|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Nations Unies | ECE/TRANS/WP.29/2024/45 |
| _unlogo | **Conseil économique et social** | Distr. générale9 avril 2024FrançaisOriginal : anglais |

**Commission économique pour l’Europe**

Comité des transports intérieurs

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

**193e session**

Genève, 25-28 juin 2024

Point 4.7.1 de l’ordre du jour provisoire

**Accord de 1958 :
Examen de projets d’amendements à des Règlements ONU
existants, soumis par le GRPE**

 Proposition de complément 12 à la série 05 d’amendements au Règlement ONU no 49 (Émissions des moteurs à allumage par compression et des moteurs à allumage commandé (GPL et GNC))

 Communication du Groupe de travail de la pollution et de l’énergie[[1]](#footnote-2)\*

Le texte ci-après, adopté par le Groupe de travail de la pollution et de l’énergie (GRPE) à sa quatre-vingt-dixième session (ECE/TRANS/WP.29/GRPE/90, par. 39), est fondé sur le document ECE/TRANS/WP.29/GRPE/2024/13. 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 juin 2024.

*Paragraphe 1.1*, lire :

# « Tableau A **Applicabilité**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Catégorie de véhicule*1 | *Moteurs à allumage commandé* | *Moteur bicarburant* | *Moteurs à allumage par compression* |
| *Essence* | *GN*a | *GPL*b | *H2*e | *Gazole* | *Éthanol* | *H2*e |
| M1 | R49 ou R83*c* | R49 ou R83*c* | R49 ou R83*c*  | R49 ou R83*c* | R49*d* | R49 ou R83*c* | R49 ou R83*c* | R49 ou R83*c* |
| M2 | R49 ou R83*c* | R49 ou R83*c* | R49 ou R83*c* | R49 ou R83*c* | R49 ou R83*c* | R49 ou R83*c* | R49 ou R83*c* |
| M3 | R49 | R49 | R49 | R49 | R49 | R49 | R49 |
| N1 | R49 ou R83*c* | R49 ou R83*c* | R49 ou R83*c* | R49 ou R83*c* | R49 ou R83*c* | R49 ou R83*c* | R49 ou R83*c* |
| N2 | R49 ou R83*c*  | R49 ou R83*c* | R49 ou R83*c* | R49 ou R83*c* | R49 ou R83*c* | R49 ou R83*c* | R49 ou R83*c* |
| N3 | R49 | R49 | R49 | R49 | R49 | R49 | R49 |
| *1* Selon les définitions de la Résolution d’ensemble sur la construction des véhicules (R.E.3) (document ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.3, par. 2.*a* Gaz naturel.*b* Gaz de pétrole liquéfié.*c* Le Règlement no 83 s’applique aux véhicules ayant une masse de référence ≤ 2 610 kg et en tant qu’extension de l’homologation accordée pour les véhicules ayant une masse de référence ≤2 840 kg.*d* Les dispositions relatives aux véhicules bicarburant et à leurs moteurs figurant dans le Règlement no 49 ne s’appliquent qu’aux véhicules et aux moteurs relevant du champ d’application du Règlement (Révision 5).*e* Hydrogène servant de carburant tel que spécifié au paragraphe 4.6.3.3 a) ou c).*f* Hydrogène servant de carburant tel que spécifié au paragraphe 4.6.3.3 b) ou d). |

# Tableau B **Applicabilité**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | *Moteurs à allumage commandé* | *Moteur bicarburant*c | *Moteurs à allumage par compression* |
|  | *Essence* | *GN* | *GPL* | *H2*d | *Gazole* | *Éthanol* | *H2*e |
| Gaz polluants | - | Oui | Oui | Oui*f* | Oui | Oui | Oui | Oui*f* |
| Particules | - | Oui*a* | Oui*a* | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui |
| Fumée | - | - | - | - | Oui | Oui | Oui | - |
| Durée de service | - | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui |
| Conformité en service | - | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui |
| Système d’autodiagnostic OBD | - | Oui*b* | Oui*b* | Oui*b* | Oui | Oui | Oui | Oui |
| *a* S’applique uniquement au stade C du tableau 2 du paragraphe 5.2.1.*b* Les dates d’application sont celles prescrites au paragraphe 5.4.2.*c* Conformément aux prescriptions de l’annexe 11.*d* Hydrogène servant de carburant tel que spécifié au paragraphe 4.6.3.3 a) ou c).*e* Hydrogène servant de carburant tel que spécifié au paragraphe 4.6.3.3 b) ou d).*f* Il n’est pas nécessaire de mesurer le CH4 et le CO2 et le constructeur, le service technique ou l’autorité d’homologation de type peut choisir de mesurer les émissions totales d’hydrocarbures (HCT) plutôt que les émissions d’hydrocarbures non méthaniques. ». |

*Paragraphe 2.1.37*, lire :

« 2.1.37 “Moteur fonctionnant au gaz”, un moteur à allumage commandé qui fonctionne au GN, au GPL ou au H2, comme spécifié au paragraphe 4.6.3.3 a) (T) ou au paragraphe 4.6.3.3 b) (TD) ; ».

