité et des objectifs organisationnels en matière de sécurité;

b) la gestion des risques de sécurité, qui vise à gérer les risques de manière proactive;

c) l'assurance de la sécurité, qui permet de contrôler, d'analyser et de mesurer les performances globales en matière de sécurité;

d) la promotion de la sécurité afin de garantir une information et une éducation adéquates et de sensibiliser les employés à la sécurité.

3.5.3. Le processus de conception et d'élaboration doit être établi, y compris la sécurité dès la conception, la gestion des exigences, la mise en œuvre des exigences, les essais, le suivi des défaillances, les mesures correctives et la diffusion.

3.5.4. Le constructeur établit et maintient des canaux de communication efficaces entre les services du constructeur responsables de la sécurité fonctionnelle/opérationnelle, de la cybersécurité et de toute autre discipline liée à la réalisation de la sécurité du véhicule.

3.5.5. Le constructeur doit démontrer que des vérifications périodiques indépendantes des processus internes sont effectuées pour garantir que les processus établis conformément aux paragraphes 3.5.1 à 3.5.4 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 soit 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 décrire une stratégie d'information sur le système qui vise à encourager le conducteur à consulter les informations sur le fonctionnement du système lorsqu'il l'utilise (par exemple, une notification régulière au début du cycle de conduite, lorsque le système est mis en mode «marche», invitant le conducteur à consulter les documents correspondants).

4. Vérification et essais

4.1. L'efficacité du fonctionnement du système, tel qu'il est décrit dans les documents prescrits au paragraphe 3, doit être soumise à des essais comme suit:

4.1.1. Vérification de la fonction du système

L'autorité d'homologation de type doit vérifier le système dans des conditions de non-défaillance en soumettant à des essais sur piste plusieurs fonctions choisies parmi celles décrites par le constructeur au titre du paragraphe 3.2 ci-dessus.

La vérification de l'exécution de ces fonctions sélectionnées doit être effectuée conformément aux procédures d'essai du constructeur, à moins qu'une procédure d'essai ne soit spécifiée dans le présent règlement de l'ONU.

Dans les cas où le système est soumis à des signaux d'entrée provenant de systèmes n'entrant pas dans le champ d'application du présent règlement de l'ONU, l'essai doit être effectué en utilisant la procédure d'essai du règlement de l'ONU correspondante ou par un autre moyen qui génère le ou les signaux d'entrée correspondants (par exemple, la simulation).

Pour les systèmes électroniques complexes, ces essais comprennent des scénarios dans lesquels une fonction déclarée est ignorée.

4.1.1.1. Les résultats de la vérification doivent correspondre à la description, y compris les stratégies de contrôle, fournie par le constructeur au paragraphe 3.2.

4.1.2. Vérification du concept de sécurité du paragraphe 3.4.

La réaction du système doit être vérifiée sous l'influence d'une défectuosité d'un module individuel en appliquant les signaux de sortie correspondants aux modules électriques ou aux éléments mécaniques afin de simuler les effets d'une défaillance interne du module. L'autorité d'homologation de type doit effectuer cette vérification pour au moins un module, mais ne doit pas vérifier la réaction du «Système» à des défaillances multiples et simultanées de plusieurs modules.

L'autorité d'homologation de type vérifie que ces essais portent sur les aspects qui peuvent avoir une incidence sur la possibilité de contrôler le véhicule et les informations/interactions avec les utilisateurs (aspects de l'interface homme machine).

4.1.2.1. Les résultats de la vérification doivent correspondre au résumé écrit de l'analyse des défaillances, à un niveau d'effet global telle que soit confirmée l'adéquation du concept et l'exécution de la sécurité.

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 réaliser sur une piste d'essai ou dans des conditions de conduite réelles. Lorsqu'elles sont utilisées à cette fin, ces méthodes doivent être conformes à l'annexe 5 du présent règlement de l'ONU. Le constructeur doit démontrer la portée de l'outil de simulation, sa validité pour le scénario concerné ainsi que la validation effectuée pour la chaîne d'outils de simulation (corrélation des résultats avec les essais physiques).

4.2.1. Si les essais virtuels sont effectués par le constructeur, l'autorité d'homologation évalue les résultats déclarés fournis par le constructeur, notamment en ce qui concerne les mesures de sécurité et la couverture des limites du système.

4.3. L'autorité d'homologation doit vérifier un certain nombre de scénarios essentiels à la caractérisation des fonctions IHM du système, ainsi que les performances effectives du système de surveillance et d'alerte en cas de désengagement du conducteur.

4.4. L'autorité d'homologation vérifie également un certain nombre de scénarios critiques pour la possibilité de contrôler les limites du système par le conducteur (par exemple, objet difficile à détecter, lorsque le système atteint ses limites, risque de collision avec un autre usager de la route), tels que définis dans le règlement.

5. Procès-verbal de l'Autorité d'homologation de type

Le procès-verbal de l'évaluation par l'autorité d'homologation doit être établi de manière à permettre la traçabilité, par exemple en codant et répertoriant dans les dossiers d'évaluation les versions des documents inspectés.

Un exemple de présentation possible de la fiche d'évaluation figure à l'appendice 1 de la présente annexe.

*Appendice 1*

**Modèle de formulaire d'évaluation pour les systèmes électroniques et/ou les 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 inscription:

1.5. Nom et adresse du constructeur:

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

1.7. Dossier d'information officiel du constructeur:

N° de référence du dossier: .....

Date de la première version: .....

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

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

2.1. Description générale:

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

2.2.1. Liste des variables d'entrée et des variables détectées et leur plage de fonctionnement, y compris une description de l'effet de la variable sur le comportement du système (paragraphe 3.2.1 de la présente annexe):

2.2.2. Liste des variables de sortie et de leur plage de contrôle (paragraphe 3.2.2 de la présente annexe):

2.2.2.1. Contrôlé directement:

2.2.2.2. Contrôlé par un autre système du véhicule:

2.3. Description de la disposition et des schémas du système (paragraphe 3.3 de la présente annexe):

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

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

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

2.3.4. Flux de signaux, données de fonctionnement et priorités (paragraphe 3.3.4 de la présente annexe):

2.3.5. Identification des modules (matériel et logiciel) (paragraphe 3.3.5 de la présente annexe): .....

3. Concept de sécurité du constructeur

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

*Le(s) constructeur(s) ..... affirme(nt) que les objectifs du système ne compromettront pas, dans des conditions d'absence de défectuosité, la sécurité d'utilisation du véhicule.*

3.2. Logiciel (décrire l'architecture, les méthodes de conception du logiciel et les outils utilisés) (paragraphe 3.4.2 de la présente annexe):

3.3. Explication des dispositions de conception intégrées au système dans des conditions de défectuosité (paragraphe 3.4.3 de la présente annexe):

3.4. Analyses étayées du comportement du système dans des conditions particulières de défectuosité:

3.4.1. Paramètres contrôlés:

3.4.2. Signaux d'avertissement générés:

3.5. Description des mesures mises en place concernant les conditions environnementales (paragraphe 3.4.4.2 de la présente annexe):

3.6. Dispositions relatives aux contrôles techniques périodiques du système (paragraphe 3.1 de la présente annexe):

3.7. Description de la méthode permettant de vérifier l'état de fonctionnement du système:

4. Vérification et essais

4.1. Vérification du fonctionnement du système (paragraphe 4.1.1 de la présente annexe): .....

4.1.1. Liste des fonctions sélectionnées et description des procédures d'essai utilisées:

4.1.2. Résultats des essais vérifiés conformément à la présente annexe, paragraphe 4.1.1.1: Oui/Non

4.2. Vérification du concept de sécurité du système (paragraphe 4.1.2 de la présente annexe):

4.2.1. Module(s) testé(s) et leur fonction:

4.2.2. Défectuosité(s) simulée(s):

4.2.3. Résultats des essais vérifiés conformément à la présente annexe, paragraphe 4.1.2: Oui/Non

4.3. Date de l'essai ou des essais:

4.4. Cet (ces) essai(s) a (ont) été effectué(s) et les résultats ont été communiqués conformément ... au règlement n° 171 de l'ONU tel qu'il a été modifié en dernier lieu par ... une série d'amendements.

Autorité d'homologation de type effectuant l'essai

Signature: ..... Date: .....

4.5. Commentaires:

*Appendice 2*

**Conception du système à évaluer lors de l'audit/évaluation**

1. Introduction

Les informations suivantes sont fournies par le constructeur pour évaluation par l'autorité d'homologation de type.

2. Informations relatives au DCAS en général

2.1. Interaction avec le conducteur et IHM

2.1.1. La manière dont le système est conçu pour garantir que le conducteur reste concentré sur sa tâche de conduite, y compris une description du système de contrôle du conducteur et de sa stratégie d'alerte (paragraphe 5.5.4.2)

2.1.1.1. Stratégies supplémentaires pour la détection du désengagement du conducteur et l'aide au réengagement (paragraphe 5.5.4.2.7)

2.1.1.2. Preuve de l'efficacité de la stratégie de contrôle et d'alerte en cas de désengagement du conducteur

2.1.1.3. Un aperçu des domaines pertinents pour la tâche de conduite, de leurs limites et des valeurs applicables dans le contexte de la détermination du désengagement visuel du conducteur par rapport au système et à ses caractéristiques (paragraphe 5.5.4.2.5.2)

2.1.1.4. Stratégies pour désactiver l'activation du système en cas de désengagement répété du conducteur entraînant plus d'une réponse d'indisponibilité de ce dernier (paragraphe 5.5.4.2.8.1)

2.1.2. Mesures prises pour se prémunir contre toute utilisation abusive raisonnablement prévisible par le conducteur et contre toute altération du système (paragraphe 5.1.3)

2.1.3. Mesures prises pour encourager le conducteur à comprendre les limites du système et le rôle qu'il continue à jouer dans la conduite (paragraphe 5.1.2)

2.1.5. Modèle des informations fournies aux utilisateurs (paragraphe 5.6)

2.1.6. Extrait de la partie correspondante du manuel du propriétaire

2.1.7. Une liste des messages et signaux du système (paragraphe 5.5.4.1.4)

2.1.8. Moments et stratégie pour informer le conducteur d'une (série de) manœuvre(s) confirmée(s) par le conducteur (paragraphe 5.5.4.1.8.1)

2.1.9. Moments et stratégie pour informer le conducteur d'une (série de) manœuvre(s) initiée(s) par le système (paragraphe 5.5.4.1.9.1)

2.2. Limites du système

2.2.1. La capacité du système à évaluer son environnement et à y réagir de manière à mettre en œuvre la fonctionnalité prévue (paragraphes 5.3.2 et 5.3.5)

2.2.1.1. Les conditions limites du système et de ses caractéristiques, et la stratégie permettant d'avertir le conducteur lorsque ces limites sont dépassées, atteintes ou approchées (paragraphe 5.3.2)

2.2.1.2. La capacité du système à maintenir des distances appropriées par rapport aux autres usagers de la route (paragraphe 5.3.2.3)

2.2.1.3. La capacité du système à assurer la sécurité, son comportement et l'impact sur les performances du système lorsqu'une fonction reste en mode «actif» au-delà des limites du système (paragraphe 5.3.5.2.2)

2.2.2. Les limites des capacités de détection du système et ses fonctionnalités individuelles (paragraphe 5.3.1)

2.2.3. Preuve que le système ou ses fonctionnalités continuent à fonctionner en toute sécurité lorsque le système n'est pas en mesure de détecter une limite déclarée du système (paragraphe 5.3.5.4)

2.3. Fonctionnement du système

2.3.1. Si/comment le système adapte son comportement pour répondre au risque de sécurité identifié d'une collision (paragraphe 5.3.2.2)

2.3.2. Conditions préalables supplémentaires pour l'activation du DCAS (paragraphe 5.5.3.2.2)

2.3.3. La conception de la possibilité de contrôler du système (paragraphes 5.3.4 et 5.3.6)

2.3.3.1. Stratégies assurant la possibilité de contrôler lorsque le système ne fournit plus d'assistance longitudinale ou latérale en réponse à une commande prioritaire du conducteur (paragraphe 5.5.3.4.1.5)

2.3.4. Description de toute transition entre le DCAS et d'autres systèmes d'assistance ou d'automatisation, la priorité accordée à l'un par rapport à l'autre, et toute suppression ou désactivation d'autres systèmes d'assistance pour assurer un fonctionnement sûr et nominal (paragraphe 5.2.2)

2.3.5. Comportement du système en réponse à des modifications des limitations de vitesse déterminées par le système dans des cas autres que ceux visés au paragraphe 5.3.7.4 (paragraphe 5.3.7.4.7.3.4)

2.3.6. Tolérances techniquement raisonnables par rapport aux seuils d'alerte et aux limites opérationnelles (paragraphe 5.3.7.4.10)

2.3.7. Un aperçu de la capacité du système à fournir une assistance continue dans le cas d'une défaillance désactivant une fonction donnée (paragraphe 5.4.4)

3. Informations relatives au Contrôle dynamique des systèmes

3.1. La stratégie par laquelle le système détermine la vitesse appropriée et l'accélération latérale qui en résulte dans le contexte du positionnement sur la voie de circulation (paragraphe 5.3.7.1.3)

4. Informations relatives aux caractéristiques du DCAS (le cas échéant)

4.1. Stratégies visant à garantir la possibilité de contrôler si le système induit des valeurs d'accélération latérale plus élevées et que les conditions ne sont plus remplies (paragraphe 6.1.1.2)

4.2. Autres sources d'information pour déterminer la position des voies en l'absence de marquage des voies (paragraphe 6.1.4.1)

4.3. Preuve qu'une manœuvre de changement de voie n'est entamée que si un véhicule se trouvant sur la voie cible n'est pas contraint à une décélération dangereuse en raison du changement de voie (paragraphe 6.2.5)

4.4. Un aperçu des stratégies visant à garantir que la procédure de changement de voie n'est exécutée que dans ou via une voie où la voie cible n'est pas désignée pour la circulation en sens inverse (paragraphe 6.2.9.3)

4.5. Si le système peut contourner un obstacle sur la voie de circulation, preuves suffisantes d'autres raisons d'effectuer cette manœuvre (paragraphe 6.3.9.1)

*Appendice 3*

**Classification exemplaire des capacités de détection du système et des limites pertinentes du système**

Le constructeur doit expliquer les capacités de détection du DCAS, différenciées par des fonctionnalités, le cas échéant, et les limites du système pour ces capacités de détection. La liste suivante doit être considérée comme une indication des objets et événements susceptibles d'être pertinents dans différents scénarios d'exploitation:

— route: type (autoroute, de campagne, etc.), revêtement (type, adhérence), géométrie, caractéristiques des voies, disponibilité des marquages de voies, bord de la route, croisements de routes;

— installations routières (installations de contrôle du trafic, installations spéciales (marquages de construction routière), autres installations);

— événements routiers (par exemple, accidents de la route, embouteillages, travaux routiers);

— conditions environnementales, telles que:

  — intempéries, brouillard et brume,

  — température,

  — précipitations,

  — moment de la journée et conditions d'éclairage;

  — autres usagers de la route (véhicules à moteur, motocyclettes, bicyclettes, piétons).

