2026/1075

22.5.2026

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 94 — Prescriptions uniformes relatives à l'homologation des véhicules en ce qui concerne la protection des occupants en cas de collision frontale [2026/1075]

Comprenant tout le texte valide jusqu'à:
Complément 1 à la série 05 d'amendements – Date d'entrée en vigueur: 12 juin 2025

Le présent document est communiqué uniquement à titre d'information. Le texte authentique, juridiquement contraignant, est celui des documents suivants:

ECE/TRANS/WP.29/2018/132
ECE/TRANS/WP.29/2020/54
ECE/TRANS/WP.29/2020/107
ECE/TRANS/WP.29/2021/115
ECE/TRANS/WP.29/2023/47
ECE/TRANS/WP.29/2023/107
ECE/TRANS/WP.29/2024/132

TABLE DES MATIÈRES

Règlement

1. Domaine d'application
2. Définitions
3. Demande d'homologation
4. Homologation
5. Spécifications
6. Instructions pour les utilisateurs de véhicules munis de coussins gonflables
7. Modification et extension de l'homologation du type de véhicule
8. Conformité de la production
9. Sanctions pour non-conformité de la production
10. Arrêt définitif de la production
11. Noms et adresses des services techniques chargés des essais d'homologation et des autorités d'homologation de type
12. Dispositions transitoires

Annexes

1. Communication
2. Exemples de marques d'homologation
3. Procédure d'essai
4. Critère de performance de la tête (HPC) et critère d'accélération de la tête sur 3 ms
5. Emplacement et installation des mannequins et réglage des systèmes de retenue
6. Procédure de détermination du point «H» et de l'angle réel de torse pour les places assises des véhicules automobiles

   Appendice 1 – Description de la machine tridimensionnelle point «H» (machine 3-D H)

   Appendice 2 – Système de référence à trois dimensions

   Appendice 3 – Paramètres de référence des places assises

7. Procédure d'essai avec chariot

   Courbe d'équivalence –
   bande de tolérance pour la courbe $\Delta V = f(t)$

8. Technique de mesurage pour les essais de mesure: instrumentation

9. Définition de la barrière déformable

10. Procédure de certification de la jambe et du pied du mannequin

11. Procédures d'essai concernant les véhicules munis d'une chaîne de traction électrique

12. Modalité des essais visant à évaluer l'intégrité du système d'alimentation en hydrogène en cas de choc

1. Domaine d'application

Le présent règlement s'applique aux véhicules de la catégorie M_1 [1] dont la masse totale autorisée n'excède pas 3 500 kg et aux véhicules de la catégorie N_1 dont la masse totale autorisée n'excède pas 2 500 kg; d'autres véhicules peuvent être homologués à la demande du constructeur.

2. Définitions

Au sens du présent règlement, on entend:

2.1. Par «*système de protection*», les accessoires et dispositifs intérieurs destinés à retenir les occupants et à contribuer à assurer la conformité avec les prescriptions énoncées au paragraphe 5 ci-après;

2.2. Par «*type de système de protection*», une catégorie de dispositifs de protection qui ne diffèrent pas entre eux sur des aspects essentiels tels que:

La technologie;

La géométrie;

Les matériaux constitutifs;

2.3. Par «*largeur du véhicule*», la distance qui sépare deux plans parallèles au plan longitudinal médian du véhicule et tangents à ce dernier de part et d'autre dudit plan, à l'exclusion des dispositifs extérieurs de vision indirecte, des feux de position latéraux, des indicateurs de pression des pneumatiques, des feux indicateurs de direction, des feux de position, des garde-boue souples et du renflement des flancs des pneumatiques juste au-dessus du point de contact avec le sol;

2.4. Par «*chevauchement*», le pourcentage de la largeur du véhicule directement devant la face de la barrière;

2.5. Par «*face déformable de la barrière*», la partie susceptible d'être écrasée montée à l'avant d'un bloc rigide;

2.6. Par «type de véhicule», une catégorie de véhicules à moteur qui ne diffèrent pas entre eux sur des aspects essentiels, dans la mesure où ils faussent les résultats de l'essai de choc prescrit dans le présent règlement, tels que:

a) La longueur et la largeur du véhicule;

b) La structure, les dimensions, les formes et les matériaux de la partie du véhicule se trouvant à l'avant du plan transversal passant par le point «R» du siège du conducteur;

c) Les formes et les dimensions intérieures de l'habitacle et le type de système de protection;

d) L'emplacement (avant, arrière ou central) et l'orientation (transversale ou longitudinale) du moteur;

e) La masse à vide;

f) Les aménagements ou accessoires optionnels fournis par le constructeur;

g) L'emplacement du SRSEE [2];

h) La configuration de base et les caractéristiques principales du système de stockage d'hydrogène comprimé.

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

[2] Voir le paragraphe 2.14.

2.7. Habitacle

2.7.1. Par «*habitacle, s'agissant de la protection des occupants*», l'espace réservé aux occupants, limité par le toit, le plancher, les parois latérales, les portes, les vitres extérieures, la cloison-moteur et le plan de la cloison du compartiment arrière ou celui du support du dossier du siège arrière;

2.7.2. Par «*habitacle, s'agissant de l'évaluation de la sécurité électrique ou de la sécurité liée à l'hydrogène*", l'espace réservé aux occupants, délimité par le toit, le plancher, les parois latérales, les portes, les vitres extérieures, la cloison avant et la cloison arrière ou porte arrière, ainsi que par les barrières et les carters servant à protéger les occupants de tout contact direct avec des éléments sous haute tension;

2.8. Par «*point R*», un point de référence défini pour chaque siège par le constructeur en fonction de la structure du véhicule, comme indiqué à l'annexe 6;

2.9. Par «*point H*», un point de référence déterminé pour chaque siège par le service d'essai chargé de l'homologation, conformément à la procédure décrite à l'annexe 6;

2.10. Par «*masse en ordre de marche à vide*», la masse du véhicule en ordre de marche, inoccupé et non chargé mais complet avec carburant, liquide de refroidissement, lubrifiant, outils et une roue de secours (si ces derniers font partie de l'équipement standard fourni par le constructeur du véhicule);

2.11. Par «*coussin gonflable*», un dispositif installé comme complément des ceintures de sécurité et autres systèmes de retenue sur les véhicules à moteur qui, lorsque le véhicule est soumis à un choc violent, déploie automatiquement une structure souple destinée à limiter, par compression des gaz qu'elle contient, la gravité des chocs entre les parties du corps d'un occupant de ce véhicule et l'intérieur de l'habitacle;

2.12. Par «*coussin gonflable de passager*», un coussin gonflable destiné à protéger le(s) occupant(s) des sièges autres que celui du conducteur en cas de collision frontale;

2.13. Par «*à haute tension*», la classification nominale d'un composant ou d'un circuit électrique si sa tension de fonctionnement est > 60 V et ≤ 1 500 V en courant continu ou > 30 V et ≤ 1 000 V en courant alternatif, en valeur efficace;

2.14. Par «*système rechargeable de stockage de l'énergie électrique (SRSEE)*», le système de stockage de l'énergie rechargeable qui fournit l'énergie électrique nécessaire à la traction électrique.

Une batterie dont la fonction principale est de fournir de l'énergie pour le démarrage du moteur, l'éclairage ou d'autres fonctions auxiliaires du véhicule n'est pas considérée comme un SRSEE.

Le SRSEE peut comprendre des systèmes de support physique, de régulation thermique et de commande électronique, ainsi que des carters de protection;

2.15. Par «*barrière de protection électrique*», l'élément de protection contre tout contact direct avec des éléments sous haute tension;

2.16. Par «*chaîne de traction électrique*», l'ensemble du circuit électrique comprenant le ou les moteurs de traction et pouvant aussi comprendre le SRSEE, le système de conversion de l'énergie électrique, les convertisseurs électroniques, le faisceau de câblage et les connecteurs, et le système de raccordement pour la recharge du SRSEE;

2.17. Par «*élément sous tension*», un élément conducteur conçu pour être mis sous tension en conditions normales d'utilisation;

2.18. Par «*élément conducteur exposé*», un élément conducteur qui peut être facilement touché selon les dispositions relatives au degré de protection IPXXB et n'est normalement pas mis sous tension mais peut l'être en cas de défaillance de l'isolation. Il s'agit notamment des éléments protégés par un cache qui peut être enlevé sans l'aide d'outils;

2.19. Par «*contact direct*», le contact de personnes avec les éléments à haute tension;

2.20. Par «*contact indirect*», le contact de personnes avec des éléments conducteurs exposés;

2.21. Par «*degré de protection IPXXB*», la protection contre tout contact avec les éléments à haute tension, assurée par une barrière ou un carter de protection et mesurée au moyen du doigt d'épreuve articulé (degré IPXXB) décrit au paragraphe 4 de l'annexe 11;

2.22. Par «*tension de fonctionnement*», la valeur la plus élevée de la tension efficace d'un circuit électrique, définie par le constructeur, qui peut exister entre des éléments conducteurs quand le circuit est ouvert ou dans des conditions normales de fonctionnement. Si le circuit électrique est divisé en plusieurs circuits par isolement galvanique, la tension de fonctionnement est définie pour chacun d'eux;

2.23. Par «*système de raccordement pour la recharge du système rechargeable de stockage de l'énergie électrique (SRSEE)*», le circuit électrique utilisé pour recharger le SRSEE à partir d'une source électrique extérieure, y compris la prise de raccordement côté véhicule;

2.24. Par «*masse électrique*», un ensemble d'éléments conducteurs reliés électriquement, dont le potentiel sert de référence;

2.25. Par «*circuit électrique*», un ensemble d'éléments à haute tension interconnectés, conçu pour être sous tension dans des conditions normales de fonctionnement;

2.26. Par «*système de conversion de l'énergie électrique*», un système (pile à combustible, par exemple) qui fabrique et fournit l'énergie électrique nécessaire à la traction;

2.27. Par «*convertisseur électronique*», un appareil capable de réguler et/ou de convertir l'énergie électrique nécessaire à la traction;

2.28. Par «*carter de protection*», un élément qui contient les organes internes et protège contre tout contact direct;

2.29. Par «*rail haute tension*», le circuit électrique, y compris le système de raccordement pour la recharge du SRSEE, qui fonctionne sous haute tension.

Dans le cas des circuits électriques qui sont interconnectés galvaniquement et remplissent une condition spécifique de tension, seuls les éléments ou parties du circuit électrique qui fonctionnent à haute tension sont considérés comme un rail haute tension;

2.30. Par «*isolant solide*», le revêtement isolant du faisceau de câblage destiné à recouvrir les éléments sous haute tension et à les protéger de tout contact direct;

2.31. Par «*fonction de déconnexion automatique*», une fonction qui, lorsqu'elle est activée, sépare galvaniquement les sources d'énergie électrique du reste du circuit haute tension de la chaîne de traction électrique;

2.32. Par «*batterie de traction de type ouvert*», un type de batterie nécessitant d'être remplie d'un liquide et produisant de l'hydrogène qui est libéré dans l'atmosphère;

2.33. Par «*système de verrouillage automatique des portes*», un système qui verrouille les portes automatiquement dès qu'une vitesse prédéfinie est atteinte ou dans toute autre situation prévue par le constructeur;

2.34. Par «*système de déplacement*», un dispositif permettant une translation et/ou une rotation, sans position intermédiaire fixe, du siège ou de l'une de ses parties, pour faciliter l'accès des occupants à l'espace derrière le siège déplacé et leur sortie de cet espace;

2.35. Par «*châssis en échelle*», un châssis composé de deux longerons longitudinaux reliés transversalement par des entretoises et sur lequel la cabine, composée de panneaux, est reliée à ces longerons;

2.36. Par «*électrolyte aqueux*», un électrolyte utilisant de l'eau comme solvant pour les composés (acides ou bases, par exemple), qui produit des ions conducteurs à la suite de sa dissociation;

2.37. Par «*fuite d'électrolyte*», la perte d'électrolyte par le SRSEE sous forme liquide;

2.38. Par «*électrolyte non aqueux*», un électrolyte dont le solvant n'est pas l'eau;

2.39. Par «*conditions normales d'utilisation*», les modes et conditions d'utilisation que l'on s'attend à constater dans le cadre de l'utilisation ordinaire du véhicule, à savoir la conduite du véhicule aux vitesses autorisées et signalées sur les panneaux de signalisation, le stationnement ou l'arrêt dans la circulation, ainsi que la recharge au moyen de chargeurs compatibles avec les prises de recharge prévues sur le véhicule. Sont exclues les conditions suivantes: véhicule endommagé du fait d'un accident, d'un objet encombrant la chaussée ou d'un acte de vandalisme, véhicule incendié ou immergé dans de l'eau, ou véhicule nécessitant une réparation ou un entretien ou en cours de réparation ou d'entretien;

2.40. Par «*condition spécifique de tension*», la condition dans laquelle la tension maximale d'un circuit électrique relié galvaniquement entre un élément sous tension en courant continu et tout autre élément sous tension (courant continu ou alternatif) est inférieure ou égale à 30 V en courant alternatif (valeur efficace) et inférieure ou égale à 60 V en courant continu.

Note 1: Lorsqu'un élément sous tension en courant continu d'un tel circuit électrique est relié à la masse et que la condition spécifique de tension s'applique, la tension maximale entre tout élément sous tension et la masse électrique est inférieure ou égale à 30 V en courant alternatif (valeur efficace) et inférieure ou égale à 60 V en courant continu;

Note 2: Pour les tensions continues pulsées (tensions alternatives sans changement de polarité), le seuil de courant continu doit être appliqué.

2.41. Par «*niveau de charge*», la charge électrique disponible dans le SRSEE, exprimée en pourcentage de sa capacité nominale;

2.42. Par «*feu*», l'émission de flammes par le véhicule. Les étincelles et les arcs électriques ne sont pas considérés comme des flammes;

2.43. Par «*explosion*», une libération soudaine d'énergie suffisante pour engendrer une onde de choc ou des projections susceptibles de causer des dégâts structurels ou physiques dans la zone située autour du véhicule.

2.44. Par «*système de stockage d'hydrogène comprimé*", un système conçu pour stocker l'hydrogène comprimé alimentant un véhicule à hydrogène et composé d'un réservoir, éventuellement muni d'accessoires, et de tous les dispositifs de fermeture primaires qui sont nécessaires pour isoler l'hydrogène stocké du reste du système d'alimentation en carburant ainsi que du milieu ambiant.

2.45. Par «*réservoir*" (de stockage d'hydrogène), le composant sous pression du véhicule qui stocke le volume primaire d'hydrogène carburant dans une seule chambre ou dans plusieurs chambres raccordées en permanence.

2.46. Par «*accessoires du réservoir*", les pièces non soumises à la pression qui sont fixées au réservoir, lui fournissent un appui ou une protection supplémentaire et ne peuvent être retirées que temporairement à des fins d'entretien ou d'inspection et à l'aide d'outils.

2.47. Par «*véhicule à hydrogène*", tout véhicule à moteur qui utilise comme moyen de propulsion de l'hydrogène gazeux comprimé, y compris les véhicules à pile à combustible et à moteur à combustion interne. L'hydrogène servant de carburant à ces véhicules est défini dans les normes ISO 14687:2019 et SAE J2719_202003.

2.48. Par «*vanne d'arrêt (pour véhicule à hydrogène)*", une vanne située entre le réservoir et le système d'alimentation en carburant du véhicule, qui doit par défaut revenir en position fermée lorsqu'elle n'est pas alimentée par une source électrique.

3. Demande d'homologation

3.1. La demande d'homologation d'un type de véhicule en ce qui concerne la protection des occupants des sièges avant en cas de collision frontale (essai contre barrière déformable décalée) doit être déposée par le constructeur du véhicule ou par son représentant dûment accrédité.

3.2. Elle doit être accompagnée des documents ci-après en triple exemplaire et des précisions suivantes:

3.2.1. Une description détaillée du type de véhicule en ce qui concerne sa structure, ses dimensions, ses formes et ses matériaux constitutifs;

3.2.2. Des photographies et/ou des diagrammes et dessins du véhicule montrant le type de véhicule vu de face, de côté et de l'arrière et des détails de la partie avant de la structure;

3.2.3. Les caractéristiques de la masse en ordre de marche à vide du véhicule;

3.2.4. Les formes et les dimensions intérieures de l'habitacle;

3.2.5. Une description de l'équipement intérieur et des systèmes de protection installés à bord du véhicule;

3.2.6. Une description générale du type de source d'énergie électrique et l'emplacement de la chaîne de traction électrique (chaîne hybride ou chaîne électrique, par exemple).

3.3. Le demandeur peut présenter toutes données et tous résultats d'essais réalisés permettant d'établir que l'on peut se conformer aux prescriptions avec un degré de certitude suffisant.

3.4. Un échantillon représentatif du type de véhicule à homologuer doit être présenté au service technique chargé de procéder aux essais d'homologation.

3.4.1. Un véhicule non équipé de tous les composants propres à ce type peut être accepté pour les essais à condition que l'on puisse montrer que l'absence de ces composants ne fausse pas les résultats des essais au regard des prescriptions du présent règlement.

3.4.2. Il appartient au demandeur de démontrer que l'application du paragraphe 3.4.1 ci-dessus est compatible avec le respect des prescriptions du présent règlement.

4. Homologation

4.1. Si le type de véhicule soumis à l'homologation au titre du présent règlement satisfait aux prescriptions du présent règlement, l'homologation de ce type de véhicule est accordée.

4.1.1. Le service technique désigné conformément au paragraphe 12 ci-après doit vérifier si les conditions requises sont satisfaites.

4.1.2. En cas de doute, on tient compte, lorsque l'on vérifie si le véhicule est conforme aux prescriptions du présent règlement, de toute donnée ou de tout résultat d'essai fourni par le constructeur qui peut être pris en considération pour valider l'essai d'homologation réalisé par le service technique.

4.2. Un numéro d'homologation est attribué à chaque type homologué, conformément à l'annexe 4 de l'accord de 1958 (E/ECE/TRANS/505/Rev.3).

4.3. L'homologation, l'extension de l'homologation, le refus d'homologation ou le retrait de l'homologation au titre du présent règlement est notifié aux Parties à l'accord appliquant le présent règlement au moyen d'une fiche conforme au modèle visé à l'annexe 1 dudit règlement.

4.4. Une marque d'homologation internationale doit être apposée dans un emplacement visible et facilement accessible spécifié sur la fiche d'homologation, sur chaque véhicule conforme au type homologué au titre du présent règlement. Cette marque se compose:

4.4.1. D'un cercle entourant la lettre «E», suivi du numéro distinctif du pays qui a accordé l'homologation ([3]);

4.4.2. Du numéro du présent règlement, suivi de la lettre «R», d'un tiret et du numéro d'homologation à droite du cercle spécifié au paragraphe 4.4.1 ci-dessus.

4.5. Si le véhicule est conforme à un type de véhicule homologué au titre d'un ou de plusieurs autres règlements annexés à l'accord dans le pays qui a accordé l'homologation au titre du présent règlement, il n'est pas nécessaire de répéter le symbole prescrit au paragraphe 4.4.1 ci-dessus; en pareil cas, les numéros de règlement et d'homologation et les symboles additionnels pour tous les règlements en application desquels l'homologation a été accordée dans le pays qui a accordé l'homologation au titre du présent règlement sont inscrits l'un au-dessous de l'autre à droite du symbole prescrit au paragraphe 4.4.1.

4.6. La marque d'homologation doit être nettement lisible et indélébile.

4.7. La marque d'homologation doit être placée à proximité de la plaque du constructeur ou sur celle-ci.

4.8. Des exemples de marques d'homologation figurent à l'annexe 2 du présent règlement.

5. Spécifications

5.1. Spécifications générales applicables à tous les essais.

5.1.1. Le point «H» de chaque siège doit être déterminé conformément à la procédure décrite à l'annexe 6.

5.1.2. Lorsque le système de protection des places assises avant comporte des ceintures, les éléments constitutifs de ces ceintures doivent être conformes aux prescriptions du règlement ONU n° 16.

5.1.3. Les places assises occupées par un mannequin et dont les systèmes de protection comportent des ceintures doivent être munies de points d'ancrage conformes au règlement ONU n° 14.

5.2. Spécifications

L'essai du véhicule effectué conformément à la méthode décrite à l'annexe 3 est jugé satisfaisant si toutes les conditions énoncées aux paragraphes 5.2.1 à 5.2.7 ci-après sont remplies en même temps.

Les véhicules équipés d'une chaîne de traction électrique doivent en outre satisfaire aux prescriptions du paragraphe 5.2.8 ci-après. La démonstration peut en être faite lors d'un essai de choc distinct, à la demande du constructeur, et après l'accord du service technique, pour autant que les composants électriques n'aient aucune incidence sur l'efficacité du type de véhicule considéré en matière de protection des occupants, telle qu'elle est définie aux paragraphes 5.2.1 à 5.2.5 du présent règlement. Si tel est le cas, le respect des prescriptions énoncées au paragraphe 5.2.8 doit être vérifié selon les méthodes définies à l'annexe 3 du présent règlement, à l'exception des paragraphes 2, 5 et 6 de ladite annexe, mais un mannequin de type Hybrid III (voir note de bas de page 1 de l'annexe 3), équipé de chevilles à 45° et réglé selon les caractéristiques propres à ce type, doit être installé à chacune des places latérales avant.

([3]) Les numéros distinctifs des Parties contractantes à l'accord de 1958 sont indiqués à l'annexe 3 de la Résolution d'ensemble sur la construction des véhicules (R.E.3), document ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.7, https://unece.org/transport/vehicle-regulations/wp29/resolutions.

5.2.1. Les critères de performance relevés, conformément à l'annexe 8, sur les mannequins installés aux places latérales avant doivent satisfaire aux conditions suivantes:

5.2.1.1. Le critère de performance de la tête (HPC) ne doit pas être supérieur à 1 000 et l'accélération résultante de la tête ne doit pas dépasser 80 g pendant plus de 3 ms. Cette dernière fait l'objet d'un calcul cumulatif excluant le mouvement de retour de la tête;

5.2.1.2. Les critères de lésion du cou ne doivent pas être supérieurs aux valeurs indiquées sur les figures 1 et 2 ([4]);

Figure 1

Critère de traction du cou

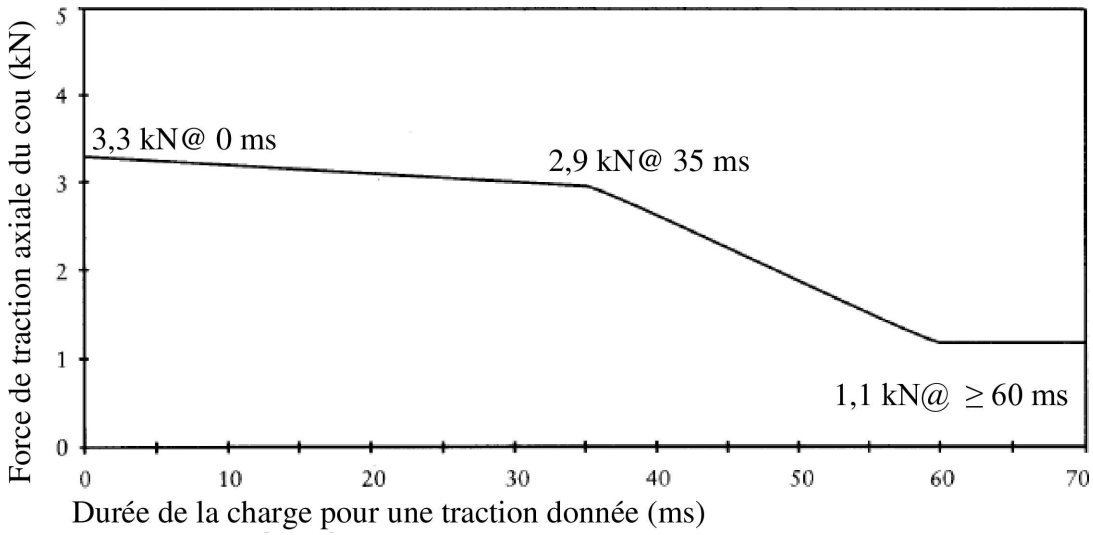
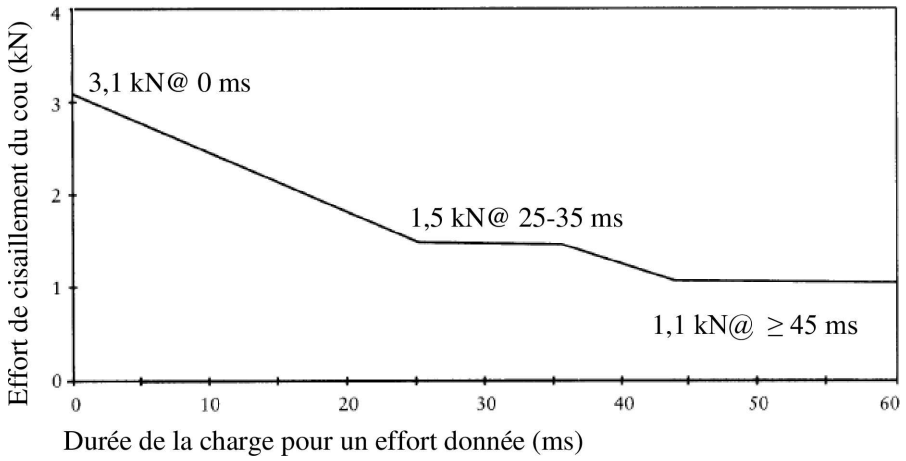


Figure 2

Critère d'effort de cisaillement du cou



([4]) Jusqu'au 1er octobre 1998, les valeurs obtenues pour le cou ne constitueront pas un critère déterminant pour l'homologation. Les résultats seront consignés dans le procès-verbal de l'essai et enregistrés par l'autorité chargée de l'homologation de type. Après cette date, les valeurs spécifiées dans le présent paragraphe constitueront des critères déterminants, sauf si d'autres valeurs sont adoptées.

