



Commission économique pour l'Europe

Comité des transports intérieurs

**Forum mondial de l'harmonisation
des Règlements concernant les véhicules****190^e session**

Genève, 20-22 juin 2023

Point 4.7.4 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 2 à la série 07 d'amendements
au Règlement ONU n° 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***

Le texte ci-après, adopté par le Groupe de travail de la pollution et de l'énergie (GRPE) à sa quatre-vingt-septième session (ECE/TRANS/WP.29/GRPE/87, par. 54), est fondé sur les documents ECE/TRANS/WP.29/GRPE/2023/6, GRPE-87-30 et GRPE-87-53 tels que modifiés par l'annexe X 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 juin 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), par. 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.



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 4.6.2, lire :

- « 4.6.2 S'il autorise à faire fonctionner la famille de moteurs avec des carburants courants qui ne correspondent ni aux carburants de référence mentionnés à l'annexe 5, ni à la norme CEN EN 228 (dans le cas de l'essence sans plomb) ou à la classe D (type I ou II) de la norme ISO 14687 (dans le cas de l'hydrogène) ou à la norme CEN EN 590 (dans le cas du gazole), tels que l'EMAG B100 (norme CEN EN 14214), les gazoles à haute teneur en EMAG B20/B30 (norme CEN EN 16709) ou les gazoles paraffiniques (norme CEN EN 15940), le constructeur doit satisfaire aux prescriptions du paragraphe 4.6.1 ainsi qu'aux prescriptions suivantes : ».

Ajouter le nouveau paragraphe 4.12.3.3.8, libellé comme suit :

- « 4.12.3.3.8 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 5.1.6, libellé comme suit :

- « 5.1.6 Dispositions relatives aux moteurs à hydrogène
- 5.1.6.1 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 5.3, lire :

« 5.3 Limites d'émission

Le tableau 1 ci-après indique les limites d'émissions applicables en vertu du présent Règlement.

Tableau 1
Limites d'émissions

	Valeurs limites							
	CO (mg/kWh)	HCT (mg/kWh)	HCNM*** (mg/kWh)	CH ₄ *** (mg/kWh)	NO _x * (mg/kWh)	NH ₃ (ppm)	Masse de particules (mg/kWh)	Nombre de particules (nbre/kWh)
Procédure d'essai WHSC (APC)	1 500	130			400	10	10	8,0 x 10 ¹¹ **
Procédure d'essai WHTC (APC)	4 000	160			460	10	10	6,0 x 10 ¹¹ **
Procédure d'essai WHTC (AC)	4 000		160	500	460	10	10	6,0 x 10 ¹¹ **

Notes :

AC = allumage commandé.

APC = allumage par compression.

* Le niveau admissible de la composante NO₂ dans la valeur limite des NO_x peut être défini à un stade ultérieur.

** La limite s'applique à partir des dates indiquées à la ligne B du tableau 1 de l'appendice 9 de l'annexe 1 du présent Règlement.

*** 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 4, 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 5.3 du présent Règlement pour les émissions d'hydrocarbures non méthaniques. ».

Paragraphe 8.3.3.3, lire :

« 8.3.3.3 Pour les moteurs à gazole, à éthanol (ED95), à essence, à E85, à hydrogène, à GNL20, à GNL et à GPL, y compris lorsqu'ils sont bicarburant, 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. Cela concerne les essais figurant au paragraphe 4 du présent Règlement. ».

Annexe 1, paragraphe 3.2.2.2, lire :

« 3.2.2.2 Véhicules utilitaires lourds : gazole/essence/GPL/GN-H/GN-L/GN-HL/éthanol (ED95)/éthanol (E85)/hydrogène (T)/hydrogène (TD)/hydrogène (U)/hydrogène (UD)¹ ».

Annexe 1, paragraphe 3.2.17.1, lire :

« 3.2.17.1 Carburant : GPL /NG-H/NG-L /NG-HL /hydrogène (T) /hydrogène (TD) /hydrogène (U) /hydrogène (UD)¹ ».

Additif à l'annexe 2A, paragraphe 1.1.5, lire :

« 1.1.5 Catégorie de moteur : gazole/essence/GPL/GN-H/GN-L/GN-HL/éthanol (ED95)/éthanol (E85)/GNL/GNL20/hydrogène (T) /hydrogène (TD) /hydrogène (U) /hydrogène (UD)¹ ».

Additif à l'annexe 2A, paragraphe 1.4.1, lire :

« 1.4.1 Essai WHSC

Tableau 4
Essai WHSC

<i>Essai WHSC (selon le cas)*, **</i>							
Facteur de détérioration Mult/add ¹	CO	HCT	HCNM***, ‡	NO _x	Masse de particules	NH ₃	Nombre de particules
Émissions	CO (mg/kWh)	HCT (mg/kWh)	HCNM***, ‡ (mg/kWh)	NO _x (mg/kWh)	Masse de particules (mg/kWh)	NH ₃ ppm	Nombre de particules (nbre/kWh)
Résultat de l'essai							
Calcul avec le facteur de détérioration							
Émissions de CO ₂ (massiques, en g/kWh)*** :							
Consommation de carburant (g/kWh) :							

Notes :

* Dans le cas des moteurs visés aux paragraphes 4.6.3 et 4.6.6 du présent Règlement, répéter les informations pour tous les carburants mis à l'essai, lorsqu'il y a lieu.

** Dans le cas des moteurs bicarburant de type 1B, 2B et 3B (selon les définitions de l'annexe 15 du présent Règlement), répéter les informations pour le mode bicarburant et le mode diesel.

*** 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 4, il n'est pas nécessaire de mesurer 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. Dans ce cas, la limite pour les émissions totales d'hydrocarbures est la même que celle indiquée au paragraphe 5.3 du présent Règlement pour les émissions d'hydrocarbures non méthaniques.

‡ Dans les cas visés au tableau 1 de l'annexe 15 du présent Règlement pour les moteurs bicarburant, et pour les moteurs à allumage commandé. ».