*Paragraphe 2.2.2*, lire :

« 2.2.2 Symboles des composants chimiques

|  |  |
| --- | --- |
| CH4 | Méthane |
| C2H6 | Éthane |
| C2H5OH | Éthanol |
| C3H8 | Propane |
| CO | Monoxyde de carbone |
| DOP | Di-octylphalate |
| CO2 | Dioxyde de carbone |
| H2 | Hydrogène |
| HC | Hydrocarbures |
| HCNM | Hydrocarbures non méthaniques |
| NOx | Oxydes d’azote |
| NO | Monoxyde d’azote |
| NO2 | Dioxyde d’azote |
| O2 | Oxygène |
| PT | Particules ». |

*Paragraphe 2.2.4*, lire :

« 2.2.4 Symboles s’appliquant à la composition du carburant

|  |  |
| --- | --- |
| wALF | Teneur en hydrogène du carburant, en pourcentage masse |
| wBET | Teneur en carbone du carburant, en pourcentage masse |
| wGAM | Teneur en soufre du carburant, en pourcentage masse |
| wDEL | Teneur en azote du carburant, en pourcentage masse |
| wEPS | Teneur en oxygène du carburant, en pourcentage masse |
| α | Rapport molaire pour l’hydrogène |
| β | Rapport molaire pour le carbone |
| γ | Rapport molaire pour le soufre |
| δ | Rapport molaire pour l’azote |
| ε | Rapport molaire pour l’oxygène |
| sur la base d’un carburant CHαOεNδSγβ = 1 pour les carburants à base de carbone, β = 0 pour les carburants à base d’hydrogène ». |

*Paragraphe 2.2.5*, lire :

« 2.2.5 Normes référencées par le présent Règlement

|  |  |
| --- | --- |
| ISO 15031-1 | ISO 15031-1: 2001 “Véhicules routiers − Communications entre un véhicule et un équipement externe pour le diagnostic relatif aux émissions − Partie 1 : Informations générales” |
| ISO 15031-2 | ISO/PRF TR 15031-2: 2004 “Véhicules routiers − Communications entre un véhicule et un équipement externe pour le diagnostic relatif aux émissions − Partie 2 : Termes, définitions, abréviations et acronymes” |
| ISO 15031-3 | ISO 15031-3: 2004 “Communications entre un véhicule et un équipement externe pour le diagnostic relatif aux émissions − Partie 3 : Connecteur de diagnostic et circuits électriques associés : spécifications et utilisation” |
| SAE J1939-13 | SAE J1939-13 : “Off-Board Diagnostic Connector” |
| ISO 15031-4 | ISO DIS 15031-4.3: 2004 “Véhicules routiers − Communications entre un véhicule et un équipement externe pour le diagnostic relatif aux émissions − Partie 4 : Équipement d’essai externe” |
| SAE J1939-73 | SAE J1939-73 : “Application Layer − Diagnostics” |
| ISO 15031-5 | ISO DIS 15031-5.4: 2004 “Véhicules routiers − Communications entre un véhicule et un équipement externe pour le diagnostic relatif aux émissions − Partie 5 : Services de diagnostic relatif aux émissions” |
| ISO 15031-6 | ISO/DIS 15031-6.4: 2004 “Véhicules routiers − Communications entre un véhicule et un équipement externe pour le diagnostic relatif aux émissions – Partie 6 : Définition des codes d’anomalie de diagnostic” |
| SAE J2012 | SAE J2012 : “Diagnostic Trouble Code Definitions Equivalent to ISO/DIS 15031-6”, 30 avril 2002 |
| ISO 15031-7 | ISO 15031-7: 2001 “Véhicules routiers − Communications entre un véhicule et un équipement externe pour le diagnostic relatif aux émissions − Partie 7 : Sécurité de la liaison de données” |
| SAE J2186 | SAE J2186: “E/E Data Link Security”, datée d’octobre 1996 |
| ISO 15765-4 | ISO 15765-4: 2001 “Véhicules routiers − Diagnostic sur réseau local de commande (CAN) − Partie 4 : Exigences applicables aux systèmes associés aux émissions” |
| SAE J1939 | SAE J1939, “Recommended Practice for a Serial Control and Communications Vehicle Network” |
| ISO 16185 | ISO 16185: 2000 “Véhicules routiers − Familles de moteurs pour homologation”  |
| ISO 2575 | ISO 2575: 2000 “Véhicules routiers − Symboles pour les commandes, indicateurs et témoins” |
| ISO 16183 | ISO 16183: 2002 “Moteurs de poids lourds − Détermination, sur cycle transitoire, des émissions de gaz polluants par mesure des concentrations dans les gaz d’échappement bruts et des émissions de particules en utilisant un système de dilution partielle” |
| ISO 14687 | ISO 14687-2019 “Qualité du carburant hydrogène − Spécification de produit” ». |

*Ajouter le nouveau paragraphe 3.5*, libellé comme suit :

« 3.5 Demande d’homologation de type de moteurs à hydrogène

3.5.1 Dans le cas d’une demande d’homologation de moteurs à hydrogène, celui-ci doit être le carburant pour lequel le moteur est avant tout conçu. Le présent Règlement ne prévoit pas encore de prescriptions relatives aux moteurs bicarburant à hydrogène. ».

*Paragraphe 4.1.1*, lire :

« 4.1.1 Dans le cas d’un moteur alimenté au gazole, à l’éthanol, au GNL20 ou à l’hydrogène, si le moteur de base satisfait aux prescriptions du présent Règlement pour la marche avec le carburant de référence prescrit à l’annexe 5. ».

*Ajouter le nouveau paragraphe 4.6.3.3*, libellé comme suit :

« 4.6.3.3 Pour les moteurs à hydrogène, la marque d’homologation doit contenir, après le symbole du pays, un code composé d’une ou plusieurs lettres indiquant le type de carburant et le principe de fonctionnement pour lesquels l’homologation a été accordée, comme suit :

a) “T” dans le cas d’un moteur à allumage commandé homologué et réglé pour l’hydrogène gazeux ;

b) “TD” dans le cas d’un moteur à allumage par compression homologué et réglé pour l’hydrogène gazeux ;

c) “U” dans le cas d’un moteur à allumage commandé homologué et réglé pour l’hydrogène liquéfié ;

d) “UD” dans le cas d’un moteur à allumage par compression homologué et réglé pour l’hydrogène liquéfié. ».