*Appendice 4*

**Déclaration de capacité du système**

Le constructeur déclare l'aptitude du système et ses fonctionnalités selon la classification du paragraphe 6, sur la base des critères suivants. Cette déclaration sert de référence aux essais de base à effectuer conformément à l'annexe 4.

Le système est considéré comme possédant une capacité telle que déclarée ci-dessous s'il est capable de démontrer le comportement requis dans au moins 90 % des essais correspondants. La preuve de cette capacité doit être fournie à l'autorité d'homologation par le biais d'une documentation appropriée.

Lorsque les conditions s'écartent de celles spécifiées pour l'essai correspondant, le système ne doit pas modifier sa stratégie de contrôle de manière déraisonnable. Le constructeur doit en faire la démonstration à l'autorité d'homologation de type conformément à l'annexe 4.

1. Capacité du système à réagir aux autres usagers de la route

Une description détaillée des scénarios figure à l'annexe 4.

Le constructeur doit déclarer la vitesse opérationnelle maximale à laquelle le système est capable de gérer (c'est-à-dire d'éviter une collision sans intervention du conducteur) les scénarios suivants, en fonction de la conception du système:

| Scénario | Vitesse opérationnelle maximale jusqu'à laquelle le système est capable d'éviter une collision avec une demande de décélération ne dépassant pas 5 $m/s^2$ | Vitesse opérationnelle maximale jusqu'à laquelle le système/véhicule est capable d'éviter une collision nécessitant une demande de décélération supérieure à 5 $m/s^2$ | Exigences relatives au domaine d'exploitation |
|---|---|---|---|
| Véhicule à l'arrêt à l'avant sur un tronçon de route rectiligne (annexe 4, para. 4.2.5.2.1.1) | | | Autoroute |
| Véhicule à l'arrêt à l'avant sur un tronçon de route en courbe (annexe 4, para. 4.2.5.2.2.1) | | | Autoroute |
| Véhicule plus lent à l'avant sur une section droite de la route (annexe 4, para. 4.2.5.2.3.1) | | | Autoroute |
| Sortie de voie du véhicule de tête (annexe 4, para. 4.2.5.2.5.1) | | | Autoroute |
| Queue de poisson du véhicule depuis la voie adjacente — Type 1 (Annexe 4, para. 4.2.5.2.6.1) ([1]) | Oui/Non | Oui/Non | Autoroute |
| Queue de poisson du véhicule depuis la voie adjacente — Type 2 (Annexe 4, para. 4.2.5.2.6.1) ([1]) | Oui/Non | Oui/Non | Autoroute |
| Cible piéton à l'arrêt à l'avant sur la voie (annexe 4, para. 4.2.5.2.8.1) | | | Hors autoroute |

| Scénario | Vitesse opérationnelle maximale jusqu'à laquelle le système est capable d'éviter une collision avec une demande de décélération ne dépassant pas 5 m/s² | Vitesse opérationnelle maximale jusqu'à laquelle le système/véhicule est capable d'éviter une collision nécessitant une demande de décélération supérieure à 5 m/s² | Exigences relatives au domaine d'exploitation |
|---|---|---|---|
| Vélo à l'arrêt à l'avant sur la voie de circulation Annexe 4, para. 4.2.5.2.9.1) | | | Hors autoroute |
| Cible piéton traversant la trajectoire du VUT (annexe 4, para. 4.2.5.2.10.1) | | | Hors autoroute |
| Cible bicycle traversant la trajectoire du VUT (annexe 4, para. 4.2.5.2.11.1) | | | Hors autoroute |
| (*À compléter par le constructeur*) | | | |

([1]) Le constructeur est censé déclarer si une réponse du système peut être attendue.

2. Capacité du système à suivre la trajectoire du couloir

| Gamme(s) de vitesses | Accélération latérale minimale | Accélération latérale maximale | Conditions spécifiques (par exemple, paragraphe 6.1.1) |
|---|---|---|---|
| *(À compléter par le constructeur)* | | | |

2.1. Événements routiers que le système peut reconnaître en rapport aux limites déclarées du système et à sa conception; ils doivent être complétés et éventuellement étendus par le constructeur; ils peuvent également être indiqués par la mention «Sans objet»:

| Événement routier | A-t-on envisagé une limite du système pour le système/les fonctionnalités spécifiques? (oui/non) | Le système ne sera pas en mesure de répondre à cet événement routier | Le système sera en mesure de réagir en cas de détection | Le système sera en mesure de fournir une alerte rapide | Domaine de fonctionnement |
|---|---|---|---|---|---|
| Poste de péage | | | | | Autoroute |
| Fin de l'autoroute | | | | | Autoroute |
| Fermeture permanente de la voie | | | | | Autoroute |
| Fermeture temporaire de la voie (par exemple, en raison d'une voiture en panne) | | | | | Autoroute |
| Zone de construction à long terme | | | | | Autoroute |
| Passages à niveau | | | | | Hors autoroute |

| Événement routier | A-t-on envisagé une limite du système pour le système/les fonctionnalités spécifiques? (oui/non) | Le système ne sera pas en mesure de répondre à cet événement routier | Le système sera en mesure de réagir en cas de détection | Le système sera en mesure de fournir une alerte rapide | Domaine de fonctionnement |
|---|---|---|---|---|---|
| Intersections | | | | | Hors autoroute |
| Passage pour piétons | | | | | Hors autoroute |
| Feux de circulation | | | | | Hors autoroute |

3. Capacité du système à assurer un fonctionnement sûr lors des changements de voie (applicable aux changements de voie initiés par le conducteur et par le système)

Le constructeur déclare la distance à laquelle le système est capable de répondre à d'autres cibles non obstruées s'il est équipé de la fonction de changement de voie. Le constructeur indique les conditions dans lesquelles la distance maximale est réduite:

| | Arrière (m) | Avant (m) | Côté (m) | Conditions |
|---|---|---|---|---|
| Distance à laquelle le système est capable de réagir à un motocycle | | | | |
| Distance à laquelle le système est capable de réagir à une voie cible bloquée | Sans objet | | Sans objet | |
| Types d'obstacles auxquels le véhicule est capable de réagir (*à compléter par le constructeur*) | Sans objet | | Sans objet | |

4. La capacité du système à effectuer en toute sécurité d'autres manœuvres initiées par le conducteur ou par le système dans des environnements non autoroutiers sans intervention du conducteur, alternativement indiquée par la mention «Sans objet»:

| | Le système sera-t-il en mesure d'éviter une collision dans ce scénario? | Conditions préalables permettant au système d'éviter une collision |
|---|---|---|
| Cible piéton traversant la trajectoire du VUT à une intersection (annexe 4, para. 4.2.5.2.12.1) | | |
| Cible bicyclette traversant la trajectoire du VUT à une intersection (annexe 4, para. 4.2.5.2.13.1) | | |
| Le VUT tourne en coupant la trajectoire d'un véhicule venant en sens inverse (annexe 4, para. 4.2.5.2.14.1) | | |

| | Le système sera-t-il en mesure d'éviter une collision dans ce scénario? | Conditions préalables permettant au système d'éviter une collision |
|---|---|---|
| Le VUT croise la trajectoire rectiligne d'un véhicule cible à une intersection (annexe 4, para. 4.2.5.2.15.1) | | |

5. Capacité du système à fonctionner conformément aux règles de circulation liées à une certaine manœuvre initiée par le conducteur

Le constructeur doit déclarer la conformité aux règles de circulation relatives à une certaine manœuvre, si cela est pertinent pour le signal donné. Si les performances du système sont spécifiques à un pays d'exploitation, elles peuvent être spécifiées par le constructeur:

| Règle de circulation potentiellement pertinente | Le système sera-t-il conçu pour obéir à cette règle? |
|---|---|
| Durée de l'indication de la procédure de changement de voie | |
| (*À compléter par le constructeur*) | |

6. Capacité du système à fonctionner conformément aux règles de circulation liées à une certaine manœuvre initiée par le système.

Le constructeur doit déclarer la conformité aux règles de circulation relatives à une certaine manœuvre, si cela est pertinent pour le signal donné. Si les performances du système sont spécifiques à un pays d'exploitation, elles peuvent être spécifiées par le constructeur:

| Règle de circulation potentiellement pertinente | Le système sera-t-il conçu pour obéir à cette règle? |
|---|---|
| Ne pas franchir involontairement un marquage de voie solide lors d'une manœuvre initiée par le système | |
| Ne pas changer de voie si cela est interdit par un panneau spécifique | |
| Céder le passage aux autres usagers de la route lorsqu'ils tournent à gauche/à droite à une intersection dans le cadre d'une manœuvre initiée par le système | |
| Céder le passage aux autres usagers de la route lors de la sortie d'un rond-point dans le cadre d'une manœuvre initiée par le système | |
| (*À compléter par le constructeur*) | |

*ANNEXE 4*

**Spécifications des essais physiques pour la validation du DCAS**

1. Introduction

La présente annexe définit les essais physiques destinés à vérifier le respect des exigences techniques applicables au système et la déclaration faite par le constructeur conformément à l'appendice 4 de l'annexe 3. Tous les essais décrits dans la présente annexe sont effectués ou observés par l'autorité d'homologation de type ou le service technique agissant en son nom (ci-après dénommés «autorité d'homologation») au cours de la procédure d'homologation.

Les paramètres d'essai spécifiques pour les essais sur piste sont sélectionnés par l'autorité d'homologation sur la base de la déclaration du constructeur et sont consignés dans le rapport d'essai de manière à permettre la traçabilité et la répétabilité de la configuration de l'essai.

Les critères de réussite et d'échec aux essais découlent uniquement des prescriptions techniques énoncées aux paragraphes 5 et 6 du présent règlement de l'ONU et de la correspondance avec les déclarations faites conformément à l'appendice 4 de l'annexe 3.

Les essais spécifiés dans le présent document sont considérés comme un ensemble minimum. L'autorité d'homologation peut effectuer des essais supplémentaires et comparer les résultats mesurés aux exigences des paragraphes 5 et 6, ou au contenu de l'audit conformément à l'annexe 3.

2. Définitions

Aux fins de la présente annexe, on entend par:

2.1. «*Temps avant collision*» (TTC): la valeur de temps obtenue en divisant la distance longitudinale (dans le sens de la marche du véhicule soumis à l'essai) entre le véhicule à l'essai et la cible par la vitesse longitudinale relative du véhicule à l'essai par rapport à la cible.

2.2. «*Décalage*»: 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 combinaison d'un motocycle et d'un motocycliste.

2.6. «*Cible vélo*»: combinaison d'un vélo et d'un cycliste.

2.7. «*Véhicule soumis à l'essai*» (VUT): véhicule équipé du système à tester.

2.8. «*Essai de base*»: un scénario d'essai dans lequel le constructeur déclare un seuil pour les conditions limites manquantes (par exemple, la vitesse du VUT) jusqu'auquel le système est capable de contrôler le véhicule en toute sécurité.

2.9. «*Essai prolongé*»: un ensemble de scénarios d'essai avec une combinaison de variations de la conception de l'essai pour vérifier que le système ne modifie pas de manière déraisonnable la stratégie de contrôle par rapport à la valeur et à la stratégie déclarées dans l'essai de base, à l'intérieur des limites déclarées du système.

3. Principes généraux

3.1. Conditions d'essai

3.1.1. Les essais doivent être effectués dans des conditions (par exemple, d'environnement et de géométrie de la route) qui permettent l'activation du système ou de ses fonctionnalités spécifiques. Pour les conditions non testées susceptibles de se produire à l'intérieur des limites définies du système du véhicule, le constructeur doit démontrer, dans le cadre de l'audit décrit à l'annexe 3, à la satisfaction de l'autorité chargée de la réception, que le véhicule est contrôlé en toute sécurité.

3.1.2. Si des modifications du système sont nécessaires pour permettre les essais (par exemple, critères d'évaluation du type de route), il convient de s'assurer que ces modifications n'ont pas d'effet sur les résultats des essais. Ces modifications doivent en principe être consignées par écrit et annexées au procès-verbal d'essai. La description de ces modifications et les preuves de leur influence (le cas échéant) doivent être consignées par écrit et annexées au procès-verbal d'essai.

3.1.3. Afin de tester les exigences relatives à la défaillance des fonctions, à l'autodiagnostic et à l'initialisation du système, des erreurs peuvent être provoquées artificiellement et le véhicule peut être amené artificiellement dans des situations où il atteint les limites de la plage de fonctionnement définie (par exemple, les conditions environnementales).

Il convient de vérifier que l'état du système est conforme à l'objectif de l'essai prévu (par exemple, dans un état exempt de défauts ou avec les défauts spécifiques à tester).

3.1.4. La surface d'essai doit présenter au moins l'adhérence requise par le scénario afin d'obtenir le résultat d'essai attendu.

3.1.5. Cibles des 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 d'un véhicule en termes de caractéristiques d'identification applicables à l'équipement du capteur du système testé, 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 longitudinal 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 série homologué de la catégorie $L_3$. Le point de référence pour la localisation du motocycle est le point le plus en arrière de l'axe central du motocycle.

3.1.5.3. La cible utilisée pour les essais de détection de piéton doit être une «cible non rigide articulée» représentative des caractéristiques humaines applicables à l'équipement de capteurs du système testé conformément à la norme ISO 19206-2.

3.1.5.4. La cible utilisée pour les essais de détection des bicyclettes doit être un dispositif conforme à la norme ISO 19206-4. Le point de référence pour le positionnement de la bicyclette est le point le plus avancé de l'axe central de la bicyclette.