Additif à l'annexe 2A, paragraphe 1.4.2, lire :

« 1.4.2 Essai WHTC

Tableau 5
Essai WHTC

<i>Essai WHTC*, **</i>								
Facteur de détérioration Mult/add ¹	CO	HCT	HCNM***, ‡	CH ₄ ***, ‡	NO _x	Masse de particules	NH ₃	Nombre de particules
Émissions	CO (mg/kWh)	HCT (mg/kWh)	HCNM***, ‡ (mg/kWh)	CH ₄ ***, ‡ (mg/kWh)	NO _x (mg/kWh)	Masse de particules (mg/kWh)	NH ₃ ppm	Nombre de particules (nbre/kWh)
Démarrage à froid								
Démarrage à chaud sans régénération								
Démarrage à chaud avec régénération ¹								

k _{r,u} (mult/add) ¹								
k _{r,d} (mult/add) ¹								
Résultat pondéré de l'essai								
Résultat final de l'essai avec le facteur de détérioration								
Émissions de CO ₂ (massiques, en g/kWh) ^{***} :								
Consommation de carburant (g/kWh) :								

Notes :

* Dans le cas des moteurs visés aux paragraphes 4.6.3 et 4.6.6 du présent Règlement, répéter les informations pour tous les carburants mis à l'essai, lorsqu'il y a lieu.

** Dans le cas des moteurs bicarburant de type 1B, 2B et 3B (selon les définitions de l'annexe 15 du présent Règlement), répéter les informations pour le mode bicarburant et le mode diesel.

*** 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 4, 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. Dans ce cas, la limite pour les émissions totales d'hydrocarbures est la même que celle indiquée au paragraphe 5.3 du présent Règlement pour les émissions d'hydrocarbures non méthaniques.

‡ Dans les cas visés au tableau 1 de l'annexe 15 du présent Règlement pour les moteurs bicarburant, et pour les moteurs à allumage commandé. ».

Additif à l'annexe 2B, paragraphe 1.1.5, lire :

« 1.1.5 Catégorie de moteur : gazole/essence/GPL/GN-H/GN-L/GN-HL/ éthanol (ED95)/éthanol(E85)/GNL/GNL20/Hydrogène (T)/hydrogène (TD)/hydrogène (U)/hydrogène (UD)⁽¹⁾ ».

¹ Biffer les mentions inutiles (dans certains cas il n'y a pas à biffer car plusieurs rubriques sont applicables).

Additif à l'annexe 2B, paragraphe 1.4.1, lire :

« 1.4.1 Essai WHSC

Tableau 4
Essai WHSC

<i>Essai WHSC (selon le cas)*, **</i>							
Facteur de détérioration Mult/add ¹	CO	HCT	HCNM*** (†)	NO _x	Masse de particules	NH ₃	Nombre de particules
Émissions	CO (mg/kWh)	HCT (mg/kWh)	HCNM*** (†) (mg/kWh)	NO _x (mg/kWh)	Masse de particules (mg/kWh)	NH ₃ ppm	Nombre de particules (nbre/kWh)
Résultat de l'essai							
Calcul avec le facteur de détérioration							
Émissions de CO ₂ (massiques, en g/kWh)*** :							
Consommation de carburant ^d (g/kWh) :							

Notes :

* Dans le cas des moteurs visés aux paragraphes 4.6.3 et 4.6.6 du présent Règlement, répéter les informations pour tous les carburants mis à l'essai, lorsqu'il y a lieu.

** Dans le cas des moteurs bicarburant de type 1B, 2B et 3B (selon les définitions de l'annexe 15 du présent Règlement), répéter les informations pour le mode bicarburant et le mode diesel.

*** 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 4, il n'est pas nécessaire de mesurer 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. Dans ce cas, la limite pour les émissions totales d'hydrocarbures est la même que celle indiquée au paragraphe 5.3 du présent Règlement pour les émissions d'hydrocarbures non méthaniques.

† Dans les cas visés au tableau 1 de l'annexe 15 du présent Règlement pour les moteurs bicarburant, et pour les moteurs à allumage commandé. ».

^d Lorsque le Règlement le prescrit.

Additif à l'annexe 2B, paragraphe 1.4.2, lire :

« 1.4.2 Essai WHTC

Tableau 5
Essai WHTC

Essai WHTC								
Facteur de détérioration Mult/add ¹	CO	HCT	HCNM* (‡)	CH ₄ * (‡)	NO _x	Masse de particules	NH ₃	Nombre de particules
Émissions	CO (mg/kWh)	HCT (mg/kWh)	HCNM* (‡) (mg/kWh)	CH ₄ * (‡) (mg/kWh)	NO _x (mg/kWh)	Masse de particules (mg/kWh)	NH ₃ ppm	Nombre de particules
Démarrage à froid								
Démarrage à chaud sans régénération								
Démarrage à chaud avec régénération ¹								
k _{r,u} (mult/add) ¹ k _{r,d} (mult/add) ¹								
Résultat pondéré de l'essai								
Résultat final de l'essai avec le facteur de détérioration								
Émissions de CO ₂ ^d (massiques, en g/kWh) *								
Consommation de carburant ^d (g/kWh)								

Notes :

* 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 4, 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. Dans ce cas, la limite pour les émissions totales d'hydrocarbures est la même que celle indiquée au paragraphe 5.3 du présent Règlement pour les émissions d'hydrocarbures non méthaniques.

‡ Dans les cas visés au tableau 1 de l'annexe 15 du présent Règlement pour les moteurs bicarburant, et pour les moteurs à allumage commandé. ».

Additif à l'annexe 2C, paragraphe 1.1.5, lire :

« 1.1.5 Catégorie de moteur : gazole/essence/GPL/GN-H/GN-L/GN-HL/ éthanol (ED95)/éthanol(E85)/GNL/GNL20 /hydrogène (T)/hydrogène (TD)/hydrogène (U)/hydrogène (UD)¹ ».

