



Commission économique pour l'Europe

Comité des transports intérieurs

**Forum mondial de l'harmonisation
des Règlements concernant les véhicules****191^e session**

Genève, 14-16 novembre 2023

Point 4.8.3 de l'ordre du jour provisoire

Accord de 1958 :**Examen de projets d'amendements à des Règlements ONU existants,
soumis par le GRSP****Proposition de série 05 d'amendements au Règlement ONU
n° 94 (Choc frontal)****Communication du Groupe de travail de la sécurité passive***

Le texte ci-après, adopté par le Groupe de travail de la sécurité passive (GRSP) à sa soixante-treizième session (ECE/TRANS/WP.29/GRSP/73, par. 23), est fondé sur le document ECE/TRANS/WP.29/GRSP/2023/22 tel que modifié par l'annexe V du rapport. Il est soumis au Forum mondial de l'harmonisation des Règlements concernant les véhicules (WP.29) et au Comité d'administration de l'Accord de 1958 (AC.1) pour examen à leurs sessions de novembre 2023.

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



Dans l'ensemble du Règlement ONU, remplacer la référence à la Résolution d'ensemble sur la construction des véhicules (R.E.3.) par :

« Telle qu'elle est définie 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/standards/transport/vehicle-regulations-wp29/resolutions>. ».

Paragraphes 2.6 à 2.6.7, lire :

- « 2.6 Par "type de véhicule", une catégorie de véhicules à moteur qui ne diffèrent pas 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 SRSEE¹ ;
 - h) La configuration de base et les caractéristiques principales du système de stockage d'hydrogène comprimé. ».

Paragraphe 2.7.2, lire :

- « 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, limité 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 les éléments à haute tension. ».

Ajouter les nouveaux paragraphes 2.44 à 2.48, libellés comme suit :

- « 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

¹ Voir le paragraphe 2.14.

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. ».

Ajouter le nouveau paragraphe 5.2, libellé comme suit :

« 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.

... ».

Paragraphes 5.2.6 et 5.2.7, lire :

- « 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. ».

Ajouter les nouveaux paragraphes 5.2.7 à 5.2.7.3, libellés comme suit :

- « 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_{H_2}), 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 NI 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. ».

Paragraphes 12 à 12.4, lire :

« 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 ou d’accepter une homologation de type en vertu dudit Règlement tel que modifié par la série 05 d’amendements.
- 12.2 À compter du 1^{er} septembre 2027, les Parties contractantes appliquant le présent Règlement ne seront plus tenues d’accepter les homologations de type établies conformément à la série précédente d’amendements, délivrées pour la première fois après le 1^{er} septembre 2027.

- 12.3 Les Parties contractantes appliquant le présent Règlement continueront de reconnaître les homologations de type délivrées au titre des séries précédentes d'amendements audit Règlement, délivrées pour la première fois avant le 1^{er} septembre 2027, sous réserve que les dispositions transitoires énoncées dans lesdites séries d'amendements prévoient cette possibilité.
- 12.4 Les Parties contractantes appliquant le présent Règlement peuvent accorder des homologations de type en vertu de l'une quelconque des précédentes séries d'amendements audit Règlement. ».

Ajouter le nouveau paragraphe 12.5, libellé comme suit :

- « 12.5 Les Parties contractantes appliquant le présent Règlement continueront d'accorder des extensions pour les homologations délivrées au titre de l'une quelconque des précédentes séries d'amendements audit Règlement. ».

Le paragraphe 12.5 devient le paragraphe 12.6.

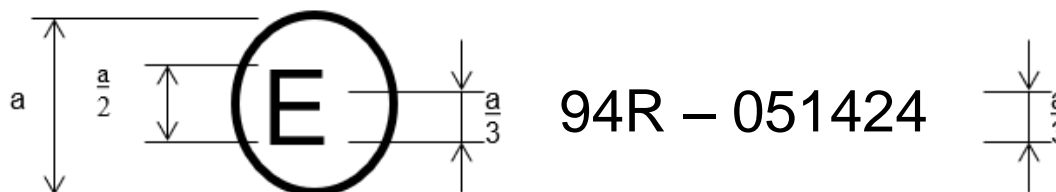
Annexe 2, lire :

« Annexe 2

Exemples de marques d'homologation

Modèle A

(voir par. 4.4 du présent Règlement)

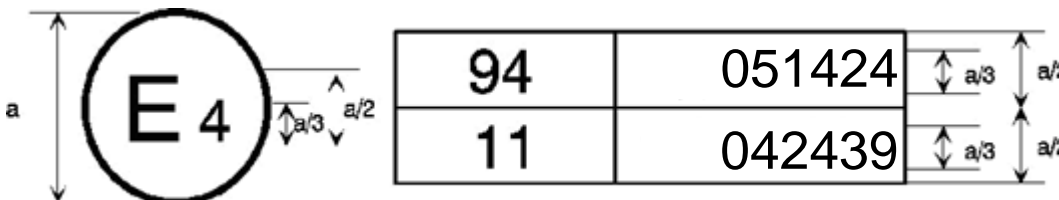


a = 8 mm min.

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, en application du Règlement ONU n° 94 sous le numéro d'homologation 051424. Le numéro d'homologation indique que l'homologation a été délivrée conformément aux prescriptions du Règlement ONU n° 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 n° 94 comprenait la série 05 d'amendements et le Règlement ONU n° 11 comprenait la série 04 d'amendements. ».

Ajouter la nouvelle annexe 12, libellée comme suit :

« 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 :
- $$P_{\text{target}} = \text{PSN} \times (273 + T_0) / 288$$
- 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 $\pm 5\%$ 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 :
- 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 ;
 - À 250 mm au maximum du plancher en avant du siège arrière (ou le plus en arrière) dans l'habitacle ; et
 - 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 :
- $$\Delta t = V_{\text{CHSS}} \times \text{PSN} / 1\,000 \times ((-0,027 \times \text{PSN} + 4) \times R_s - 0,21) - 1,7 \times R_s$$
- où $R_s = P_s / \text{PSN}$, 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 :
- $$V_{H_2} = (M_f - M_0) / \Delta t \times 22,41 / 2,016 \times (P_{target} / P_0)$$
- où V_{H_2} est le débit volumique moyen (NI/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 (NI/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. ».
-