*Ajouter le nouveau paragraphe 5.1.10*, libellé comme suit :

« 5.1.10 Dispositions relatives aux moteurs à hydrogène

5.1.10.1 Dans le cas d’une demande d’homologation de moteurs à hydrogène, le système de mesure des émissions doit être compatible avec la plus forte teneur en eau des gaz d’échappement prévue lors des essais d’émissions. Il convient notamment de veiller à ce que les températures de tous les composants du système de mesure des émissions transportant du gaz échantillon, à l’exception des sécheurs d’échantillons, restent à une température d’au moins 10 K au‑dessus du point de rosée du gaz échantillon à l’emplacement correspondant. ».

*Paragraphe* *5.2.1*, lire :

« 5.2.1 Valeurs limites

La masse spécifique de monoxyde de carbone, d’hydrocarbures totaux, d’oxydes d’azote et de particules, déterminée lors de l’essai ESC, et l’opacité des fumées, déterminée lors de l’essai ELR, ne doivent pas dépasser les valeurs indiquées au tableau 1.

La masse spécifique de monoxyde de carbone, d’hydrocarbures non méthaniques, de méthane, d’oxydes d’azote et de particules, déterminée lors de l’essai ETC, ne doit pas dépasser les valeurs indiquées au tableau 2.

# Tableau 1 **Valeurs limites − Essais ESC et ELR**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Ligne* | *Masse de monoxyde de carbone**(CO) g/kWh* | *Masse d’hydrocarbures**(HC) g/kWh* | *Masse d’oxydes d’azote**(NOx) g/kWh* | *Masse de particules**(PT) g/kWh* | *Fumées*b*m-1* |
| A (2000) | 2,1 | 0,66 | 5,0 | 0,10 // 0,13*a* | 0,8 |
| B1 (2005) | 1,5 | 0,46 | 3,5 | 0,02 | 0,5 |
| B2 (2008) | 1,5 | 0,46 | 2,0 | 0,02 | 0,5 |
| C [véhicules écologiques améliorés (EEV)] | 1,5 | 0,25 | 2,0 | 0,02 | 0,15 |
| *a* Pour les moteurs ayant une cylindrée unitaire de moins de 0,75 dm3 et un régime de puissance nominale de plus de 3 000 min-1.*b* Non applicable aux moteurs à hydrogène tel qu’indiqué au paragraphe 4.6.3.3. |

# Tableau 2 **Valeurs limites − Essai ETC**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Ligne* | *Masse de monoxyde de carbone (CO) g/kWh* | *Masse d’hydrocarbures non méthaniques (HCNM) g/kWh* | *Masse de méthane (CH4)*a *g/kWh* | *Masse d’oxydes d’azote (NOx) g/kWh* | *Masse de particules (PT)*b *g/kWh* |
| A (2000) | 5,45 | 0,78 | 1,6 | 5,0 | 0,16 // 0,21*c* |
| B1 (2005) | 4,0 | 0,55 | 1,1 | 3,5 | 0,03 |
| B2 (2008) | 4,0 | 0,55 | 1,1 | 2,0 | 0,03 |
| C (EEV) | 3,0 | 0,40 | 0,65 | 2,0 | 0,02 |
| *a* Pour les moteurs à gaz naturel seulement.*b* Ne s’applique pas aux moteurs à gaz ni aux stades B1 et B2.*c* Pour les moteurs ayant une cylindrée unitaire de moins de 0,75 dm3 et un régime de puissance nominale de plus de 3 000 min-1.*d* Pour les moteurs dont tous les carburants ont un rapport molaire carbone/hydrogène égal à 0, selon la définition du paragraphe 8 de l’annexe 4A, il n’est pas nécessaire de mesurer le CH4 et le constructeur, le service technique ou l’autorité d’homologation de type peut choisir de mesurer les émissions totales d’hydrocarbures (HCT) plutôt que les émissions d’hydrocarbures non méthaniques. Dans ce cas, la limite pour les émissions totales d’hydrocarbures est la même que celle indiquée au paragraphe 5.2 du présent Règlement pour les émissions d’hydrocarbures non méthaniques. ». |

*Paragraphe 7.2.1*, lire :

« 7.2.1 Moteurs à allumage par compression ».

*Paragraphe 7.2.2*, lire :

« 7.2.2 Moteurs allumage commandé ».

*Ajouter le nouveau paragraphe 8.3.2.6*, libellé comme suit :

« 8.3.2.6 Pour les moteurs à hydrogène, tous ces essais peuvent être effectués avec des carburants courants. Toutefois, à la demande du constructeur, les carburants de référence décrits dans l’annexe 5 du présent Règlement peuvent être utilisés. ».

*Paragraphe 8.3.2.7*, lire :

« 8.3.2.7 Les essais de conformité de la production pour un moteur à gaz conçu pour fonctionner sur une composition donnée de carburant doivent être effectués avec le carburant pour lequel le moteur a été réglé. ».

*Annexe 1*, lire :

« Annexe 1 Document d’information

Le présent document d’information se rapporte à l’homologation conformément au Règlement no 49, qui porte sur les mesures à prendre pour réduire les émissions de gaz polluants et de particules émises par les moteurs à allumage par compression, y compris les moteurs à hydrogène (TD/UD), utilisés pour la propulsion des véhicules et les émissions de gaz polluants émises par les moteurs à allumage commandé fonctionnant au gaz naturel, au gaz de pétrole liquéfié ou à l’hydrogène (T/U) utilisés pour la propulsion des véhicules.

Type de véhicule/moteur de base/type de moteur1

0. Généralités

0.1 Marque (nom de l’entreprise) :

0.2 Type et nom commercial (mentionner les variantes éventuelles) :

0.3 Moyen et emplacement de l’identification du type, s’il est indiqué sur le véhicule :

0.4 Catégorie du véhicule (le cas échéant) :

0.5 Catégorie du moteur : diesel/gaz naturel/GPL/éthanol/hydrogène1 :

0.6 Nom et adresse du constructeur :

0.7 Emplacement et mode d’apposition des plaques et inscriptions réglementaires :

0.8 Dans le cas de composants et d’entités techniques distincts, emplacement et mode de fixation de la marque d’homologation CEE :

0.9 Adresse(s) de l’atelier (des ateliers) de montage : ».

*Annexe 1, appendice 1, paragraphe 1.14*, lire :

« 1.14 Carburant : gazole/GPL/GN-H/GN-L/GN-HL/éthanol/GNL/GNL20/hydrogène (T)/hydrogène (TD)/hydrogène (U)/hydrogène (UD)2, 5 ».