Additif à l'annexe 2C, paragraphe 1.4.1, lire :

« 1.4.1 Essai WHSC

Tableau 4
Essai WHSC

Essai WHSC (selon le cas) ***

Facteur de détérioration Mult/add ¹	CO	HCT	HCNM***. ‡	NO _x	Masse de particules	NH ₃	Nombre de particules
Émissions	CO (mg/kwh)	HCT (mg/kWh)	HCNM***. ‡ (mg/kWh)	NO _x (mg/kWh)	Masse de particules (mg/kWh)	NH ₃ ppm	Nombre de particules (nbre/kWh)

Résultat de l'essai

Calcul avec le facteur de détérioration

Émissions de CO₂ (massiques, en g/kWh)*** :

Consommation de carburant (g/kWh) :

Notes :

* Dans le cas des moteurs visés aux paragraphes 4.6.3 et 4.6.6 du présent Règlement, répéter les informations pour tous les carburants mis à l'essai, lorsqu'il y a lieu.

** Dans le cas des moteurs bicarburant de type 1B, 2B et 3B (selon les définitions de l'annexe 15 du présent Règlement), répéter les informations pour le mode bicarburant et le mode diesel.

*** 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 4, il n'est pas nécessaire de mesurer 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. Dans ce cas, la limite pour les émissions totales d'hydrocarbures est la même que celle indiquée au paragraphe 5.3 du présent Règlement pour les émissions d'hydrocarbures non méthaniques.

‡ Dans les cas visés au tableau 1 de l'annexe 15 du présent Règlement pour les moteurs bicarburant, et pour les moteurs à allumage commandé. ».

Additif à l'annexe 2C, paragraphe 1.4.2, lire :

« 1.4.2 Essai WHTC

Tableau 5
Essai WHTC

Essai WHTC [*] , ^{**}								
Facteur de détérioration Mult/add ¹	CO	HCT	HCNM ^{***, ‡}	CH ₄ ^{***, ‡}	NO _x	Masse de particules	NH ₃	Nombre de particules
Émissions	CO (mg/kWh)	HCT (mg/kWh)	HCNM ^{***, ‡} (mg/kWh)	CH ₄ ^{***, ‡} (mg/kWh)	NO _x (mg/kWh)	Masse de particules (mg/kWh)	NH ₃ ppm	Nombre de particules (nombre/kWh)
Démarrage à froid								
Démarrage à chaud sans régénération								
Démarrage à chaud avec régénération ¹								
k _{r,u} (mult/add) ¹								
k _{r,d} (mult/add) ¹								
Résultat pondéré de l'essai								
Résultat final de l'essai avec le facteur de détérioration								
Émissions de CO ₂ (massiques, en g/kWh) ^{***} :								
Consommation de carburant (g/kWh) :								

Notes :

* Dans le cas des moteurs visés aux paragraphes 4.6.3 et 4.6.6 du présent Règlement, répéter les informations pour tous les carburants mis à l'essai, lorsqu'il y a lieu.

** Dans le cas des moteurs bicarburant de type 1B, 2B et 3B (selon les définitions de l'annexe 15 du présent Règlement), répéter les informations pour le mode bicarburant et le mode diesel.

*** 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 4, 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. Dans ce cas, la limite pour les émissions totales d'hydrocarbures est la même que celle indiquée au paragraphe 5.3 du présent Règlement pour les émissions d'hydrocarbures non méthaniques.

‡ Dans les cas visés au tableau 1 de l'annexe 15 du présent Règlement pour les moteurs bicarburant, et pour les moteurs à allumage commandé. ».

Annexe 3, tableau 2, lire :

«

Type de moteur	Code
Moteur à allumage par compression alimenté au gazole	D
Moteur à allumage par compression alimenté à l'éthanol (ED95)	ED
Moteur à allumage commandé alimenté à l'éthanol (E85)	E85
Moteur à allumage commandé alimenté à l'essence	P
Moteur à allumage commandé alimenté au GPL	Q
Moteur à allumage commandé alimenté au gaz naturel	Voir le paragraphe 4.12.3.3.6 du présent Règlement
Moteur à hydrogène	Voir le paragraphe 4.12.3.3.8 du présent Règlement
Moteurs bicarburant	Voir le paragraphe 4.12.3.3.7 du présent Règlement

».

Annexe 4

Paragraphe 3.3, lire :

- « 3.3 Symboles et abréviations concernant la composition du carburant
- w_{ALF} Teneur en hydrogène du carburant, en pourcentage de la masse
- w_{BET} Teneur en carbone du carburant, en pourcentage de la masse
- w_{GAM} Teneur en soufre du carburant, en pourcentage de la masse
- w_{DEL} Teneur en azote du carburant, en pourcentage de la masse
- w_{EPS} Teneur en oxygène du carburant, en pourcentage de la 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 $C_{\beta}H_{\alpha}O_{\varepsilon}N_{\delta}S_{\gamma}$, avec $\beta = 1$ pour les carburants contenant du carbone et $\beta = 0$ pour les carburants ayant un rapport molaire carbone/hydrogène égal à 0, selon la définition du paragraphe 8 de la présente annexe. ».

Paragraphe 3.4, lire :

- « 3.4 Symboles et abréviations pour les constituants chimiques
- C1 Hydrocarbures équivalents en carbone 1
- CH₄ Méthane
- C₂H₆ Éthane
- C₃H₈ Propane
- CO Monoxyde de carbone
- CO₂ Dioxyde de carbone
- DOP Di-octylphtalate

HC	Hydrocarbures
H ₂	Hydrogène
H ₂ O	Eau
HCNM	Hydrocarbures non méthaniques
NO _x	Oxydes d'azote
NO	Oxyde nitrique
NO ₂	Dioxyde d'azote
O ₂	Oxygène
PM	Matières particulaires ».

Paragraphe 5.2.3.6, lire :

- « 5.2.3.6 Types de carburant
- a) Gazole ;
 - b) Gaz naturel (GN) ;
 - c) Gaz de pétrole liquéfié (GPL) ;
 - d) Éthanol ;
 - e) Essence ;
 - f) Hydrogène. ».