5.2.1.3. Le moment de flexion du cou autour de l'axe y ne doit pas être supérieur à 57 Nm en extension[4];

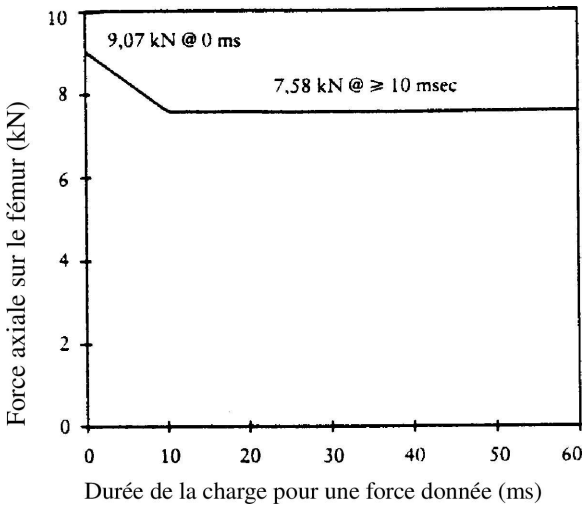
5.2.1.4. Le critère de compression du thorax (THCC) ne doit pas être supérieur à 42 mm;

5.2.1.5. Le critère de viscosité (V * C) pour le thorax ne doit pas être supérieur à 1,0 m/s;

5.2.1.6. Le critère de force sur le fémur (FFC) ne doit pas être supérieur au critère de performance force-temps décrit à la figure 3;

Figure 3

Critère de force sur le fémur



5.2.1.7. Le critère de force de compression sur le tibia (TCFC) ne doit pas être supérieur à 8 kN;

5.2.1.8. L'indice du tibia (TI) mesuré au sommet et à la base de chaque tibia ne doit pas être supérieur à 1,3 dans chaque position;

5.2.1.9. Le mouvement de l'articulation du genou glissant ne doit pas être supérieur à 15 mm.

5.2.2. Après l'essai, le déplacement résiduel du volant de direction, mesuré au centre et au sommet de la colonne de direction, ne doit pas être supérieur à 80 mm verticalement vers le haut ni à 100 mm horizontalement vers l'arrière.

5.2.3. Aucune porte ne doit s'ouvrir au cours de l'essai.

5.2.3.1. Lorsqu'un système de verrouillage automatique des portes a été installé en option et/ou peut être désactivé par le conducteur, il faut vérifier le respect de cette condition en appliquant l'une des deux procédures d'essai suivantes, au choix du constructeur:

5.2.3.1.1. Si l'essai est effectué conformément au paragraphe 1.4.3.5.2.1 de l'annexe 3, le constructeur doit démontrer à la satisfaction du service technique (au moyen de ses propres données internes, par exemple) que, en l'absence du système, ou lorsque ce dernier est désactivé, aucune porte ne s'ouvre en cas de collision.

5.2.3.1.2. Dans l'autre cas, l'essai est effectué conformément au paragraphe 1.4.3.5.2.2 de l'annexe 3.

5.2.4. Après le choc, les portes latérales doivent être non verrouillées.

5.2.4.1. Dans le cas d'un véhicule équipé d'un système de verrouillage automatique des portes, celles-ci doivent être verrouillées avant la collision et déverrouillées après la collision.

5.2.4.2. Lorsqu'un système de verrouillage automatique des portes a été installé en option et/ou peut être désactivé par le conducteur, il faut vérifier le respect de cette condition en appliquant l'une des deux procédures d'essai suivantes, au choix du constructeur:

5.2.4.2.1. Si l'essai est effectué conformément au paragraphe 1.4.3.5.2.1 de l'annexe 3, le constructeur doit démontrer à la satisfaction du service technique (au moyen de ses propres données internes, par exemple) que, en l'absence du système, ou lorsque ce dernier est désactivé, aucune porte latérale ne se verrouille pendant la collision.

5.2.4.2.2. Dans l'autre cas, l'essai est effectué conformément au paragraphe 1.4.3.5.2.2 de l'annexe 3.

5.2.5. Après le choc, il doit être possible, sans l'aide d'outils, à l'exception des outils nécessaires au soutien de la masse du mannequin:

5.2.5.1. D'ouvrir au moins une porte par rangée de sièges. Lorsqu'il n'y a pas de porte, il doit être possible d'évacuer tous les occupants en activant le système de déplacement des sièges, si nécessaire. Cette mesure n'est pas applicable aux cabriolets, dont le toit peut être facilement ouvert pour permettre l'évacuation des occupants.

Cette possibilité doit être évaluée pour toutes les configurations ou pour la configuration la plus défavorable pour ce qui est du nombre de portes de chaque côté du véhicule, et pour les véhicules à conduite à gauche tout comme pour les véhicules à conduite à droite, selon le cas;

5.2.5.2. De dégager les mannequins du dispositif de retenue, qui, s'il est verrouillé, doit pouvoir être débloqué en exerçant une force maximale de 60 N au centre de la commande de déverrouillage;

5.2.5.3. D'extraire les mannequins du véhicule sans procéder à aucun réglage des sièges.

5.2.6. Dans le cas de véhicules à combustible liquide, il n'est toléré qu'une fuite légère de liquide de système d'alimentation en carburant au moment de la collision.

5.2.6.1. Si la fuite de liquide du système d'alimentation en carburant se poursuit après la collision, elle ne peut excéder 30 g par minute; si ce liquide se mélange avec d'autres provenant des autres systèmes et si l'on ne peut aisément séparer et identifier les différents liquides, on tient compte de l'ensemble des liquides recueillis pour évaluer cette fuite.

5.2.7. Dans le cas d'un véhicule à hydrogène comprimé, le respect des dispositions des paragraphes 5.2.7.1 à 5.2.7.3 doit être démontré.

5.2.7.1. Le débit de la fuite (V_{H2}), déterminé conformément soit au paragraphe 4 de l'annexe 12 s'il s'agit d'hydrogène, soit au paragraphe 5 de l'annexe 12 s'il s'agit d'hélium, ne doit pas dépasser en moyenne 118 Nl par minute pendant l'intervalle de temps prévu (Δt, en min) après le choc.

5.2.7.2. La concentration de gaz (hydrogène ou hélium) en volume dans l'air, déterminée pour l'habitacle et le coffre à bagages conformément au paragraphe 6 de l'annexe 12, ne doit pas dépasser 4,0 % pour l'hydrogène et 3,0 % pour l'hélium, à tout moment pendant les 60 min que dure la période de mesure faisant suite au choc. Cette prescription est remplie s'il est confirmé que la vanne d'arrêt de chaque système de stockage d'hydrogène comprimé s'est fermée dans les 5 s suivant le premier contact du véhicule avec la barrière et que le ou les systèmes de stockage d'hydrogène comprimé ne présentent pas de fuite.

5.2.7.3. Le ou les réservoirs (de stockage d'hydrogène) doivent rester fixés au véhicule par au moins un point.

5.2.8. À l'issue de l'essai effectué selon la procédure définie à l'annexe 3 du présent règlement, la chaîne de traction électrique à haute tension ainsi que les systèmes à haute tension qui sont reliés de façon galvanique au rail haute tension de la chaîne de traction doivent satisfaire aux critères suivants:

5.2.8.1. Protection contre les chocs électriques

Après le choc, les rails haute tension doivent satisfaire à l'un au moins des quatre critères énoncés aux paragraphes 5.2.8.1.1 à 5.2.8.1.4.2.

Si le véhicule est équipé d'une fonction de déconnexion automatique, ou d'un ou de plusieurs dispositifs qui isolent électriquement le circuit de la chaîne de traction électrique pendant la conduite, l'un au moins des critères ci-après doit s'appliquer au circuit déconnecté ou à chacun des circuits isolés après la déconnexion.

Les critères définis au paragraphe 5.2.8.1.4 ci-après ne s'appliquent cependant pas si plus d'un élément d'une partie du rail haute tension ne bénéficie pas d'un degré de protection IPXXB.

Si l'essai de choc est effectué alors qu'une ou plusieurs parties du système haute tension ne sont pas sous tension, à l'exception de tout dispositif de couplage destiné à charger le SRSEE qui n'est pas mis sous tension pendant la conduite, la protection de la ou des parties en question contre tout choc électrique doit être assurée conformément au paragraphe 5.2.8.1.3 ou au paragraphe 5.2.8.1.4 ci-après.

5.2.8.1.1. Absence de haute tension

Les tensions U_b, U_1 et U_2 des rails haute tension doivent être inférieures ou égales à 30 V en courant alternatif ou à 60 V en courant continu dans les 60 s suivant le choc lorsque la mesure est prise comme indiqué au paragraphe 2 de l'annexe 11.

5.2.8.1.2. Faible niveau d'énergie électrique

L'énergie totale des rails haute tension doit être inférieure à 0,2 joule lorsqu'elle est mesurée conformément à la procédure d'essai décrite au paragraphe 3 de l'annexe 11, avec la formule a). Elle peut aussi être calculée au moyen de la tension mesurée U_b du rail haute tension et de la capacitance des condensateurs X (C_x) indiquée par le constructeur dans la formule b) du paragraphe 3 de l'annexe 11.

L'énergie contenue dans les condensateurs Y (TE_{y1}, TE_{y2}) doit aussi être inférieure à 0,2 joule. On la calcule en mesurant les tensions U_1 et U_2 des rails haute tension et de la masse, ainsi que la capacitance des condensateurs Y spécifiée par le constructeur conformément à la formule c) du paragraphe 3 de l'annexe 11.

5.2.8.1.3. Protection physique

Le degré de protection IPXXB doit être assuré afin d'éviter tout contact direct avec les éléments sous haute tension.

L'évaluation doit être effectuée conformément aux prescriptions du paragraphe 4 de l'annexe 11.

De plus, pour une protection contre tout choc électrique provenant d'un contact indirect, la résistance entre toutes les parties conductrices exposées des barrières ou carters de protection électrique et la masse électrique doit être inférieure à 0,1 Ω et la résistance entre deux éléments conducteurs de barrières ou carters de protection électrique exposés, simultanément accessibles et distants de moins de 2,5 m l'un de l'autre, doit être inférieure à 0,2 Ω. Ces deux résistances doivent être mesurées sous une intensité d'au moins 0,2 A; elles peuvent également être calculées sur la base des valeurs de résistance des éléments pertinents du circuit électrique mesurées séparément.

Ces prescriptions sont satisfaites si la liaison galvanique a été effectuée par soudage. En cas de doute, ou si la liaison est assurée autrement que par soudage, les mesures doivent être faites au moyen de l'une des procédures d'essai décrites au paragraphe 4.1 de l'annexe 11.

5.2.8.1.4. Résistance d'isolement

Les critères définis aux paragraphes 5.2.8.1.4.1 et 5.2.8.1.4.2 ci-après doivent être remplis.

La mesure doit être effectuée conformément aux prescriptions du paragraphe 5 de l'annexe 11.

5.2.8.1.4.1. Chaîne de traction électrique composée d'un rail à courant continu et d'un rail à courant alternatif distincts

Si les rails haute tension à courant alternatif et les rails haute tension à courant continu sont isolés les uns des autres de façon galvanique, la résistance d'isolement entre le rail haute tension et la masse électrique (R_i, selon la définition du paragraphe 5 de l'annexe 11) doit être au minimum de 100 Ω/V de tension de fonctionnement pour les rails à courant continu et de 500 Ω/V de tension de fonctionnement pour les rails à courant alternatif.

5.2.8.1.4.2. Chaîne de traction électrique composée de rails combinés sous courant continu et sous courant alternatif.

Si les rails haute tension sous courant alternatif et les rails haute tension sous courant continu sont reliés électriquement, ils doivent satisfaire à l'une au moins des prescriptions suivantes:

a) La résistance d'isolement entre le rail haute tension et la masse électrique doit être au minimum de 500 Ω/V de tension de fonctionnement;

b) La résistance d'isolement entre le rail haute tension et la masse électrique doit être d'au moins 100 Ω/V de tension de fonctionnement et le rail à courant alternatif doit satisfaire aux prescriptions relatives à la protection physique énoncées au paragraphe 5.2.8.1.3;

c) La résistance d'isolement entre le rail haute tension et la masse électrique doit être d'au moins 100 Ω/V de tension de fonctionnement et le rail à courant alternatif doit satisfaire aux prescriptions relatives à l'absence de haute tension énoncées au paragraphe 5.2.8.1.1.

5.2.8.2. Fuite d'électrolyte

5.2.8.2.1. Cas d'un SRSEE à électrolyte aqueux

Au cours des 60 min qui suivent le choc, il ne doit se produire aucune fuite d'électrolyte du SRSEE vers l'habitacle, une fuite maximale de 7 % en volume et de 5,0 l d'électrolyte étant admise à l'extérieur de l'habitacle. On peut mesurer la quantité d'électrolyte écoulée, une fois celui-ci recueilli, en employant les méthodes classiques de détermination des volumes de liquide. Dans le cas d'un récipient contenant du solvant Stoddard, un liquide de refroidissement coloré et l'électrolyte, on peut isoler les fluides en fonction de leur masse volumique avant de les mesurer.

5.2.8.2.2. Cas d'un SRSEE à électrolyte non aqueux

Au cours des 60 min qui suivent le choc, il ne doit se produire aucune fuite d'électrolyte liquide du SRSEE ni vers l'habitacle ou le compartiment à bagages ni à l'extérieur du véhicule. On doit rechercher une fuite éventuelle par inspection visuelle sans démonter aucune partie du véhicule.

5.2.8.3. Maintien en place du SRSEE

Le SRSEE doit rester fixé au véhicule par au moins un ancrage, un support ou une structure transférant les charges subies à la structure du véhicule. Tout SRSEE installé à l'extérieur de l'habitacle ne doit pas pénétrer dans ce dernier.

5.2.8.4. Risque de feu

Au cours des 60 min qui suivent le choc, on ne doit observer aucun feu ni aucune explosion à l'emplacement du SRSEE.

5.3. Dispositions spécifiques

5.3.1. Les véhicules de la catégorie M_1 dont la masse totale autorisée excède 2 500 kg et basés sur des types de véhicules de la catégorie N_1 dont la masse totale autorisée excède 2 500 kg sont réputés satisfaire aux prescriptions du paragraphe 5 lorsque les prescriptions du règlement ONU n° 137 sont pleinement respectées et que l'une au moins des conditions suivantes est remplie:

a) L'angle aigu alpha (α), mesuré entre un plan horizontal passant par le centre de l'essieu avant et un plan transversal angulaire passant par le centre de l'essieu avant et le point R du siège du conducteur (voir fig. 4 ci-après), est supérieur à 22°;

b) Ou le rapport entre les distances séparant le point R du conducteur du centre de l'essieu arrière (L101-L114) et le centre de l'essieu avant du point R du conducteur (L114) est supérieur à 1,30 (voir fig. 4 ci-après).

Ces paramètres sont vérifiés par le service technique, soumis à l'autorité d'homologation de type pour décision, et déclarés au titre du point 8.2 de l'annexe 1 portant sur la communication de l'homologation.

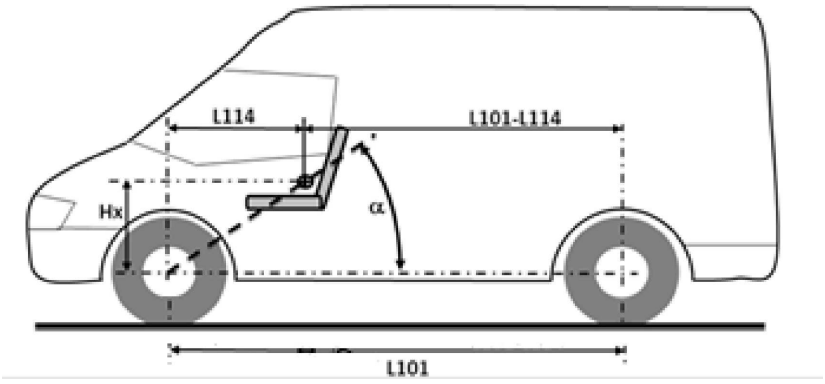
5.3.2. Les véhicules de la catégorie N_1 dont la masse totale autorisée excède 2 250 kg mais n'excède pas 2 500 kg sont réputés satisfaire aux prescriptions du paragraphe 5 lorsque leur base structurelle est un châssis en échelle, que les critères du règlement ONU n° 137 sont pleinement respectés et que l'une au moins des conditions suivantes est remplie:

a) L'angle aigu alpha (α), mesuré entre un plan horizontal passant par le centre de l'essieu avant et un plan transversal angulaire passant par le centre de l'essieu avant et le point R du siège du conducteur (voir fig. 4 ci-après), est supérieur à 22°;

b) Ou le rapport entre les distances séparant le point R du conducteur du centre de l'essieu arrière (L101-L114) et le centre de l'essieu avant du point R du conducteur (L114) est supérieur à 1,30 (voir fig. 4 ci-après).

Ces paramètres sont vérifiés par le service technique, soumis à l'autorité d'homologation de type pour décision, et déclarés au titre du point 8.2 de l'annexe 1 portant sur la communication de l'homologation.

Figure 4



6. Instructions pour les utilisateurs de véhicules munis de coussins gonflables

6.1. Sur les véhicules munis d'un coussin gonflable destiné à protéger le conducteur et les passagers, la conformité aux prescriptions des paragraphes 8.1.8 à 8.1.9 du règlement ONU n° 16, tel que modifié par la série 08 d'amendements, doit être démontrée à compter du 1er septembre 2020 pour les nouveaux types de véhicules. Avant cette date, les prescriptions pertinentes de la série précédente d'amendements sont applicables.

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

7.1. Toute modification du type de véhicule concernant le présent règlement doit être signalée à l'autorité d'homologation de type qui a procédé à l'homologation du type visé. Celle-ci peut alors:

a) Soit décider, en concertation avec le constructeur, d'accorder une nouvelle homologation de type;

b) Soit appliquer la procédure décrite au paragraphe 7.1.1 (révision) et, le cas échéant, la procédure décrite au paragraphe 7.1.2 (extension).

7.1.1. Révision

Lorsque des renseignements consignés dans le dossier d'information sont modifiés et que l'autorité d'homologation de type considère que ces modifications ne risquent pas d'avoir une influence défavorable notable, et si le véhicule satisfait encore aux prescriptions, lesdites modifications sont qualifiées de «révisions».

En pareil cas, l'autorité d'homologation de type publie, si besoin est, les pages révisées du dossier d'information, en faisant clairement apparaître sur chacune des pages révisées la nature de la modification et la date de republication. Une version récapitulative et actualisée du dossier d'information, accompagnée d'une description détaillée de la modification, est réputée satisfaire à cette exigence.

7.1.2. Extension

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

a) D'autres contrôles ou essais sont nécessaires; ou

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

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

7.1.2.1. Pour toute modification du véhicule touchant la forme générale de sa structure et/ou tout accroissement de la masse supérieur à 8 % qui, de l'avis de l'autorité compétente, aurait une incidence marquée sur les résultats des essais, l'essai décrit à l'annexe 3 doit être refait.

7.1.2.2. Si les modifications ne concernent que les aménagements intérieurs, s'il n'y a pas d'augmentation de masse supérieure à 8 % et si le nombre initial de sièges avant du véhicule reste le même, on procède à:

7.1.2.2.1. Un essai simplifié prévu à l'annexe 7 et/ou à;

7.1.2.2.2. Un essai partiel défini par le service technique en fonction des modifications apportées.

7.2. La confirmation, l'extension ou le refus de l'homologation doivent être communiqués aux Parties contractantes à l'accord appliquant le présent règlement conformément à la procédure décrite au paragraphe 4.3 ci-dessus. En outre, la liste des pièces constituant le dossier d'information et des procès-verbaux d'essai, annexée à la fiche de communication de l'annexe 1, doit être modifiée en conséquence de manière que soit indiquée la date de la révision ou de l'extension la plus récente.

8. Conformité de la production

Les modalités de contrôle de la conformité de la production sont celles définies à l'annexe 1 de l'accord (E/ECE/TRANS/505/Rev.3), les prescriptions étant les suivantes:

8.1. Tout véhicule homologué au titre du présent règlement doit être construit de façon à être conforme au type de véhicule homologué et à satisfaire aux prescriptions des paragraphes 5 et 6.

8.2. L'autorité d'homologation de type qui a accordé l'homologation peut à tout moment vérifier les méthodes de contrôle de la conformité utilisées dans chaque unité de production. La fréquence normale de ces vérifications doit être d'une tous les 2 ans.

9. Sanctions pour non-conformité de la production

9.1. L'homologation délivrée pour un type de véhicule au titre du présent règlement peut être retirée si la prescription énoncée au paragraphe 7.1 ci-dessus n'est pas satisfaite.

9.2. Si une Partie contractante à l'accord appliquant le présent règlement retire une homologation qu'elle a précédemment accordée, elle est tenue d'en aviser immédiatement les autres Parties contractantes appliquant ledit règlement, au moyen d'une copie de la fiche d'homologation portant à la fin, en gros caractères, la mention signée et datée «HOMOLOGATION RETIRÉE».

10. Arrêt définitif de la production

Si le titulaire d'une homologation arrête définitivement la production du type de véhicule homologué au titre du présent règlement, il en informe l'autorité d'homologation de type qui a délivré l'homologation, laquelle, à son tour, en avise les autres Parties à l'accord de 1958 appliquant ledit règlement, au moyen d'une copie de la fiche d'homologation portant à la fin, en gros caractères, la mention signée et datée «PRODUCTION ARRÊTÉE».

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

Les Parties contractantes à l'accord appliquant le présent règlement communiquent au Secrétariat de l'Organisation des Nations unies les noms et adresses des services techniques chargés des essais d'homologation, ceux des constructeurs autorisés à effectuer des essais et ceux des autorités d'homologation de type qui délivrent les homologations et auxquelles doivent être envoyées les fiches de communication concernant la délivrance, le refus ou le retrait d'une homologation établies dans les autres pays.