3.1.5.5. Au lieu de cibles de référence, des véhicules robotisés sans conducteur ou des outils d'essai de pointe (par exemple, des cibles souples, des plates-formes mobiles, etc.) peuvent être utilisés pour effectuer les essais, en remplacement de véhicules réels et d'autres usagers de la route qui pourraient raisonnablement être rencontrés à l'intérieur des limites du système. Il convient de s'assurer que les outils d'essai remplaçant les cibles de référence présentent des caractéristiques comparables à celles du véhicule ou de l'usager 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 détails permettant d'identifier et de reproduire fidèlement la ou les cibles doivent être consignés dans le dossier d'homologation de type du véhicule.

3.1.6. Variation des paramètres des essais

3.1.6.1. Le constructeur doit déclarer les limites du système à l'autorité d'homologation de type. L'autorité d'homologation définit différentes combinaisons de paramètres d'essai (par exemple, vitesse réelle du véhicule testé, type et décalage de la cible, courbure de la voie).

3.1.6.2. Afin de confirmer la cohérence du système, les essais de base doivent être effectués au moins deux fois. Si l'un des deux essais ne permet pas d'obtenir les performances requises, l'essai doit être répété une fois. Un essai est considéré comme réussi si la performance requise est atteinte en deux essais et si le constructeur a fourni des preuves suffisantes conformément à l'annexe 3, appendice 4. L'autorité d'homologation peut décider d'exiger des essais supplémentaires pour confirmer les seuils de déclaration indiqués à l'annexe 3, appendice 4.

3.1.6.3. Lorsque les conditions s'éloignent de celles spécifiées pour l'essai de base, le système ne doit pas modifier sa stratégie de contrôle de manière déraisonnable. Ceci doit être vérifié par l'Essai prolongé. Chaque paramètre décrit dans les essais étendus doit être modifié, lorsque les variations peuvent être regroupées dans une conception d'essai unique. En outre, l'autorité d'homologation peut demander des documents supplémentaires attestant des performances du système pour des variations de paramètres non testées.

3.1.7. Vérification des voies publiques

3.1.7.1. Lorsque cela s'applique au type de caractéristiques du système, l'autorité d'homologation procède ou assiste à une évaluation du système, en l'absence de toute défaillance, en présence de trafic dans au moins un pays d'exploitation. L'objectif de cette vérification est d'évaluer le comportement du système en l'absence de toute défaillance, dans son environnement d'exploitation.

4. Procédures d'essai

4.1. Scénarios d'essai pour confirmer la conformité générale aux exigences du présent règlement de l'ONU

La conformité aux exigences du présent règlement de l'ONU doit être démontrée par un essai physique pour les paragraphes suivants. Les variations du même essai (par exemple, pour atteindre des conditions limites différentes) peuvent être démontrées par d'autres moyens (par exemple, une partie de l'audit décrit à l'annexe 3 ou des essais virtuels) en accord avec l'autorité d'homologation de type.

4.1.1. Les exigences et les aspects du système qui doivent être testés au cours des essais physiques sont décrits dans le tableau 1. Les exigences ou les aspects du système pertinents sont choisis en fonction des limites du système.

Des scénarios visant à tester l'exigence ou l'aspect en question sont élaborés et décrits en accord avec l'autorité d'homologation. Chaque exigence ou aspect doit être évalué au moins par des essais sur piste ou sur la voie publique. Un scénario donné peut être utilisé pour évaluer différents aspects ou exigences du système.

Les scénarios d'essai sont créés en fonction des conditions préalables à l'activation du système et des limites du système.

*Tableau A4/1*

**Exigences et aspects du système à tester**

| Exigences ou aspects du système à évaluer | Scénario de test physique ou audit | Référence dans le texte principal |
|---|---|---|
| Information du conducteur, désengagement du conducteur et avertissements au conducteur | Annexe 3 4.1.1 | Para. 5.1.1 et 5.5.4 |
| Système d'assurance de l'absence de désengagement du conducteur | Annexe 3 4.1.1 | Para. 5.1.2 et 5.5.4.2 |
| Mauvais usage raisonnablement prévisible | Annexe 3 4.1.1 | Para. 5.1.3 |

| Exigences ou aspects du système à évaluer | Scénario de test physique ou audit | Référence dans le texte principal |
|---|---|---|
| Neutralisation du système | Annexe 3<br>4.1.1 | Para. 5.1.4 et 5.5.3.4 |
| Performance équivalente d'autres systèmes de sécurité (Règlements ONU nº 131, nº 152, nº 79 et nº 130) | 4.2.5.2.1.1<br>4.2.5.2.2.1<br>4.2.5.2.3.1<br>4.2.5.2.4.1<br>4.2.5.2.8.1<br>4.2.5.2.9.1<br>4.2.5.2.10.1<br>4.2.5.2.11.1 | Para. 5.1.5 |
| Exigences fonctionnelles | (*) | Para. 5.3 |
| Évaluation et réaction à l'environnement selon les besoins de la fonctionnalité | 4.2.5.2.5.1<br>4.2.5.2.6.1 | Para. 5.3.2 et 5.3.7.1.2 |
| Comportement du véhicule dans la circulation (éviter de perturber le flux de circulation, maintenir une distance appropriée avec les autres usagers de la route, réduire le risque de collision, décélération/accélération, règles de circulation, distance de sécurité) | 4.3.1<br>4.3.2 | Para. 5.3.4,<br>5.3.7.2,<br>5.3.7.5,<br>5.4.2 |
| Activation des systèmes correspondants du véhicule | Annexe 3<br>4.1.1 | Para. 5.3.3 |
| Détecter et atteindre les limites du DCAS | Annexe 3<br>4.1.1 | Para. 5.3.5 et 5.3.7.1.4 |
| Possibilité de contrôler | Annexe 3<br>4.1.1. | Para. 5.3.6 |
| Positionnement sur la voie de circulation | 4.2.4<br>4.2.5.1.1 | Para. 5.3.7.1 et 6.1 |
| Manœuvres à l'initiative du conducteur | 4.2.5.1.2 | Para. 5.3.7.2.2 |
| Manœuvres confirmées par le conducteur | 4.2.5.1.2 | Para. 5.3.7.2.3 et<br>5.5.4.1.8 |
| Manœuvres déclenchées par le système | 4.2.4<br>4.2.5.1.1 | Para. 5.3.7.2.4 et<br>5.5.4.1.9 |
| Réponse à l'indisponibilité du conducteur | (*) | Para. 5.3.7.3 |
| Aide à la limitation de vitesse | 4.3 | Para. 5.3.7.4 |
| Réponse à une défaillance | (*) | Para. 5.4 |
| Fonctionnement du DCAS, interaction avec le conducteur et information du conducteur | (*) | Para. 5.5 |
| Changement de voie | (*) | Para. 6.2 |
| Changements de voie confirmés par le conducteur | (*) | Para. 6.2.9.1 |
| Changement de voie initié par le système | 4.2.4<br>4.2.5.1.1 | Para. 6.2.9.2 |
| Autres manœuvres | 4.3.3 | Para. 6.3 |

(*) Les scénarios et les procédures d'essai pour ces éléments doivent être convenus entre le constructeur et l'autorité d'homologation.

4.2. Scénarios d'essai pour évaluer le comportement du système

4.2.1. Les scénarios d'essai sont sélectionnés en fonction des conditions préalables à l'activation du système et de ses limites.

4.2.2. Les essais peuvent être effectués soit sur une piste d'essai, soit, si possible et sans risque pour la sécurité des occupants du véhicule et des autres usagers de la route, sur la voie publique.

Les scénarios d'essai susceptibles de mettre en danger les autres usagers de la route et le personnel d'essai (par exemple, performance équivalente de l'AEB, réponse d'indisponibilité du conducteur, fortes accélérations latérales, etc.) doivent être réalisés sur une piste d'essai.

4.2.2.1. Les essais doivent être effectués de manière que le résultat de l'essai ne soit pas affecté par les réglages ou les interventions du conducteur et par toute autre influence non liée à la manœuvre en cours d'essai. Les conditions suivantes s'appliquent donc:

a) La distance de suivi du contrôle longitudinal du système doit être réglée sur:

i) la distance par défaut, si la distance est réinitialisée à une valeur spécifique lors de la première activation du système dans le cycle de marche; ou

ii) la distance de suivi réglable du conducteur la plus proche, si la distance n'est pas ramenée à une valeur par défaut.

b) La vitesse de réglage du contrôle longitudinal du système doit être réglée sur la vitesse indiquée lors de l'essai ou sur la vitesse déclarée par le constructeur conformément à l'annexe 3, appendice 4.

c) Le système doit être en mode «actif» avant la plus petite des deux valeurs suivantes: 10 s TTC ou 250 m de distance longitudinale relative.

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 de manière à mettre en danger le personnel concerné et il faut éviter d'endommager de manière significative le véhicule testé lorsque d'autres moyens de validation sont disponibles.

4.2.4. Marquage des voies et géométrie des voies

4.2.4.1. Lorsque les essais de base doivent être effectués sur un tronçon de route en courbe, la géométrie doit répondre aux critères suivants (le virage en S désigne les deux virages dans l'ordre indiqué, le tronçon de route en courbe désigne le 2nd virage):

| | Paramètre du clothoïde | Rayon (m) | Longueur (m) |
|---|---|---|---|
| Premier virage (dans n'importe quelle direction) | 153,7 | — | 30,0 |
| | — | 787 | 57,1 |
| | 105,0 | — | 14,0 |
| Deuxième virage (direction opposée au 1er virage) | 98,6 | — | 26 |
| | — | 374 | 5,1 |
| | 120,8 | — | 39 |

À la demande du constructeur et avec l'accord de l'autorité d'homologation, les essais peuvent être effectués sur une route de courbure différente, à condition que cela ne modifie pas l'intention ou ne diminue pas la sévérité de l'essai.

4.2.5. Au moment de l'homologation de type, l'autorité d'homologation de type effectue ou assiste au moins aux essais suivants pour évaluer le comportement du système en fonction des domaines d'exploitation déclarés:

4.2.5.1. Scénarios d'essai pour les différentes fonctionnalités du DCAS

4.2.5.1.1. Positionnement sur la voie de circulation

4.2.5.1.1.1. Essai de base: l'essai doit confirmer le positionnement sur la voie des capacités de circulation déclarées par le constructeur.

4.2.5.1.1.1.1. Partie fonctionnelle I: la vitesse du Véhicule soumis à l'essai doit rester dans la plage déclarée par le constructeur aux paragraphes 9.1.1 et 9.1.2 du présent règlement de l'ONU.

L'essai doit être effectué pour chaque gamme de vitesses déclarée par le constructeur aux paragraphes 9.1.1 et 9.1.2 du présent règlement de l'ONU, séparément ou dans des gammes de vitesses contiguës où l'accélération latérale maximale déclarée est identique.

Le Véhicule soumis à l'essai doit être conduit sans aucune force appliquée par le conducteur sur la commande de direction (par exemple en retirant les mains de la commande de direction) à une vitesse constante sur une piste en courbe avec des marquages de voies de chaque côté.

L'accélération latérale nécessaire pour suivre la courbe doit être comprise entre 80 et 90 % de l'accélération latérale maximale déclarée par le constructeur à l'annexe 3, appendice 4, du présent règlement de l'ONU.

4.2.5.1.1.1.2. La vitesse du Véhicule soumis à l'essai doit rester dans la plage déclarée par le constructeur aux paragraphes 9.1.1 et 9.1.2 du présent règlement de l'ONU.

L'essai doit être effectué pour chaque gamme de vitesses déclarée par le constructeur aux paragraphes 9.1.1 et 9.1.2 du présent règlement de l'ONU, séparément ou dans des gammes de vitesses contiguës où l'accélération latérale maximale déclarée est identique.

Le Véhicule soumis à l'essai doit être conduit sans aucune force appliquée par le conducteur sur la commande de direction (par exemple en retirant les mains de la commande de direction) à une vitesse constante sur une piste en courbe avec des marquages de voies de chaque côté.

L'autorité d'homologation définit une vitesse d'essai et un rayon qui provoqueraient une accélération supérieure à l'accélération latérale maximale déclarée + 0,3 $m/s^2$ (par exemple, en roulant à une vitesse plus élevée dans une courbe d'un rayon donné).

4.2.5.1.1.2. Essais étendus:

L'essai doit démontrer que le système ne quitte pas sa voie et maintient un mouvement stable à l'intérieur de sa voie de circulation sur toute la gamme de vitesses et les différentes courbes à l'intérieur des limites du 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) d'une longueur suffisante pour permettre une évaluation du comportement de positionnement sur 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 dépasse l'accélération latérale maximale déclarée par le constructeur;

c) avec différents types de limites de voies (par exemple, marquage, bords de route, marquage d'une seule voie), selon les besoins du système.

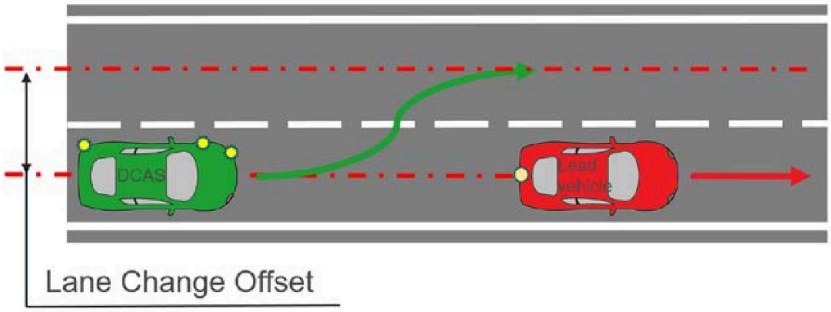
4.2.5.1.2. Changements de voie à l'initiative du conducteur

4.2.5.1.2.1. Essai de base: l'essai doit confirmer les capacités de changement de voie à l'initiative du conducteur du système déclaré par le constructeur.

4.2.5.1.2.1.1. Le Véhicule soumis à l'essai doit effectuer un changement complet de voie (déplacement latéral de 3,5 m) dans la voie adjacente après que le conducteur a initié la Procédure de changement de voie.

4.2.5.1.2.1.2. Le Véhicule soumis à l'essai et le véhicule de tête doivent se déplacer en ligne droite, dans la même direction, pendant au moins 2 secondes avant la partie fonctionnelle de l'essai, avec un décalage entre l'axe du Véhicule soumis à l'essai et celui du véhicule de tête ne dépassant pas 1 mètre.

4.2.5.1.2.1.3. Les essais doivent être effectués avec un véhicule de tête roulant au moins 20 km/h plus lentement que la limite de vitesse fixée pour le VUT.