Paragraphe 8, lire :

« 8. Calcul des émissions

Le résultat d'essai définitif doit être arrondi en une seule étape au nombre de décimales indiqué par la norme d'émissions applicable, plus un chiffre significatif, conformément à la norme ASTM E 29-06B. Il n'est pas permis d'arrondir les valeurs intermédiaires utilisées pour déterminer le résultat final en ce qui concerne les émissions spécifiques au banc.

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

CH_{1,86}O_{0,006} pour le gazole (B7) ;

CH_{2,92}O_{0,46} pour l'éthanol destiné aux moteurs à allumage par compression spéciaux (ED95) ;

CH_{1,93}O_{0,032} pour l'essence (E10) ;

CH_{2,74}O_{0,385} pour l'éthanol (E85) ;

CH_{2,525} pour le GPL (gaz de pétrole liquéfié) ;

CH₄ pour le GN (gaz naturel) et le biométhane ;

H₂ pour l'hydrogène.

Des exemples d'opérations de calcul sont donnés à l'appendice 5 de la présente annexe.

Le calcul des émissions sur une base molaire, conformément à l'annexe 7 du RTM ONU n° 11 concernant le protocole d'essai pour la mesure des émissions de gaz d'échappement des engins mobiles non routiers (NRMM), est admis avec l'accord préalable de l'autorité d'homologation de type. ».

Paragraphe 8.1.1, équation 15, lire :

$$\ll k_{w,r} = \left(\frac{1}{1 + \alpha \times 0,005 \times (c_{CO_2} + c_{CO})} - k_{w1} \right) \times 1,008 \gg.$$

Paragraphe 8.1.1, lire :

« ... Les équations 13 et 14 sont pour l'essentiel identiques, le facteur de 1,008 utilisé dans les équations 13 et 15 étant une approximation pour le dénominateur plus précis utilisé dans l'équation 14. L'équation 15 n'est pas applicable si l'un des carburants utilisés a un rapport molaire carbone/hydrogène égal à 0, comme défini au paragraphe 8 de la présente annexe. Les équations 13 à 17 ne sont pas applicables en cas d'injection d'eau. ».

Paragraphe 8.1.2, lire :

« 8.1.2 Gaz d'échappement dilués

$$k_{w,e} = \left[\left(1 - \frac{\alpha \times c_{CO_2w}}{200} \right) - k_{w2} \right] \times 1,008 \quad (18)$$

ou

$$k_{w,e} = \left[\left(\frac{(1 - k_{w2})}{1 + \frac{\alpha \times c_{CO_2d}}{200}} \right) \right] \times 1,008 \quad (19)$$

avec

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times \left[H_d \times \left(1 - \frac{1}{D} \right) + H_a \times \left(\frac{1}{D} \right) \right]}{1000 + \left\{ 1,608 \times \left[H_d \times \left(1 - \frac{1}{D} \right) + H_a \times \left(\frac{1}{D} \right) \right] \right\}} \quad (20)$$

où :

α est le rapport molaire pour l'hydrogène du carburant ;

c_{CO_2w} est la concentration de CO_2 en conditions humides, exprimée en pourcentage ;

c_{CO_2d} est la concentration de CO_2 en conditions sèches, exprimée en pourcentage ;

H_d est l'humidité du gaz diluant, en g d'eau par kg d'air sec ;

H_a est l'humidité de l'air d'admission, en g d'eau par kg d'air sec ;

D est le facteur de dilution (voir par. 8.5.2.3.2).

Les équations 18 et 19 ne sont pas applicables si l'un des carburants utilisés a un rapport molaire carbone/hydrogène égal à 0, comme défini au paragraphe 8 de la présente annexe. ».

Paragraphe 8.1.3, équation 22, lire :

$$\ll k_{w3} = \frac{1,608 \times H_d}{1000 + (1,608 \times H_d)} \gg.$$

Paragraphe 8.2, lire :

« Correction des valeurs de NO_x pour l'humidité

Étant donné que les émissions de NO_x dépendent des conditions atmosphériques ambiantes, les concentrations de NO_x doivent être corrigées pour l'humidité avec les facteurs indiqués au paragraphe 8.2.1 ou 8.2.2. L'humidité de l'air d'admission H_a peut être calculée à partir de la mesure de l'humidité relative, de la mesure du point de rosée, de la mesure de la pression

de vapeur ou de la mesure par psychromètre, en appliquant les équations universellement acceptées.

Pour tous les calculs d'humidité (par exemple Ha ou Hd) utilisant des équations universellement acceptées, la pression de vapeur saturante est requise. Pour calculer la pression de vapeur saturante qui est en général fonction de la température (au point de mesure de l'humidité), il convient d'utiliser l'équation D.15 énoncée à l'annexe D de la norme ISO 8178-4:2020. ».

Paragraphe 8.4.1.1, lire :

« 8.4.1.1 Introduction

Pour le calcul des émissions dans les gaz d'échappement bruts et pour le réglage d'un système de dilution du flux partiel, il est nécessaire de connaître le débit massique de gaz d'échappement. Pour déterminer le débit massique de gaz d'échappement, on peut appliquer l'une ou l'autre des méthodes décrites aux paragraphes 8.4.1.3 à 8.4.1.7. Pour la détermination de ce débit pour les moteurs à hydrogène, la méthode du bilan carbone définie au paragraphe 8.4.1.7 ne doit pas être appliquée. ».