12. Dispositions transitoires

12.1. À compter de la date officielle d'entrée en vigueur de la série 05 d'amendements, aucune Partie contractante appliquant le présent règlement ne pourra refuser d'accorder des homologations de type au titre dudit règlement tel que modifié par la série 05 d'amendements ou d'accepter les homologations ainsi délivrées.

12.2. À compter du 1er septembre 2027, les Parties contractantes appliquant le présent règlement ne seront plus tenues d'accepter les homologations de type pour des véhicules accordées au titre des précédentes séries d'amendements et délivrées pour la première fois après le 1er septembre 2027.

12.3. Les Parties contractantes appliquant le présent règlement devront continuer d'accepter les homologations de type accordées au titre des précédentes séries d'amendements audit règlement et délivrées pour la première fois avant le 1er septembre 2027, à condition que les dispositions transitoires desdites séries d'amendements prévoient cette possibilité.

12.4. Les Parties contractantes appliquant le présent règlement sont en droit d'accorder des homologations de type au titre de l'une quelconque des précédentes séries d'amendements audit règlement.

12.5. Les Parties contractantes appliquant le présent règlement devront continuer d'accorder des extensions pour les homologations existantes délivrées au titre de l'une quelconque des précédentes séries d'amendements audit règlement.

12.6. Nonobstant les dispositions transitoires ci-dessus, les Parties contractantes qui commencent à appliquer le présent règlement après la date d'entrée en vigueur de la série d'amendements la plus récente ne sont pas tenues de reconnaître les homologations de type accordées au titre de l'une quelconque des précédentes séries d'amendements audit règlement.

ANNEXE 1

Communication

[format maximal: A4 (210 × 297 mm)]



Émanant de: Nom de l'administration:
……
……
……

concernant (2): 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 la protection des occupants en cas de collision frontale, en application du règlement ONU nº 94.

Nº d'homologation: …… Nº d'extension: ……

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 du représentant de constructeur:

……

……

5. Brève description du type de véhicule (structure, dimensions, formes et matériaux constitutifs): ……

……

5.1. Description du système de protection installé dans le véhicule: ……

……

5.2. Description des aménagements ou garnitures intérieurs susceptibles d'influer sur les essais: ……

……

5.3. Emplacement de la source d'énergie électrique: ……

6. Emplacement du moteur: avant/arrière/central (2):

7. Conduite: traction avant/propulsion arrière (2)

(1) Numéro distinctif du pays qui a délivré/étendu/refusé/retiré l'homologation (voir les dispositions du règlement relatives à l'homologation).
(2) Rayer les mentions inutiles.

8. Masse du véhicule

8.1. Masse du véhicule soumis aux essais:

Essieu avant: .....

Essieu arrière: .....

Total: .....

8.2. Lorsque le paragraphe 5.3.1 ou 5.3.2 s'applique:

Masse totale autorisée .....

Preuve de conformité avec le règlement ONU n° 137 (numéro d'homologation de type ou procès-verbal d'essai):

9. Véhicule présenté pour homologation le: .....

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

11. Date du procès-verbal délivré par ce service: .....

12. Numéro du procès-verbal délivré par ce service: .....

13. Homologation accordée/refusée/étendue/retirée ([2])

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

15. Fait à: .....

16. Date: .....

17. Signature: .....

18. Les documents suivants, sur lesquels a été porté le numéro d'homologation indiqué ci-dessus, sont annexés à la présente communication: .....

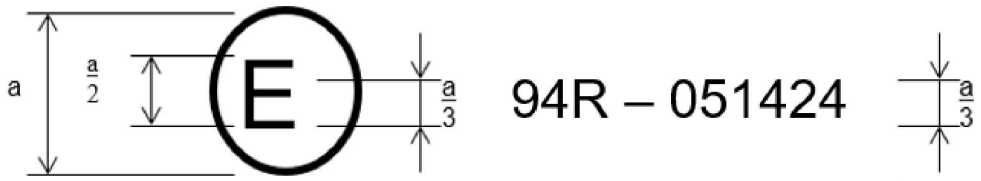
(Photographies et/ou diagrammes et dessins permettant l'identification générale du/des type(s) de véhicule et des variantes possibles qui font l'objet de l'homologation)

ANNEXE 2

Exemples de marques d'homologation

MODÈLE A

(voir par. 4.4 du présent règlement)

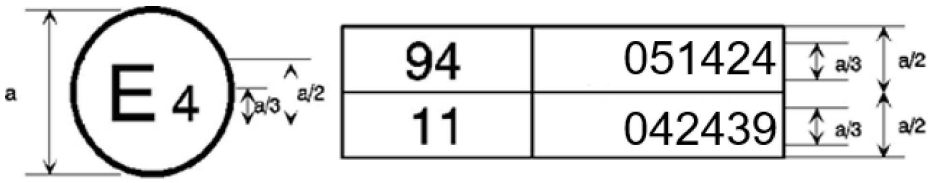


a = 8 mm min.

La marque d'homologation ci-dessus, apposée sur un véhicule, indique que le type de ce véhicule a été homologué au Royaume des Pays-Bas (E 4), en ce qui concerne la protection des occupants en cas de collision frontale, au titre du règlement ONU nº 94 sous le numéro d'homologation 051424. Le numéro d'homologation indique que l'homologation a été délivrée conformément aux prescriptions du règlement ONU nº 94 tel que modifié par la série 04 d'amendements.

MODÈLE B

(voir par. 4.5 du présent règlement)



a = 8 mm min.

Les deux premiers chiffres des numéros d'homologation signifient qu'aux dates où les homologations respectives ont été délivrées, le règlement ONU nº 94 comprenait la série 05 d'amendements et le règlement ONU nº 11 comprenait la série 04 d'amendements.

ANNEXE 3

Procédure d'essai

1. Installation et préparation du véhicule

1.1. Aire d'essai

L'aire d'essai doit être suffisamment vaste pour que l'on puisse y aménager la piste de lancement, la barrière et les installations techniques nécessaires à l'essai. La partie finale de la piste, au minimum 5 m avant le butoir, doit être horizontale, plane et lisse.

1.2. Barrière

La face avant de la barrière est constituée d'une structure déformable telle que définie à l'annexe 9 du présent règlement. La face avant de la structure déformable est perpendiculaire ± 1° à la trajectoire du véhicule d'essai. La barrière est arrimée à une masse d'un poids qui n'est pas inférieur à 7×10^4 kg, dont la face avant est verticale ± 1°. Cette masse est ancrée dans le sol ou placée sur le sol et équipée, si nécessaire, de dispositifs d'arrêt supplémentaires pour limiter son déplacement.

1.3. Orientation de la barrière

L'orientation de la barrière est telle que le premier contact du véhicule avec la barrière se situe du côté de la colonne de direction. Lorsque l'essai peut être réalisé avec un véhicule à conduite à droite ou à gauche, le service technique responsable des essais choisit le côté de conduite qu'il juge le moins favorable.

1.3.1. Alignement du véhicule par rapport à la barrière

Le véhicule doit chevaucher la face de la barrière de 40 % ± 20 mm.

1.4. État du véhicule

1.4.1. Spécifications générales

Le véhicule d'essai doit être représentatif de la production en série du véhicule, avec tout l'équipement installé normalement et être en état de marche normal. On peut remplacer certains composants par des masses équivalentes lorsqu'une telle substitution n'a manifestement aucun effet sensible sur les résultats mesurés conformément au paragraphe 6.

Il doit être possible, après concertation entre le constructeur et le service technique, de modifier le système d'alimentation en carburant de telle façon qu'une quantité suffisante de carburant puisse être utilisée pour faire fonctionner le moteur ou le système de conversion de l'énergie électrique.

1.4.2. Masse du véhicule

1.4.2.1. Pour l'essai, on considère que la masse du véhicule présenté est la masse en ordre de marche à vide.

1.4.2.2. Le réservoir de carburant doit être rempli d'une quantité d'eau d'une masse équivalant à 90 % de celle d'un plein de carburant selon les spécifications du constructeur avec une tolérance de ± 1 %.

Cette prescription ne s'applique pas aux réservoirs d'hydrogène.

1.4.2.3. Tous les autres circuits (freins, refroidissement,…) peuvent être vides, mais la masse des liquides doit être soigneusement compensée.

1.4.2.4. Si la masse de l'appareillage de mesure à bord du véhicule dépasse les 25 kg autorisés, elle peut être compensée par des réductions n'ayant aucun effet sensible sur les résultats mesurés conformément au paragraphe 6 ci-après.

1.4.2.5. La masse de l'appareillage de mesure ne doit pas modifier la charge de référence sur chaque essieu de plus de 5 %, la valeur absolue de chaque écart ne dépassant pas 20 kg.

1.4.2.6. La masse du véhicule établie selon les dispositions du paragraphe 1.4.2.1 ci-dessus doit être indiquée dans le procès-verbal.

1.4.3. Aménagements de l'habitacle

1.4.3.1. Position du volant

Le volant, s'il est réglable, doit être placé dans la position normale prévue par le constructeur ou, en l'absence de recommandation particulière du constructeur, dans la position médiane de la plage de réglage. À la fin du déplacement propulsé, le volant doit rester libre, ses rayons étant dans la position prévue par le constructeur pour la marche avant en ligne droite du véhicule.

1.4.3.2. Vitres

Les vitres mobiles du véhicule sont en position fermée. Pour les mesures en cours d'essai et en accord avec le constructeur, elles peuvent être baissées à condition que la position de la manivelle de commande corresponde à la position fermée.

1.4.3.3. Levier de changement de vitesse

Le levier de changement de vitesse doit être au point mort. Si le véhicule est mû par son propre moteur, la position du levier de changement de vitesse doit être définie par le constructeur.

1.4.3.4. Pédales

Les pédales doivent être dans leur position normale de repos. Si elles sont ajustables, elles doivent être placées dans la position médiane à moins qu'une autre position ne soit indiquée par le constructeur.

1.4.3.5. Portes

Les portes doivent être fermées mais non verrouillées.

1.4.3.5.1. Dans le cas d'un véhicule équipé d'un système de verrouillage automatique des portes, le système doit être activé au début de la propulsion du véhicule afin de verrouiller les portes automatiquement avant la collision. Au choix du constructeur, les portes doivent pouvoir être verrouillées manuellement avant le début de la propulsion du véhicule.

1.4.3.5.2. Lorsqu'un système de verrouillage automatique des portes a été installé en option et/ou peut être désactivé par le conducteur, l'une des deux procédures ci-après doit être appliquée au choix du constructeur:

1.4.3.5.2.1. Le système doit être activé au début de la propulsion du véhicule afin de verrouiller les portes automatiquement avant la collision. Au choix du constructeur, les portes doivent pouvoir être verrouillées manuellement avant le début de la propulsion du véhicule.

1.4.3.5.2.2. Les portes latérales du côté soumis au choc doivent être déverrouillées et le système désactivé pour ces portes; pour les portes latérales du côté non soumis au choc, le système peut être activé au début de la propulsion du véhicule afin de verrouiller ces portes automatiquement avant la collision. Au choix du constructeur, les portes doivent pouvoir être verrouillées manuellement avant le début de la propulsion du véhicule.

1.4.3.6. Toit ouvrant

Si le véhicule est équipé d'un toit ouvrant ou amovible, celui-ci doit être installé et en position fermée. Pour les mesures en cours d'essai et en accord avec le constructeur, il peut être ouvert.

1.4.3.7. Pare-soleil

Les pare-soleil doivent être rabattus.

1.4.3.8. Rétroviseur

Le rétroviseur intérieur doit être en position normale d'utilisation.

1.4.3.9. Accoudoirs

S'ils sont mobiles, les accoudoirs à l'avant et à l'arrière du véhicule doivent être abaissés sauf si cela n'est pas possible en raison de la position des mannequins dans le véhicule.

1.4.3.10. Appuie-tête

Les appuie-tête réglables en hauteur doivent être dans la position appropriée telle que définie par le constructeur. En l'absence de recommandation particulière du constructeur, les appuie-tête doivent être dans la position la plus haute.

1.4.3.11. Sièges

1.4.3.11.1. Position des sièges avant

Les sièges réglables dans le sens de la longueur doivent être placés de telle sorte que leur point H, déterminé par la méthode indiquée à l'annexe 6, soit en position médiane ou dans la position de verrouillage la plus proche de celle-ci et à la hauteur définie par le constructeur (s'ils sont réglables indépendamment en hauteur). Dans le cas d'une banquette, on prend pour référence le point H de la place du conducteur.

1.4.3.11.2. Position du dossier des sièges avant

S'ils sont réglables, les dossiers doivent être réglés de telle sorte que l'inclinaison du torse du mannequin soit aussi proche que possible de celle recommandée par le constructeur pour un usage normal ou, en l'absence de toute recommandation particulière du constructeur, incliné de 25° vers l'arrière par rapport à la verticale.

1.4.3.11.3. Sièges arrière

S'ils sont réglables, les sièges ou banquette arrière doivent être dans la position la plus reculée possible.

1.4.4. Réglage de la chaîne de traction électrique

1.4.4.1. Procédures de réglage du niveau de charge

1.4.4.1.1. Le réglage du niveau de charge du SRSEE doit être effectué à une température ambiante de 20 ± 10 °C;

1.4.4.1.2. Le niveau de charge doit être ajusté conformément à l'une des procédures suivantes, selon le cas. Lorsque différentes procédures de charge sont possibles, le SRSEE doit être chargé conformément à la procédure qui permet d'obtenir le plus haut niveau de charge:

a) Dans le cas d'un véhicule équipé d'un SRSEE conçu pour être chargé depuis l'extérieur, le SRSEE doit être porté au plus haut niveau de charge possible conformément à la procédure spécifiée par le constructeur pour un fonctionnement normal, jusqu'à ce que la charge s'achève normalement;

b) Dans le cas d'un véhicule équipé d'un SRSEE conçu pour être chargé uniquement au moyen d'une source d'énergie embarquée, le SRSEE doit être porté au plus haut niveau de charge pouvant être obtenu dans les conditions d'utilisation normales du véhicule. Le constructeur doit indiquer le mode de fonctionnement du véhicule à utiliser pour atteindre ce niveau de charge.

1.4.4.1.3. Lorsque le véhicule est soumis à l'essai, le niveau de charge ne doit pas être inférieur à 95 % du niveau de charge visé aux paragraphes 1.4.4.1.1 et 1.4.4.1.2 dans le cas des SRSEE conçus pour être chargés depuis l'extérieur, et il ne doit pas être inférieur à 90 % du niveau de charge visé aux paragraphes 1.4.4.1.1 et 1.4.4.1.2 dans le cas des SRSEE conçus pour être chargés uniquement au moyen d'une source d'énergie embarquée. Le niveau de charge doit être confirmé au moyen d'une méthode prévue par le constructeur.

1.4.4.2. La chaîne de traction électrique doit pouvoir être mise sous tension avec ou sans l'aide des sources d'énergie électrique initiales (alternateur, SRSEE ou système de conversion de l'énergie électrique, par exemple), mais:

1.4.4.2.1. Sous réserve de l'accord du service technique et du constructeur, il doit être possible de procéder à l'essai alors que tout ou partie de la chaîne de traction électrique n'est pas sous tension, pour autant que cela ne fausse pas le résultat de l'essai. Dans le cas où la chaîne de traction électrique n'est que partiellement sous tension, la protection contre tout choc électrique doit être obtenue soit par des moyens physiques soit par résistance d'isolement et des moyens supplémentaires appropriés.

1.4.4.2.2. Si la chaîne de traction est équipée d'une fonction de déconnexion automatique, il doit être possible, à la demande du constructeur, de l'activer pour l'essai. Dans ce cas, il doit être démontré que la déconnexion automatique se serait produite pendant l'essai de choc. Cela suppose le déclenchement automatique du signal ainsi que la coupure galvanique, compte tenu des conditions constatées pendant le choc.

2. Mannequins

2.1. Sièges avant

2.1.1. Un mannequin du type Hybrid III Homme du 50e centile ([1]) avec chevilles à 45° et réglé selon les caractéristiques propres à ce type, doit être installé à chacune des places latérales avant, dans les conditions énoncées à l'annexe 5. Les chevilles du mannequin doivent être certifiées conformément aux procédures de l'annexe 10.

2.1.2. Pour l'essai, la voiture est équipée des systèmes de retenue prévus par le constructeur.

3. Propulsion et trajectoire du véhicule

3.1. Le véhicule est mû soit par son propre moteur soit par tout autre dispositif de propulsion.

3.2. Au moment de l'impact, le véhicule ne doit plus être soumis à l'action d'aucun dispositif additionnel de guidage ou de propulsion auxiliaire.

([1]) Les spécifications techniques et les schémas détaillés du mannequin Hybrid III, reproduisant les principales mensurations d'un homme du 50e centile aux États-Unis d'Amérique, et les spécifications de réglage pour cet essai ont été déposés auprès du secrétaire général de l'Organisation des Nations unies et peuvent être consultés sur demande au secrétariat de la Commission économique pour l'Europe, Palais des Nations, Genève, Suisse.

3.3. La trajectoire du véhicule doit être telle qu'elle satisfasse aux exigences des paragraphes 1.2 et 1.3.1 ci-dessus.

4. Vitesse d'essai

Au moment de l'impact, le véhicule doit avoir une vitesse de 56 -0/+1 km/h. Toutefois, si l'essai a été effectué à une vitesse d'impact supérieure et que le véhicule répondait aux prescriptions, l'essai est considéré comme satisfaisant.

5. Mesures à effectuer sur les mannequins des sièges avant

5.1. Toutes les mesures nécessaires pour vérifier les critères de performance doivent s'effectuer à l'aide de chaînes de mesure correspondant aux spécifications de l'annexe 8.

5.2. Les différents paramètres doivent être relevés selon les chaînes de mesurage indépendantes de la CFC (classe de fréquence de la chaîne de mesurage) suivante:

5.2.1. Mesures dans la tête du mannequin

L'accélération (a) rapportée au centre de gravité est calculée à partir des composantes triaxiales de l'accélération mesurés avec une CFC de 1 000.

5.2.2. Mesures dans le cou du mannequin

5.2.2.1. La force de traction axiale et l'effort de cisaillement avant/arrière à la jonction cou/tête sont mesurés avec une CFC de 1 000.

5.2.2.2. Le moment fléchissant autour d'un axe latéral à la jonction cou/tête est mesuré avec une CFC de 600.

5.2.3. Mesures dans le thorax du mannequin

L'enfoncement du thorax entre le sternum et la colonne vertébrale est mesuré avec une CFC de 180.

5.2.4. Mesures dans le fémur et le tibia du mannequin

5.2.4.1. La force de compression axiale et les moments fléchissants sont mesurés avec une CFC de 600.

5.2.4.2. Le déplacement du tibia par rapport au fémur est mesuré au niveau de l'articulation du genou avec une CFC de 180.

6. Mesures a effectuer sur le vehicule

6.1. Pour permettre d'effectuer l'essai simplifié décrit à l'annexe 7, la courbe de décélération de la structure doit être déterminée d'après les valeurs données par les accéléromètres longitudinaux placés à la base du pied milieu du côté heurté du véhicule avec une CFC de 180 à l'aide de chaînes de mesurage correspondant aux prescriptions de l'annexe 8;

6.2. La courbe de vitesse à utiliser durant la procédure d'essai décrite à l'annexe 7 doit être obtenue grâce à l'accéléromètre longitudinal placé au pied milieu du côté heurté.

ANNEXE 4

Critère de performance de la tête (HPC) et critère d'accélération de la tête sur 3 ms

1. Critère de performance de la tête (HPC_{36})

1.1. On considère qu'il est satisfait à ce critère (HPC_{36}) lorsque, durant l'essai, la tête n'entre en contact avec aucun composant du véhicule.

1.2. Si, durant l'essai, la tête entre en contact avec un quelconque composant du véhicule, on procède au calcul du HPC, sur la base de l'accélération (a) mesurée conformément au paragraphe 5.2.1 de l'annexe 3, au moyen de la formule suivante:

$$HPC = (t_2 - t_1)\left[\frac{1}{t_2 - t_1}\int_{t_1}^{t_2} a\,dt\right]^{2,5}$$

dans laquelle:

1.2.1. Le terme «a» correspond à l'accélération résultante mesurée conformément au paragraphe 5.2.1 de l'annexe 3; il s'exprime en unités de gravité, g (1 g = 9,81 m/s^2);

1.2.2. Si le début du contact de la tête peut être déterminé de manière satisfaisante, t_1 et t_2 sont les deux instants, exprimés en secondes, définissant l'intervalle de temps écoulé entre le début du contact de la tête et la fin de l'enregistrement pour lequel la valeur du HPC est maximale;

1.2.3. Si le début du contact de la tête ne peut être déterminé, t_1 et t_2 sont les deux instants, exprimés en secondes, définissant l'intervalle de temps écoulé entre le début et la fin de l'enregistrement, pour lequel la valeur du HPC est maximale;

1.2.4. Les valeurs du HPC pour lequel l'intervalle de temps (t_1-t_2) est supérieur à 36 ms ne sont pas prises en compte dans le calcul de la valeur maximale.

1.3. La valeur de l'accélération résultante de la tête pendant l'impact vers l'avant qui est dépassée de manière cumulative pendant 3 ms est calculée sur la base de l'accélération résultante de la tête mesurée conformément au paragraphe 5.2.1 de l'annexe 3.

2. Critères de lésion du cou

2.1. Ces critères sont déterminés par les forces de compression axiale, les forces de traction axiale et l'effort de cisaillement avant/arrière à la jonction tête/cou, exprimés en kN et mesurés conformément aux dispositions du paragraphe 5.2.2 de l'annexe 3 et par la durée d'application de ces forces exprimée en ms.

2.2. Le critère de moment fléchissant du cou est déterminé par le moment fléchissant, exprimé en Nm, autour d'un axe latéral à la jonction tête/cou et mesuré conformément aux dispositions du paragraphe 5.2.2 de l'annexe 3.

2.3. Le moment de flexion du cou, exprimé en Nm, est enregistré.

3. Critère de compression du thorax (ThCC) et critère de viscosité (V * C)

3.1. Le critère de compression du thorax est déterminé par la valeur absolue de la déformation du thorax, exprimée en mm et mesurée conformément au paragraphe 5.2.3 de l'annexe 3.

3.2. Le critère de viscosité (V * C) est calculé comme le produit instantané de la compression et du taux d'écrasement du sternum, mesuré conformément aux dispositions des paragraphes 6. de la présente annexe et 5.2.3 de l'annexe 3.

4. Critère de force du fémur (FFC)

4.1. Ce critère est déterminé par la force de compression, exprimée en kN, exercée axialement sur chacun des fémurs du mannequin et mesurée conformément au paragraphe 5.2.4. de l'annexe 3 et par la durée de la force de compression exprimée en ms.

5. Critère de la force de compression du tibia (TCFC) et index du tibia (TI)

5.1. Le critère de la force de compression du tibia est déterminé par la force de compression (F_Z) exprimée en kN, exercée axialement sur chacun des tibias du mannequin et mesurée conformément aux dispositions du paragraphe 5.2.4 de l'annexe 3.

5.2. L'index du tibia est calculé sur la base des moments fléchissants (M_X et M_Y) mesurés conformément aux dispositions du paragraphe 5.1 selon la formule suivante:

$$TI = | M_R / (M_C)_R | + | F_Z / (F_C)_Z |$$

où:

M_X = le moment fléchissant autour de l'axe x

M_Y = le moment fléchissant autour de l'axe y

$(M_C)_R$ = le moment fléchissant critique considéré comme étant de 225 Nm

F_Z = la force de compression axiale dans la direction Z

$(F_C)_Z$ = la force de compression critique dans la direction Z, prise comme étant de 35,9 kN

$$M_R = \sqrt{(M_X)^2 + (M_Y)^2}$$

L'index du tibia sera calculé au sommet et à la base de chaque tibia; toutefois, F_Z peut être mesuré en l'un ou l'autre de ces points. La valeur obtenue est utilisée pour calculer l'index du tibia au sommet et à la base. Les deux moments M_X et M_Y sont mesurés séparément en ces deux endroits.