*Annexe 1, appendice 1, paragraphe 3.1*, lire :

« 3.1 Moteurs à allumage par compression, y compris les moteurs bicarburant ».

*Annexe 1, appendice 1, paragraphe 3.2*, lire :

« 3.2 Moteurs à allumage commandé, y compris les moteurs bicarburant ».

*Annexe 1, appendice 1, paragraphe 9.3*, lire :

« 9.3 Moteurs à allumage par compression/ à allumage commandé ».

*Annexe 1, appendice 2, paragraphe 2.1*, lire :

« 2.1 Nom de la famille de moteurs à allumage par compression : ».

*Annexe 1, appendice 2, paragraphe 2.2*, lire :

« 2.2 Nom de la famille de moteurs à allumage commandé : ».

*Annexe 1, appendice 3, paragraphe 1.14*, lire :

« 1.14 Carburant : gazole/GPL/GN-H/GN-L/GN-HL/éthanol/GNL/GNL20/hydrogène (T)/hydrogène (TD)/hydrogène (U)/hydrogène (UD)2, 5 ».

*Annexe 1, appendice 3, paragraphe 3.1*, lire :

« 3.1 Moteurs à allumage par compression, y compris les moteurs bicarburant ».

*Annexe 1, appendice 3, paragraphe 3.2*, lire :

« 3.2 Moteurs à allumage commandé, y compris les moteurs bicarburant ».

*Annexe 1, appendice 1, paragraphe 6.3.1*, lire :

« 6.3.1 Moteurs à allumage par compression/à allumage commandé4 ».

*Annexe 2A*, lire :

« ... d’un type ou d’une famille de moteurs à allumage par compression (diesel, éthanol, hydrogène (TD) ou hydrogène (UD)), ou d’un type ou d’une famille de moteurs à allumage commandé (GN, GPL, hydrogène (T) ou hydrogène (U))2, en tant qu’entité technique séparée en ce qui concerne l’émission de polluants en application du Règlement no 49, série 05 d’amendements ».

*Annexe 2A, paragraphe 11.4,* lire :

«

|  |
| --- |
| *Essai ETC* |
| *DF* | *CO* | *HCNM* | *CH4* | *NOx* | *PT* |
| *Émissions*  | *(CO) g/kWh* | *HCNM (g/kWh)*2 ,4 | *CH4 (g/kWh)*2, 4 | *(NOx) g/kWh* | *PT (g/kWh)*2 |
| Mesurées avec régénération |  |  |  |  |  |
| Mesurées sans régénération |  |  |  |  |  |
| Mesurées/pondérées |  |  |  |  |  |
| Calculées avec DF |  |  |  |  |  |

».

*Annexe 2A, notes de bas de page,* lire :

« 1 Numéro distinctif du pays qui a délivré/étendu/refusé/retiré l’homologation (voir les dispositions du Règlement relatives à l’homologation).

2 Biffer la mention inutile.

3 Les données doivent être spécifiées pour chaque moteur d’une même famille.

4 Pour les moteurs dont tous les carburants ont un rapport molaire carbone/hydrogène égal à 0, selon la définition du paragraphe 8 de l’annexe 4A, il n’est pas nécessaire de mesurer le CH4 et le constructeur, le service technique ou l’autorité d’homologation de type peut choisir de mesurer les émissions totales d’hydrocarbures (HCT) plutôt que les émissions d’hydrocarbures non méthaniques. Dans ce cas, la limite pour les émissions totales d’hydrocarbures est la même que celle indiquée au paragraphe 5.2 du présent Règlement pour les émissions d’hydrocarbures non méthaniques. ».

*Annexe 2B, paragraphe 9.4*, lire :

«

|  |
| --- |
| *Essai ETC* |
| *DF* | CO | HCNM | CH4 | NOx | PT |
| *Émissions* | CO *(g/kWh)* | HCNM *(g/kWh)*2, 4 | CH4 *(g/kWh)*2, 4 | NOx *(g/kWh)* | PT *(g/kWh)2* |
| Mesurées avec régénération |  |  |  |  |  |
| Mesurées sans régénération |  |  |  |  |  |
| Mesurées/pondérées |  |  |  |  |  |
| Calculées avec DF |  |  |  |  |  |

».

*Annexe 2B, notes de bas de page,* lire :

« 1 Numéro distinctif du pays qui a délivré/étendu/refusé/retiré l’homologation (voir les dispositions du Règlement relatives à l’homologation).

2 Biffer la mention inutile.

3 Pour les moteurs dont tous les carburants ont un rapport molaire carbone/hydrogène égal à 0, selon la définition du paragraphe 8 de l’annexe 4A, il n’est pas nécessaire de mesurer le CH4 et le constructeur, le service technique ou l’autorité d’homologation de type peut choisir de mesurer les émissions totales d’hydrocarbures (HCT) plutôt que les émissions d’hydrocarbures non méthaniques. Dans ce cas, la limite pour les émissions totales d’hydrocarbures est la même que celle indiquée au paragraphe 5.2 du présent Règlement pour les émissions d’hydrocarbures non méthaniques. ».

*Annexe 4A, appendice 1, paragraphe 5*, lire :

« 5. Calcul des émissions gazeuses

Le calcul des hydrocarbures et/ou des hydrocarbures non méthaniques est fondé sur les rapports molaires carbone/hydrogène/oxygène suivants pour le carburant considéré :

CH1,85 pour le gazole ;

CH3O0,5 pour l’éthanol destiné aux moteurs à allumage par compression spéciaux ;

CH2,525 pour le GPL (gaz de pétrole liquéfié) ;

 CH2,93 pour le GN (hydrocarbures non méthaniques (HCNM)) ;

 CH4 pour le GN ;

H2 pour l’hydrogène. ».