Paragraphe 8.4.1.6, lire :

« ...

avec

$$A/F_{st} = \frac{138,0 \times (\beta + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2} + \gamma)}{12,011 \times \beta + 1,00794 \times \alpha + 15,9994 \times \varepsilon + 14,0067 \times \delta + 32,065 \times \gamma} \quad (31)$$

$$\lambda_i = \frac{\beta \times \left(100 - \frac{c_{COd} \times 10^{-4}}{2} - c_{HCw} \times 10^{-4}\right) + \left(\frac{\alpha}{4} \times \frac{1 - \frac{2 \times c_{COd} \times 10^{-4}}{3,5 \times c_{CO2d}} - \frac{\varepsilon}{2} - \frac{\delta}{2}}{1 + \frac{c_{CO} \times 10^{-4}}{3,5 \times c_{CO2d}}}\right) \times (c_{CO2d} + c_{COd} \times 10^{-4})}{4,764 \times (\beta + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2} + \gamma) \times (c_{CO2d} + c_{COd} \times 10^{-4} + c_{HCw} \times 10^{-4})} \quad (32)$$

où :

$q_{maw,i}$ est le débit massique instantané d'air d'admission, en kg/s ;

A/F_{st} est le rapport air/carburant stœchiométrique, en kg/kg ;

β est le rapport molaire pour le carbone du carburant, avec $\beta = 1$ pour les carburants contenant du carbone et $\beta = 0$ pour les carburants ayant un rapport molaire carbone/hydrogène égal à 0, selon la définition du paragraphe 8 de la présente annexe ;

λ_i est le facteur d'excédent d'air instantané calculé au moyen de l'équation 32 ou mesuré à l'aide d'une sonde lambda ;

c_{CO2d} est la concentration de CO₂ en conditions sèches, exprimée en pourcentage ;

c_{COd} est la concentration de CO en conditions sèches, en ppm ;

c_{HCw} est la concentration d'hydrocarbures en conditions humides, en ppm.

L'équation 32 n'est pas applicable si l'un des carburants utilisés a un rapport molaire carbone/hydrogène égal à 0, tel que défini au paragraphe 8 de la présente annexe. ».

Paragraphe 8.4.2.3, tableau 5, lire :

« Tableau 5

Valeurs de u pour les gaz d'échappement bruts et masses volumiques des constituants

Carburant	ρ_e	Gaz					
		NO _x	CO	HC	CO ₂	O ₂	CH ₄
		ρ_{gas} [kg/m ³]					
		2,053	1,250	^a	1,9636	1,4277	0,716
u_{gas}^b							
Gazole (B7)	1,2943	0,001586	0,000966	0,000482	0,001517	0,001103	0,000553
Éthanol (ED95)	1,2768	0,001609	0,000980	0,000780	0,001539	0,001119	0,000561
GNC ^c	1,2661	0,001621	0,000987	0,000528 ^d	0,001551	0,001128	0,000565
Propane	1,2805	0,001603	0,000976	0,000512	0,001533	0,001115	0,000559
Butane	1,2832	0,001600	0,000974	0,000505	0,001530	0,001113	0,000558
GPL ^e	1,2811	0,001602	0,000976	0,000510	0,001533	0,001115	0,000559
Essence (E10)	1,2931	0,001587	0,000966	0,000499	0,001518	0,001104	0,000553
Éthanol (E85)	1,2797	0,001604	0,000977	0,000730	0,001534	0,001116	0,000559
Hydrogène	1,1872	0,001729	0,001053	0,000075	0,001654	0,001203	0,000603

^a selon le carburant.
^b à $\lambda = 2$, air sec, 273 K, 101,3 kPa.
^c u juste à 0,2 % près pour la composition (en masse) suivante : C = 66 - 76 % ; H = 22 - 25 % ; N = 0 - 12 %.
^d HCNM sur la base de CH_{2,93} (pour les HC totaux, le coefficient u_{gas} de CH₄ doit être utilisé).
^e u juste à 0,2 % près pour la composition (en masse) suivante : C3 = 70 - 90 % ; C4 = 10 - 30 %.

Paragraphe 8.4.2.4, lire :

« ...

La masse molaire des gaz d'échappement ($M_{e,i}$) est calculée, pour une composition générale du combustible de $C_\beta H_\alpha O_\epsilon N_\delta S_\gamma$, dans l'hypothèse d'une combustion complète, comme suit :

$$M_{e,i} = \frac{1 + \frac{q_{mfi}}{q_{maw,i}}}{\frac{q_{mfi}}{q_{maw,i}} \times \frac{\frac{\alpha + \epsilon}{4} + \frac{\delta}{2}}{12,011 \times \beta + 1,00794 \times \alpha + 15,9994 \times \epsilon + 14,0067 \times \delta + 32,065 \times \gamma} + \frac{H_a \times 10^{-3}}{2 \times 1,00794 + 15,9994} + \frac{1}{1 + H_a \times 10^{-3}}} \quad (41) \gg$$

Paragraphe 8.6.3, lire :

« 8.6.3 Calcul des émissions spécifiques

Les émissions spécifiques e_{gas} ou e_{PM} (en g/kWh) doivent être calculées pour chaque constituant individuel d'une manière indiquée ci-après qui dépend du type de cycle d'essai.

Pour l'essai WHSC, l'essai WHTC à chaud, ou l'essai WHTC à froid, l'équation ci-après doit être utilisée :

$$e = \frac{m}{W_{\text{act}}} \quad (69)$$

où :

m est la masse des émissions du constituant, en g/essai ;

W_{act} est le travail effectif au cours du cycle, déterminé conformément au paragraphe 7.8.6 de la présente annexe, en kWh.

Pour l'essai WHTC, le résultat final doit être une moyenne pondérée des résultats de l'essai de démarrage à froid et de l'essai de démarrage à chaud, calculée selon l'équation suivante :

$$e = \frac{(0,14 \times m_{cold}) + (0,86 \times m_{hot})}{(0,14 \times W_{act,cold}) + (0,86 \times W_{act,hot})} \quad (70)$$

où :

m_{cold} est la masse des émissions du constituant pendant l'essai de démarrage à froid, en g/essai ;

m_{hot} est la masse des émissions du constituant pendant l'essai de démarrage à chaud, en g/essai ;

$W_{act,cold}$ est le travail effectif au cours du cycle pendant l'essai de démarrage à froid, en kWh ;

$W_{act,hot}$ est le travail effectif au cours du cycle pendant l'essai de démarrage à chaud, en kWh.