6. Procédure de calcul du critère de viscosité (V * C) pour le mannequin Hybrid III

6.1. Le critère de viscosité est calculé comme étant le produit instantané de la compression et du taux d'écrasement du sternum. Tous deux sont tirés de la mesure de l'écrasement du sternum.

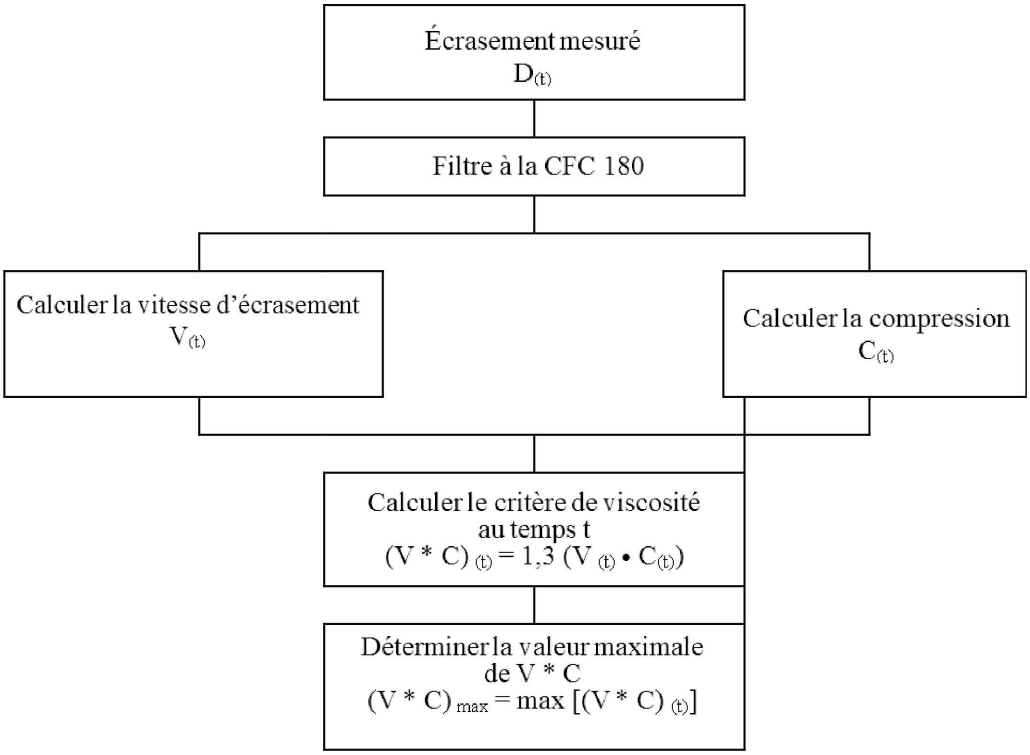
6.2. La réponse à l'écrasement du sternum est filtrée une fois selon la CFC 180. La compression au moment t est calculée à partir de ce signal filtré, selon la formule suivante:

$$C_{(t)} = \frac{D_{(t)}}{0,229}$$

La vitesse d'écrasement du sternum au temps t est calculée à partir de l'écrasement filtré selon la formule suivante:

$$V_{(t)} = \frac{8\left(D_{(t+1)} - D_{(t-1)}\right) - \left(D_{(t+2)} - D_{(t-2)}\right)}{12\partial t}$$

Où $D_{(t)}$ correspond à l'écrasement au temps t en mètres et ∂t au laps de temps exprimé en secondes qui s'est écoulé entre les mesures d'écrasement. La valeur maximale de ∂t s'élève à $1{,}25 \times 10^{-4}$ secondes. Le diagramme ci-dessous indique la méthode de calcul:



ANNEXE 5

Emplacement et installation des mannequins et réglage des systèmes de retenue

1. Emplacement des mannequins

1.1. Sièges séparés

Le plan de symétrie du mannequin doit coïncider avec le plan médian vertical du siège.

1.2. Banquette avant

1.2.1. Conducteur

Le plan de symétrie du mannequin doit se trouver dans le plan vertical passant par le centre du volant et être parallèle au plan médian longitudinal du véhicule. Si la place assise est déterminée par la forme de la banquette, cette place doit être considérée comme un siège séparé.

1.2.2. Passager

Le plan de symétrie du mannequin doit être symétrique à celui du mannequin assis à la place du conducteur par rapport au plan médian longitudinal du véhicule. Si la place assise est déterminée par la forme de la banquette, cette place doit être considérée comme un siège séparé.

1.3. Banquette avant destinée aux passagers (conducteur non compris)

Le plan de symétrie des mannequins doit coïncider avec le plan médian des places assises définies par le constructeur.

2. Installation des mannequins

2.1. Tête

Le panneau transverse des appareils de mesure installé dans la tête doit être en position horizontale à 2,5° près. Pour mettre à niveau la tête du mannequin d'essai dans les véhicules munis de sièges droits avec dossier non réglable, on doit procéder aux diverses opérations suivantes. En premier lieu, régler la position du point «H» dans les limites indiquées au paragraphe 2.4.3.1 ci-après afin de mettre à niveau ledit panneau. Si celui-ci n'est pas encore à niveau, régler l'angle pelvien du mannequin dans les limites établies au paragraphe 2.4.3.2 ci-après. Si le panneau n'est toujours pas à niveau, régler le support du cou du mannequin du minimum nécessaire pour qu'il soit en position horizontale à 2,5° près.

2.2. Bras

2.2.1. Le conducteur doit avoir les bras adjacents au torse, les axes médians étant aussi proches que possible de la verticale.

2.2.2. Le passager doit avoir les bras en contact avec le dossier et les flancs.

2.3. Mains

2.3.1. Les paumes du mannequin occupant le siège du conducteur doivent être en contact avec le bord extérieur du volant au niveau de l'axe médian horizontal du bord du volant. Les pouces doivent être posés sur le bord du volant et y être légèrement fixés à l'aide d'un ruban adhésif, de sorte que si la main du mannequin subit une force ascendante d'au moins 9 N et ne dépassant pas 22 N, le ruban laisse la main se dégager du volant.

2.3.2. Les paumes du mannequin installé à la place du passager doivent être en contact avec l'extérieur des cuisses. Le petit doigt doit toucher le coussin du siège.

2.4. Torse

2.4.1. Dans les véhicules équipés de banquettes, la partie supérieure du torse des mannequins installés dans les sièges du conducteur et du passager doit appuyer contre le dossier. Le plan sagittal médian du mannequin occupant le siège du conducteur doit être vertical et parallèle à l'axe médian longitudinal du véhicule et passer par le centre du bord du volant. Le plan sagittal médian du mannequin installé à la place du passager doit être vertical et parallèle à l'axe médian longitudinal du véhicule et à la même distance de l'axe médian longitudinal du véhicule que le plan sagittal médian du mannequin assis dans le siège du conducteur.

2.4.2. Dans les véhicules équipés de sièges individuels, la partie supérieure du torse des mannequins occupant les sièges du conducteur et du passager doit reposer contre le dossier du siège. Le plan sagittal médian de ces mannequins doit être vertical et coïncider avec l'axe médian longitudinal du siège individuel.

2.4.3. Partie inférieure du torse

2.4.3.1. Point «H»

Le point «H» des mannequins d'essai conducteur et passager doit coïncider, avec une tolérance de 13 mm dans les sens vertical et horizontal, avec un point situé à 6 mm au-dessous de la position du point «H» déterminée selon la procédure énoncée à l'annexe 6, si ce n'est que la longueur des segments de la partie inférieure de la jambe et de la cuisse de la machine servant à calculer le point «H» doit être réglée sur 414 et 401 mm respectivement, au lieu de 417 et 432 mm.

2.4.3.2. Angle pelvien

Déterminé à l'aide du dessin 78051-532 de la cale étalon d'angle pelvien introduit à titre de référence dans la pièce 572, qui est insérée dans le trou de positionnement du point H du mannequin, cet angle, mesuré sur la surface plate de 76,2 mm (3 pouces) de la cale étalon par rapport à l'horizontale, doit être de 22,5 ± 2,5 degrés.

2.5. Jambes

La partie supérieure des jambes des mannequins occupant les sièges du conducteur et du passager doit reposer sur le coussin des sièges dans la mesure où le positionnement des pieds le permet. La distance initiale entre les surfaces extérieures des points d'attache des genoux doit être de 270 ± 10 mm. Dans la mesure du possible, la jambe gauche du mannequin assis dans le siège du conducteur et les deux jambes du mannequin occupant la place du passager doivent être dans des plans longitudinaux verticaux. Dans la mesure du possible, la jambe droite du mannequin occupant la place du conducteur doit être dans un plan vertical. Un réglage final pour placer les pieds dans la position prévue au paragraphe 2.6 pour les diverses configurations d'habitacle est autorisé.

2.6. Pieds

2.6.1. Le pied droit du mannequin représentant le conducteur doit reposer sur l'accélérateur non enfoncé, l'arrière du talon reposant sur le plancher dans le plan de la pédale. Si le pied ne peut pas être placé sur la pédale d'accélérateur, il doit être posé perpendiculairement au tibia et aussi près que possible de l'axe médian de la pédale, l'arrière du talon reposant sur le plancher. Le talon du pied gauche doit être placé le plus en avant possible et reposer sur le plancher. Le pied gauche doit être posé aussi à plat que possible sur la partie remontante du plancher. Le pied gauche doit avoir son axe médian longitudinal en position aussi parallèle que possible à l'axe médian longitudinal du véhicule. Pour les véhicules équipés d'un repose-pieds, il doit être possible, à la demande du constructeur, de placer le pied gauche sur le repose-pieds. Dans ce cas, la position du pied gauche est définie par le repose-pieds.

2.6.2. Les deux talons du mannequin assis à la place du passager doivent être avancés aussi loin que possible et reposer sur le plancher. Les deux pieds doivent être placés aussi à plat que possible sur la partie oblique du plancher. L'axe médian longitudinal des pieds doit être aussi parallèle que possible à l'axe médian longitudinal du véhicule.

2.7. Les appareils de mesure installés ne doivent influer en aucune manière sur le déplacement du mannequin au moment du choc.

2.8. La température du mannequin et des instruments de mesure doit être stabilisée avant l'essai et maintenue dans toute la mesure possible entre 19 et 22,2 °C.

2.9. Vêtement des mannequins

2.9.1. Les mannequins équipés d'instruments seront habillés de vêtements en coton stretch moulant, manches courtes et pantalons à mi-mollet, comme le prévoit la spécification FMVSS 208, dessins 78051-292 et 293 ou leur équivalent.

2.9.2. Une chaussure de taille 11XW, conforme aux spécifications de la norme militaire américaine MIL-S 13192, révision P, quant à la dimension, à l'épaisseur de la semelle et du talon, et dont le poids est de 0,57 ± 0,1 kg sera placée et fixée à chaque pied des mannequins d'essai.

3. Réglage du système de retenue

Le gilet du mannequin doit être mis en place correctement, de sorte que le point de fixation du support inférieur du cou soit au même niveau que l'ouverture du haut du gilet. Le mannequin étant installé à sa place désignée, comme indiqué aux paragraphes 2.1 à 2.6 ci-dessus et 3.1 à 3.6 ci-dessous, mettre en place la ceinture et l'attacher. Veiller à ce que la sangle abdominale ne soit pas relâchée. Tirer la sangle d'épaule depuis l'enrouleur à l'horizontale, jusqu'en un point situé au niveau du centre du mannequin, et la laisser se remettre en place dans l'enrouleur. Répéter cette opération quatre fois. La sangle d'épaule doit être placée de sorte qu'elle ne glisse pas de l'épaule et qu'elle n'entre pas en contact avec le cou. La ceinture doit être mise en place comme suit: pour le mannequin Hybrid III Homme du 50^{e} centile, l'ouverture du côté extérieur du gilet ne doit pas être entièrement masquée par la sangle. Appliquer une tension de 9 à 18 N à la sangle abdominale. Si la ceinture est équipée d'un dispositif de relâchement de la tension, donner à la sangle d'épaule le maximum de mou recommandé par le constructeur pour un usage normal (voir le manuel d'utilisation du véhicule). Dans le cas contraire, laisser l'excédent de sangle d'épaule se rétracter au moyen de l'enrouleur.

Dans le cas où la ceinture de sécurité et ses points d'ancrage sont positionnés de telle manière que la ceinture ne se place pas comme il est prescrit plus haut, il est permis d'ajuster celle-ci manuellement et de la maintenir en place à l'aide d'une bande adhésive.

ANNEXE 6

Procédure de détermination du point «H» et de l'angle réel de torse pour les places assises des véhicules automobiles [1]

Appendice 1 – Description de la machine tridimensionnelle point «H» (machine 3-D H) [1]

Appendice 2 – Système de référence à trois dimensions [1]

Appendice 3 – Paramètres de référence des places assises [1]

---

[1] La procédure est décrite dans l'additif 6 à la Résolution mutuelle n° 1 (R.M.1) (document ECE/TRANS/WP.29/1101/Amend.5); voir https://unece.org/transport/vehicle-regulations/wp29/resolutions.

ANNEXE 7

Procédure d'essai avec chariot

1. Préparatifs et mode opératoire

1.1. Chariot

Le chariot doit être construit de manière à ne présenter aucune déformation permanente après l'essai. Il doit être dirigé de façon que, au moment du choc, il ne s'écarte pas de plus de 5° dans le plan vertical et de 2° dans le plan horizontal.

1.2. État de la structure

1.2.1. Généralités

La structure soumise à l'essai doit être représentative des véhicules de série visés. Certains composants peuvent être remplacés ou enlevés à condition que cela n'ait manifestement aucun effet sur les résultats de l'essai.

1.2.2. Réglages

Les réglages doivent être conformes à ceux décrits au paragraphe 1.4.3 de l'annexe 3 du présent règlement, en tenant compte des indications du paragraphe 1.2.1 ci-dessus.

1.3. Fixation de la structure

1.3.1. La structure doit être fermement fixée sur le chariot de façon qu'aucun déplacement relatif ne se produise au cours de l'essai.

1.3.2. La méthode utilisée pour fixer la structure sur le chariot ne doit pas avoir pour effet de renforcer les ancrages de sièges ou les dispositifs de retenue ou de produire une déformation anormale de la structure, quelle qu'elle soit.

1.3.3. Le dispositif de fixation recommandé est le suivant: la structure doit reposer sur des supports placés plus ou moins dans l'axe des roues ou, si possible, être fixée sur le chariot par les attaches du système de suspension.

1.3.4. L'angle formé par l'axe longitudinal du véhicule et la direction du mouvement du chariot doit être de 0 ± 2°.

1.4. Mannequins

Les mannequins et leur positionnement doivent être conformes aux spécifications données au paragraphe 2 de l'annexe 3.

1.5. Appareillage de mesure

1.5.1. Décélération de la structure

Les capteurs devant mesurer la décélération de la structure au moment du choc doivent être parallèles à l'axe longitudinal du chariot selon les spécifications données à l'annexe 8 (CFC 180).

1.5.2. Mesures à effectuer sur les mannequins

Toutes les mesures nécessaires pour vérifier les critères prescrits sont indiquées au paragraphe 5 de l'annexe 3.

1.6. Courbe de décélération de la structure

La courbe de décélération de la structure au cours de la phase d'impact doit être telle que la courbe de «variation de la vitesse en fonction du temps» obtenue par intégration ne diffère en aucun point de plus de ± 1 m/s de la courbe de référence de «variation de la vitesse en fonction du temps» du véhicule en question définie à l'appendice à la présente annexe. Un déplacement par rapport à l'axe des temps de la courbe de référence peut être utilisé pour obtenir la vitesse de la structure à l'intérieur du couloir.

1.7. Courbe de référence $\Delta V = f(t)$ du véhicule étudié

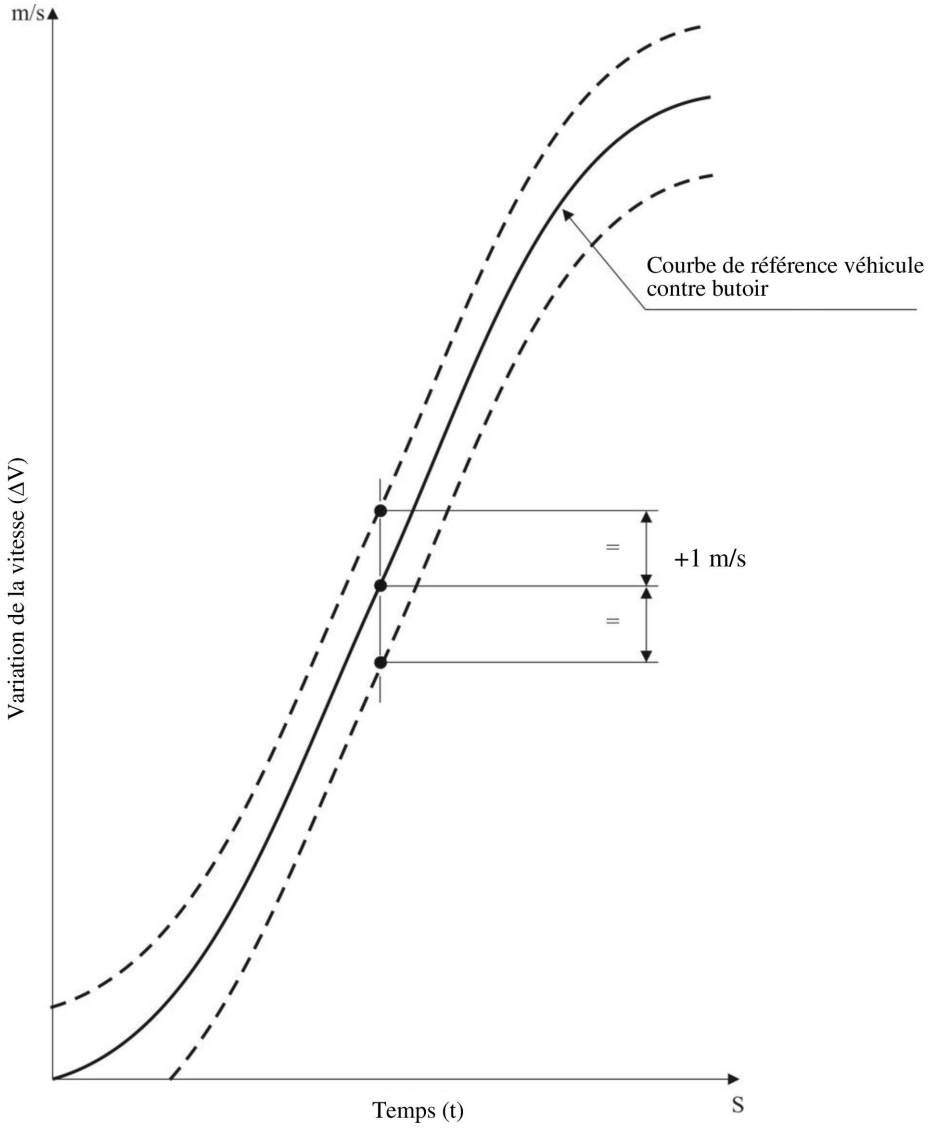
Cette courbe de référence est obtenue par intégration de la courbe de décélération du véhicule testé mesurée lors de l'essai de collision frontale contre une barrière, selon les spécifications du paragraphe 6 de l'annexe 3 du présent règlement.

1.8. Méthodes équivalentes

L'essai peut être réalisé par une autre méthode que celle de la décélération d'un chariot à condition d'être conforme aux prescriptions concernant le champ de variation de la vitesse décrites au paragraphe 1.6 ci-dessus.

Annexe 7 – Appendice

Courbe d'équivalence – bande de tolérance pour la courbe ΔV = f(t)



ANNEXE 8

Technique de mesurage pour les essais de mesure: instrumentation

1. Définitions

1.1. Chaîne de mesurage

Une chaîne de mesurage comprend tous les éléments à partir du capteur (ou les capteurs dont les signaux de sortie sont combinés) jusqu'à et y compris toutes les procédures d'analyse qui pourraient modifier le contenu des données en fréquence ou en amplitude.

1.2. Capteur

Le premier élément d'une chaîne de mesurage, utilisé pour convertir une grandeur physique à mesurer en une seconde grandeur (par exemple tension électrique) pouvant être traitée par les autres éléments de la chaîne de mesurage.

1.3. Classe d'amplitude de la chaîne de mesurage: CAC

L'appellation pour une chaîne de mesurage qui satisfait à certaines caractéristiques d'amplitude spécifiées dans la présente annexe. Elle est désignée par un nombre qui a pour valeur la limite supérieure de l'étendue de mesurage.

1.4. Fréquences caractéristiques F_H, F_L, F_N

Ces fréquences sont définies par la figure 1 de la présente annexe.

1.5. Classe de fréquence de la chaîne de mesurage: CFC

La classe de fréquence est désignée par un nombre indiquant que la réponse en fréquence de la chaîne de mesurage se situe dans les limites spécifiées dans la figure 1 de la présente annexe. Ce nombre et la valeur de la fréquence F_H, en H_z, sont numériquement égaux.

1.6. Coefficient de sensibilité

La pente de la droite qui est la meilleure approximation des valeurs d'étalonnage, déterminée par la méthode des moindres carrés dans la classe d'amplitude de la chaîne de mesurage.

1.7. Facteur d'étalonnage d'une chaîne de mesurage

La valeur moyenne des coefficients de sensibilité évalués à des fréquences également réparties sur une échelle logarithmique entre F_L et $F_H/2,5$.

1.8. Erreur de linéarité

Le rapport, en pourcentage, de l'écart maximal entre la valeur enregistrée lors de l'étalonnage et la valeur lue sur la droite définie au paragraphe 1.6 ci-dessus, à la limite supérieure de la classe d'amplitude de la chaîne de mesurage.

1.9. Sensibilité transversale

Le rapport du signal de sortie au signal d'entrée lorsque le capteur est soumis à une excitation perpendiculaire à l'axe de mesure. Il s'exprime en pourcentage de la sensibilité sur l'axe de mesure.

1.10. Temps de retard de phase

Le temps de retard de phase d'une chaîne de mesurage est égal au déphasage (exprimé en radians) d'un signal sinusoïdal, divisé par la pulsation de ce signal (exprimé en radians/seconde).

1.11. Environnement

L'ensemble, à un moment donné, de toutes les conditions et influences extérieures auxquelles la chaîne de mesurage est soumise.

2. Performances exigées

2.1. Erreur de linéarité

La valeur absolue de l'erreur de linéarité d'une chaîne de mesurage, à une fréquence quelconque comprise dans la CFC, doit être égale ou inférieure à 2,5 % de la valeur de la CAC, sur toute l'étendue de mesurage.

2.2. Amplitude en fonction de la fréquence

La courbe de réponse en fréquence d'une chaîne de mesurage doit se situer dans l'enveloppe donnée par la figure 1 de la présente annexe. La ligne 0 dB est déterminée par le facteur d'étalonnage.

2.3. Temps de retard de phase

Le temps de retard de phase entre le signal d'entrée et le signal de sortie d'une chaîne de mesurage doit être déterminé et ne doit pas varier de plus de 1/10 F_H entre 0,03 F_H et F_H.

2.4. Temps

2.4.1. Base de temps

Une base de temps doit être enregistrée. Cette base de temps doit donner au moins 1/100 s avec une précision de 1 %.

2.4.2. Temps de retard relatif

Le temps de retard relatif entre les signaux de deux ou plusieurs chaînes de mesurage, quelle que soit leur classe de fréquence, ne doit pas dépasser 1 ms, retard dû au déphasage exclu.

Deux ou plusieurs chaînes de mesurage, dont les signaux sont composés, doivent avoir la même classe de fréquence et ne pas avoir un temps de retard relatif supérieur à 1/10 F_H.