*Annexe 4A, appendice 1, paragraphe 5.2*, lire :

« 5.2 Corrections pour conditions sèches ou conditions humides

 La concentration mesurée doit être convertie en concentration en conditions humides au moyen des formules ci-après si elle n’est pas d’emblée mesurée en conditions humides. La conversion doit être effectuée pour chaque mode individuel.

Les valeurs *ugas* et les rapports molaires tels qu’ils sont définis aux paragraphes A.5.2 et A.5.3 de l’appendice 5 à l’annexe 11 doivent être appliqués pour les moteurs bicarburant fonctionnant en mode bicarburant,

cwet = kw × cdry

 Pour les gaz d’échappement bruts :

 a)

 

ou

b)

 

ou

c)

 

avec

kf = 0,055594 x wALF + 0,0080021 x wDEL + 0,0070046 x wEPS

et

 

 Où :

 Ha = humidité de l’air d’admission, en g d’eau par kg d’air sec

 wALF = teneur en hydrogène du carburant, en % masse

 qmf,i = débit massique instantané du carburant, en kg/s

 qmad,i = débit massique instantané de l’air d’admission sec, en kg/s

 pr = pression de vapeur d’eau après le bain de refroidissement, en kPa

 pb = pression atmosphérique totale, en kPa

 wDEL = teneur en azote du carburant, en % masse

 wEPS = teneur en oxygène du carburant, en % masse

α = rapport molaire pour l’hydrogène du carburant

 cCO2 = concentration de CO2 en conditions sèches, en %

 cCO = concentration de CO en conditions sèches, en %.

Les équations a) et b) sont pour l’essentiel identiques, le facteur de 1,008 utilisé dans les équations a) et c) étant une approximation pour le dénominateur plus précis utilisé dans l’équation b). L’équation c) n’est pas applicable si l’un des carburants utilisés a un rapport molaire carbone/hydrogène égal à 0. Les équations a) à c) ne sont pas applicables en cas d’injection d’eau.

 Pour les gaz d’échappement dilués :

d)

 

 ou

e)

 

 Les équations d) et e) ne sont pas applicables si l’un des carburants utilisés a un rapport molaire carbone/hydrogène égal à 0.

... ».

*Annexe 4A, appendice 1, paragraphe 5.5, tableau 6,* lire :

# « Tableau 6 **Valeurs de ugas dans les gaz d’échappement bruts et dilués pour divers constituants des gaz d’échappement**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Carburant* |  | *NOx* | *CO* | *HCT/HCNM* | *CO2* | *CH4* | *Densité* |
| Gazole | Gaz d’échappement bruts | 0,001587 | 0,000966 | 0,000479 | 0,001518 | 0,000553 | 1,2943 |
| Gaz d’échappement dilués | 0,001588 | 0,000967 | 0,000480 | 0,001519 | 0,000553 | 1,293 |
| Éthanol | Gaz d’échappement bruts | 0,001609 | 0,000980 | 0,000805 | 0,001539 | 0,000561 | 1,2757 |
| Gaz d’échappement dilués | 0,001588 | 0,000967 | 0,000795 | 0,001519 | 0,000553 | 1,293 |
| Gaz naturel comprimé | Gaz d’échappement bruts | 0,001622 | 0,000987 | 0,000523 | 0,001552 | 0,000565 | 1,2661 |
| Gaz d’échappement dilués | 0,001588 | 0,000967 | 0,000584 | 0,001519 | 0,000553 | 1,293 |
| Propane | Gaz d’échappement bruts | 0,001603 | 0,000976 | 0,000511 | 0,001533 | 0,000559 | 1,2805 |
| Gaz d’échappement dilués | 0,001588 | 0,000967 | 0,000507 | 0,001519 | 0,000553 | 1,293 |
| Butane | Gaz d’échappement bruts | 0,001600 | 0,000974 | 0,000505 | 0,001530 | 0,000558 | 1,2832 |
| Gaz d’échappement dilués | 0,001588 | 0,000967 | 0,000501 | 0,001519 | 0,000553 | 1,293 |
| Hydrogène | Gaz d’échappement bruts | 0,001729 | 0,001053 | 0,000075 | 0,001654 | 0,000603 | 1,1872 |
| *Notes* :* Valeurs u des gaz d’échappement bruts sur la base des propriétés de gaz parfaits à λ = 2, air sec, 273 K, 101,3 kPa.
* Valeurs u des gaz d’échappement dilués sur la base des propriétés de gaz parfaits et de la densité de l’air.
* Valeurs u du gaz naturel comprimé avec une justesse de 0,2 % pour la composition massique de C = 66 à 76 %, H = 22 à 25 %, N = 0 à 12 %.
* Valeur u du gaz naturel comprimé pour HC correspondant à CH2,93 (pour les hydrocarbures totaux, utiliser la valeur u de CH4).
 |

... ».

*Annexe 4A, appendice 2, paragraphe 3*, lire :

« 3. Exécution de l’essai de mesure des émissions

À la demande du constructeur, un essai à blanc peut être exécuté afin de conditionner le moteur et le système d’échappement avant le cycle de mesure.

 Les moteurs fonctionnant au gaz naturel, au GPL et à l’hydrogène doivent être rodés par l’exécution de l’essai ETC. Le moteur doit fonctionner sur un minimum de deux cycles ETC et jusqu’à ce que les émissions de CO mesurées sur un cycle ETC ne dépassent pas de plus de 10 % les émissions de CO mesurées lors du cycle ETC précédent. ».