Si la régénération périodique conformément au paragraphe 6.6.2 de la présente annexe s'applique, les facteurs d'ajustement $k_{r,u}$ ou $k_{r,d}$ doivent, respectivement, être multipliés par la valeur e des émissions spécifiques ou lui être ajoutés comme indiqué dans les équations 69 et 70. ».

Paragraphe 9.2, tableau 7, lire :

« Tableau 7

Conditions de linéarité s'appliquant aux instruments et systèmes de mesure

Système de mesure	$/\gamma_{min} \times (a_1 - 1) + a_0/$	Pente a_1	Erreur type SEE	Coefficient de détermination r^2
Régime moteur	$\leq 0,05$ % max	0,98 - 1,02	≤ 2 % max	$\geq 0,990$
Couple moteur	≤ 1 % max	0,98 - 1,02	≤ 2 % max	$\geq 0,990$
Débit de carburant	≤ 1 % max	0,98 - 1,02	≤ 2 % max	$\geq 0,990$
Débit d'air	≤ 1 % max	0,98 - 1,02	≤ 2 % max	$\geq 0,990$
Débit de gaz d'échappement	≤ 1 % max	0,98 - 1,02	≤ 2 % max	$\geq 0,990$
Débit du diluant	≤ 1 % max	0,98 - 1,02	≤ 2 % max	$\geq 0,990$
Débit de gaz d'échappement dilués	≤ 1 % max	0,98 - 1,02	≤ 2 % max	$\geq 0,990$
Débit de prélèvement	≤ 1 % max	0,98 - 1,02	≤ 2 % max	$\geq 0,990$
Analyseurs de gaz	$\leq 0,5$ % max	0,99 - 1,01	≤ 1 % max	$\geq 0,998$
Mélangeurs-doseurs de gaz	$\leq 0,5$ % max	0,98 - 1,02	≤ 2 % max	$\geq 0,990$
Températures	≤ 1 % max	0,99 - 1,01	≤ 1 % max	$\geq 0,998$
Pressions	≤ 1 % max	0,99 - 1,01	≤ 1 % max	$\geq 0,998$
Balance de pesage des particules	≤ 1 % max	0,99 - 1,01	≤ 1 % max	$\geq 0,998$
Instrument de mesure de l'humidité	≤ 2 % max	0,98 - 1,02	≤ 2 %	$\geq 0,95$

».

Paragraphe 9.3.3.1, lire :

« 9.3.3.1 Gaz purs

...

Mélange hydrogène (carburant du brûleur du FID) (40 ± 1 % d'hydrogène, et le reste en hélium ou sinon en azote) (Contamination ≤ 1 ppm C₁, ≤ 400 ppm CO₂)

... ».

Paragraphe 9.3.6.2, lire :

« 9.3.6.2 Étalonnage

Les analyseurs CLD et HCLD doivent être étalonnés sur la gamme la plus courante, conformément aux instructions du fabricant, au moyen d'un gaz de mise à zéro et d'un gaz de réglage d'échelle (la teneur en NO de celui-ci doit correspondre à 80 % approximativement de la valeur maximale de la gamme, et la teneur en NO₂ du mélange doit être inférieure à 5 % de la teneur en NO). L'ozoniseur étant désactivé, l'analyseur de NO_x doit être réglé sur le mode NO de manière que le gaz de réglage d'échelle ne traverse pas le convertisseur. La concentration indiquée doit être enregistrée. ».

Paragraphe 9.3.6.8, lire :

« 9.3.6.8 Mode NO_x

L'analyseur est laissé en mode NO_x, l'ozoniseur étant hors fonction ; le débit d'oxygène ou d'air synthétique est aussi coupé. La valeur de NO_x indiquée par l'analyseur ne doit pas s'écarter de plus de ± 5 % de la valeur mesurée conformément au paragraphe 9.3.6.2 (l'analyseur est réglé sur le mode NO_x). ».

Paragraphe 9.3.9.1, lire :

« 9.3.9.1 Contrôle d'interaction pour l'analyseur de CO

L'eau et le CO₂ peuvent interférer avec les résultats donnés par 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 l'échelle de la gamme 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.

... »

Paragraphe 9.4.6.4, lire :

« 9.4.6.4 Contrôle du débit de carbone

Il est vivement 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 de dilution du flux partiel. Le contrôle du débit de carbone doit 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.

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 du flux partiel doit fonctionner avec un rapport de dilution d'environ 15 à 1.

Si un contrôle du débit de carbone est effectué, la procédure décrite à l'appendice 4 doit être appliquée. Les débits de carbone doivent être calculés

conformément aux équations 112 à 114 de l'appendice 4 de la présente annexe. Toutes les valeurs de débit de carbone doivent concorder à 3 % 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 4, appendice 7

Paragraphe A.7.2.1, lire :

« A.7.2.1 Analyseur à infrarouge laser

A.7.2.1.1 Principe de mesure

Un laser infrarouge tel qu'un laser à diode accordable (TDL) (par exemple ceux utilisés dans un spectromètre à diode laser (LDS)) ou un laser à cascade quantique (QCL) peut émettre une lumière cohérente dans le proche infrarouge ou dans les infrarouges moyens, respectivement, où les composés azotés, dont le NH₃, ont une forte absorption. Ces optiques laser donnent un spectre en mode pulsé à haute résolution et bande étroite dans le proche infrarouge ou l'infrarouge moyen. Aussi, les analyseurs à infrarouge laser peuvent réduire l'interférence causée par le recouvrement spectral de composants coexistant dans les gaz d'échappement du moteur.