Cette prescription s'applique aux signaux analogiques ainsi qu'aux signaux numériques et aux impulsions de synchronisation.

2.5. Sensibilité transverse du capteur

La sensibilité transverse du capteur doit être inférieure à 5 % dans toutes les directions.

2.6. Étalonnage

2.6.1. Généralités

Une chaîne de mesurage doit être étalonnée au moins une fois par an, par comparaison à des éléments de référence se rapportant à des étalons connus. Les méthodes utilisées pour effectuer la comparaison avec les éléments de référence ne doivent pas introduire une erreur supérieure à 1 % de la CAC. L'utilisation des éléments de référence est limitée à la gamme de fréquences pour laquelle ils ont été étalonnés. Des sous-systèmes d'une chaîne de mesurage peuvent être évalués individuellement et les résultats englobés dans la précision de la chaîne complète, en tenant compte des effets d'interaction. Ceci peut être fait, par exemple, par un signal électrique d'amplitude connue simulant le signal de sortie du capteur qui permet de vérifier le gain de la chaîne de mesurage, excepté le capteur.

2.6.2. Précision des éléments de référence pour étalonnage

La précision de ces éléments de référence doit être certifiée ou confirmée par un service de métrologie officiel.

2.6.2.1. Étalonnage en statique

2.6.2.1.1. Accélérations

Les erreurs doivent être inférieures à 1,5 % de la classe d'amplitude de la chaîne.

2.6.2.1.2. Forces

L'erreur doit être inférieure à 1 % de la classe d'amplitude de la chaîne.

2.6.2.1.3. Déplacements

L'erreur doit être inférieure à 1 % de la classe d'amplitude de la chaîne.

2.6.2.2. Etalonnage en dynamique

2.6.2.2.1. Accélérations

L'erreur, exprimée en pourcentage de la classe d'amplitude de la chaîne, doit être inférieure à 1,5 % au-dessous de 400 Hz, inférieure à 2 % entre 400 et 900 Hz et inférieure à 2,5 % au-delà de 900 Hz.

2.6.2.3. Temps

L'erreur relative sur le temps de référence doit être inférieure à 10^{-5}.

2.6.3. Coefficient de sensibilité et erreur de linéarité

Il faut déterminer le coefficient de sensibilité et l'erreur de linéarité en mesurant le signal de sortie de la chaîne de mesurage, par rapport à un signal d'entrée connu, pour différentes valeurs de ce signal. L'étalonnage de la chaîne doit couvrir toute l'étendue de la classe d'amplitude de la chaîne.

Pour des canaux bipolarisés, on doit utiliser des valeurs positives et négatives.

Si aucun matériel d'étalonnage ne peut donner les caractéristiques d'entrée requises par suite de valeurs trop élevées de la grandeur à mesurer, les étalonnages doivent être effectués dans les limites des normes d'étalonnage et ces limites doivent être consignées dans le procès-verbal d'essai.

Une chaîne de mesurage complète doit être étalonnée à une fréquence ou avec un spectre de fréquence ayant une valeur significative comprise entre F_L et $F_H/2,5$.

2.6.4. Etalonnage de la réponse en fréquence

Il faut déterminer les courbes d'étalonnage de phase et d'amplitude en fonction de la fréquence en mesurant les signaux de sortie de la chaîne de mesurage, en phase et en amplitude, par rapport à un signal d'entrée connu, pour différentes valeurs de la fréquence de ce signal variant entre F_L et 10 fois la classe de fréquence ou 3 000 Hz, en choisissant la plus basse des deux valeurs.

2.7. Effets de l'environnement

On doit procéder à des vérifications régulières pour identifier tout effet de l'environnement (par exemple influence du flux magnétique ou électrique, vitesse du câble, etc.). Ceci peut être fait, par exemple, en enregistrant le signal de sortie de canaux disponibles équipés de capteurs fictifs. Si des signaux de sortie significatifs sont obtenus, des corrections doivent être apportées, par exemple par le remplacement des câbles.

2.8. Choix et désignation de la chaîne de mesurage

Les CAC et CFC définissent une chaîne de mesurage.

La CAC doit être de 1, 2 ou 5 fois une puissance de 10.

3. Montage des capteurs

Le montage des capteurs devrait être rigide, afin que les vibrations altèrent le moins possible les enregistrements. On considérera comme valable un montage dont la fréquence de résonnance la plus basse est au moins égale à 5 fois la fréquence F_H de la chaîne de mesurage considérée. En particulier, le montage des capteurs d'accélération devrait être tel que l'angle initial de l'axe de mesure réel soit connu avec une erreur inférieure ou égale à 5° par rapport à l'axe du trièdre de référence, à moins qu'une évaluation analytique ou expérimentale de l'effet du montage du capteur sur les résultats relevés ne soit faite. Quand, en un point, on mesure des accélérations suivant plusieurs directions, chaque axe de capteur d'accélération devrait passer à moins de 10 mm de ce point et le centre de la masse sismique de chaque capteur d'accélération devrait être à moins de 30 mm de ce point.

4. Traitement des données

4.1. Filtration

La filtration correspondant à la fréquence de la classe de la chaîne de mesurage pourra être réalisée lors de l'enregistrement ou au cours du traitement des données. Toutefois, une filtration analogique à un niveau supérieur à la CFC devrait être faite avant l'enregistrement, afin d'utiliser au moins 50 % de la dynamique de l'enregistreur et de réduire le risque dû à la présence de hautes fréquences pouvant entraîner une saturation de l'enregistreur ou des erreurs de repliement dans le processus de numérisation.

4.2. Numérisation

4.2.1. Fréquence d'échantillonnage

La fréquence d'échantillonnage devrait être égale au moins à 8 F_H. Dans le cas d'enregistrement analogique, lorsque les vitesses d'enregistrement et de lecture sont différentes, la fréquence d'échantillonnage pourra être divisée par le rapport de ces vitesses.

4.2.2. Résolution en amplitude

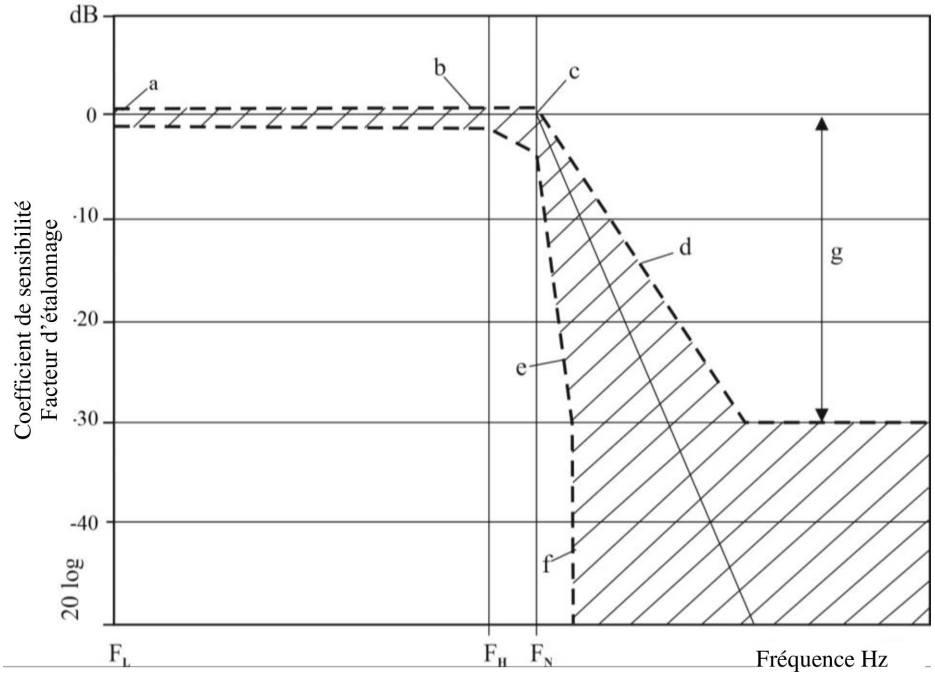
La longueur des mots numériques devrait être d'au moins 7 bits plus 1 bit de parité.

5. Présentation des résultats

Les résultats devraient être présentés sur format A4 (ISO/R 216). Lorsque ces résultats sont présentés sous forme de diagramme, les axes des coordonnées devraient être gradués selon une unité de mesure correspondant à un multiple approprié de l'unité choisie (par exemple 1, 2, 5, 10, 20 mm). Les unités SI doivent être utilisées, à l'exception de la vitesse du véhicule, qui peut être exprimée en km/h, et des accélérations dues à un choc, qui peuvent être exprimées en g (avec g = 9,8 m/s²).

Figure 1

Courbe de réponse en fréquence



CFC	F_L	F_H	F_N
	H_z	H_z	H_z
1 000	≤ 0,1	1 000	1 650
600	≤ 0,1	600	1 000
180	≤ 0,1	180	300
60	≤ 0,1	60	100

N	Échelle logarithmique		
a	±	0,5	dB
b	+	0,5; -1	dB
c	+	0,5; -4	dB
-	d	9	dB/octave
e	-	24	dB/octave
f		∞	
g	-	30	

ANNEXE 9

Définition de la barrière déformable

1. Spécification des composants et matériaux

La figure 1 de la présente annexe illustre les dimensions de la barrière. Les dimensions des différents composants de la barrière sont répertoriées séparément ci-dessous.

1.1. Structure alvéolaire principale

Dimensions:

Hauteur:	650 mm (dans l'axe du ruban (feuille) en nid d'abeilles)
Largeur:	1 000 mm
Profondeur:	450 mm (dans l'axe des alvéoles)

Pour toutes les dimensions ci-dessus une tolérance de ± 2,5 mm est admise.

Matériau:	Aluminium 3003 (ISO 209, Partie 1)
Épaisseur de la feuille:	0,076 mm ± 15 %
Dimension des alvéoles:	19,1 mm ± 20 %
Densité:	28,6 kg/m^3 ± 20 %
Résistance à l'écrasement:	0,342 MPa + 0 % - 10 % ([1])

1.2. Élément de butée

Dimensions:

Hauteur:	330 mm (dans l'axe du ruban en nid d'abeilles)
Largeur:	1 000 mm
Profondeur:	90 mm (dans l'axe des alvéoles)

Pour toutes les dimensions ci-dessus une tolérance de ± 2,5 mm est admise.

Matériau:	Aluminium 3003 (ISO 209, Partie 1)
Épaisseur de la feuille:	0,076 mm ± 15 %
Dimension des alvéoles:	6,4 mm ± 20 %
Densité:	82,6 kg/m^3 ± 20 %
Résistance à l'écrasement:	1,711 MPa +0 % -10 %[1]

1.3. Plaque d'appui

Dimensions:

Hauteur:	800 ± 2,5 mm
Largeur:	1 000 ± 2,5 mm
Épaisseur:	2,0 ± 0,1 mm

([1]) Conformément à la procédure de certification décrite au paragraphe 2 de la présente annexe.

1.4. Feuille d'habillage

Dimensions:

Longueur:	1 700 ± 2,5 mm
Largeur:	1 000 ± 2,5 mm
Épaisseur:	0,81 ± 0,07 mm
Matériau:	Aluminium 5251/5052 (ISO 209, partie 1)

1.5. Tôle de contact de la barrière

Dimensions:

Hauteur:	330 ± 2,5 mm
Largeur:	1 000 ± 2,5 mm
Épaisseur:	0,81 ± 0,07 mm
Matériau:	Aluminium 5251/5052 (ISO 209, partie 1)

1.6. Adhésif

Il convient d'utiliser un adhésif au polyuréthane à deux composants (tel que la résine XB5090/1 et le durcisseur XB5304 commercialisés par Ciba-Geigy, ou un produit équivalent).

2. Certification de la structure alvéolaire en aluminium

Le document NHTSA TP-214D présente une procédure d'essai complète en vue de la certification de structures alvéolaires en aluminium. Ci-après figure un résumé de la procédure qui doit être appliquée aux matériaux constitutifs de la barrière de collision frontale, ceux-ci présentant respectivement une résistance à l'écrasement de 0,342 MPa et de 1,711 MPa.

2.1. Site de prélèvement des échantillons

Afin de s'assurer de l'uniformité de la résistance à l'écrasement d'un côté à l'autre de la face avant de la barrière, il convient de prélever huit échantillons en quatre points uniformément répartis par rapport à la superficie de la structure alvéolaire. Pour qu'une telle structure soit homologuée, sept de ces huit échantillons doivent satisfaire aux critères de résistance à l'écrasement présentés dans les points qui suivent.

La localisation des échantillons dépend des dimensions de la structure alvéolaire. Dans un premier temps, il convient de prélever quatre échantillons mesurant chacun 300 × 300 × 50 mm d'épaisseur en les découpant dans le bloc de matériau constitutif de la face avant de la barrière. Pour localiser la position de ces échantillons par rapport au bloc en nid d'abeilles, il convient de se reporter à la figure 2 de la présente annexe. Chacun de ces échantillons de grande dimension doit être découpé en une série d'échantillons aux fins d'essais de certification (150 × 150 × 50 mm). L'homologation sera basée sur les résultats des essais auxquels auront été soumis deux échantillons provenant de chacun de ces quatre points de prélèvement. Sur demande, les deux autres échantillons seront mis à la disposition du client.

2.2. Dimension des échantillons

Les essais portent sur les échantillons présentant les dimensions suivantes:

Longueur:	150 ± 6 mm
Largeur:	150 ± 6 mm
Épaisseur:	50 ± 2 mm

Les parois des alvéoles incomplètes situées à la périphérie de chaque échantillon sont rognées comme suit:

Dans le sens de la largeur, les franges ne dépassent pas 1,8 mm (fig. 3 de la présente annexe).

Dans le sens de la longueur, l'on ne préserve que la moitié de la longueur d'une paroi d'alvéole (dans l'axe du ruban) à chaque extrémité du spécimen (fig. 3 de la présente annexe).

2.3. Mesure de la superficie

La longueur de l'échantillon doit être mesurée en trois points, à 12,7 mm de chaque extrémité et au centre; ces mesures sont consignées comme étant les longueurs L_1, L_2 et L_3 (fig. 3 de la présente annexe). De la même manière, l'on mesure la largeur de l'échantillon en trois points et l'on consigne ces mesures en tant que largeurs W_1, W_2 et W_3 (fig. 3 de la présente annexe). Ces mesures doivent être prises au niveau de l'axe médian de l'épaisseur. Le calcul de la superficie de la zone d'écrasement s'effectue comme suit:

$$A = \frac{\left(L_1 + L_2 + L_3\right)}{3} \text{ x } \frac{\left(W_1 + W_2 + W_3\right)}{3}$$

2.4. Vitesse et distance d'écrasement

L'échantillon est écrasé à une vitesse égale au moins à 5,1 mm/min et ne dépassant pas 7,6 mm/min. La profondeur d'écrasement minimale sera de 16,5 mm.

2.5. Collecte des données

Les données permettant de comparer la force appliquée par rapport à l'écrasement obtenu doivent être recueillies sous une forme analogique ou numérique pour chaque échantillon testé. En cas de collecte de données analogiques, il faut disposer d'un moyen de conversion de ces données en données numériques. Toutes les données numériques doivent être collectées à une fréquence d'au moins 5 Hz (5 points par seconde).

2.6. Détermination de la résistance à l'écrasement

Il ne doit être tenu aucun compte des données antérieures à un écrasement de 6,4 mm de profondeur et postérieures à un écrasement de 16,5 mm de profondeur. Il convient de répartir les données restantes en trois secteurs ou intervalles de déplacement (n = 1, 2, 3) (fig. 4 de la présente annexe) en procédant comme suit:

1) 06,4 à 09,7 mm inclus

2) 09,7 à 13,2 mm exclus

3) 13,2 à 16,5 mm inclus.

Calculer la moyenne de chaque secteur en procédant comme suit:

$$F(n) = \frac{\left(F(n)1 + F(n)2 + ... + F(n)m\right)}{m};\ m = 1, 2, 3$$

Où m représente le nombre de points de données mesurés dans chacun des trois intervalles considérés. Calculer la résistance à l'écrasement de chaque section comme suit:

$$S(n) = \frac{F(n)}{A};\ n = 1, 2, 3$$

2.7. Spécification de la résistance à l'écrasement d'un échantillon

Pour qu'un échantillon de structure alvéolaire soit homologué, il doit remplir la condition suivante:

0,308 MPa ≤ S(n) ≤ 0,342 MPa pour un matériau présentant une résistance à l'écrasement de 0,342 MPa

1,540 MPa ≤ S(n) ≤ 1,711 MPa pour un matériau présentant une résistance à l'écrasement de 1,711 MPa

n = 1, 2, 3

2.8. Spécification de la résistance à l'écrasement de la structure alvéolaire

Il convient de tester huit échantillons prélevés en quatre points uniformément répartis par rapport à la superficie du bloc considéré. Pour qu'un bloc soit homologué, sept des huit échantillons doivent satisfaire aux spécifications de résistance à l'écrasement indiquées au point précédent.

3. Procédure de collage

3.1. Immédiatement avant leur collage, les surfaces de feuilles en aluminium à coller doivent être nettoyées à fond à l'aide d'un solvant approprié tel que le trichloréthane 1-1-1. Il convient d'exécuter cette opération à deux reprises au moins pour éliminer les traces de graisse et autres dépôts d'impuretés. Ensuite, il convient de poncer les surfaces nettoyées à l'aide d'un papier abrasif de 120. Ne pas utiliser de papier abrasif au carbure de silicium/métallique. Les surfaces doivent être convenablement abrasées. Il faut changer régulièrement de papier abrasif au cours du processus afin d'éviter tout colmatage du papier susceptible d'entraîner un effet de polissage. Après le ponçage, il convient de nettoyer à nouveau les surfaces traitées comme indiqué précédemment. Au total, les surfaces considérées doivent être nettoyées au moyen d'un solvant à quatre reprises au moins. Toutes les poussières et tous les dépôts résultant de l'opération d'abrasion doivent être éliminés en raison de leur effet néfaste sur la qualité du collage.

3.2. L'adhésif doit être appliqué sur une seule face au moyen d'un rouleau en caoutchouc nervuré. Dans les cas où la structure en nid d'abeilles doit être collée sur une feuille d'aluminium, l'adhésif ne doit être appliqué que sur la feuille d'aluminium.

La quantité maximale d'adhésif qu'il convient d'appliquer de manière régulière sur toute la surface considérée s'élève à 0,5 kg/m^2 afin d'obtenir un film dont l'épaisseur maximale est de 0,5 mm.

4. Construction

4.1. La structure alvéolaire principale sera collée sur la plaque d'appui au moyen d'adhésif de telle sorte que l'axe des alvéoles soit perpendiculaire à cette plaque. La feuille d'habillage sera collée sur la face avant de la structure alvéolaire. Les parties supérieures et inférieures de la feuille d'habillage ne seront pas collées à la structure alvéolaire principale mais pliées et rabattues au contact de celle-ci. La feuille d'habillage sera collée sur la plaque d'appui au niveau des brides de montage.

4.2. L'élément de butée sera collé sur la feuille d'habillage en veillant à ce que l'axe des alvéoles soit perpendiculaire à la feuille. Le bas de l'élément de butée coïncidera avec l'arête inférieure de la feuille d'habillage. La tôle de contact de l'élément de butée sera collée sur la face avant de l'élément de butée.

4.3. Ensuite, l'élément de butée sera divisé en trois secteurs égaux par deux fentes horizontales. Ces rainures seront découpées sur toute la profondeur de l'élément de butée et elles s'étendront sur toute la largeur de celui-ci. Ces rainures seront découpées à l'aide d'une scie; leur largeur devra être égale à celle de la lame utilisée sans dépasser 4,0 mm.

4.4. Des trous de passage autorisant le montage de la barrière devront être forés à travers les brides de montage (fig. 5 de la présente annexe). Ces orifices devront mesurer 9,5 mm de diamètre. Il convient de forer cinq orifices à travers la bride supérieure à une distance de 40 mm du bord supérieur de la bride ainsi que cinq orifices à travers la bride inférieure à une distance de 40 mm du bord inférieur de cette bride. Ces orifices devront être situés respectivement à une distance de 100 mm, 300 mm, 500 mm, 700 mm, 900 mm de chacun des bords de la barrière. Tous les trous seront forés en respectant une tolérance de ± 1 mm par rapport aux distances nominales. Ces distances respectives ne sont données qu'à titre de recommandation et peuvent être modifiées à condition que le montage obtenu offre des caractéristiques de résistance et de sécurité au moins égales à celles que donne le montage ci-dessus.

5. Montage

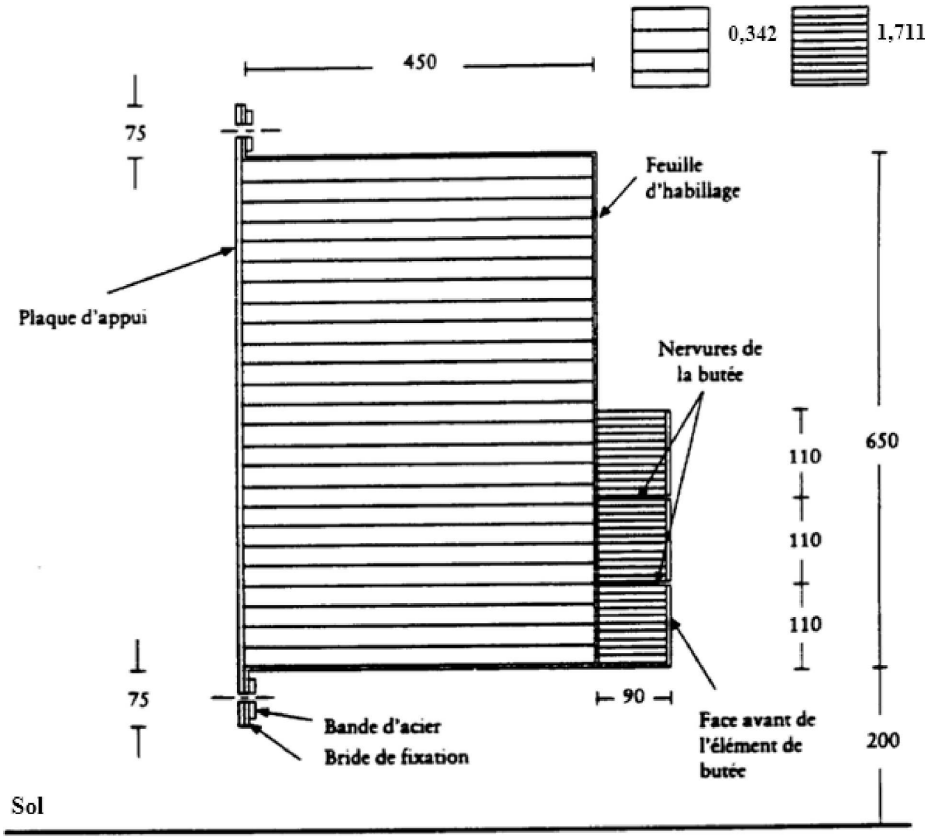
5.1. Il convient de fixer solidement la barrière déformable à l'extrémité d'une masse supérieure ou égale à 7×10^4 kg ou sur une structure solidaire de celle-ci. La fixation de la face avant de la barrière sera telle que le véhicule ne puisse entrer en contact avec aucune partie de la structure sur une distance de plus de 75 mm mesurée à partir de la surface supérieure de la barrière (bride supérieure exclue) à un moment quelconque de l'impact ([2]). La face avant du support sur lequel la barrière déformable est fixée sera plane et continue sur toute la hauteur et la largeur de celle-ci et située dans un plan vertical ± 1° et perpendiculaire ± 1° à l'axe de la piste d'accélération. L'aire de fixation ne subira pas de déplacement supérieur à 10 mm pendant l'essai. Le cas échéant, on aura recours à des dispositifs d'ancrage ou de retenue supplémentaires afin de prévenir tout déplacement du bloc de béton. Le bord de la barrière déformable sera correctement aligné par rapport au bord du bloc de béton en fonction du côté du véhicule à tester.