*Annexe 4A, appendice 2, paragraphe 4.2.5*, lire :

« 4.2.5 Méthode de mesure du débit d’air et du rapport air/carburant

 Il s’agit de calculer la masse des gaz d’échappement à partir du débit d’air et du rapport air/carburant. Le débit massique instantané des gaz d’échappement se calcule comme suit :



 avec

${A}/{F\_{st}}= \frac{138,0 ×(β + \frac{α}{4} - \frac{ε}{2} + γ)}{12,011 × β +1,00794 × α + 15,9994 × ε + 14,0067 × δ+32,065 × γ}$

$λ\_{i}=\frac{β×\left(100-\frac{c\_{COd × 10^{-4}}}{2}-c\_{HCw}×10^{-4}\right)+\left(\frac{α}{4} × \frac{1- \frac{2×c\_{COd}×10^{-4}}{3,5×c\_{CO2d}}}{1+ \frac{c\_{CO}×10^{-4}}{3,5×c\_{CO2d}}}-\frac{ε}{2}-\frac{δ}{2}\right)×\left(c\_{CO2d}+c\_{COd}×10^{-4}\right)}{4,764×\left(β+\frac{α}{4}-\frac{ε}{2}+γ\right)×\left(c\_{CO2d}+c\_{COd}×10^{-4}+c\_{HCw}×10^{-4}\right)}$

 où :

 A/Fst = rapport air/carburant stœchiométrique, en kg/kg

β = rapport molaire pour le carbone du carburant, avec β = 1 pour les carburants contenant du carbone et β = 0 pour les carburants ayant un rapport molaire carbone/hydrogène égal à 0, selon la définition du paragraphe 4 de la présente annexe

λ = rapport d’excès d’air calculé au moyen de l’équation λ i ou mesuré à l’aide d’une sonde lambda

 cCO2 = concentration de CO2 (conditions sèches), en %

 cCO = concentration de CO (conditions sèches), en ppm

 CHC = concentration de HC, en ppm.

L’équation λi n’est pas applicable si l’un des carburants utilisés a un rapport molaire carbone/hydrogène égal à 0, selon la définition du paragraphe 4 de la présente annexe.

 Le débitmètre d’air doit être conforme aux prescriptions de justesse du paragraphe 2.2 de l’appendice 4 de la présente annexe, l’analyseur de CO2 utilisé doit être conforme aux prescriptions du paragraphe 3.3.2 de l’appendice 4 de la présente annexe et l’ensemble du système doit être conforme aux prescriptions de justesse pour le débit de gaz d’échappement.

 À titre optionnel, la mesure du rapport d’excès d’air peut être effectuée à l’aide d’un appareillage de mesure du rapport air/carburant, tel qu’un capteur de type dioxyde de zirconium, conformément aux prescriptions du paragraphe 3.3.6 de l’appendice 4 de la présente annexe. ».

*Annexe 4A, appendice 5, paragraphe 1.9.1*, lire :

« 1.9.1 Contrôle de l’interaction avec l’analyseur de CO

 L’eau et le CO2 peuvent interférer avec les résultats de l’analyseur de CO. C’est pourquoi il doit être effectué un contrôle avec un gaz de réglage d’échelle CO2 ayant une concentration de 80 à 100 % de la pleine échelle de la plage la plus élevée utilisée pendant les essais, qui est envoyé dans l’analyseur après barbotage dans un bain d’eau à température ambiante. La réponse de l’analyseur est alors enregistrée. Elle ne doit pas dépasser 2 % de la concentration moyenne de CO escomptée lors de l’essai ou 20 ppm, la valeur la plus grande étant retenue. ».

*Annexe 4A, appendice 5, paragraphe 3.2.2*, lire :

« 3.2.2 Contrôle du débit de carbone

a) Il est recommandé d’effectuer un contrôle du débit de carbone sur les gaz d’échappement réels pour détecter les éventuels problèmes de mesure et de réglage du système et contrôler le bon fonctionnement du système à dilution en flux partiel. Le contrôle du débit de carbone devrait être effectué au moins à chaque installation d’un nouveau moteur ou à chaque modification notable apportée à la configuration de la chambre d’essai ;

b) Le moteur doit fonctionner à pleine charge au régime de couple maximal ou sur tout autre mode stabilisé produisant un taux de CO2 de 5 % ou plus. Le système de prélèvement en flux partiel doit fonctionner avec un rapport de dilution d’environ 15 à 1 ;

c) Si un contrôle du débit de carbone est effectué, la procédure décrite à l’appendice 6 de la présente annexe doit être appliquée. Les débits de carbone doivent être calculés conformément aux paragraphes 2.1 à 2.3 de l’appendice 6 de la présente annexe. Toutes les valeurs de débit de carbone devraient concorder à 6 % près. Dans le cas où un moteur à hydrogène doit être soumis à l’essai, le contrôle du débit de carbone doit être effectué sur un moteur diesel avant l’installation du moteur à hydrogène. ».

*Annexe 4A, appendice 6, paragraphe 2.4*, lire :

« 2.4 La masse moléculaire (Mre) des gaz d’échappement est calculée comme suit :

$M\_{re}=\frac{1+\frac{q\_{mf}}{q\_{maw}}}{\frac{q\_{mf}}{q\_{maw}}×\frac{\frac{α}{4}+\frac{ε}{2}+\frac{δ}{2}}{12,01×β+1,0079×α+15,999×ε+14,006×δ+32,06×γ}+\frac{\frac{H\_{a}×10^{-3}}{2×1,0079+15,999}+\frac{1}{M\_{ra}}}{1+H\_{a}×10^{-3}}}$

 Où :

qmf = débit massique du carburant, en kg/s

qmaw = débit massique de l’air d’admission en conditions humides, en kg/s

Ha = humidité de l’air d’admission, en g d’eau par kg d’air sec

Mra = masse molaire de l’air d’admission sec (= 28,9 g/mol)

α, δ, ε, γ = rapports molaires se rapportant à un carburant Cβ Hα Oδ Nε Sγ.

 Les masses moléculaires ci-après peuvent également être utilisées :

Mre (gazole) = 28,9 g/mol

Mre (GPL) = 28,6 g/mol

Mre (GN) = 28,3 g/mol. ».