4.2.5.1.2.2. Essais étendus:

L'essai évalue la capacité du système à aider le conducteur à changer de voie en toute sécurité, dans les limites de ses caractéristiques déclarées par le constructeur:

a) avec d'autres différences de vitesse entre le véhicule de tête et le Véhicule soumis à l'essai;

b) sur les routes sans séparation physique;

c) sur les routes où les piétons et les cyclistes ne sont pas interdits;

d) lorsque le changement de voie ne peut être exécuté immédiatement après son initiation par le conducteur.

4.2.5.1.2.2.1. L'essai doit être exécuté au moins:

a) sur une route avec des véhicules venant en sens inverse ou dépassant sur la voie cible;

b) avec différents usagers de la route approchant par l'arrière;

c) avec un véhicule circulant à côté sur la voie adjacente et empêchant un changement de voie;

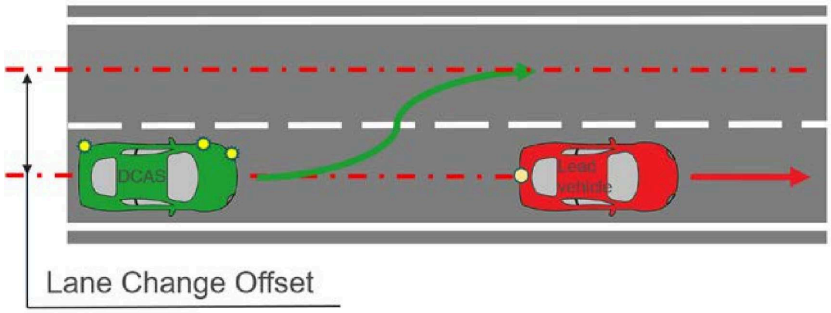
d) dans un scénario où le système réagit à un autre véhicule qui commence à changer de place dans la voie cible, afin d'éviter un risque potentiel de collision.

4.2.5.1.4. Changements de voie initiés par le système

4.2.5.1.4.1. Essai de base: l'essai doit confirmer les capacités de changement de voie initiées par le système et déclarées par le constructeur.

4.2.5.1.4.1.1. Le Véhicule soumis à l'essai doit effectuer un changement complet de voie (déplacement latéral de 3,5 m) dans la voie adjacente après que le système a lancé la Procédure de changement de voie.

4.2.5.1.4.1.2. Le Véhicule soumis à l'essai et le véhicule de tête doivent se déplacer en ligne droite, dans la même direction, pendant au moins 2 secondes avant la partie fonctionnelle de l'essai, avec un décalage entre l'axe du Véhicule soumis à l'essai et celui du véhicule de tête ne dépassant pas 1 mètre.




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

a) avec d'autres différences de vitesse entre le véhicule de tête et le Véhicule soumis à l'essai;

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

c) sur les routes où les piétons et les cyclistes ne sont pas interdits.

4.2.5.1.4.2.1. L'essai doit être exécuté au minimum:

a) sur une route où la voie cible est occupée par des véhicules venant en sens inverse ou en dépassement;

b) avec différents usagers de la route approchant par l'arrière;

c) avec un véhicule circulant à côté sur la voie adjacente et empêchant un changement de voie;

d) dans un scénario où le système réagit à un autre véhicule qui commence à changer de place dans la voie cible, afin d'éviter un risque potentiel de collision.

4.2.5.2. Capacité à répondre à un autre usager de la route correspondant aux domaines de fonctionnement déclarés

4.2.5.2.1. Véhicule à l'arrêt en marche avant sur un tronçon de route rectiligne

4.2.5.2.1.1. Essai de base: l'essai doit confirmer la capacité de réponse déclarée du système pour un véhicule à l'arrêt en marche avant sur un tronçon de route en ligne droite.

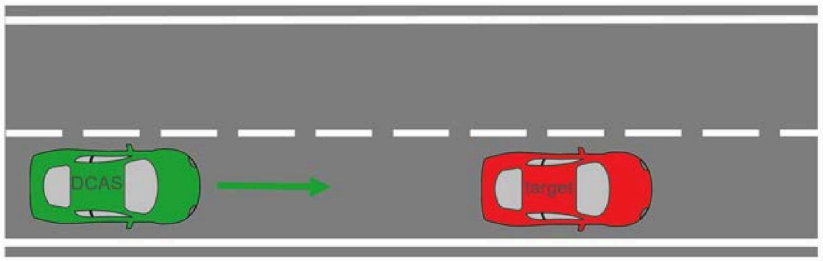
4.2.5.2.1.1.1. Le Véhicule soumis à l'essai doit s'approcher de la cible fixe en ligne droite pendant au moins 2 secondes avant la partie fonctionnelle de l'essai, avec un décalage entre l'axe du Véhicule soumis à l'essai et celui de la cible ne dépassant pas 0,5 mètre.

4.2.5.2.1.1.2. La partie fonctionnelle de l'essai commence par:

a) le Véhicule soumis à l'essai se déplaçant à la vitesse d'essai requise dans les limites des tolérances et du décalage latéral prescrits dans le présent paragraphe; et

b) une distance correspondant à un temps d'au moins 4 secondes avant que le véhicule DCAS ne commence à réagir à la cible.

4.2.5.2.1.2. Les tolérances doivent être respectées entre le début de la partie fonctionnelle de l'essai et l'intervention du système.



4.2.5.2.1.3. Essai prolongé: l'essai doit démontrer que le système ne modifie pas de manière déraisonnable la stratégie de contrôle d'un véhicule à l'arrêt en marche avant sur un tronçon de route en ligne droite.

4.2.5.2.1.3.1. L'essai doit être exécuté au moins une fois:

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

b) un véhicule à l'arrêt positionné avec un décalage plus important par rapport à l'axe du Véhicule soumis à l'essai;

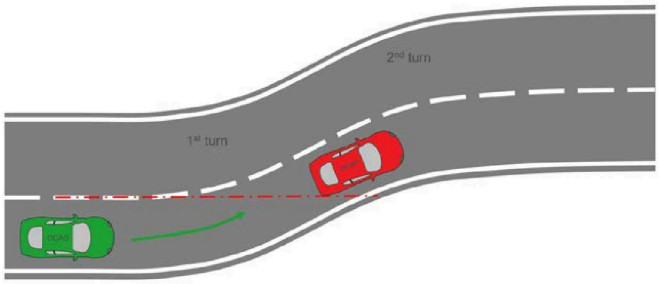
c) un véhicule à l'arrêt orienté vers le Véhicule soumis à l'essai pour les systèmes capables de fonctionner dans des conditions non autoroutières.

4.2.5.2.2. Véhicule à l'arrêt en marche avant sur un tronçon de route en courbe

4.2.5.2.2.1. Essai de base: l'essai doit confirmer la capacité de réponse déclarée du système pour un véhicule à l'arrêt en marche avant sur un tronçon de route en courbe.

4.2.5.2.2.1.1. La cible doit être positionnée dans une zone de 0,5 m entre l'axe du véhicule cible et l'axe de la voie autour du virage (premier virage défini au paragraphe 4.2.4.1 de la présente annexe) de manière que le coin arrière touche la ligne extrapolée de la voie si la ligne droite devait se poursuivre.

4.2.5.2.2.1.2. Le Véhicule soumis à l'essai doit être conduit sur la section droite de la voie entièrement balisée à une vitesse constante, le système étant activé, suffisamment longtemps pour que la commande latérale prenne une position constante à l'intérieur de la voie, avant le début de la section courbe de la route.




4.2.5.2.2.2. Essai prolongé: l'essai doit démontrer que le système ne modifie pas de manière déraisonnable la stratégie de contrôle d'un véhicule à l'arrêt en marche avant sur un tronçon de route en courbe.

4.2.5.2.2.2.1. L'essai doit être exécuté au moins une fois:

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

b) un véhicule stationnaire positionné avec un décalage plus important par rapport à la position centrale de la voie;

c) angle d'un véhicule à l'arrêt par rapport à l'axe de la voie;

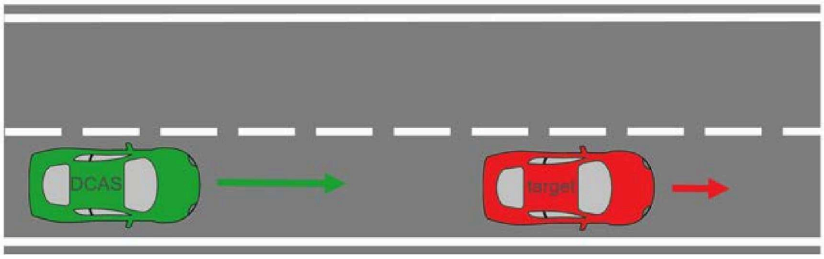
d) un véhicule à l'arrêt faisant face au Véhicule soumis à l'essai en fonction des systèmes capables de fonctionner dans des conditions non autoroutières.

4.2.5.2.3. Véhicule roulant plus lentement en avant sur une section droite de la route

4.2.5.2.3.1. Essai de base: l'essai doit confirmer la capacité de réponse déclarée du système pour un véhicule roulant plus lentement sur un tronçon de route en ligne droite.

4.2.5.2.3.1.1. Le Véhicule soumis à l'essai et la cible doivent se déplacer en ligne droite, dans la même direction, pendant au moins 2 secondes avant la partie fonctionnelle de l'essai, avec un décalage entre l'axe du Véhicule soumis à l'essai et celui de la cible ne dépassant pas 0,5 mètre.

4.2.5.2.3.1.2. Les essais sont effectués avec un véhicule cible se déplaçant plus lentement, à une vitesse inférieure de 50 km/h à celle du VUT.




4.2.5.2.3.2. Essai prolongé: l'essai doit démontrer que le système ne modifie pas de manière déraisonnable la stratégie de contrôle d'un véhicule roulant plus lentement sur une section droite de la route.

4.2.5.2.3.2.1. L'essai doit être exécuté au moins:

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

b) un véhicule plus lent positionné avec un décalage plus important par rapport à l'axe du Véhicule soumis à l'essai;

c) un véhicule plus lent avec une différence de vitesse plus importante par rapport à la vitesse du VUT.

4.2.5.2.4. (Réservé)

4.2.5.2.5. Sortie de voie du véhicule de tête

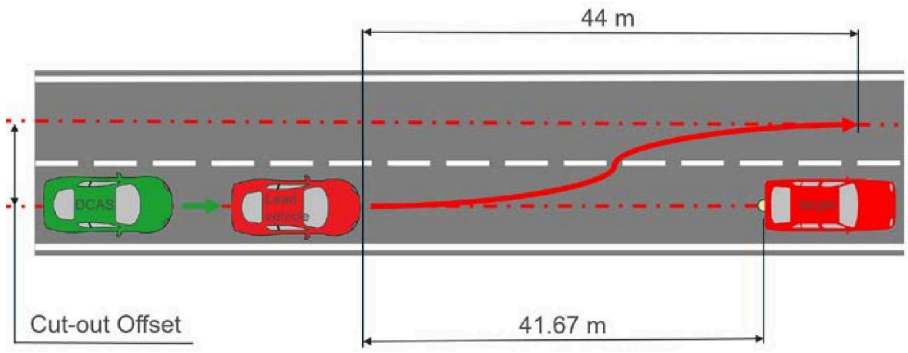
4.2.5.2.5.1. Essai de base: l'essai doit confirmer la capacité de réaction déclarée du système en cas d'arrêt du véhicule de tête de la catégorie $M_1$.

4.2.5.2.5.1.1. Le véhicule qui sort de sa voie doit effectuer un changement de voie complet (déplacement latéral de 3,5 m) dans la voie adjacente afin d'éviter le véhicule cible immobile, l'indicateur derrière le véhicule cible immobile indiquant le début du changement de voie et l'indicateur devant le véhicule cible immobile indiquant la fin du changement de voie.

4.2.5.2.5.1.2. Le Temps avant collision (TTC) indiqué est défini comme le TTC du véhicule de tête par rapport à la cible lorsque le véhicule de tête commencera le changement de voie. Les indicateurs ne doivent pas être utilisés par le véhicule de tête pendant la manœuvre.

4.2.5.2.5.1.3. Le véhicule sortant de sa voie ne doit pas s'écarter de sa trajectoire définie de plus de ± 0,2 m.

| Essai de sortie de voie | VUT | Véhicule de tête (catégorie $M_1$) | Manœuvre de changement de voie d'un véhicule à un seul occupant | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Accélération latérale | Longueur du changement de voie | Rayon du segment tournant |
| Sortie de voie 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 prolongé: l'essai doit démontrer que le système ne modifie pas de manière déraisonnable la stratégie de contrôle en cas d'arrêt du véhicule de tête.

4.2.5.2.5.2.1. L'essai doit être exécuté au moins avec:

a) un véhicule cible stationnaire d'un autre type ou d'une autre catégorie;

b) la sortie de voie se produit à moins de 3 s TTC du véhicule de tête;

c) différentes vitesses du Véhicule soumis à l'essai et du véhicule de tête;

d) différentes accélérations latérales du véhicule de tête.

4.2.5.2.6. Queue de poisson d'un véhicule sur une voie adjacente

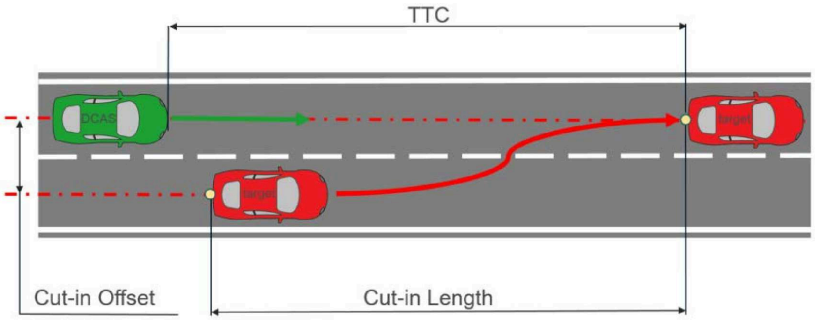
4.2.5.2.6.1. Essai de base: l'essai doit confirmer la capacité de réponse déclarée du système en cas de queue de poisson du véhicule depuis la voie adjacente.

4.2.5.2.6.1.1. Le véhicule cible sur la voie adjacente doit effectuer un changement de voie complet (déplacement latéral de 3,5 m) dans la voie du VUT.

4.2.5.2.6.1.2. Le TTC indiqué est défini comme le TTC au moment où la cible a terminé la manœuvre de changement de voie, lorsque le centre arrière du véhicule cible se trouve au milieu de la voie de circulation du VUT.