A.7.2.1.2 Installation

L'analyseur doit être installé soit directement dans le tuyau d'échappement (*in situ*), soit dans une armoire pour analyseur avec prélèvement par extraction conformément aux instructions du fabricant de l'instrument. S'il est installé dans une armoire, la ligne de prélèvement (conduite de prélèvement, préfiltre(s) et vannes) doit être en acier inoxydable ou en PTFE et elle doit être chauffée à des températures situées entre 383 K et 464 K (entre 110 °C et 191 °C) afin de réduire au maximum les pertes de NH₃ et les artefacts de prélèvement. En outre, la conduite de prélèvement doit être aussi courte que possible.

L'influence de la température et de la pression des gaz d'échappement, de l'environnement de l'installation et des vibrations sur la mesure doit être réduite au maximum ou des techniques de compensation doivent être utilisées.

Si un écran d'air est utilisé avec la mesure *in situ* pour la protection de l'instrument, cet air ne doit affecter la concentration d'aucun des constituants des gaz d'échappement mesurés en aval du dispositif ou le prélèvement des autres constituants des gaz d'échappement doit être fait en amont du dispositif.

A.7.2.1.3 Interférence réciproque

La résolution spectrale du laser doit être de 0,5 par cm⁻¹ au maximum afin de réduire le plus possible l'interférence réciproque d'autres gaz présents dans les gaz d'échappement. ».

Paragraphe A.7.2.2.2, lire :

A.7.2.2.2 Installation et prélèvement

Le FTIR est installé conformément aux instructions du fabricant de l'instrument. La longueur d'onde du NH₃ est sélectionnée pour l'évaluation. La ligne de prélèvement (conduite de prélèvement, préfiltre(s) et vannes) doit être en acier inoxydable ou en PTFE et elle doit être chauffée à des températures situées entre 383 K et 464 K (entre 110 °C et 191 °C) afin de réduire au maximum les pertes de NH₃ et les artefacts de prélèvement. En outre, la conduite de prélèvement doit être aussi courte que possible. ».

Annexe 5, ajouter un nouveau type de carburant, comme suit :

« ...

Caractéristiques techniques des carburants à utiliser pour les essais des

moteurs à allumage par compression ou à allumage commandé et des moteurs bicarburant

Type : Hydrogène

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 (H ₂ O)	µmol/mol		5	^e
Hydrocarbures totaux ^b à l'exception du méthane (équivalent C1)	µmol/mol		2	^e
Méthane (CH ₄)	µmol/mol		100	^e
Oxygène (O ₂)	µmol/mol		5	^e
Hélium (He)	µmol/mol		300	^e
Total azote (N ₂) et argon (Ar) ^b	µmol/mol		300	^e
Dioxyde de carbone (CO ₂)	µmol/mol		2	^e
Monoxyde de carbone (CO) ^c	µmol/mol		0,2	^e
Total composés sulfurés ^d (Base H ₂ S)	µmol/mol		0,004	^e
Formaldéhyde (HCHO)	µmol/mol		0,2	^e
Acide formique (HCOOH)	µmol/mol		0,2	^e
Ammoniac (NH ₃)	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 6, paragraphe 1.2, lire :

« 1.2 La présente annexe ne s'applique ni aux moteurs et véhicules bicarburant ni aux moteurs et véhicules dont tous les carburants ont un rapport molaire carbone/hydrogène égal à 0, selon la définition du paragraphe 8 de l'annexe 4. ».

Annexe 8

Paragraphe 6.2, lire :

« 6.2 Les facteurs de conformité doivent être calculés et présentés pour la méthode fondée sur la masse de CO₂ et pour la méthode fondée sur le travail. La décision d'acceptation ou de refus doit être prise en fonction des résultats de la méthode fondée sur le travail. La méthode fondée sur la masse de CO₂ peut être ignorée si le rapport molaire carbone/hydrogène d'au moins un des carburants utilisés est égal à 0, selon la définition du paragraphe 8 de l'annexe 4. ».

Paragraphe 10.1.1.11, lire :

« 10.1.1.11 Type de moteurs : essence, éthanol (E85), gazole/GN/GPL/éthanol (ED95)/hydrogène (biffer ce qui ne convient pas) ; ».

Annexe 8, paragraphe 10.1.5.1, lire :

« 10.1.5.1 Type de carburant utilisé par le moteur (par exemple, gazole, éthanol ED95, GN, GPL, essence, E85/hydrogène) ; ».

Paragraphe 10.1.8.4, lire :

« 10.1.8.4 Concentration en CO₂ [ppm] pour les moteurs dont l'un des carburants a un rapport molaire carbone/hydrogène supérieur à 0, selon la définition du paragraphe 8 de l'annexe 4 ; ».

Paragraphe 10.1.9.4, lire :

« 10.1.9.4 Masse de CO₂ [g/s] pour les moteurs dont l'un des carburants a un rapport molaire carbone/hydrogène supérieur à 0, selon la définition du paragraphe 8 de l'annexe 4 ; ».

Paragraphe 10.1.9.5, lire :

« 10.1.9.5 Masse de CH₄ [g/s] pour moteurs alimentés au gaz naturel uniquement ; ».

Paragraphe 10.1.9.9, lire :

« 10.1.9.9 Masse cumulée de CO₂ [g] pour les moteurs dont l'un des carburants a un rapport molaire carbone/hydrogène supérieur à 0, selon la définition du paragraphe 8 de l'annexe 4 ; ».

Paragraphe 10.1.9.20, lire :

« 10.1.9.20 Durée de la fenêtre de masse CO₂ [s] pour les moteurs qui n'utilisent aucun carburant ayant un rapport molaire carbone/hydrogène égal à 0, selon la définition du paragraphe 8 de l'annexe 4 ; ».

Paragraphe 10.1.9.21, lire :

« 10.1.9.21 Facteur de conformité HCT de la fenêtre de masse CO₂ [-] pour les moteurs qui n'utilisent aucun carburant ayant un rapport molaire carbone/hydrogène égal à 0, selon la définition du paragraphe 8 de l'annexe 4 ; ».

Paragraphe 10.1.9.22, lire :

« 10.1.9.22 Facteur de conformité CO de la fenêtre de masse CO₂ [-] pour les moteurs qui n'utilisent aucun carburant ayant un rapport molaire carbone/hydrogène égal à 0, selon la définition du paragraphe 8 de l'annexe 4 ; ».