*Annexe 5, ajouter le nouveau paragraphe 4*, libellé comme suit :

« 4. Caractéristiques techniques des carburants à hydrogène de référence à utiliser pour les essais des moteurs à allumage par compression ou à allumage commandé et des moteurs bicarburant

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Caractéristiques* | *Unités* | *Limites* | *Méthode d’essai* |
| *Valeur minimale* | *Valeur maximale* |
| Indice du combustible hydrogène | % mol | 99,97 |  | *a* |
| Gaz totaux autres que l’hydrogène | μmol/mol |  | 300 |  |
| Gaz autres que l’hydrogène et spécifications pour chaque contaminant*f* |  |
| Eau (H2O) | μmol/mol |  | 5 | *e* |
| Hydrocarbures totaux*b*à l’exception du méthane (équivalent C1) | μmol/mol |  | 2 | *e* |
| Méthane (CH4) | μmol/mol |  | 100 | *e* |
| Oxygène (O2) | μmol/mol |  | 5 | *e* |
| Hélium (He) | μmol/mol |  | 300 | *e* |
| Total azote (N2) et argon (Ar)*b* | μmol/mol |  | 300 | *e* |
| Dioxyde de carbone (CO2) | μmol/mol |  | 2 | *e* |
| Monoxyde de carbone (CO)*c* | μmol/mol |  | 0,2 | *e* |
| Total composés sulfurés*d* (Base H2S) | μmol/mol |  | 0,004 | *e* |
| Formaldéhyde (HCHO) | μmol/mol |  | 0,2 | *e* |
| Acide formique (HCOOH)  | μmol/mol |  | 0,2 | *e* |
| Ammoniac (NH3) | μmol/mol |  | 0,1 | *e* |
| Total composés halogénés*e*(Base halogène ion) | μmol/mol |  | 0,05 | *e* |
| *a* On calcule l’indice du combustible hydrogène en soustrayant de 100 mol % le contenu total, exprimé en mol %, des constituants gazeux autres que l’hydrogène énumérés dans le tableau (gaz totaux).*b* Les hydrocarbures totaux à l’exception du méthane incluent les espèces organiques oxygénées.*c*  La somme des valeurs mesurées pour le CO, le HCHO et le HCOOH ne doit pas dépasser 0,2 μmol/mol.*d* Au minimum, les composés sulfurés totaux incluent H2S, COS, CS2 et les mercaptans, qui sont normalement présents dans le gaz naturel.*e*  La méthode d’essai doit être spécifiée. On utilisera de préférence les méthodes définies dans la norme ISO 21087.*f*  L’analyse de contaminants particuliers liés au processus de production n’est pas requise. Le constructeur du véhicule doit fournir à l’autorité compétente les motifs de l’omission des contaminants concernés. ». |

*Annexe 9A, paragraphe 3.2.1*, lire :

« 3.2.1 Introduction

À partir des dates indiquées au paragraphe 5.4.2 du présent Règlement, le système OBD de tous les moteurs à allumage par compression et de tous les véhicules équipés d’un moteur à allumage par compression doit signaler la défaillance d’un composant ou d’un système lié aux émissions, lorsque cette défaillance a pour conséquence une augmentation des émissions au-delà des seuils OBD applicables indiqués au tableau du paragraphe 5.4.4 du présent Règlement. ».

*Annexe 9A, paragraphe 3.2.3.1*, lire :

« 3.2.3.1 Au lieu d’assurer une surveillance sur la base des seuils OBD applicables en ce qui concerne les paragraphes 3.2.2.1 à 3.2.2.4 de la présente annexe, les systèmes OBD des moteurs à allumage par compression peuvent, conformément au paragraphe 5.4.1.1 du présent Règlement, détecter un éventuel défaut de fonctionnement majeur des composants suivants :

... ».

*Annexe 9A, paragraphe 3.3.1*, lire :

« 3.3.1 À partir des dates indiquées au paragraphe 5.4.2 du présent Règlement, le système OBD de tous les moteurs à allumage par compression ou à allumage commandé et de tous les véhicules équipés d’un moteur à allumage par compression ou à allumage commandé doit indiquer la défaillance d’un composant ou d’un système relatif aux émissions, lorsque cette défaillance a pour conséquence une augmentation des émissions au-delà des seuils OBD applicables indiqués au tableau du paragraphe 5.4.4 du présent Règlement.

... ».

*Annexe 9B, paragraphe 3.36*, lire :

« 3.36 Abréviations

AES Stratégie auxiliaire en matière d’émissions

CI Allumage par compression

CV Ventilation du carter

DOC Catalyseur à oxydation pour moteur diesel

DPF Filtre à particules, notamment filtre à catalyse ou à régénération continue (CRT) et autres filtres à particules de suie

DTC Code défaut

RGE Recyclage des gaz d’échappement

HC Hydrocarbure

LNT Piège à NOX ou absorbeur de NOX

GPL Gaz de pétrole liquéfié

MECS Stratégie antipollution en cas de défaut de fonctionnement

NG Gaz naturel

NOx Oxydes d’azote

OTL Valeur limite OBD

PI Allumage commandé

PM Particules

SCR Réduction catalytique sélective

SW Essuie-glaces

TFF Surveillance d’une défaillance total de la fonction

VGT Turbocompresseur à géométrie variable

VVT Diagramme de distribution variable. ».

*Annexe 9B, paragraphe 5.2.3*, lire :

« 5.2.3 Niveau faible du carburant dans le réservoir

Les constructeurs peuvent demander l’autorisation de désactiver les systèmes de surveillance affectés par un niveau bas/une pression faible du carburant dans le réservoir ou une panne sèche (ce qui pourrait par exemple engendrer un diagnostic de défaut de fonctionnement du système d’alimentation ou de ratés d’allumage), comme suit :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Réservoir carburant liquide | Réservoir carburant gazeux |
| a) Le niveau de carburant dans le réservoir est considéré comme bas lorsqu’il ne dépasse pas 100 litres ou 20 % de la contenance nominale du réservoir, si cette dernière valeur est plus basse. | X |  |
| b) La pression de carburant dans le réservoir considérée comme basse pour une telle désactivation ne doit pas être supérieure à 20 % de la plage utilisable de pression de carburant dans le réservoir. |  | X |

 ».