4.2.5.2.6.1.3. Le véhicule faisant une queue de poisson ne doit pas s'écarter de sa trajectoire définie de plus de ± 0,2 m.

| Essai de queue de poisson (Paragraphe 4.2.5.2.6.1.2) | VUT | GVT | Manœuvre de changement de voie du GVT | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Accélération latérale | Longueur du changement de voie | Rayon du segment tournant |
| Type 1 — Entrée en vigueur à TTC = 0 s | 50 km/h | 10 km/h | 0,5 m/s² | 14 m | 15 m |
| Type 2 — Entrée en vigueur 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 prolongé: l'essai doit démontrer que le système ne modifie pas de manière déraisonnable la stratégie de contrôle en cas d'entrée d'un véhicule sur une voie adjacente.

4.2.5.2.6.2.1. L'essai doit être exécuté au moins avec:

a) un véhicule réalisant la queue de poisson d'un autre type ou d'une autre catégorie;

b) la queue de poisson se produit à une valeur de TTC différente;

c) différentes vitesses du Véhicule soumis à l'essai et de la cible;

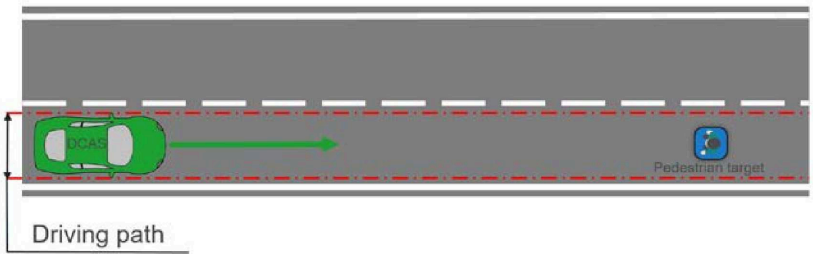
d) différentes accélérations latérales de la cible.

4.2.5.2.8. Piéton à l'arrêt devant la voie de circulation

4.2.5.2.8.1. Essai de base: l'essai doit confirmer la capacité de réponse déclarée du système pour un piéton immobile.

4.2.5.2.8.1.1. La cible piéton doit être placée à l'intérieur de la trajectoire de conduite du Véhicule soumis à l'essai et orientée dans le sens opposé au VUT.

4.2.5.2.8.1.2. Le Véhicule soumis à l'essai doit s'approcher du point d'impact avec la cible piéton en ligne droite pendant au moins 2 secondes avant la partie fonctionnelle de l'essai.




4.2.5.2.8.2. Essai prolongé: l'essai doit démontrer que le système ne modifie pas de manière déraisonnable la stratégie de contrôle d'un piéton immobile.

4.2.5.2.8.2.1. L'essai doit être exécuté au moins avec:

a) une cible piéton positionnée à l'intérieur de la voie, mais en dehors de la trajectoire de conduite du Véhicule soumis à l'essai;

b) une cible piéton est positionnée dans une autre direction;

c) une cible piéton de taille différente;

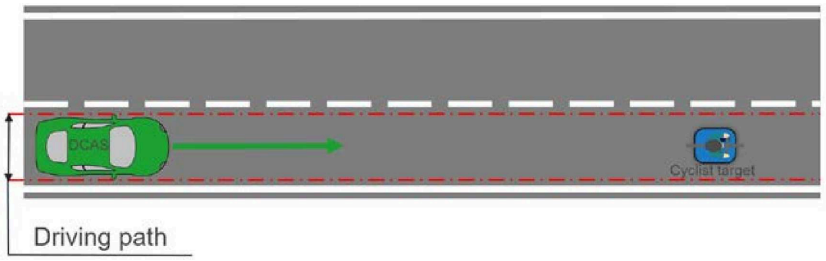
d) une vitesse différente du VUT.

4.2.5.2.9. Cible bicyclette stationnaire devant sur la voie de circulation

4.2.5.2.9.1. Essai de base: l'essai doit confirmer la capacité de réponse déclarée du système pour une cible stationnaire et tout mouvement latéral autour de la cible, le cas échéant.

4.2.5.2.9.1.1. La cible bicyclette doit être placée sur la trajectoire de conduite du VUT, dans la direction opposée au véhicule en cause.

4.2.5.2.9.1.2. Le Véhicule soumis à l'essai doit s'approcher du point d'impact avec la cible bicyclette en ligne droite pendant au moins 2 secondes avant la partie fonctionnelle de l'essai.




4.2.5.2.9.2. Essai prolongé: l'essai doit démontrer que le système ne modifie pas de manière déraisonnable la stratégie de contrôle d'une bicyclette stationnaire.

4.2.5.2.9.2.1. L'essai doit être exécuté au moins avec:

a) une cible bicyclette positionnée avec différents décalages jusqu'à ce que la cible soit en dehors de la trajectoire du Véhicule soumis à l'essai;

b) une cible bicyclette positionnée dans une direction différente;

c) une vitesse différente du Véhicule soumis à l'essai;

d) une cible bicyclette orientée vers le véhicule en question.

4.2.5.2.10. Cible piéton traversant la trajectoire du Véhicule soumis à l'essai

4.2.5.2.10.1. Essai de base: l'essai doit confirmer la capacité de réponse déclarée du système pour une cible piéton qui traverse.

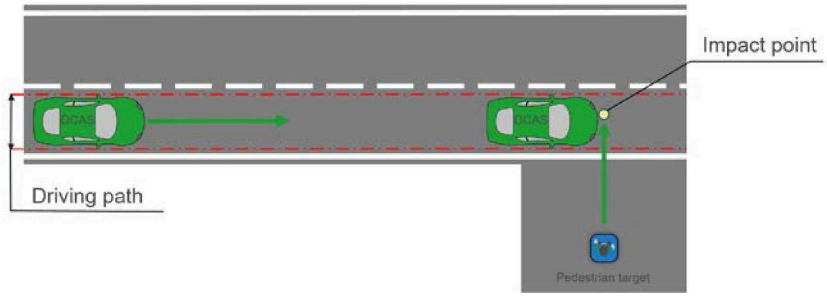
4.2.5.2.10.1.1. La partie fonctionnelle de l'essai commence par ce qui suit:

a) le Véhicule soumis à l'essai se déplaçant à la vitesse d'essai requise dans les limites des tolérances et du décalage latéral prescrits dans le présent paragraphe; et

b) une distance correspondant à un TTC d'au moins 4 secondes de la cible.

4.2.5.2.10.1.2. Les tolérances doivent être respectées entre le début de la partie fonctionnelle de l'essai et l'intervention du système.

4.2.5.2.10.1.3. La cible piéton doit se déplacer en ligne droite perpendiculairement au sens de marche du Véhicule soumis à l'essai à une vitesse constante de 5 km/h + 0/– 0,4 km/h, et ne doit pas commencer avant que la partie fonctionnelle de l'essai n'ait commencé. Le positionnement de la cible piéton doit être coordonné avec le Véhicule soumis à l'essai de telle sorte que le point d'impact de la cible piéton sur l'avant du Véhicule soumis à l'essai soit sur l'axe longitudinal du Véhicule soumis à l'essai avec une tolérance ne dépassant pas 0,2 m, si le Véhicule soumis à l'essai reste à la vitesse d'essai prescrite pendant toute la durée de la partie fonctionnelle de l'essai et s'il ne freine pas.




4.2.5.2.10.2. Essai prolongé; l'essai doit démontrer que le système ne modifie pas de manière déraisonnable la stratégie de contrôle d'une cible piéton qui traverse.

4.2.5.2.10.2.1. L'essai doit être exécuté avec au moins:

a) une cible piéton de taille différente;

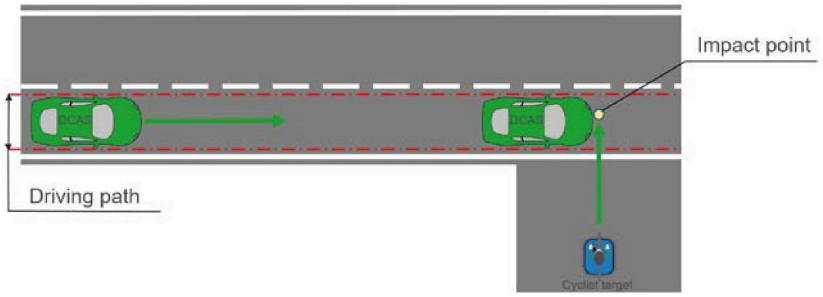
b) une cible piéton se déplaçant à une vitesse différente mais constante;

c) un angle différent entre la trajectoire de la cible piéton et celle du VUT.

4.2.5.2.11. Bicyclette traversant la voie du Véhicule soumis à l'essai

4.2.5.2.11.1. Essai de base: l'essai doit confirmer la capacité de réponse déclarée du système pour une cible bicyclette qui traverse.

4.2.5.2.11.1.1. La cible bicyclette doit se déplacer en ligne droite, perpendiculairement au sens de marche du VUT, à une vitesse constante de 15 km/h + 0/– 1 km/h, et ne doit pas démarrer avant le début de la partie fonctionnelle de l'essai. Pendant la phase d'accélération de la cible bicyclette avant la partie fonctionnelle de l'essai, la cible bicyclette doit être obstruée. Le positionnement de la cible bicyclette doit être coordonné avec le Véhicule soumis à l'essai de telle sorte que le point d'impact de la cible bicyclette sur l'avant du Véhicule soumis à l'essai se situe sur l'axe longitudinal du Véhicule soumis à l'essai avec une tolérance ne dépassant pas 0,2 m, si le Véhicule soumis à l'essai reste à la vitesse d'essai prescrite pendant toute la durée de la partie fonctionnelle de l'essai et qu'il ne freine pas.




4.2.5.2.11.2. Essai prolongé: l'essai doit démontrer que le système ne modifie pas de manière déraisonnable la stratégie de contrôle d'une cible de bicyclette qui traverse.

4.2.5.2.11.2.1. L'essai doit être exécuté au moins avec:

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

b) un angle différent de la voie de la bicyclette par rapport à la voie du véhicule en question;

c) un décalage différent.

4.2.5.2.12. Cible piéton traversant la trajectoire du Véhicule soumis à l'essai à une intersection

4.2.5.2.12.1. Essai de base: l'essai doit confirmer la capacité de réponse déclarée du système pour une cible piéton traversant à une intersection.

4.2.5.2.12.1.1. La partie fonctionnelle de l'essai commence par:

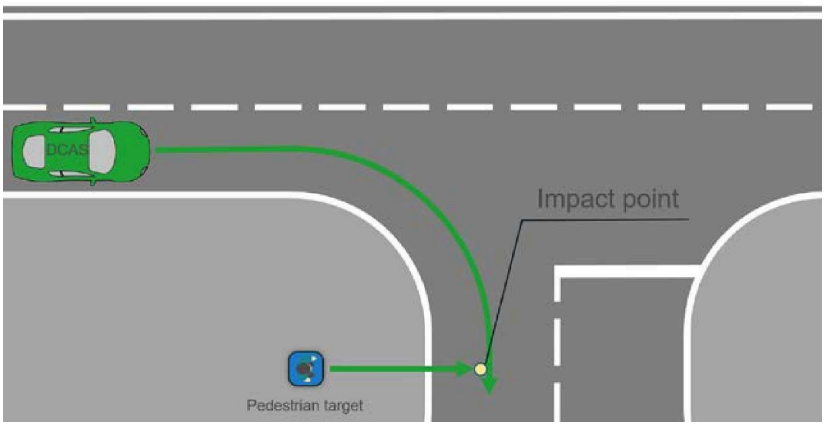
a) le Véhicule soumis à l'essai se déplaçant à la vitesse d'essai requise et en respectant le décalage latéral prescrit dans le présent paragraphe; et

b) une distance correspondant à un TTC d'au moins 4 secondes de la cible.

4.2.5.2.12.1.3. Les tolérances doivent être respectées entre le début de la partie fonctionnelle de l'essai et l'intervention du système.

4.2.5.2.12.1.4. La cible piéton doit se déplacer en ligne droite à une vitesse constante de 5 km/h + 0/– 0,4 km/h, et ne doit pas commencer avant le début de la partie fonctionnelle de l'essai. Le positionnement de la cible piéton doit être coordonné avec le Véhicule soumis à l'essai de telle sorte que le point d'impact de la cible piéton sur l'avant du Véhicule soumis à l'essai se situe sur l'axe longitudinal du Véhicule soumis à l'essai avec une tolérance ne dépassant pas 0,2 m, si le Véhicule soumis à l'essai reste à la vitesse d'essai prescrite pendant toute la durée de la partie fonctionnelle de l'essai et s'il ne freine pas.

4.2.5.2.12.1.5. L'essai doit être exécuté avec la cible piéton se déplaçant parallèlement au côté le plus proche du VUT, conformément au diagramme ci-dessous.




4.2.5.2.12.2. Essai prolongé: l'essai doit démontrer que le système ne modifie pas de manière déraisonnable la stratégie de contrôle d'une cible piéton traversant une intersection. Jusqu'à quatre scénarios différents doivent être exécutés, de loin et de près, avec la cible piéton se déplaçant des deux côtés de la route.

4.2.5.2.12.2.1. L'essai doit être exécuté au moins avec:

a) une cible piéton de taille différente;

b) une cible piéton se déplace à une vitesse différente mais constante;

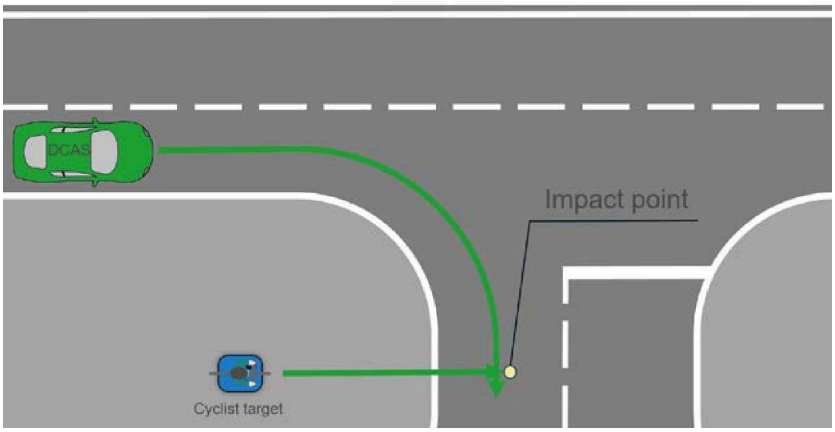
c) une cible piéton entrant en collision avec le véhicule à un point d'impact différent ou évitant le véhicule;

d) une variation des conditions de visibilité (par exemple la nuit), en fonction des limites déclarées du système.