([2]) Une masse dont l'extrémité a une hauteur comprise entre 125 et 925 mm et une profondeur de 1 000 mm est considérée comme satisfaisant à cette exigence.

5.2. La barrière déformable sera fixée au bloc de béton au moyen de 10 boulons à raison de 5 boulons sur la bride de montage supérieure et de 5 boulons sur la bride de montage inférieure. Ces boulons posséderont un diamètre de 8 mm au moins. L'on utilisera des bandes de fixation en acier pour les brides de montage supérieure et inférieure (fig. 1 et 5 de la présente annexe). Ces bandes devront mesurer 60 mm de haut et 1 000 mm de large et posséder une épaisseur de 3 mm au moins. On devra arrondir les bords des bandes de fixation afin de prévenir tout déchirement de la barrière au moment de l'impact. Le bord inférieur de la bande supérieure devra être placé à une distance maximale de 5 mm au-dessus de la base de la bride de montage supérieure et le bord supérieur de la bande inférieure à 5 mm au-dessous du sommet de la bride de montage inférieure. Cinq trous de passage de 9,5 mm de diamètre devront être percés dans ces deux bandes en veillant à ce qu'ils correspondent aux orifices percés dans les brides de montage de la barrière (par. 4 ci-dessus). On peut augmenter le diamètre des trous percés dans les bandes de fixation et les brides de la barrière jusqu'à un maximum de 25 mm, pour les faire correspondre avec ceux de la plaque d'appui ou ceux du panneau de dynamomètres. Tous les dispositifs de fixation et de serrage doivent résister à l'essai de choc. Il convient de noter qu'au cas où la barrière déformable serait montée sur un panneau de dynamomètres, les prescriptions de dimensions relatives au montage susmentionnées sont censées être des prescriptions minimales. Dans le cas où la barrière est équipée d'un panneau de dynamomètres, il peut être nécessaire d'élargir les bandes de fixation pour pouvoir percer des trous de fixation plus haut. S'il est nécessaire d'élargir les bandes, il convient d'utiliser un acier plus épais, afin d'éviter que la barrière se détache du panneau, se plie ou se déchire au moment de l'impact. Si l'on devait utiliser une autre méthode de montage de la barrière, cette méthode devrait être au moins aussi sûre que celle spécifiée dans les paragraphes ci-dessus.

Figure 1

Barrière déformable d'essai d'impact frontal

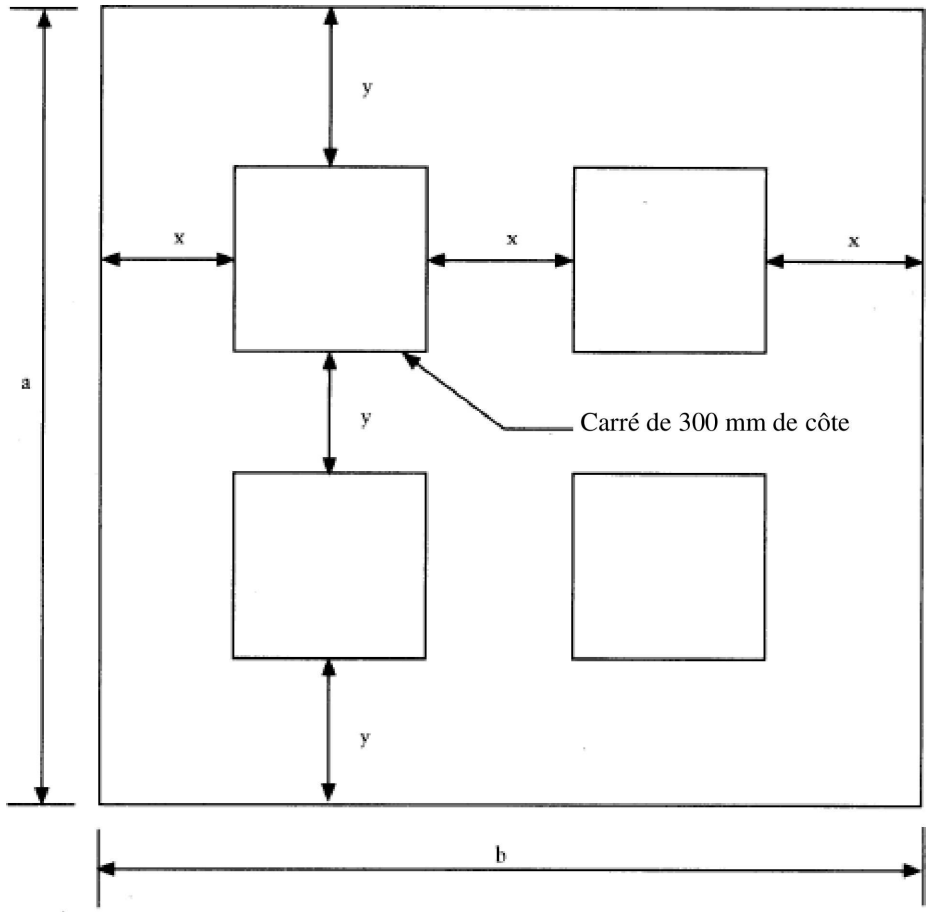


Largeur de la barrière = 1 000 mm.

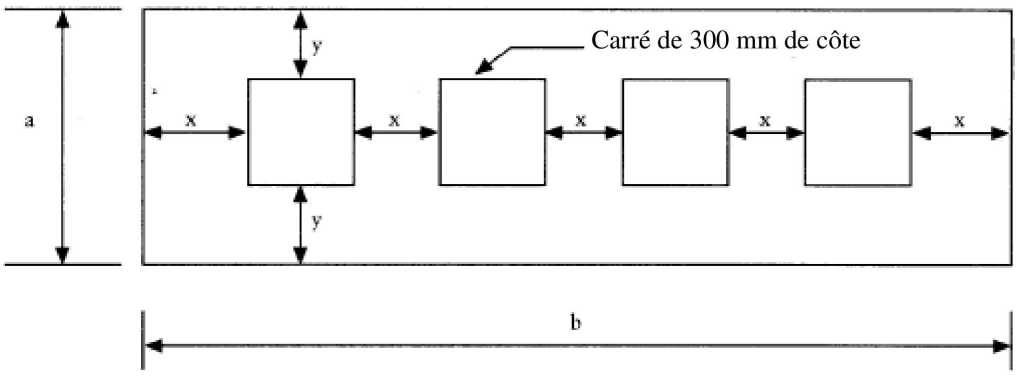
Toutes les dimensions sont exprimées en mm.

Figure 2

Localisation des échantillons prélevés en vue de la certification



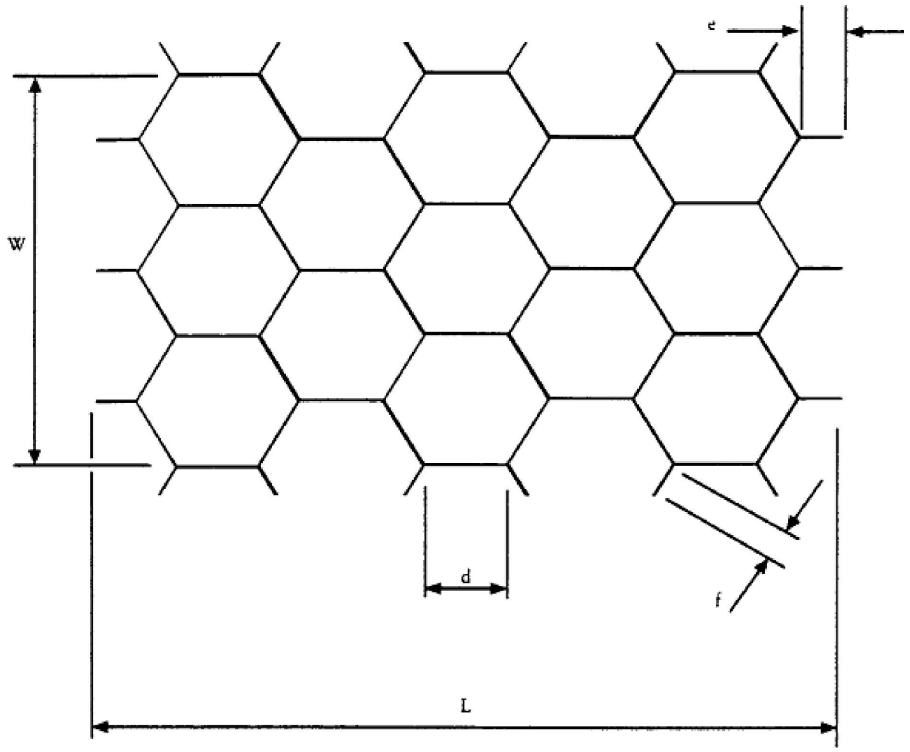
Si a ≥ 900 mm: x = 1/3 (b-600 mm) et y = 1/3 (a-600 mm) (pour a ≤ b)



Si a < 900 mm: x = 1/5 (b- 1 200 mm) et y = 1/2 (a-300 mm) (pour a ≤ b)

Figure 3

Axes de la structure en nid d'abeilles et dimensions mesurées



e = d/2

f = 0,8 mm

Figure 4

Force d'écrasement et déplacement

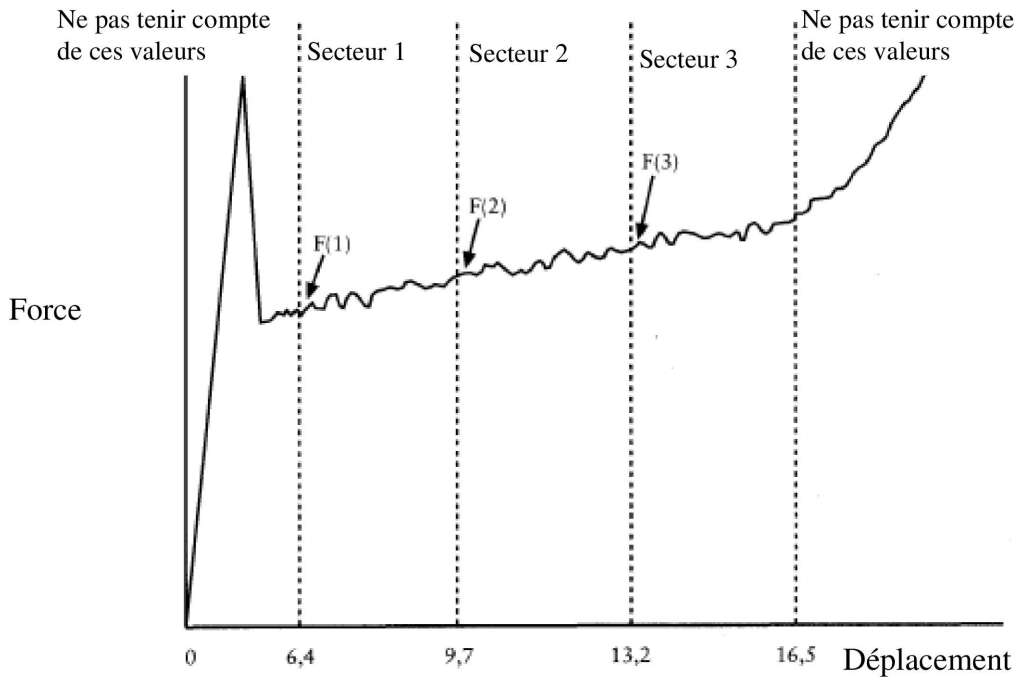
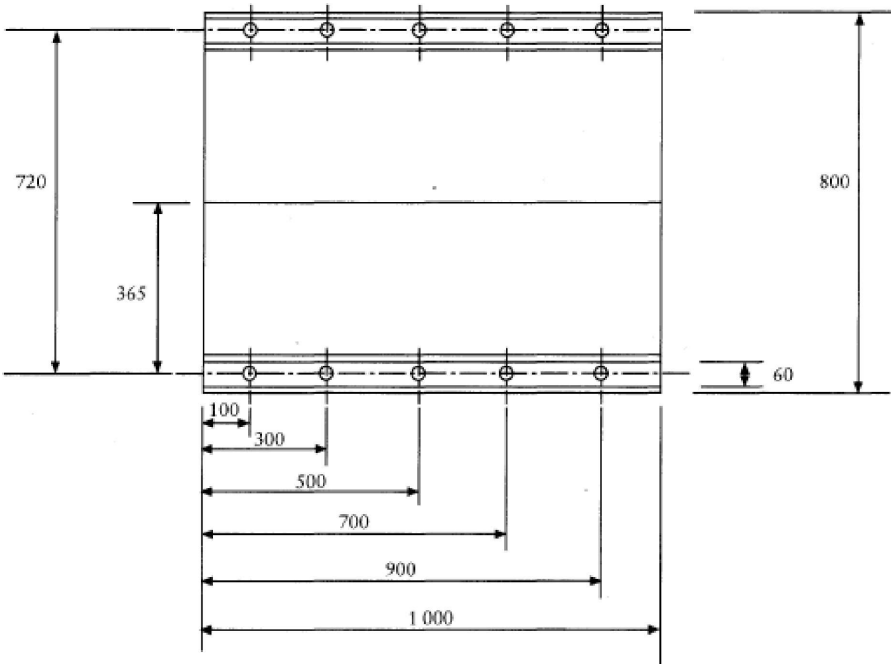


Figure 5

Positions des orifices de montage de la barrière



Diamètre des orifices: 9,5 mm.

Toutes les dimensions sont exprimées en mm.

ANNEXE 10

Procédure de certification de la jambe et du pied du mannequin

1. Essai de résistance au choc de la partie antérieure du pied

1.1. Cet essai a pour but de mesurer la réponse du pied et de la cheville du mannequin Hybrid III à des chocs bien définis provoqués par un pendule à face dure.

1.2. Sont utilisées pour l'essai les jambes du mannequin Hybrid III, gauche (86-5001-001) et droite (86-5001-002), munies du pied et de la cheville, gauches (78051-614) et droits (78051-615), y compris le genou.

Le genou (79051-16 Rev B) est fixé au support d'essai à l'aide du simulateur dynamométrique (78051-319 Rev A).

1.3. Méthode d'essai

1.3.1. Maintenir, avant l'essai, chaque jambe (imprégnée) pendant 4 heures à une température de 22 ± 3 °C et une humidité relative de 40 ± 30 %. La durée d'imprégnation ne comprend pas le temps nécessaire pour obtenir des conditions stables.

1.3.2. Nettoyer, avant l'essai, la surface d'impact de la peau et la face du pendule avec de l'alcool isopropylique ou un équivalent. Talquer.

1.3.3. Aligner l'accéléromètre du pendule de sorte que son axe sensitif soit parallèle à la direction de l'impact au contact avec le pied.

1.3.4. Monter la jambe sur le support selon la figure 1 de la présente annexe. Le support d'essai doit être fixé de manière rigide pour éviter tout mouvement pendant le choc. L'axe médian du simulateur dynamométrique du fémur (78051-319) doit être vertical avec une tolérance de ± 0,5°. Régler le montage de sorte que la ligne joignant l'étrier d'articulation du genou et le boulon de fixation de la cheville soit horizontale avec une tolérance de ± 3°, le talon reposant sur deux feuilles de matériau à faible frottement (polytétrafluoroéthylène (PTFE)]. Veiller à ce que la chair du tibia soit située dans la direction du genou. Ajuster la cheville de sorte que le plan du dessous du pied soit vertical et perpendiculaire à la direction de l'impact avec une tolérance de ± 3° et que le plan sagittal médian du pied soit aligné avec le bras du pendule. Ajuster l'articulation du genou sur 1,5 ± 0,5 g avant chaque essai. Ajuster l'articulation de la cheville de façon que ses mouvements soient libres, puis serrer juste assez pour stabiliser le pied sur la feuille de PTFE.

1.3.5. Le pendule rigide comprend un cylindre horizontal de 50 ± 2 mm de diamètre et un bras de support du pendule de 19 ± 1 mm de diamètre (fig. 4 de la présente annexe). Le cylindre a une masse de 1,25 ± 0,02 kg, instruments et tout élément du bras de support dans le cylindre compris. Le bras du pendule a une masse de 285 ± 5 g. La masse de toute partie rotative de l'axe auquel le bras du support est attaché ne doit pas être supérieur à 100 g. La longueur entre l'axe horizontal central du cylindre du pendule et l'axe de rotation de l'ensemble du pendule est de 1 250 ± 1 mm. L'axe longitudinal du cylindre d'impact est horizontal et perpendiculaire à la direction de l'impact. Le pendule doit percuter le dessous du pied, à une distance de 185 ± 2 mm de la base du talon reposant sur la plateforme horizontale rigide, de sorte que l'axe longitudinale médian du bras du pendule ait avec la verticale une incidence maximale de 1° à l'impact. Le pendule doit être guidé pour exclure tout mouvement sensible latéral, vertical ou pivotant.

1.3.6. Attendre au moins 30 minutes entre deux essais consécutifs sur la même jambe.

1.3.7. Le système d'acquisition des données, capteurs compris, doit être conforme aux spécifications pour une CFC de 600, conformément à l'annexe 8.

1.4. Spécification de performance

1.4.1. Lorsque la plante de chaque pied est percutée à 6,7 ± 0,1 m/s conformément au point 1.3 ci-dessus, le moment fléchissant maximal du tibia autour de l'axe y (M_y) doit être de 120 ± 25 Nm.

2. Essai de résistance au choc de la partie postérieure du pied sans chaussure

2.1. Cet essai a pour but de mesurer la réponse de la peau et du garnissage du pied du mannequin Hybrid III à des chocs bien définis provoqués par un pendule à face dur.

2.2. Sont utilisées pour l'essai les jambes du mannequin Hybrid III, gauche (86-5001-001) et droite (86-5001-002), munies du pied et de la cheville, gauches (78051-614) et droits (78051-615), y compris le genou.

Le genou (79051-16 Rev B) est fixé au support d'essai à l'aide du simulateur dynamométrique (78051-319 Rev A).

2.3. Méthode d'essai

2.3.1. Maintenir, avant l'essai, chaque jambe (imprégnée) pendant 4 heures à une température de 22 ± 3 °C et une humidité relative de 40 ± 30 %. La durée d'imprégnation ne comprend pas le temps nécessaire pour obtenir des conditions stables.

2.3.2. Nettoyer, avant l'essai, la surface d'impact de la peau et la face du pendule avec de l'alcool isopropylique ou un équivalent. Talquer. S'assurer que le garnissage amortisseur d'énergie n'a subi aucun dommage visible au niveau du talon.

2.3.3. Aligner l'accéléromètre du pendule de sorte que son axe sensitif soit parallèle à l'axe longitudinal médian du pendule.

2.3.4. Monter la jambe sur le support selon la figure 2 de la présente annexe. Le support d'essai doit être fixé de manière rigide pour éviter tout mouvement pendant le choc. L'axe médian du simulateur dynamométrique du fémur (78051-319) doit être vertical avec une tolérance de ± 0,5°. Régler le montage de sorte que la ligne joignant l'étrier d'articulation du genou et le boulon de fixation de la cheville soit horizontale avec une tolérance de ± 3°, le talon reposant sur deux feuilles de matériau à faible frottement (PTFE). Veiller à ce que la chair du tibia soit située dans la direction du genou. Ajuster la cheville de sorte que le plan du dessous du pied soit vertical et perpendiculaire à la direction de l'impact avec une tolérance de ± 3° et que le plan sagittal médian du pied soit alignée avec le bras du pendule. Ajuster l'articulation du genou sur 1,5 ± 0,5 g avant chaque essai. Ajuster l'articulation de la cheville de façon que ses mouvements soient libres, puis serrer juste assez pour stabiliser le pied sur la feuille de PTFE.

2.3.5. Le pendule rigide comprend un cylindre horizontal de 50 ± 2 mm de diamètre et un bras de support du pendule de 19 ± 1 mm de diamètre (fig. 4 de la présente annexe). Le cylindre a une masse de 1,25 ± 0,02 kg, instruments et tout élément du bras de support dans le cylindre compris. Le bras du pendule a une masse de 285 ± 5 g. La masse de toute partie rotative de l'axe auquel le bras du support est attaché ne doit pas être supérieure à 100 g. La longueur entre l'axe horizontal central du cylindre du pendule et l'axe de rotation de l'ensemble du pendule est de 1 250 ± 1 mm. L'axe longitudinal du cylindre d'impact est horizontal et perpendiculaire à la direction de l'impact. Le pendule doit percuter le dessous du pied, à une distance de 62 ± 2 mm du bas du talon reposant sur la plateforme horizontal rigide, de sorte que l'axe longitudinal médian du bras du pendule ait avec la verticale une incidence maximale de 1° à l'impact. Le pendule doit être guidé pour exclure tout mouvement sensible latéral, vertical ou pivotant.

2.3.6. Attendre au moins 30 minutes entre deux essais consécutifs sur la même jambe.

2.3.7. Le système d'acquisition des données, capteurs compris, doit être conforme aux spécifications pour une CFC de 600, conformément à l'annexe 8.

2.4. Spécification de performance

2.4.1. Lorsque la plante de chaque pied est percutée à 4,4 ± 0,1 m/s conformément au point 2.3, l'accélération maximal du pendule est de 295 ± 50 g.

3. Essai de résistance au choc de la partie postérieure du pied (avec chaussure)

3.1. Cet essai a pour but de contrôler la réponse de la chaussure, ainsi que de la chair du talon et de l'articulation de la cheville du mannequin Hybrid III, à des chocs bien définis provoqués par un pendule à face dure.

3.2. Sont utilisées pour l'essai les jambes du mannequin Hybrid III, gauche (86-5001-001) et droite (86-5001-002), munies du pied et de la cheville, gauches (78051-614) et droits (78051-615), y compris le genou. Le genou (79051-16 Rev B) est fixé au support d'essai à l'aide du simulateur dynamométrique (78051-319 Rev A). Le pied est équipé de la chaussure décrite au paragraphe 2.9.2. de l'annexe 5.

3.3. Méthode d'essai

3.3.1. Maintenir, avant l'essai, chaque jambe (imprégnée) pendant 4 heures à une température de 22 ± 3 °C et une humidité relative de 40 ± 30 %. La durée d'imprégnation ne comprend pas le temps nécessaire pour obtenir des conditions stables.

3.3.2. Nettoyer, avant l'essai, la surface d'impact du dessous de la chaussure avec une chiffon propre et la face du pendule avec de l'alcool isopropylique ou un équivalent. S'assurer que le garnissage amortisseur d'énergie n'a subi aucun dommage visible au niveau du talon.

3.3.3. Aligner l'accéléromètre du pendule de sorte que son axe sensitif soit parallèle à l'axe longitudinal médian du pendule.

3.3.4. Monter la jambe sur le support selon la figure 3 de la présente annexe. Le support d'essai doit être fixé de manière rigide pour éviter tout mouvement pendant le choc. L'axe médian du simulateur dynamométrique du fémur (78051-319) doit être vertical avec une tolérance de ± 0,5°. Régler le montage de sorte que la ligne joignant l'étrier d'articulation du genou et le boulon de fixation de la cheville soit horizontal avec une tolérance de ± 3°, le talon de la chaussure reposant sur deux feuilles de matériau à faible frottement (PTFE). Veiller à ce que la chair du tibia soit situé dans la direction du genou. Ajuster la cheville de sorte que le plan en contact avec le talon et la semelle de la chaussure soit vertical et perpendiculaire à la direction de l'impact avec une tolérance de ± 3° et que le plan sagittal médian du pied et de la chaussure soit aligné avec le bras du pendule. Ajuster l'articulation du genou sur 1,5 ± 0,5 g avant chaque essai. Ajuster l'articulation de la cheville de façon que ses mouvements soient libres, puis serrer juste assez pour stabiliser le pied sur la feuille de PTFE.