*Annexe 9B, appendice 3, point 6*, lire :

« Appendice 3 − Point 6

Surveillance du système de recirculation des gaz d’échappement (EGR)

Le système OBD surveille, sur les moteurs qui en sont équipés, la bonne marche des composants ci-dessous du système de recirculation des gaz d’échappement, en ce qui concerne :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Moteur à allumage par compression | Moteur à allumage commandé |
| a1) La capacité du système EGR à maintenir le flux prescrit, en décelant ses insuffisances ou ses excès − surveillance des valeurs limites d’émission. | X |  |
| a2) La capacité du système EGR à maintenir le flux prescrit, en décelant ses insuffisances ou ses excès − surveillance de l’efficacité. (Cette prescription relative à la surveillance fera l’objet d’un complément d’examen.) |  | X |
| b) La capacité du système EGR à parvenir au flux prescrit, dans le délai prescrit par le constructeur − surveillance de l’efficacité. | X | X |
| c) La capacité du système EGR à parvenir au refroidissement prescrit par le constructeur − surveillance de l’efficacité. | X | X |

 ... ».

*Annexe 9B, appendice 3, point 7*, lire :

« Appendice 3 − Point 7

Surveillance du système d’alimentation en carburant

Le système OBD surveille, sur les moteurs qui en sont équipés, la bonne marche des composants ci-dessous du système d’alimentation en carburant, en ce qui concerne :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Moteur à allumage par compression | Moteur à allumage commandé |
| a) La capacité du système d’alimentation en carburant à parvenir à la pression prescrite dans un circuit en boucle fermée − surveillance de l’efficacité. | X |  |
| b) La capacité du système à parvenir à la pression prescrite dans un circuit en boucle fermée lorsque le système est conçu de telle sorte que la pression puisse être commandée indépendamment d’autres paramètres − surveillance de l’efficacité. | X |  |
| c) La capacité du système d’alimentation en carburant à respecter le point d’injection prévu pendant au moins un cycle d’injection lorsque le moteur est équipé des sondes appropriées − surveillance de l’efficacité. | X |  |
| d) La capacité du système d’injection à maintenir le rapport aircarburant souhaité (y compris les caractéristiques d’autoadaptation) − surveillance de l’efficacité. |  | X |

».

*Annexe 9B, appendice 3, point 8*, lire :

« Appendice 3 − Point 8

Système de commande de l’admission d’air et de la pression de suralimentation dans le turbocompresseur

Le système OBD surveille, sur les moteurs qui en sont équipés, la bonne marche des composants ci-dessous du système de commande de l’admission d’air et de la pression de suralimentation dans le turbocompresseur, en ce qui concerne :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Moteur à allumage par compression | Moteur à allumage commandé |
| a1) La capacité du turbocompresseur à maintenir la pression de suralimentation prescrite et à détecter à la fois les pressions insuffisantes et les pressions excessives − surveillance des valeurs limites d’émission. | X |  |
| a2) La capacité du turbocompresseur à maintenir la pression de suralimentation prescrite et à détecter à la fois les pressions insuffisantes et les pressions excessives − surveillance de l’efficacité. (Cette prescription relative à la surveillance doit faire l’objet d’un examen approfondi.) |  | X |
| b) La capacité du turbocompresseur à géométrie variable à se mettre dans la configuration prescrite dans le délai imparti par le constructeur − surveillance de l’efficacité. | X | X |
| c) L’efficacité du système de refroidissement de l’air d’admission − défaut de fonctionnement complet. | X | X |

 ... ».

*Annexe 9B, appendice 3, point 10*, lire :

« Appendice 3 − Point 10

Surveillance des ratés d’allumage

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Moteur à allumage par compression | Moteur à allumage commandé |
| 1. Aucune prescription.
 | X |  |
| b) Raté d’allumage qui peut endommager le catalyseur (par exemple en surveillant un certain pourcentage de ratés d’allumage durant une certaine période) − surveillance de l’efficacité. (Cette prescription relative à la surveillance doit faire l’objet d’un complément d’examen, en même temps que les points 6 et 8.) |  | X |

».

*Annexe 9B, appendice 3, point 13,* lire :

« Appendice 3 − Point 13

Surveillance de la sonde des gaz d’échappement et des capteurs d’oxygène

Le système OBD surveille :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Moteur à allumage par compression | Moteur à allumage commandé |
| a) Sur les moteurs qui en sont équipés, la bonne marche des composants électriques de la sonde des gaz d’échappement conformément au point 1 du présent appendice − surveillance des composants. | X | X |
| b) Les capteurs d’oxygène primaires et secondaires (contrôle du carburant). Ces capteurs sont considérés comme des sondes des gaz d’échappement dont il convient de surveiller le bon fonctionnement conformément au point 1 du présent appendice − surveillance des composants. |  | X |

».

*Annexe 9B, appendice 3, point 15*, lire :

« Appendice 3 − Point 15

Catalyseur à trois voies

Le système OBD surveille, sur les moteurs qui en sont équipés, la bonne marche du catalyseur à trois voies, en ce qui concerne :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Moteur à allumage par compression | Moteur à allumage commandé |
| 1. La capacité du catalyseur à trois voies à transformer les NOx et le CO − surveillance de l’efficacité.
 |  | X |

 ».

1. \* Conformément au programme de travail du Comité des transports intérieurs pour 2024 tel qu’il figure dans le projet de budget-programme pour 2024 (A/78/6 (Sect. 20), tableau 20.5), 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. [↑](#footnote-ref-2)