4.2.5.2.13. Cible bicyclette traversant la trajectoire du Véhicule soumis à l'essai à une intersection

4.2.5.2.13.1. Essai de base: l'essai doit confirmer la capacité de réponse déclarée du système pour une cible bicyclette traversant à une intersection.

4.2.5.2.13.1.1. La cible bicyclette doit se déplacer en ligne droite, perpendiculairement au sens de la marche du VUT, à une vitesse constante de 15 km/h + 0/– 1 km/h, et ne doit pas commencer avant le début de la partie fonctionnelle de l'essai. Pendant la phase d'accélération de la cible bicyclette avant la partie fonctionnelle de l'essai, la cible bicyclette doit être obstruée. Le positionnement de la cible bicyclette doit être coordonné avec le Véhicule soumis à l'essai de manière que le point d'impact de la cible bicyclette sur l'avant du Véhicule soumis à l'essai se situe sur l'axe longitudinal soit décalé de 0,2 m au maximum, si le Véhicule soumis à l'essai reste à la vitesse d'essai prescrite pendant toute la durée de la partie fonctionnelle de l'essai et ne freine pas.




4.2.5.2.13.2. Essai prolongé: l'essai doit démontrer que le système ne modifie pas de manière déraisonnable la stratégie de contrôle d'une cible bicyclette traversant à une intersection.

4.2.5.2.13.2.1. L'essai doit être exécuté au moins avec:

a) une cible cycliste se déplaçant à une vitesse différente mais constante;

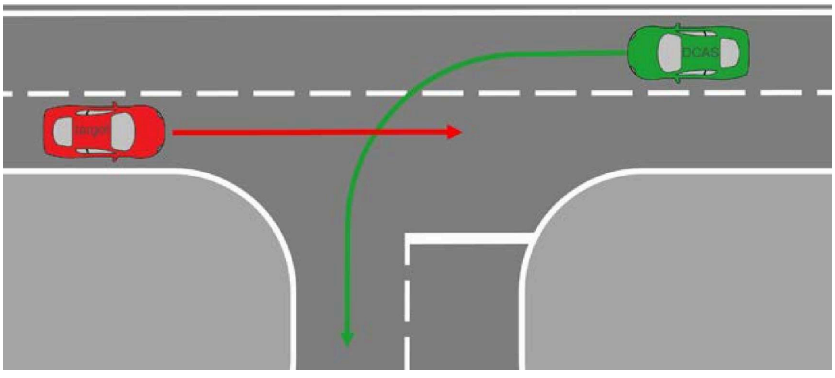
b) une cible cycliste entrant en collision avec le véhicule à une position d'impact différente ou évitant le véhicule.

4.2.5.2.14. Le Véhicule soumis à l'essai tourne à travers la trajectoire d'un véhicule venant en sens inverse

4.2.5.2.14.1. Essai de base: l'essai doit confirmer la capacité de réponse déclarée du système pour une cible véhicule venant en sens inverse lorsque le Véhicule soumis à l'essai tourne à une intersection.

4.2.5.2.14.1.1. Le Véhicule soumis à l'essai doit s'approcher du point d'impact avec une autre cible véhicule (voiture particulière ou motocycle) en suivant une ligne droite initiale suivie d'un virage à une intersection au point de croiser les bords avant d'une cible véhicule avec une position latérale qui donne un chevauchement de 50 % de la largeur du VUT.

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 déclarées du système.




4.2.5.2.14.2. Essai prolongé: l'essai doit démontrer que le système ne modifie pas de manière déraisonnable la stratégie de contrôle d'un véhicule cible venant en sens inverse lorsque le Véhicule soumis à l'essai tourne à une intersection.

4.2.5.2.14.2.1. L'essai doit être exécuté au moins avec:

a) différents types ou catégories de cibles véhicules;

b) différents chevauchements;

c) une position différente des deux véhicules sur la voie;

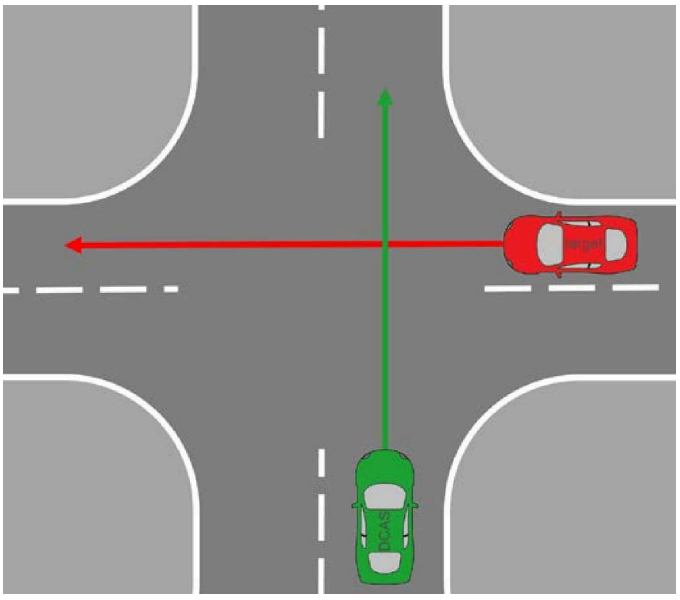
d) le couloir cible est (partiellement) bloqué.

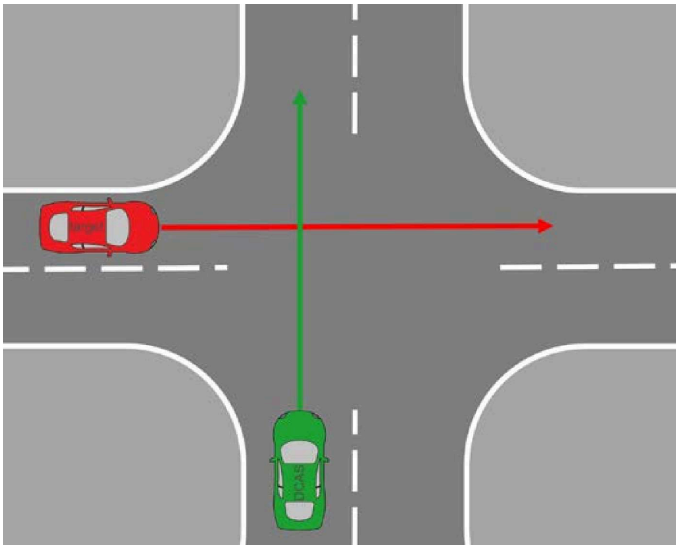
4.2.5.2.15. Le Véhicule soumis à l'essai croise la trajectoire rectiligne de la cible véhicule à une intersection.

4.2.5.2.15.1. Essai de base: l'essai doit confirmer la capacité de réponse déclarée du système à reconnaître et à accorder la priorité à une cible véhicule traversant qui roule en ligne droite à une intersection.

4.2.5.2.15.1.1. Le Véhicule soumis à l'essai doit s'approcher du point d'impact avec une autre cible véhicule (voiture particulière ou motocycle) en ligne droite initiale à une intersection, soit du côté le plus proche, soit du côté le plus éloigné, pour heurter le côté de la cible véhicule à 25 % de la longueur de la cible avec le centre de l'avant du VUT.

4.2.5.2.15.1.2. La cible s'approche à une vitesse pouvant aller jusqu'à 60 km/h, en fonction des limites déclarées du système. Le Véhicule soumis à l'essai est censé accorder la priorité.




4.2.5.2.15.2. Essai prolongé: l'essai doit démontrer que le système ne modifie pas de manière déraisonnable la stratégie de contrôle pour une cible véhicule traversant qui roule en ligne droite à une intersection.

4.2.5.2.15.2.1. L'essai doit être exécuté au moins avec:

a) différents types ou catégories de cibles véhicules;

b) différents chevauchements;

c) différentes positions sur la voie de circulation du Véhicule soumis à l'essai et des cibles véhicules.

4.3. Vérification sur la voie publique

4.3.1. L'emplacement et le choix de la route d'essai, l'heure du jour et les conditions environnementales sont déterminés par l'autorité d'homologation. La vérification sur la voie publique doit couvrir différentes heures du jour et différentes intensités lumineuses en fonction des limites du système. Elles comprennent des scénarios dans lesquels le système est censé être confronté à des situations difficiles (par exemple, courbes serrées, changements de vitesse dus à des conditions variables d'infrastructure et de circulation, comportement variable du véhicule de tête, limitations de vitesse variables) et s'approcher des limites de son périmètre déclaré (par exemple, changements de visibilité ou d'état de la route, fin planifiée ou soudaine des limites du système).

4.3.2. La durée des essais sur voie publique doit être telle qu'elle permette d'enregistrer et d'évaluer le fonctionnement du système conformément à toutes les parties pertinentes de la spécification décrite aux paragraphes 5 et 6, à l'exclusion des scénarios critiques pour la sécurité et des scénarios de défaillance.

4.3.3. Des scénarios d'essai sont établis pour évaluer le comportement du système dans d'autres manœuvres initiées par le conducteur ou le système

4.3.3.1. La vérification sur la voie publique doit inclure les scénarios d'essai du tableau ci-dessous afin d'évaluer le comportement du système dans des conditions normales de fonctionnement en circonstances réelles.

L'itinéraire doit être planifié de manière à intégrer les scénarios d'essai pertinents selon la déclaration du constructeur figurant à l'annexe 3 du présent règlement de l'ONU.

Le plan d'essai élaboré par l'autorité d'homologation doit couvrir les scénarios permettant d'évaluer la capacité spécifique dans diverses circonstances.

4.3.3.2. La Une preuve du comportement du système dans tout type de scénario selon la déclaration du constructeur à l'annexe 3 du présent règlement de l'ONU doit être fournie en plus par le constructeur (par exemple, sur la base d'essais virtuels).

| Catégorie | Type de scénario | Exigences de référence spécifiques (liste non exhaustive) |
|---|---|---|
| Autres manœuvres | Amener le véhicule à sélectionner une voie | Para. 6.3.1-6.3.9.4 |
| | Entrer dans un carrefour giratoire ou prendre une sortie lors de la conduite dans un carrefour giratoire | |
| | Amener le véhicule à quitter sa voie de circulation alors que cette manœuvre n'est pas un changement de voie | |
| | Amener le véhicule à prendre un virage | |
| | Conduire le véhicule au départ ou à l'arrivée d'une position de stationnement | |
| Autres manœuvres déclenchées par le système | Amener le véhicule à sélectionner une voie | (Réservé) |
| | Entrer dans un carrefour giratoire ou prendre une sortie lors de la conduite dans un carrefour giratoire | |
| | Amener le véhicule à quitter sa voie de circulation alors que cette manœuvre n'est pas un changement de voie | |
| | Amener le véhicule à prendre un virage | |
| | Conduire le véhicule au départ ou à l'arrivée d'une position de stationnement | |

4.3.4. Pour tout autre type de scénario en fonction de la capacité et des limites du système déclarées par le constructeur conformément à l'annexe 3 et qui n'a pas pu être rencontré lors des essais sur voie publique, le constructeur doit fournir des preuves de la validation interne du système par le constructeur, à la satisfaction de l'autorité d'homologation.

4.3.5. La conduite de vérification doit être enregistrée et, si nécessaire, le véhicule d'essai doit être équipé d'appareils supplémentaires non perturbateurs. L'autorité d'homologation peut enregistrer ou demander l'enregistrement de tous les canaux de données utilisés ou générés par le système, si elle le juge nécessaire pour l'évaluation postérieure à l'essai.

4.3.6. Il est recommandé de procéder à la vérification sur voie publique une fois que le système a passé avec succès tous les essais sur piste décrits dans la présente annexe et après application de l'annexe 3.

*ANNEXE 5*

**Principes d'évaluation de la crédibilité en vue de l'utilisation de la chaîne d'outils virtuelle dans la validation du DCAS**

1. Généralités

1.1. Il est recommandé que la chaîne d'outils de modélisation et de simulation («Modelling and Simulation» ou M&S) soit utilisée pour les essais virtuels si sa crédibilité est établie en évaluant son adéquation à l'objectif visé. Il est recommandé d'atteindre cette crédibilité en examinant et en évaluant cinq propriétés de la modélisation et de la simulation:

a) Capacité: ce que M&S peut faire et les risques associés.

b) Précision: mesure dans laquelle le système M&S reproduit les données cibles.

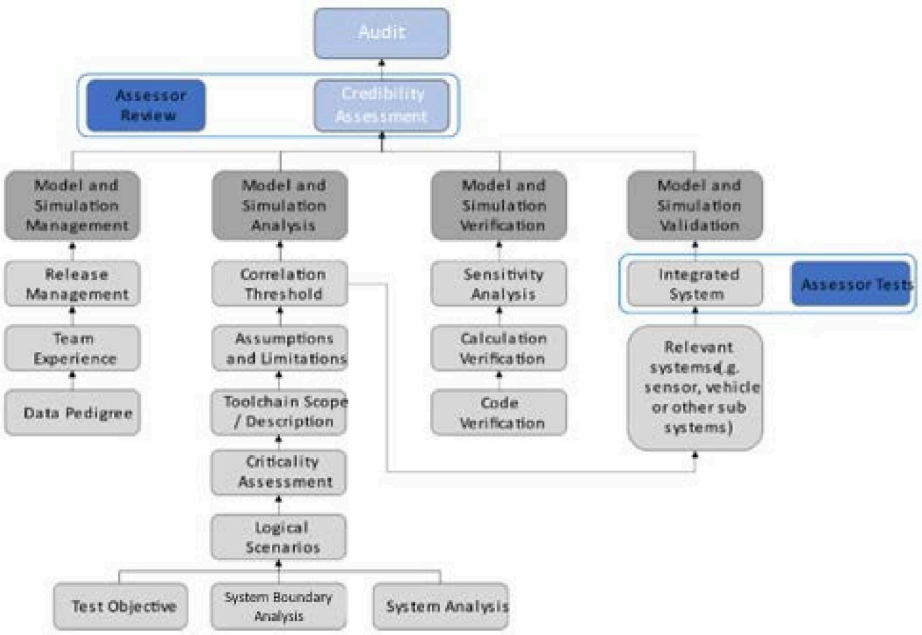
c) Correction: quel est le degré de solidité et de robustesse des données M&S et des algorithmes des outils.

d) Facilité d'utilisation: quelle formation et quelle expérience sont nécessaires et quelle est la qualité du processus qui gère son utilisation.

e) Adéquation à l'objectif: mesure dans quelle la chaîne d'outils M&S est adaptée à l'évaluation du DCAS dans les limites de son système.