3.3.5. Le pendule rigide comprend un cylindre horizontal de 50 ± 2 mm de diamètre et un bras de support du pendule de 19 ± 1 mm de diamètre (fig. 4 de la présente annexe). Le cylindre a une masse de 1,25 ± 0,02 kg, instruments et tout élément du bras de support dans le cylindre compris. Le bras du pendule a une masse de 285 ± 5 g. La masse de toute partie rotative de l'axe auquel le bras du support est attaché ne doit pas être supérieur à 100 g. La longueur entre l'axe horizontal central du cylindre du pendule et l'axe de rotation de l'ensemble du pendule est de 1 250 ± 1 mm. L'axe longitudinal du cylindre d'impact est horizontal et perpendiculaire à la direction de l'impact. Le pendule doit percuter le talon de la chaussure sur un plan horizontal situé à une distance de 62 ± 2 mm de la base du talon du mannequin reposant sur la plateforme horizontale rigide, de sorte que l'axe longitudinal médian du bras du pendule ait avec la vertical un incidence maximale de 1° à l'impact. Le pendule doit être guidé pour exclure tout mouvement sensible latéral, vertical ou pivotant.

3.3.6. Attendre au moins 30 minutes entre deux essais consécutifs sur la même jambe.

3.3.7. Le système d'acquisition des données, capteurs compris, doit être conforme aux spécifications pour une CFC de 600, conformément à l'annexe 8.

3.4. Spécification de performance

3.4.1. Lorsque le talon de la chaussure est percuté à 6,7 ± 0,1 m/s conformément au paragraphe 3.3 ci-dessus, la force de compression maximale du tibia (F_z) est de 3,3 ± 0,5 kN.

Figure 1

Essai de résistance au choc de la partie antérieure du pied

Configuration de l'essai

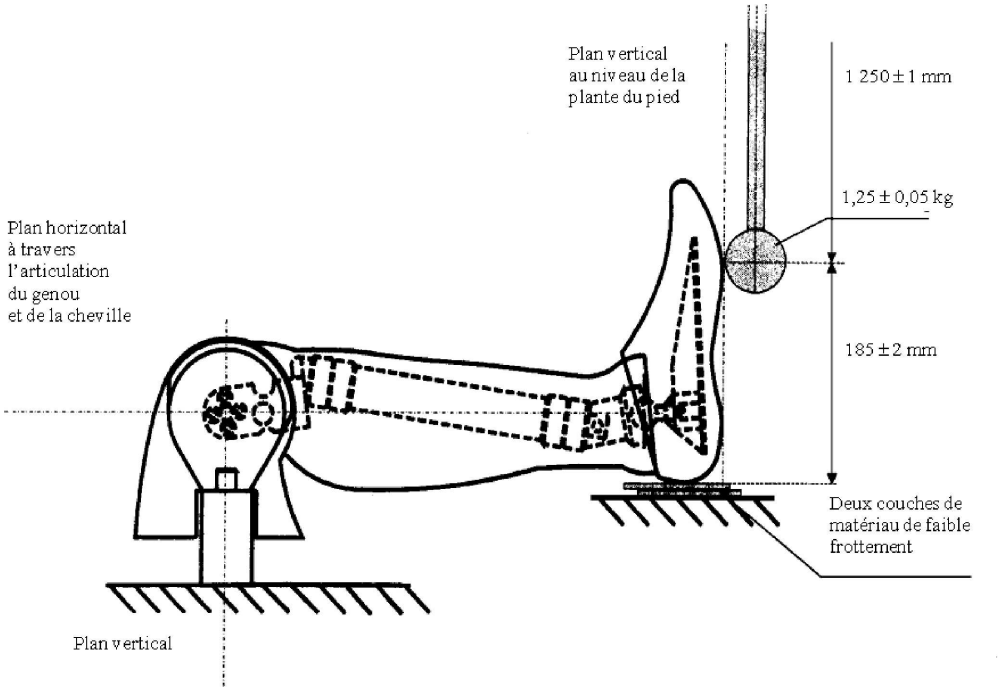


Figure 2

Essai de résistance au choc de la partie postérieure du pied (sans chaussure)

Configuration de l'essai

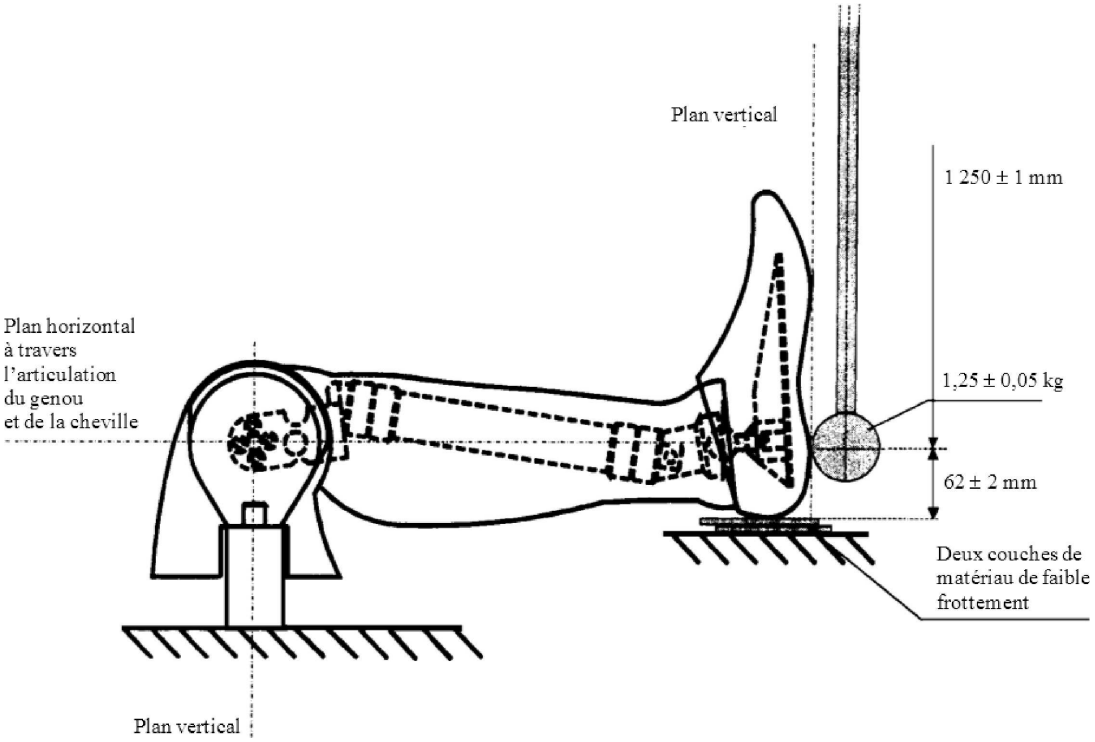


Figure 3

Essai de résistance au choc de la partie postérieure du pied (avec chaussure)

Configuration de l'essai

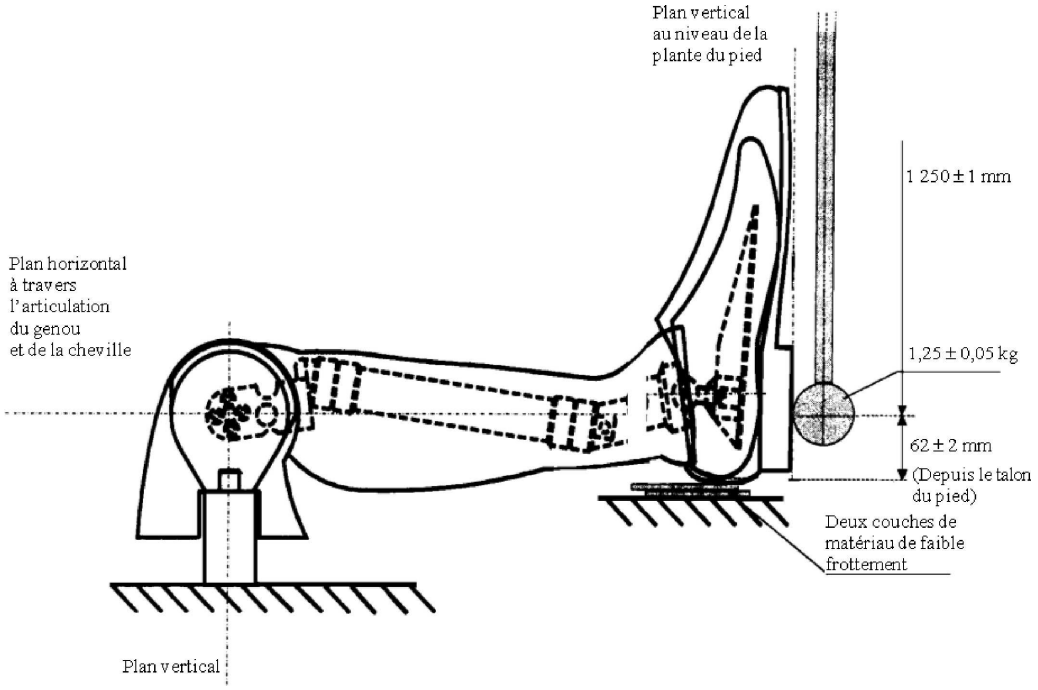
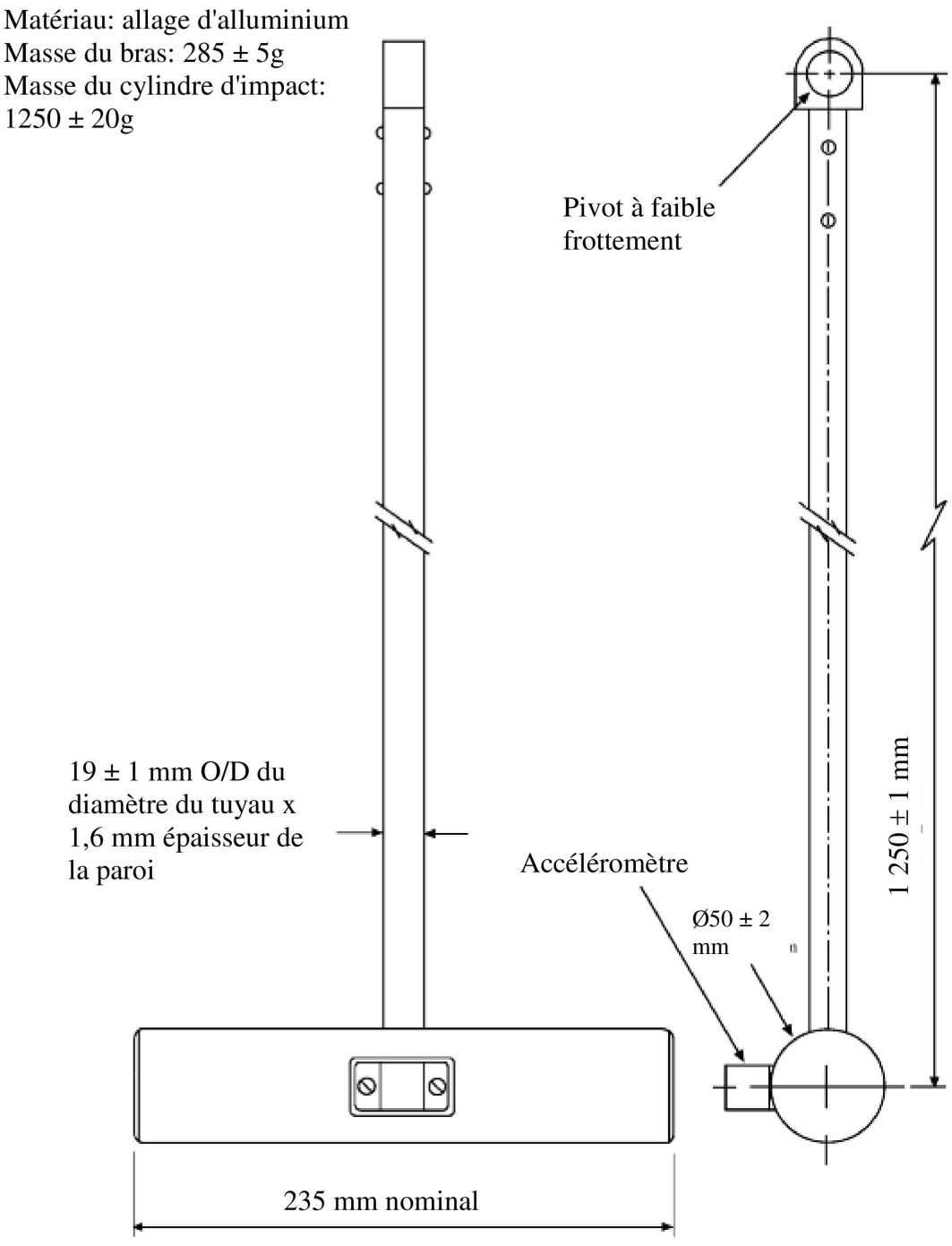


Figure 4

Pendule



ANNEXE 11

Procédures d'essai concernant les véhicules munis d'une chaîne de traction électrique

On trouvera dans la présente annexe la description des procédures d'essai visant à démontrer la conformité avec les dispositions du paragraphe 5.2.8 du présent règlement relatives à la sécurité électrique

Avant de procéder à l'essai de choc, mesurer et consigner la tension du rail haute tension (U_b sur la figure 1 ci-après), puis vérifier qu'elle est conforme à la tension de fonctionnement du véhicule prévue par le constructeur.

1. Préparation de l'essai et matériel requis

Si l'on utilise une fonction de déconnexion de la haute tension, les mesures doivent être relevées des deux côtés du dispositif de déconnexion.

Toutefois, si la fonction de déconnexion de la haute tension est intégrée au SRSEE ou au système de conversion de l'énergie et si le rail haute tension du SRSEE ou le système de conversion bénéficient du degré de protection IPXXB à la suite de l'essai de choc, les mesures peuvent être relevées uniquement en aval du dispositif de déconnexion.

Le voltmètre utilisé pour l'essai considéré ici doit mesurer les valeurs du courant continu et avoir une résistance interne minimale de 10 MΩ.

2. On peut appliquer les instructions ci-après pour mesurer la tension.

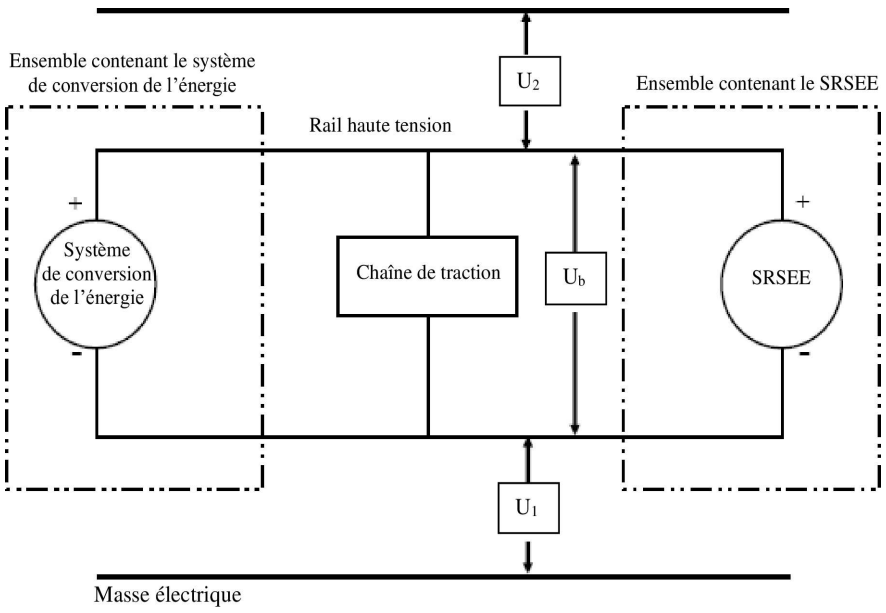
Après l'essai de choc, mesurer les tensions des rails haute tension (U_b, U_1 et U_2 sur la figure 1 ci-après).

La tension doit être mesurée entre 10 et 60 s après le choc.

Cette procédure ne s'applique pas si l'essai est effectué alors que la chaîne de traction électrique n'est pas sous tension.

Figure 1

Mesure de U_b, U_1 et U_2



3. Procédure d'évaluation du fonctionnement avec un faible niveau d'énergie électrique

Avant le choc, un commutateur S_1 et une résistance de décharge connue R_e sont branchés en parallèle à la capacitance requise (voir fig. 2 ci-après):

a) Entre 10 et 60 s après le choc, fermer le commutateur S_1 puis mesurer et consigner la tension U_b et l'intensité I_e. Le produit de la tension U_b par l'intensité I_e est intégré à la période qui s'écoule entre le moment où l'on ferme le commutateur S_1 (t_c) et celui où la tension U_b redescend sous le seuil de la haute tension de 60 V en courant continu (t_h), ce qui permet d'obtenir l'énergie totale (TE) en joules, comme suit:

$$TE = \int_{tc}^{th} U_b \times I_e dt$$

b) Si U_b est mesurée entre 10 et 60 s après le choc et si la capacitance des condensateurs X (C_x) est fixée par le constructeur, l'énergie totale s'obtient au moyen de la formule ci-après:

$$TE = 0{,}5 \times C_x \times U_b^2$$

c) Si U_1 et U_2 (voir fig. 1 ci-dessus) sont mesurées entre 10 et 60 s après le choc et si la capacitance des condensateurs Y (C_{y1} et C_{y2}) est fixée par le constructeur, l'énergie totale (TE_{y1} et TE_{y2}) s'obtient au moyen des formules ci-après:

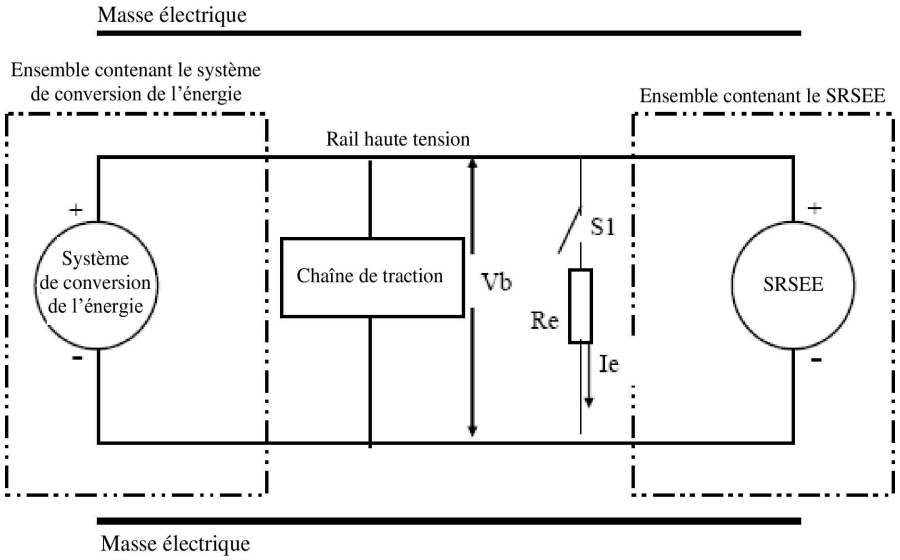
$$TE_{y1} = 0{,}5 \times C_{y1} \times U_1^2$$

$$TE_{y2} = 0{,}5 \times C_{y2} \times U_2^2$$

Cette procédure ne s'applique pas si l'essai est effectué lorsque la chaîne de traction *électrique n'est pas sous tension*.

Figure 2

Mesure de l'énergie du rail haute tension contenue dans les condensateurs X



4. Protection physique

Après l'essai de choc, ouvrir, démonter ou retirer toutes les parties entourant les éléments à haute tension, sans l'aide d'outils. Toutes les parties restantes sont considérées comme faisant partie de la protection physique.

Placer le doigt d'épreuve articulé, décrit à la figure 3, dans tous les interstices ou les ouvertures de la protection physique, avec une force de 10 N ± 10 %, aux fins de l'évaluation de la sécurité électrique. Si le doigt entre partiellement ou entièrement dans la protection physique, le placer dans toutes les positions indiquées ci-dessous.

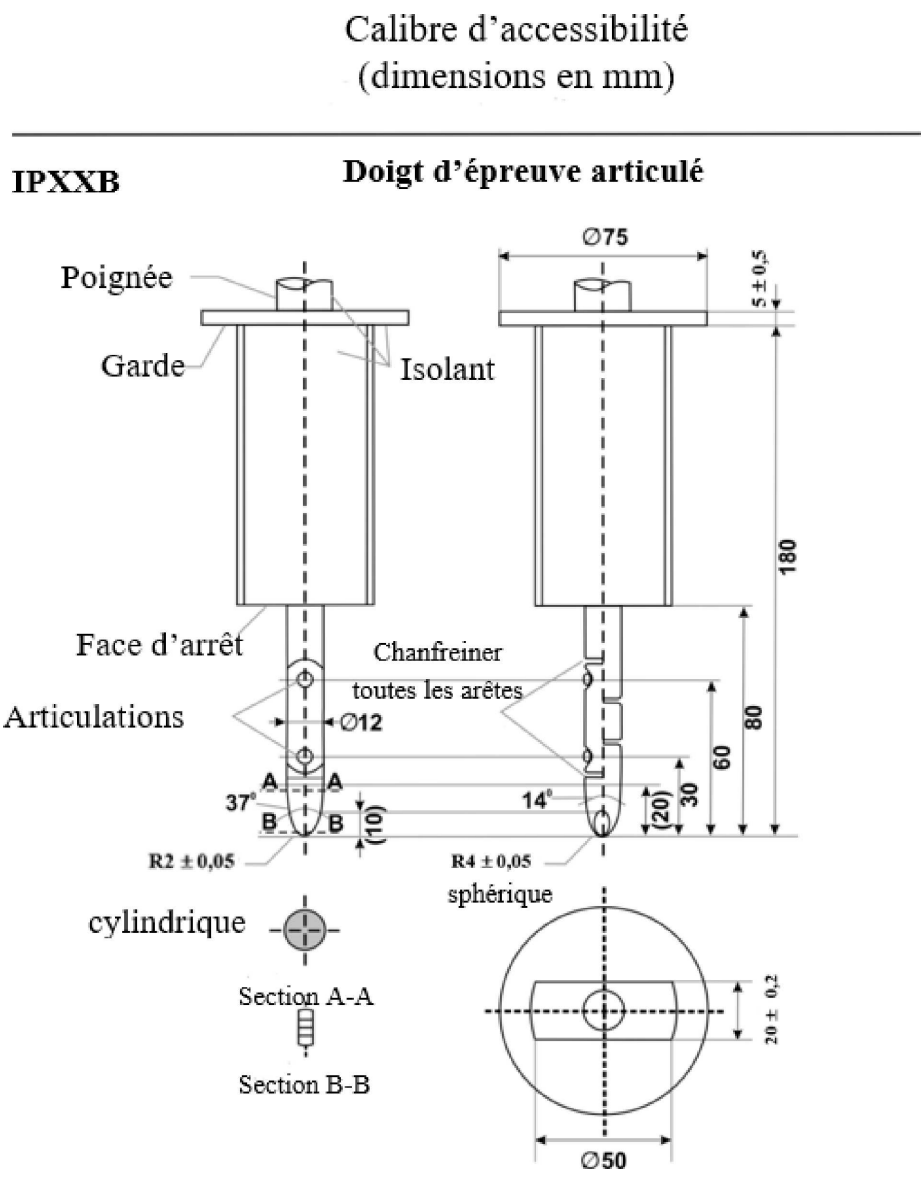
À partir de la position verticale, plier progressivement les deux articulations du doigt d'épreuve jusqu'à former un angle maximum de 90° par rapport à l'axe de la section adjacente du doigt et les placer dans toutes les positions possibles.

Les barrières internes sont considérées comme faisant partie du carter de protection.

Le cas échéant, brancher en série une source électrique basse tension (entre 40 et 50 V) avec une lampe appropriée, entre le doigt d'épreuve articulé et les éléments à haute tension situés à l'intérieur de la barrière électrique ou du carter de protection.