*Figure A5/1*

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




1.2. La crédibilité nécessite donc une méthode unifiée pour étudier ces propriétés et obtenir la confiance dans les résultats de la modélisation et de la simulation. Le cadre d'évaluation de la crédibilité introduit un moyen d'évaluer et de rendre compte de la crédibilité M&S sur la base de critères d'assurance qualité qui permettent d'indiquer les niveaux de confiance dans les résultats.

En d'autres termes, la crédibilité est établie en évaluant les facteurs d'influence clés qui sont les principaux contributeurs au comportement des modèles et des outils de simulation et qui affectent donc la crédibilité globale de la chaîne d'outils M&S. Les éléments suivants ont tous une influence sur la crédibilité globale de M&S: la gestion organisationnelle de l'activité de M&S, l'expérience et l'expertise de l'équipe, l'analyse et la description de l'ensemble d'outils M&S choisi, l'origine des données et des entrées, la vérification, la validation et la caractérisation de l'incertitude.

La façon dont chacun de ces facteurs est traité indique le niveau de qualité atteint par la chaîne d'outils M&S, et la comparaison entre les niveaux obtenus et les niveaux requis fournit une mesure qualitative de la crédibilité de M&S et de son aptitude à être utilisée dans les essais virtuels. Une représentation graphique de la relation entre les éléments du cadre d'évaluation de la crédibilité est présentée dans le Schéma 1.

2. Définitions

Aux fins de la présente annexe, on entend par:

2.1. (Réservé)

2.2. (Réservé)

2.3. «*Abstraction*»: le processus de sélection des aspects essentiels d'un système source ou d'un système référent à représenter dans un modèle ou une simulation, tout en ignorant les aspects non pertinents. Toute abstraction de modélisation repose sur l'hypothèse qu'elle ne doit pas affecter de manière significative les utilisations prévues de l'outil de simulation.

2.4. «*Essai en boucle fermée*»: un environnement virtuel qui prend en compte les actions de l'élément dans la boucle. Les objets simulés réagissent aux actions du système (par exemple, un système interagissant avec un modèle de trafic).

2.5. «*Déterministe*»: un terme décrivant un système dont l'évolution temporelle peut être prédite avec exactitude et dont un ensemble donné de stimuli d'entrée produira toujours la même sortie.

2.6. «*Conducteur dans la boucle ("Driver-In-the-Loop" ou DIL)*»: ce qui généralement réalisé dans un simulateur de conduite utilisé pour tester la conception de l'interaction homme-automate. Le DIL comporte des éléments permettant au conducteur d'opérer et de communiquer avec l'environnement virtuel.

2.7. «*Logiciel dans la boucle ("Hardware-In-the-Loop" ou HIL)*»: ce qui implique que le matériel final d'un sous-système spécifique du véhicule exécute le logiciel final avec des entrées et des sorties connectées à un environnement de simulation pour effectuer des essais virtuels. Les essais HIL permettent de reproduire les capteurs, les actionneurs et les composants mécaniques de manière à connecter toutes les entrées/sorties des modules de commande électronique testées, bien avant que le système final ne soit intégré.

2.8. «*Modèle*»: une description ou une représentation d'un système, d'une entité, d'un phénomène ou d'un processus.

2.9. «*Calibrage du modèle*»: le processus d'ajustement des paramètres numériques ou de modélisation dans le modèle afin d'améliorer la concordance avec un référent.

2.10. «*Paramètres du modèle*»: des valeurs numériques utilisées pour caractériser la fonctionnalité d'un système. Un paramètre de modèle a une valeur qui ne peut pas être observée directement dans le monde réel, mais qui doit être déduite des données collectées dans le monde réel (dans la phase d'étalonnage du modèle).

2.11. «*Modèle dans la boucle ("Model-In-the-Loop"* ou MIL)»: une approche qui permet un développement algorithmique rapide sans nécessiter de matériel dédié. En général, ce niveau de développement implique des cadres logiciels d'abstraction de haut niveau fonctionnant sur des systèmes informatiques à usage général.

2.12. «*Test en boucle ouverte*»: une approche de test virtuel dans laquelle une module de fourniture de données génère des stimuli d'entrée à un DCAS. Il n'y a pas de retour d'information entre le DCAS et l'environnement fourni par les stimuli d'entrée, la boucle est donc «ouverte». L'module de fourniture de données peut repasser une situation de trafic enregistrée, par exemple à partir d'une conduite réelle. Les données environnementales peuvent également être générées (approche par simulateur) ou mesurées (mode ombre) pendant les essais.

2.13. «*Probabiliste*»: un terme se rapportant à des événements non déterministes dont les résultats sont décrits par un indicateur de probabilité.

2.14. «*Terrain d'essai ou piste d'essai*»: une installation d'essai physique fermée à la circulation où les performances d'un DCAS peuvent être étudiées sur le véhicule réel. Des agents de circulation peuvent être introduits par stimulation des capteurs ou par des dispositifs factices placés sur la piste.

2.15. «*Stimulation des capteurs*»: une technique par laquelle des signaux générés artificiellement sont fournis à l'élément testé afin de le pousser à produire le résultat requis pour vérification dans des conditions réelles, formation, maintenance ou recherche et développement.

2.16. «*Simulation*»: imitation du fonctionnement d'un processus ou d'un système réel dans le temps.

2.17. «*Chaîne d'outils de simulation*»: une combinaison d'outils de simulation utilisés pour soutenir la validation d'un DCAS.

2.18. «*Logiciel dans la boucle ("Software-In-the-Loop" ou SIL)*»: étape au cours de laquelle la mise en œuvre du modèle développé sera évaluée sur des systèmes informatiques à usage général. Cette étape peut utiliser une implémentation logicielle complète très proche de l'implémentation finale. L'essai SIL est utilisé pour décrire une méthodologie d'essai, où le code exécutable tel que les algorithmes (ou même une stratégie de commande complète) est testé dans un environnement de modélisation qui peut aider à prouver ou à tester le logiciel.

2.19. «*Stochastique*»: un processus impliquant ou contenant une ou plusieurs variables aléatoires. Relatif au hasard ou à la probabilité.

2.20. «*Validation du modèle de simulation*»: processus qui consiste à déterminer dans quelle mesure un modèle de simulation représente fidèlement le monde réel du point de vue de l'utilisation prévue de l'outil.

2.21. «*Véhicule dans la boucle ("Vehicle-In-the-Loop" ou VIL)*»: un environnement de fusion entre un véhicule d'essai réel dans le monde réel et un environnement virtuel. Il peut refléter la dynamique du véhicule au même niveau que le monde réel et peut être utilisé dans un banc d'essai de véhicules ou sur une piste d'essai.

2.22. «*Vérification du modèle de simulation*»: processus qui consiste à déterminer dans quelle mesure un modèle de simulation ou un outil d'essai virtuel est conforme à ses exigences et spécifications telles qu'elles sont détaillées dans ses modèles conceptuels, ses modèles mathématiques ou d'autres constructions.

2.23. «*Essais virtuels*»: processus d'essai d'un système à l'aide d'un ou de plusieurs modèles de simulation.

3. Modèles et gestion de la simulation

3.1. Le cycle de vie des modèles et des simulations est un processus dynamique avec des versions fréquentes qui doivent être contrôlées et documentées. Par conséquent, il est recommandé de mettre en place des activités de gestion pour soutenir les modèles et les simulations par le biais des processus typiques de gestion des produits. Des informations utiles sur les aspects suivants doivent être incluses dans cette section.

3.2. Il est recommandé que cette partie:

a) décrive les modifications apportées aux versions de la chaîne d'outils M&S;

b) désigne le logiciel correspondant (par exemple, le produit et la version spécifiques du logiciel) et l'arrangement matériel [par exemple, configuration X-In the Loop (XiL)];

c) enregistre les processus d'examen interne qui ont permis d'accepter les nouvelles versions;

d) bénéficie d'un soutien pendant toute la durée de l'utilisation de l'essai virtuel.

3.3. Gestion des versions

3.3.1. Il est recommandé de stocker toute version de la chaîne d'outils utilisée pour publier des données à des fins de certification. Les modèles virtuels constituant l'outil d'essai doivent être documentés en termes de méthodes de validation et de seuils d'acceptation correspondants afin d'étayer la crédibilité globale de la chaîne d'outils. Le développeur doit établir et appliquer une méthode permettant de retracer les données générées jusqu'à la version correspondante de la chaîne d'outils.

3.3.2. Contrôle de la qualité des données virtuelles. L'exhaustivité, l'exactitude et la cohérence des données sont assurées tout au long des versions et de la durée de vie d'un outil ou d'une chaîne d'outils afin de soutenir les procédures de vérification et de validation.

3.4. Expérience et expertise de l'équipe

3.4.1. Même si l'expérience et l'expertise (E&E) sont déjà couvertes de manière générale au sein d'une organisation, il est important d'établir la base de confiance dans l'expérience et l'expertise spécifiques pour les activités M&S.

3.4.2. En fait, la crédibilité des M&S dépend non seulement de la qualité des modèles de simulation, mais aussi de l'E&E du personnel impliqué dans la validation et l'utilisation des M&S. Par exemple, une bonne compréhension des limitations et du domaine de validation empêchera une mauvaise utilisation des M&S ou une mauvaise interprétation de leurs résultats. Par exemple, une bonne compréhension des limites et du domaine de validation permettra d'éviter une mauvaise utilisation de la simulation ou une interprétation erronée de ses résultats.

3.4.3. Il est important d'établir la base de la confiance du constructeur dans l'expérience et l'expertise:

a) des équipes qui évalueront et valideront en interne la chaîne d'outils de M&S; et

b) des équipes qui utiliseront la simulation validée pour l'exécution d'essais virtuels dans le but de valider le DCAS.

3.4.4. Ainsi, si l'E&E d'une équipe est bonne, elle augmente le niveau de confiance et donc la crédibilité de M&S et de ses résultats en garantissant que les éléments humains qui sous-tendent l'activité M&S sont pris en considération et que les risques liés à l'aspect humain de l'activité peuvent être contrôlés, par le biais de son système de gestion.

3.4.5. Si la chaîne d'outils du constructeur incorpore des données provenant d'organisations ou de produits extérieurs à l'équipe du constructeur ou s'appuie sur ces données, il est recommandé que le constructeur explique les mesures prises pour gérer et développer la confiance dans la qualité et l'intégrité de ces données.

3.4.6. L'expérience et l'expertise de l'équipe comprennent deux aspects:

3.4.6.1. Au niveau de l'organisation:

La crédibilité est établie par la mise en place de processus et de procédures permettant d'identifier et de maintenir les compétences, les connaissances et l'expérience nécessaires à l'exécution des activités M&S. Les processus suivants doivent être établis, maintenus et documentés:

a) processus d'identification et d'évaluation des compétences et des aptitudes de l'individu;

b) processus de formation du personnel pour qu'il soit compétent dans l'exécution des tâches liées à la M&S.

3.4.6.2. Au niveau de l'équipe:

Une fois qu'une chaîne d'outils a été finalisée, sa crédibilité est principalement dictée par les compétences et les connaissances des équipes qui valideront d'abord les M&S et les utiliseront ensuite pour la validation des DCAS. La crédibilité est établie en documentant que ces équipes ont reçu une formation leur permettant de remplir leurs fonctions.

Le constructeur doit:

a) fournir la base de la confiance du constructeur dans l'expérience et l'expertise de la personne ou de l'équipe qui valide la chaîne d'outils M&S;

b) fournir la base de la confiance du constructeur dans l'expérience et l'expertise de la personne ou de l'équipe qui utilise la simulation pour effectuer des essais virtuels dans le but de valider le DCAS.

3.4.6.3. Le constructeur doit démontrer comment il applique les principes de son système de gestion, par exemple la norme ISO 9001 ou une meilleure pratique ou norme similaire, en ce qui concerne la compétence de son organisation M&S et des personnes qui la composent, ainsi que la base de cette détermination. Il est recommandé à l'évaluateur de ne pas substituer son jugement à celui du constructeur en ce qui concerne l'expérience et l'expertise de l'organisation ou de ses membres.

3.4.7. Origine des données/entrées

3.4.7.1. L'origine et la traçabilité des données et des entrées utilisées dans la validation de M&S sont importantes. Le constructeur doit disposer d'un registre permettant à l'évaluateur de vérifier leur qualité et leur pertinence.

3.4.7.2. Description des données utilisées pour la validation M&S

a) Le constructeur doit documenter les données utilisées pour valider les modèles inclus dans l'outil ou la chaîne d'outils et noter les critères de qualité importants.

b) Le constructeur doit fournir une documentation montrant que les données utilisées pour valider les modèles couvrent les fonctionnalités que la chaîne d'outils vise à virtualiser.

c) Le constructeur doit 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/taux d'échantillonnage des capteurs) sur l'incertitude des paramètres du modèle

La qualité des données utilisées pour développer le modèle aura un impact sur l'estimation et l'étalonnage des paramètres du modèle. L'incertitude des paramètres du modèle sera un autre aspect important de l'analyse d'incertitude finale.

3.4.8. Origine des données/sorties

3.4.8.1. L'origine des données de sortie est importante. Le constructeur doit conserver un enregistrement des résultats de la chaîne d'outils M&S et veiller à ce qu'ils soient traçables jusqu'aux données d'entrée et à la chaîne d'outils M&S qui les a produits. Cela fera partie du traçage de la preuve pour la validation DCAS.

3.4.8.2. Description des données générées par M&S

a) Le constructeur doit fournir des informations sur les données et les scénarios utilisés pour la validation de la chaîne d'outils d'essais virtuels.

b) Le constructeur doit documenter les données exportées et noter les critères de qualité importants, par exemple en utilisant les méthodes de corrélation.

c) Le constructeur doit retracer les résultats M&S jusqu'à la configuration correspondante M&S.

3.4.8.2.1. Effet de la crédibilité M&S sur de la qualité des données

a) Les données de sortie M&S doivent être suffisantes pour garantir l'exécution correcte de l'exercice de validation. Les données doivent refléter suffisamment les limites du système pour l'évaluation virtuelle du DCAS.

b) Les données de sortie devraient permettre de vérifier la cohérence/la logique des modèles virtuels, éventuellement en exploitant des informations redondantes.

3.4.8.2.2. Gestion des modèles stochastiques

a) Les modèles stochastiques doivent être caractérisés en termes de variance.

b) L'utilisation d'un modèle stochastique ne doit pas empêcher la possibilité d'une réexécution déterministe.

3.5. Analyse et description de M&S

3.5.1. L'analyse et la description de M&S visent à définir l'ensemble de la chaîne d'outils et à identifier l'espace des paramètres qui peuvent être évalués par des essais virtuels. Elles définissent la portée et les limites des *modèles* et des outils de simulation, ainsi que les sources d'incertitude susceptibles d'affecter les résultats.

3.5.2. Description générale:

a) Le constructeur doit fournir une description de la chaîne d'outils complète ainsi que de la manière dont les données M&S seront utilisées pour soutenir la stratégie de validation du DCAS.

b) Le constructeur doit fournir une description claire de l'objectif de l'essai.

3.5.3. Hypothèses, limites connues et sources d'incertitude:

a) Le constructeur doit justifier les hypothèses de modélisation qui ont guidé la conception de la chaîne d'outils M&S.

b) Le constructeur doit fournir des preuves sur:

i) la manière dont les hypothèses définies par le constructeur jouent un rôle dans la définition des limites de la chaîne d'outils;

ii) le niveau de fidélité requis pour les modèles de simulation.

c) Le constructeur doit justifier que la tolérance en matière de corrélation entre M&S et les conditions réelles est acceptable pour l'objectif de l'essai.

d) Enfin, cette section devrait inclure des informations sur les sources d'incertitude dans le modèle. Il s'agit d'une donnée importante pour l'analyse d'incertitude finale, qui définira comment les résultats de la chaîne d'outils M&S peuvent être affectés par les différentes sources d'incertitude de la chaîne d'outils M&S utilisée.

3.5.4. Champ d'application (à quoi sert le modèle?). Il définit la manière dont le modèle de simulation est utilisé dans le cadre de la validation du DCAS.

a) La crédibilité de l'outil virtuel devrait être renforcée par une définition claire du champ d'application de l'utilisation des chaînes d'outils M&S développées.

b) Le M&S mature devrait permettre une virtualisation des phénomènes physiques à un degré de précision correspondant au niveau de fidélité requis pour la certification. Ainsi, l'environnement M&S servira de «terrain d'essai virtuel» pour les tests DCAS.

c) Les chaînes d'outils M&S ont besoin de scénarios et de mesures spécifiques pour la validation. La sélection des scénarios utilisés pour la validation doit être suffisante pour que l'on puisse être sûr que la chaîne d'outils fonctionnera de la même manière dans des scénarios qui n'ont pas été couverts dans le champ de la validation.

d) Le constructeur doit fournir une liste des scénarios de validation ainsi que les limites correspondantes de la description des paramètres.

e) L'analyse des limites du système est un élément essentiel pour déterminer les exigences, le champ d'application et les effets que la chaîne d'outils M&S doit prendre en compte à l'appui de la validation du DCAS.

f) Les paramètres générés pour les scénarios définiront les données extrinsèques et intrinsèques pour la chaîne d'outils et les modèles de simulation.

3.5.5. Évaluation de la criticité

3.5.5.1. Les modèles de simulation et les outils de simulation utilisés dans l'ensemble de la chaîne d'outils doivent être étudiés du point de vue de leur impact en cas d'erreur de sécurité dans le produit final. L'approche proposée pour l'analyse de la criticité est dérivée de la norme ISO 26262, qui exige la qualification de certains des outils utilisés dans le processus d'élaboration. Pour déterminer le degré de criticité des données simulées, l'évaluation de la criticité prend en compte les paramètres suivants:

a) Les conséquences sur la sécurité humaine, par exemple les classes de gravité dans la norme ISO 26262.

b) Le degré d'influence des résultats de la chaîne d'outils M&S sur le DCAS.

3.5.5.2. Le tableau ci-dessous fournit un exemple de matrice d'évaluation de la criticité pour démontrer cette analyse. Le constructeur peut adapter cette matrice à son cas d'utilisation particulier.

*Tableau A5/1*

**Matrice d'évaluation de la criticité**

<table>
<tr><td rowspan="4">Influence sur le DCAS</td><td>Important</td><td rowspan="2">N/A</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Modéré</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Mineur</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Négligeable</td><td></td><td></td><td colspan="2">N/A</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2"></td><td>Négligeable</td><td>Mineur</td><td>Modéré</td><td>Important</td></tr>
<tr><td colspan="4">Conséquence de la décision</td></tr>
</table>

3.5.5.3. Du point de vue de l'évaluation de la criticité, les trois cas possibles d'évaluation sont les suivants:

a) Les modèles ou outils qui se prêtent manifestement à une évaluation complète de leur crédibilité.

b) Les modèles ou outils qui peuvent ou non être candidats à l'évaluation complète de la crédibilité, à la discrétion de l'évaluateur.

c) Les modèles ou outils qui ne sont pas nécessaires pour suivre l'évaluation de la crédibilité.

3.6. Vérification

3.6.1. La vérification de M&S porte sur l'analyse de la mise en œuvre correcte des modèles conceptuels/mathématiques qui créent et construisent l'ensemble de la chaîne d'outils. La vérification contribue à la crédibilité de M&S en donnant l'assurance que les outils individuels ne présenteront pas un comportement irréaliste pour un ensemble d'entrées qui ne peuvent pas être testées. La procédure est fondée sur une approche en plusieurs étapes décrite ci-dessous, qui comprend la vérification du code, la vérification des calculs et l'analyse de sensibilité.

3.6.2. Vérification du code

3.6.2.1. La vérification du code concerne l'exécution de tests qui démontrent qu'aucune erreur numérique/logique n'affecte les modèles virtuels.

a) Le constructeur doit documenter l'exécution de techniques appropriées de vérification du code, par exemple la vérification du code statique/dynamique, l'analyse de convergence et la comparaison avec des solutions exactes, le cas échéant ([1]).

b) Le constructeur doit fournir une documentation montrant que l'exploration du domaine des paramètres d'entrée a été suffisamment large pour identifier les combinaisons de paramètres pour lesquelles les outils de M&S révèlent un comportement instable ou irréaliste. Les mesures de couverture des combinaisons de paramètres peuvent être utilisées pour démontrer l'exploration requise des comportements du modèle.

c) Le constructeur doit adopter des procédures de vérification de la cohérence/logique lorsque les données le permettent.

3.6.3. Vérification des calculs

3.6.3.1. La vérification des calculs porte sur l'estimation des erreurs numériques affectant M&S.

a) Le constructeur doit documenter les estimations des erreurs numériques (par exemple, erreur de discrétisation, erreur d'arrondi, convergence des procédures itératives).

b) Les erreurs numériques doivent être suffisamment limitées pour ne pas affecter la validation.

3.6.4. Analyse de sensibilité

3.6.4.1. L'analyse de sensibilité vise à quantifier la manière dont les valeurs de sortie du modèle sont affectées par des changements des valeurs d'entrée du modèle et donc à identifier les paramètres ayant le plus grand impact sur les résultats du modèle de simulation. L'analyse de sensibilité permet également de déterminer dans quelle mesure le modèle de simulation satisfait aux seuils de validation lorsqu'il est soumis à de petites variations des paramètres, et joue donc un rôle fondamental dans la crédibilité des résultats de la simulation.

a) Le constructeur doit fournir une documentation démontrant que les paramètres les plus critiques influençant les résultats de la simulation ont été identifiés à l'aide de techniques d'analyse de sensibilité, par exemple en perturbant les paramètres du modèle.

b) Le constructeur doit démontrer que des procédures d'étalonnage robustes ont été adoptées et qu'elles ont permis d'identifier et d'étalonner les paramètres les plus critiques, ce qui a renforcé la crédibilité de la chaîne d'outils mise au point.

c) En fin de compte, les résultats de l'analyse de sensibilité aideront également à définir les entrées et les paramètres dont la caractérisation de l'incertitude doit faire l'objet d'une attention particulière afin de caractériser l'incertitude des résultats de la simulation.

3.6.5. Validation

3.6.5.1. Le processus quantitatif consistant à déterminer dans quelle mesure un modèle ou une simulation représente fidèlement les conditions réelles du point de vue de l'utilisation prévue du système de gestion et de sécurité. Il est recommandé de prendre en compte les éléments suivants lors de l'évaluation de la validité d'un modèle ou d'une simulation.

3.6.5.2. Mesures de performance (indicateurs)

a) Les mesures de performance sont des indicateurs utilisés pour comparer les performances du DCAS dans le cadre d'un essai virtuel avec ses performances dans des conditions réelles. Les mesures de performance sont définies au cours de l'analyse M&S.

b) Les indicateurs de validation peuvent inclure:

i) une analyse des valeurs discrètes, par exemple le taux de détection, le taux d'allumage;

ii) l'évolution du temps, par exemple les positions, les vitesses, les accélérations;

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

iii) une analyse des changements d'état, par exemple calcul de la distance/vitesse, calcul du TEMPS AVANT COLLISION, déclenchement du freinage.

3.6.5.3. Mesures d'adéquation

a) Les cadres analytiques utilisés pour comparer les mesures réelles et les mesures de simulation sont généralement dérivés des indicateurs clés de performance (ICP) qui indiquent la comparabilité statistique entre deux ensembles de données.

b) La validation doit montrer que ces ICP sont atteints.

3.6.5.4. Méthodologie de validation

a) Le constructeur doit définir les scénarios logiques utilisés pour la validation de la chaîne d'outils d'essais virtuels. Ces scénarios doivent pouvoir couvrir, dans toute la mesure du possible, les limites du système d'essais virtuels pour la validation du DCAS.

b) La méthodologie exacte dépend de la structure et de l'objectif de la chaîne d'outils. La validation peut consister en un ou plusieurs des éléments suivants:

i) valider les modèles de sous-systèmes, par exemple le modèle d'environnement (réseau routier, conditions météorologiques, interaction avec l'usager de la route), les modèles de capteurs (détection et télémétrie par radio (RADAR), détection et télémétrie par la lumière (LiDAR), caméra), le modèle de véhicule (direction, freinage, groupe motopropulseur);

ii) valider le système du véhicule (modèle de dynamique du véhicule et modèle d'environnement);

iii) valider le système de capteurs (modèle de capteur et modèle d'environnement);

iv) valider le système intégré (modèle de capteur + modèle d'environnement avec les influences du modèle de véhicule).

3.6.5.5. Exigence de précision

3.6.5.5.1. L'exigence relative au seuil de corrélation est définie au cours de l'analyse M&S. La validation doit montrer que ces ICP sont respectés en utilisant les méthodes de corrélation.

3.6.5.6. Champ d'application de la validation (partie de la chaîne d'outils à valider)

3.6.5.6.1. Une chaîne d'outils se compose de plusieurs outils, et chaque outil utilise plusieurs *modèles*. Le champ de validation comprend tous les outils et leurs *modèles* correspondants.

3.6.5.7. Résultats de la validation interne

a) La documentation doit non seulement fournir la preuve de la validation de M&S, mais aussi des informations suffisantes sur les processus et les produits qui démontrent la crédibilité globale de la chaîne d'outils utilisée.

b) Les documents/résultats peuvent être obtenus des évaluations de crédibilité précédentes.

3.6.5.8. Validation indépendante des résultats

3.6.5.8.1. L'évaluateur doit vérifier la documentation fournie par le constructeur et peut effectuer des essais de l'outil intégré complet. Si les résultats des essais virtuels ne reproduisent pas suffisamment les résultats des essais physiques, l'évaluateur peut demander que les essais virtuels et/ou physiques soient répétés. Les résultats des essais seront examinés et tout écart dans les résultats devra être examiné avec le constructeur. Une explication suffisante est requise pour justifier pourquoi la configuration de l'essai a entraîné un écart dans les résultats.

3.6.5.9. Caractérisation de l'incertitude

3.6.5.9.1. Cette section porte sur la caractérisation de la variabilité attendue des résultats de la chaîne d'outils virtuelle. L'évaluation doit se faire en deux phases. Dans une première phase, les informations recueillies dans la section «Analyse et description de M&S» et dans la section «Origine des données/entrées» sont utilisées pour caractériser l'incertitude des données d'entrée, des paramètres du modèle et de la structure de modélisation. Ensuite, en propageant toutes les incertitudes à travers la chaîne d'outils virtuelle, l'incertitude des résultats du modèle est quantifiée. En fonction de l'incertitude des résultats du modèle, des marges de sécurité appropriées devront être introduites par le constructeur du DCAS lors de l'utilisation des essais virtuels dans le cadre de la validation du DCAS.

3.6.5.9.2. Caractérisation de l'incertitude des données d'entrée

Le constructeur du DCAS doit démontrer qu'il a estimé les données d'entrée critiques du modèle au moyen de techniques robustes telles que la fourniture de répétitions multiples pour son évaluation.

3.6.5.9.3. Caractérisation de l'incertitude des paramètres du modèle (après calibration).

Le constructeur doit démontrer que lorsque les paramètres critiques d'un modèle ne peuvent être entièrement déterminés, ils sont caractérisés au moyen d'une distribution et/ou d'intervalles de confiance.

3.6.5.9.4. Caractérisation de l'incertitude dans la structure de M&S

Le constructeur doit apporter la preuve que les hypothèses de modélisation font l'objet d'une caractérisation quantitative en évaluant l'incertitude générée (par exemple, en comparant les résultats de différentes approches de modélisation dans la mesure du possible).

3.6.5.9.5. Caractérisation de l'incertitude aléatoire par rapport à l'incertitude épistémique

Le constructeur doit s'efforcer de faire la distinction entre la composante aléatoire de l'incertitude (qui ne peut être qu'estimée mais non réduite) et l'incertitude épistémique découlant du manque de connaissances dans la virtualisation du processus.

4. Structure du dossier d'information

4.1. Cette section définit la manière dont les informations susmentionnées seront collectées et organisées dans le dossier d'information fourni par le constructeur à l'autorité compétente.

a) Le constructeur doit produire un document (un «manuel de simulation») structuré à l'aide de ce schéma afin de fournir des preuves sur les sujets présentés.

b) Le dossier d'information doit être fourni avec la version correspondante de la chaîne d'outils et les données d'appui correspondantes.

c) Le constructeur doit fournir des références claires permettant de relier le dossier d'information aux parties correspondantes de la chaîne d'outils et aux données.

d) Le dossier d'information doit être conservé tout au long du cycle de vie de l'utilisation de la chaîne d'outils. L'évaluateur peut contrôler le constructeur en évaluant son dossier d'information et/ou en effectuant des essais physiques.