Figure 3

Doigt d'épreuve articulé



Matériau: métal, sauf indication contraire.

Dimensions linéaires indiquées en millimètres.

Tolérances des dimensions à défaut de tolérance indiquée:

a) Sur les angles: 0/10 s;

b) Sur les dimensions linéaires:

i) Jusqu'à 25 mm: + 0/– 0,05;

ii) Au-dessus de 25 mm: ± 0,2.

Les deux articulations doivent permettre un mouvement de 90° dans le même plan et dans la même direction, avec une tolérance comprise entre 0 et +10°.

Les prescriptions énoncées au paragraphe 5.2.8.1.3 du présent règlement sont satisfaites si le doigt d'épreuve articulé décrit à la figure 3 ne peut entrer en contact avec les parties à haute tension.

Le cas échéant, un miroir ou un fibroscope peut être utilisé pour voir si le doigt d'épreuve articulé entre en contact avec les rails haute tension.

Si le respect de cette prescription est vérifié au moyen d'un circuit test entre le doigt d'épreuve articulé et les éléments à haute tension, la lampe témoin ne doit pas s'allumer.

4.1. Méthode d'essai pour la mesure de la résistance électrique

a) Méthode d'essai utilisant un mégohmmètre

Le mégohmmètre est relié aux points de mesure (en règle générale, la masse électrique et l'enveloppe conductrice/la barrière de protection électrique). On mesure la résistance à l'aide d'un mégohmmètre satisfaisant aux critères suivants:

i) Mégohmmètre: mesure du courant: au moins 0,2 A;

ii) Résolution: 0,01 Ω ou moins;

iii) La résistance R doit être inférieure à 0,1 Ω;

b) Méthode d'essai utilisant une source de courant continu, un voltmètre et un ampèremètre

La source de courant continu, le voltmètre et l'ampèremètre sont reliés aux points de mesure (en règle générale, la masse électrique et l'enveloppe conductrice/la barrière de protection électrique).

On règle la tension de la source de courant continu de manière à obtenir une intensité supérieure à 0,2 A.

On mesure l'intensité «I» et la tension «U».

On calcule la résistance «R» au moyen de la formule suivante:

R = U / I

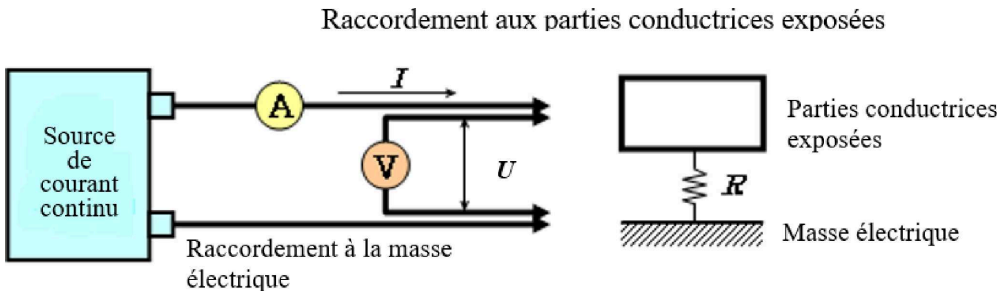
La résistance R doit être inférieure à 0,1 Ω.

Note: Si l'on utilise des fils conducteurs pour mesurer la tension et l'intensité, chacun d'entre eux doit être raccordé de manière indépendante à la barrière de protection électrique/l'enveloppe/la masse électrique. La borne peut être commune pour la mesure de la tension et de l'intensité.

Figure ci-dessous: exemple de méthode d'essai utilisant une source de courant continu, un voltmètre et un ampèremètre.

Figure 4

Exemple de méthode d'essai utilisant une source de courant continu



5. Résistance d'isolement

5.1. Généralités

La résistance d'isolement pour chaque rail haute tension du véhicule est mesurée ou on la détermine en calculant les valeurs correspondant à chaque partie ou composant du rail.

Toutes les mesures destinées au calcul des tensions ou de l'isolement électrique sont faites au moins 10 s après le choc.

5.2. Méthode de mesure

La mesure de la résistance d'isolement se fait au moyen d'une méthode de mesure appropriée choisie parmi celles énumérées aux paragraphes 5.2.1 à 5.2.2 de la présente annexe, en fonction de la charge électrique des éléments sous tension ou de la résistance d'isolement.

La plage de tension du circuit électrique à mesurer est déterminée à l'avance à l'aide de schémas du circuit électrique. Si les rails haute tension sont galvaniquement isolés les uns des autres, la résistance d'isolement doit être mesurée pour chaque circuit électrique.

En outre, on peut procéder aux modifications nécessaires à la mesure de la résistance d'isolement, comme enlever le carter de protection pour avoir accès aux éléments sous tension, poser des câbles de mesure ou modifier le logiciel.

Si les valeurs relevées ne sont pas stables en raison de l'action du système de surveillance de la résistance d'isolement, on peut procéder aux modifications nécessaires à la mesure, à savoir arrêter ce système ou le désinstaller. En outre, quand le dispositif est enlevé, il doit être démontré, sur la base de schémas, que cette opération ne modifie pas la résistance d'isolement entre les éléments sous tension et la masse électrique.

Les modifications effectuées ne doivent pas avoir d'incidences sur les résultats de l'essai.

Des précautions très sérieuses doivent être prises pour éviter les courts-circuits ou les risques de décharge électrique si l'on emploie cette méthode de confirmation, qui peut nécessiter une alimentation directe du circuit à haute tension.

5.2.1. Mesure par utilisation d'une tension continue à partir d'une source extérieure

5.2.1.1. Instrument de mesure

On utilise un instrument d'essai de résistance d'isolement pouvant appliquer une tension continue supérieure à la tension de fonctionnement du rail haute tension.

5.2.1.2. Méthode de mesure

Un instrument d'essai de résistance d'isolement est raccordé entre les éléments sous tension et la masse électrique. La résistance d'isolement est alors mesurée par application d'une tension continue au moins égale à la moitié de la tension de fonctionnement du rail haute tension.

Si le système a plusieurs plages de tensions (par exemple, à cause de la présence d'un convertisseur d'appoint) dans un circuit galvaniquement relié, et si certains des composants ne peuvent pas supporter la tension de fonctionnement du circuit complet, la résistance d'isolement entre ces composants et la masse électrique peut être mesurée séparément par application d'au moins la moitié de la tension de fonctionnement propre de ceux-ci, ces composants étant déconnectés.

5.2.2. Mesure par utilisation du SRSEE du véhicule comme source de tension continue

5.2.2.1. Conditions concernant le véhicule d'essai

Le rail haute tension est mis sous tension par le SRSEE du véhicule et/ou le système convertisseur et, pendant tout l'essai, la tension du SRSEE et/ou du système convertisseur doit être au moins égale à la tension de fonctionnement nominale spécifiée par le constructeur du véhicule.

5.2.2.2. Instrument de mesure

Le voltmètre utilisé pour l'essai doit mesurer les valeurs du courant continu et avoir une résistance interne minimale de 10 MΩ.

5.2.2.3. Méthode de mesure

5.2.2.3.1. Première étape

La tension est mesurée comme indiqué à la figure 1. La tension du rail haute tension (U_b) est consignée. U_b doit être égale ou supérieure à la tension de fonctionnement nominale du SRSEE et/ou du système convertisseur, telle qu'indiquée par le constructeur du véhicule.

5.2.2.3.2. Deuxième étape

La tension (U_1) entre le pôle négatif du rail haute tension et la masse électrique est mesurée et consignée (voir fig. 1).

5.2.2.3.3. Troisième étape

La tension (U_2) entre le pôle positif du rail haute tension et la masse électrique est mesurée et consignée (voir fig. 1).

5.2.2.3.4. Quatrième étape

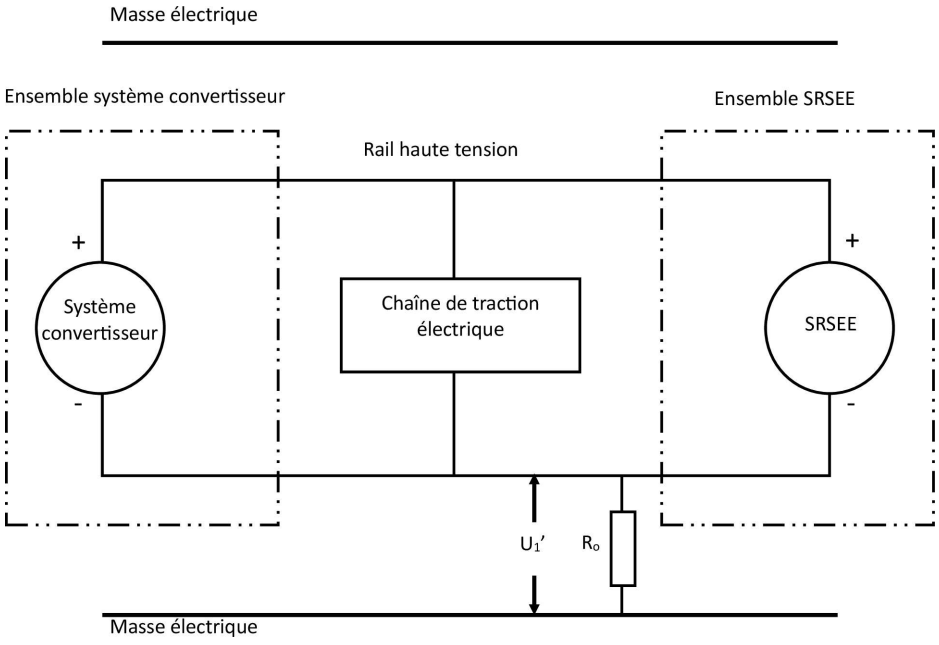
Si U_1 est égale ou supérieure à U_2, une résistance normalisée connue (R_o) est insérée entre le pôle négatif du rail haute tension et la masse électrique. La résistance R_0 étant en place, la tension (U_1') entre le pôle négatif du rail haute tension et la masse électrique est mesurée (voir fig. 5).

L'isolement électrique (R_i) est calculé conformément à la formule suivante:

$$R_i = R_o * U_b * (1/U_1' - 1/U_1)$$

Figure 5

Mesure de U_1'

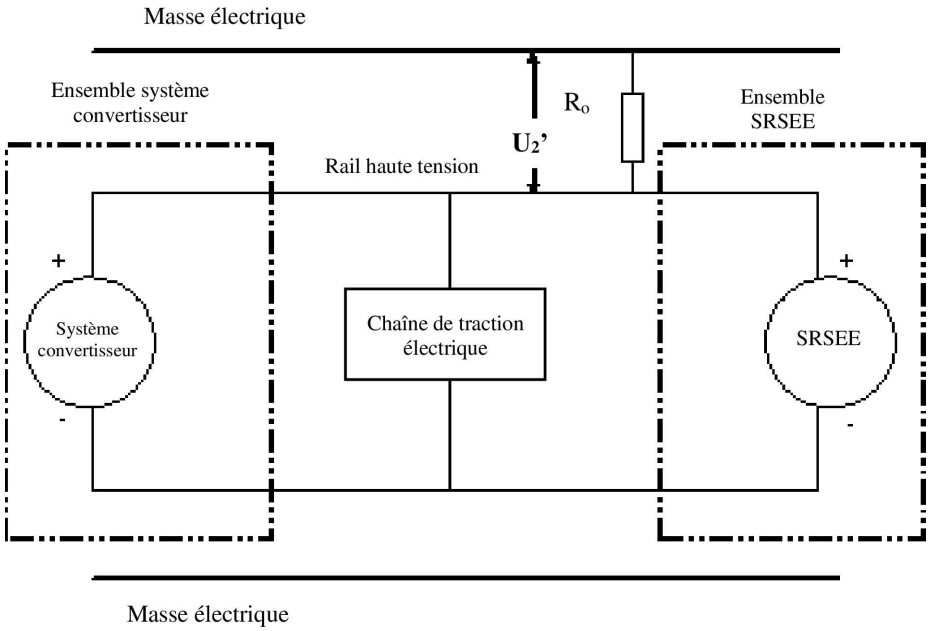


Si U_2 est supérieure à U_1, on insère une résistance normalisée connue (R_o) entre le pôle positif du rail haute tension et la masse électrique. La résistance R_o étant en place, la tension (U_2') entre le pôle positif du rail haute tension et la masse électrique est mesurée (voir fig. 6 ci-dessous). L'isolement électrique (R_i) est calculé conformément à la formule ci-après:

$$R_i = R_o * U_b * (1/U_2' - 1/U_2)$$

Figure 6

Mesure de U_2'



5.2.2.3.5. Cinquième étape

La valeur d'isolement électrique R_i (en Ω) divisée par la tension de fonctionnement du rail haute tension (en V) donne la résistance d'isolement (en Ω/V).

Note: La résistance normalisée connue R_o (en Ω) correspond à la valeur de la résistance d'isolement minimale requise (en Ω/V) multipliée par la tension de fonctionnement du véhicule plus ou moins 20 % (en V). R_o ne devrait pas nécessairement être égale à cette valeur car les équations restent valables pour toute valeur de R_o; cependant, une valeur de R_o située dans cette plage devrait permettre de mesurer la tension avec une résolution satisfaisante.

6. Fuites d'électrolyte

Si nécessaire, appliquer un revêtement approprié sur l'enveloppe servant de protection physique afin de détecter toute fuite d'électrolyte du SRSEE par suite de l'essai de choc. À moins que le constructeur ne fournisse les moyens de distinguer l'électrolyte d'autres liquides, toutes les fuites de liquide sont considérées comme des fuites d'électrolyte.

7. Maintien en place du SRSEE

La vérification de la conformité s'effectue par inspection visuelle.

ANNEXE 12

Modalité des essais visant à évaluer l'intégrité du système d'alimentation en hydrogène en cas de choc

1. Objet

Détermination de la conformité avec les prescriptions du paragraphe 5.2.7 du présent règlement.

2. Définitions

Aux fins de la présente annexe, on entend par:

2.1. "*Espaces fermés*", les volumes se trouvant à l'intérieur du véhicule (ou du contour du véhicule traversant des ouvertures) mais qui sont extérieurs au système hydrogène (système de stockage, système de pile à combustible, moteur à combustion interne et système de gestion du débit).

2.2. "*Compartiment à bagages*", l'espace réservé dans le véhicule aux bagages ou aux marchandises, délimité par le toit, le capot, le plancher et les parois latérales, et séparé de l'habitacle par la cloison avant ou la cloison arrière.

2.3. "*Pression de service nominale (PSN)*", la pression manométrique qui caractérise les conditions d'utilisation habituelles d'un système. Dans le cas de réservoirs à hydrogène gazeux comprimé, la PSN est la pression stabilisée du gaz comprimé dans un réservoir ou un système de stockage complètement rempli, à une température uniforme de 15 °C.

3. Préparation, mise en place des instruments de mesure et conditions d'essai

3.1. Systèmes de stockage d'hydrogène comprimé et tuyauteries aval

3.1.1. Avant de subir l'essai de choc, le système de stockage de l'hydrogène est équipé d'instruments de mesure de la pression et de la température, sauf si le véhicule est déjà équipé d'instruments de mesure de la précision requise.

3.1.2. Si nécessaire, le système de stockage de l'hydrogène est ensuite purgé conformément aux instructions du constructeur afin que le réservoir soit débarrassé de ses impuretés avant d'être rempli d'hydrogène ou d'hélium comprimés. Étant donné que la pression dans le système de stockage varie en fonction de la température, la pression que doit atteindre le réservoir une fois rempli dépend de la température ambiante. La pression recherchée est déterminée au moyen de l'équation ci-dessous:

$$P_{target} = PSN \times (273 + T_0) / 288$$

où PSN est la pression de service nominale (MPa), T_0 est la température ambiante à laquelle le système de stockage est censé se stabiliser et P_{target} est la pression de remplissage recherchée une fois la température stabilisée.

3.1.3. Le réservoir est rempli de façon à atteindre au minimum 95 % de la pression recherchée puis laissé au repos afin de se stabiliser avant l'essai de choc.

3.1.4. La vanne d'arrêt principale et les autres vannes d'arrêt de l'hydrogène, qui sont placées dans la tuyauterie aval, sont, dans les conditions normales de conduite, maintenues ouvertes immédiatement avant le choc.

3.2. Espaces fermés

3.2.1. Des capteurs sont sélectionnés pour mesurer soit l'augmentation de la pression de l'hydrogène ou de l'hélium, soit la raréfaction de l'oxygène (en raison du déplacement de l'air causé par une fuite d'hydrogène ou d'hélium).

3.2.2. Les capteurs sont étalonnés à partir de références connues afin d'assurer une précision de ± 5 % pour la concentration visée de 4 % d'hydrogène ou de 3 % d'hélium en volume dans l'air, et une phase de mesure maximale dépassant d'au moins 25 % ces valeurs. Ils doivent être capables de réagir à 90 % à une variation de la concentration de la pleine échelle dans un délai de 10 s.

3.2.3. Avant l'essai de choc, les capteurs sont placés dans l'habitacle et le compartiment à bagages du véhicule, comme suit:

a) À 250 mm au maximum du garnissage de pavillon au-dessus du siège du conducteur ou à proximité du centre du sommet de l'habitacle;

b) À 250 mm au maximum du plancher en avant du siège arrière (ou le plus en arrière) dans l'habitacle; et

c) À 100 mm au maximum du sommet du compartiment à bagages dans une partie du véhicule qui n'est pas directement affectée par l'essai de choc.

3.2.4. Les capteurs sont solidement fixés à la structure du véhicule ou aux sièges et protégés, en vue de l'essai de choc, des fragments, des gaz émis par les coussins gonflables et des objets projetés. Les mesures sont enregistrées par des instruments placés dans le véhicule ou à distance.

3.2.5. L'essai de choc peut se dérouler soit à l'extérieur, en un lieu protégé du vent et du soleil, soit à l'intérieur dans un endroit suffisamment grand ou ventilé pour empêcher que l'accumulation d'hydrogène dépasse 10 % des valeurs fixées pour l'habitacle et le compartiment à bagages.

4. Essai d'étanchéité après choc sur un système de stockage d'hydrogène comprimé rempli d'hydrogène comprimé

4.1. La pression de l'hydrogène, P_0 (MPa), et la température, T_0 (°C), sont mesurées immédiatement avant le choc puis au terme d'un intervalle de temps, Δt (min), après celui-ci.

4.1.1. L'intervalle Δt dure au moins 60 min à partir du moment où le véhicule s'est immobilisé après le choc.

4.1.2. L'intervalle Δt peut être prolongé afin de permettre l'obtention de mesures plus précises lorsqu'il s'agit d'un système de stockage de grand volume fonctionnant à une pression pouvant atteindre 70 MPa. Dans ce cas, Δt peut être calculé à partir de la formule suivante:

$$\Delta t = V_{CHSS} \times PSN / 1\,000 \times [(- 0{,}027 \times PSN + 4) \times R_s - 0{,}21) - 1{,}7 \times R_s$$

où $R_s = P_s / PSN$, P_s est la plage de pressions du capteur de pression (MPa), PSN la pression de service nominale (MPa), V_{CHSS} la capacité du système de stockage d'hydrogène comprimé (l), et Δt l'intervalle de temps (min).

4.1.3. Si la valeur de Δt obtenue est inférieure à 60 min, Δt est fixé à 60 min.

4.2. La masse initiale de l'hydrogène dans le système de stockage peut être calculée comme suit:

$$P_0' = P_0 \times 288 / (273 + T_0)$$

$$\rho_0' = - 0{,}0027 \times (P_0')^2 + 0{,}75 \times P_0' + 1{,}07$$

$$M_0 = \rho_0' \times V_{CHSS}$$

4.3. De même, la masse finale de l'hydrogène dans le système de stockage M_f à la fin de l'intervalle de temps Δt est calculée comme suit:

$$P_f' = P_f \times 288 / (273 + T_f)$$

$$\rho_f' = - 0{,}0027 \times (P_f')^2 + 0{,}75 \times P_f' + 1{,}07$$

$$M_f = \rho_f' \times V_{CHSS}$$

où P_f est la pression finale mesurée (MPa) à la fin de l'intervalle de temps, et T_f est la température finale mesurée (°C).

4.4. Le débit moyen d'hydrogène pendant l'intervalle de temps se calcule donc comme suit:

$$V_{H2} = (M_f - M_0) / \Delta t \times 22{,}41 / 2{,}016 \times (P_{target} / P_0)$$

où V_{H2} est le débit volumique moyen (Nl/min) pendant l'intervalle de temps et P_{target} / P_0 sert à compenser les différences entre la pression initiale mesurée (P_0) et la pression de remplissage visée (P_{target}).

5. Essai d'étanchéité après choc sur un système de stockage d'hydrogène comprimé rempli d'hélium comprimé

5.1. La pression de l'hélium, P_0 (MPa), et la température, T_0 (°C), sont mesurées immédiatement avant le choc puis au terme d'un intervalle de temps prédéterminé après celui-ci.

5.1.1. L'intervalle Δt dure au moins 60 min à partir du moment où le véhicule s'est immobilisé après le choc.

5.1.2. L'intervalle Δt peut être prolongé afin de permettre l'obtention de mesures plus précises lorsqu'il s'agit d'un système de stockage de grand volume fonctionnant à une pression pouvant atteindre 70 MPa. Dans ce cas, Δt peut être calculé à partir de la formule suivante:

$$\Delta t = V_{CHSS} \times PSN / 1\,000 \times [(- 0{,}028 \times PSN + 5{,}5) \times R_s - 0{,}3) - 2{,}6 \times R_s$$

où $R_s = P_s / PSN$, P_s est la plage de pressions du capteur de pression (MPa), PSN la pression de service nominale (MPa), V_{CHSS} la capacité du système de stockage d'hydrogène comprimé (l), et Δt l'intervalle de temps (min).

5.1.3. Si la valeur de Δt obtenue est inférieure à 60 min, Δt est fixé à 60 min.

5.2. La masse initiale de l'hélium dans le système de stockage est calculée comme suit:

$$P_0' = P_0 \times 288 / (273 + T_0)$$

$$\rho_0' = - 0{,}0043 \times (P_0')^2 + 1{,}53 \times P_0' + 1{,}49$$

$$M_0 = \rho_0' \times V_{CHSS}$$

5.3. La masse finale de l'hélium dans le système de stockage à la fin de l'intervalle de temps Δt est calculée comme suit:

$$P_f' = P_f \times 288 / (273 + T_f)$$

$$\rho_f' = - 0{,}0043 \times (P_f')2 + 1{,}53 \times P_f' + 1{,}49$$

$$M_f = \rho_f' \times V_{CHSS}$$

où P_f est la pression finale mesurée (MPa) à la fin de l'intervalle de temps, et T_f est la température finale mesurée (°C).

5.4. Le débit moyen d'hélium pendant l'intervalle de temps se calcule donc comme suit:

$$V_{He} = (M_f - M_0) / \Delta t \times 22{,}41 / 4{,}003 \times (P_{target}/P_0)$$

où V_{He} est le débit volumique moyen (Nl/min) pendant l'intervalle de temps et P_{target}/P_0 sert à compenser les différences entre la pression initiale mesurée (P_0) et la pression de remplissage visée (P_{target}).

5.5. La conversion du débit volumique moyen d'hélium en débit volumique moyen d'hydrogène est calculée au moyen de la formule suivante:

$$V_{H2} = V_{He} / 0{,}75$$

où V_{H2} est le débit volumique moyen d'hydrogène correspondant.

6. Mesure des concentrations de gaz dans un espace fermé après le choc

6.1. Dans un espace fermé, les mesures commencent dès que le véhicule s'est immobilisé. Les données mesurées par les capteurs installés conformément au paragraphe 3.2 de la présente annexe sont relevées au moins toutes les 5 s, et ce, pendant 60 min après le choc. Un déphasage du premier ordre (constante de temps) pouvant aller jusqu'à 5 s peut être appliqué aux mesures pour lisser les données et filtrer les effets des données aberrantes.