Paragraphe 10.1.9.23, lire :

« 10.1.9.23 Facteur de conformité NO_x de la fenêtre de masse CO₂ [-] pour les moteurs qui n'utilisent aucun carburant ayant un rapport molaire carbone/hydrogène égal à 0, selon la définition du paragraphe 8 de l'annexe 4 ; ».

Paragraphe 10.1.9.24 bis, lire :

« 10.1.9.24 bis Facteur de conformité du nombre de particules de la fenêtre de masse du CO₂ [-] pour les moteurs qui n'utilisent aucun carburant ayant un rapport molaire carbone/hydrogène égal à 0, selon la définition du paragraphe 8 de l'annexe 4 ; ».

Paragraphe 10.1.10.11, lire :

« 10.1.10.11 Émissions CO₂ [g] pour les moteurs dont l'un des carburants a un rapport molaire carbone/hydrogène supérieur à 0, selon la définition du paragraphe 8 de l'annexe 4 ; ».

Paragraphe 10.1.11.6, lire :

« 10.1.11.6 Facteur de conformité HCT de la fenêtre de masse CO₂ [-] pour les moteurs qui n'utilisent aucun carburant ayant un rapport molaire carbone/hydrogène égal à 0, selon la définition du paragraphe 8 de l'annexe 4 ; ».

Paragraphe 10.1.11.7, lire :

« 10.1.11.7 Facteur de conformité NO_x de la fenêtre de masse CO₂ [-] pour les moteurs qui n'utilisent aucun carburant ayant un rapport molaire carbone/hydrogène égal à 0, selon la définition du paragraphe 8 de l'annexe 4 ; ».

Paragraphe 10.1.11.8, lire :

« 10.1.11.8 Facteur de conformité CO de la fenêtre de masse CO₂ [-] pour les moteurs qui n'utilisent aucun carburant ayant un rapport molaire carbone/hydrogène égal à 0, selon la définition du paragraphe 8 de l'annexe 4 ; ».

Paragraphe 10.1.11.9 bis, lire :

« 10.1.11.9 bis Facteur de conformité du nombre de particules de la fenêtre de masse du CO₂ [-] pour les moteurs qui n'utilisent aucun carburant ayant un rapport molaire carbone/hydrogène égal à 0, selon la définition du paragraphe 8 de l'annexe 4 ; ».

Paragraphe 10.1.11.11, lire :

« 10.1.11.11 Fenêtre de masse CO₂ : durée de fenêtre minimale et maximale [s] pour les moteurs qui n'utilisent aucun carburant ayant un rapport molaire carbone/hydrogène égal à 0, selon la définition du paragraphe 8 de l'annexe 4 ; ».

Paragraphe 10.1.11.13, lire :

« 10.1.11.13 Fenêtre de masse CO₂ : pourcentage de fenêtres valides pour les moteurs qui n'utilisent aucun carburant ayant un rapport molaire carbone/hydrogène égal à 0, selon la définition du paragraphe 8 de l'annexe 4 ; ».

Paragraphe 10.1.12.4, lire :

« 10.1.12.4 Mise à zéro, calibrage et résultats de la vérification de l'analyseur CO₂, avant et après l'essai, pour les moteurs dont l'un des carburants a un rapport molaire carbone/hydrogène supérieur à 0, selon la définition du paragraphe 8 de l'annexe 4 ; ».

Annexe 8, appendice 1

Paragraphe A.1.1, lire :

« A.1.1 Introduction

Le présent appendice décrit la procédure à suivre pour déterminer les émissions de polluants à partir de mesures effectuées sur des véhicules sur route à l'aide de systèmes mobiles de mesure des émissions (ci-après "PEMS"). Les émissions de polluants à mesurer en sortie d'échappement du moteur comprennent les composants suivants : monoxyde de carbone, hydrocarbures totaux, oxydes d'azote et nombre de particules pour les moteurs à allumage par compression, et monoxyde de carbone, hydrocarbures non méthaniques, méthane, oxydes d'azote et nombre de particules pour les moteurs à allumage commandé. En outre, le dioxyde de carbone doit être mesuré pour permettre les procédures de calcul décrites au paragraphe A.1.4.

Pour les moteurs alimentés au gaz naturel, le constructeur, le service technique ou l'autorité d'homologation de type peuvent choisir de mesurer les émissions totales d'hydrocarbures (HCT) uniquement, plutôt que les émissions d'hydrocarbures méthaniques et non méthaniques. Dans ce cas, la limite pour les émissions d'hydrocarbures totaux est la même que celle indiquée au paragraphe 5.3 du présent Règlement pour les émissions de méthane. Aux fins

du calcul des facteurs de conformité selon les paragraphes A.1.4.2.3 et A.1.4.3.2, la limite applicable est alors la limite d'émissions non méthaniques.

Pour les moteurs alimentés avec un gaz autre que le gaz naturel, 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 (HCNM). Dans ce cas, la limite pour les émissions totales d'hydrocarbures est la même que celle indiquée au paragraphe 5.3 du présent Règlement pour les émissions d'hydrocarbures non méthaniques. Aux fins du calcul des facteurs de conformité selon les paragraphes A.1.4.2.3 et A.1.4.3.2, la limite applicable est alors la limite d'émissions non méthaniques.

Pour les moteurs n'utilisant que des carburants ayant un rapport molaire carbone/hydrogène égal à 0, selon la définition du paragraphe 8 de l'annexe 4, le constructeur peut choisir de ne mesurer que les émissions totales d'hydrocarbures (HCT), le monoxyde de carbone (CO), les oxydes d'azote (NO_x) et le nombre de particules. Dans ce cas, la valeur lambda et éventuellement le débit massique de l'air doivent également être mesurés pour permettre la vérification de la cohérence des données visée au paragraphe A.1.3.2. ».

Paragraphe A.1.2.2, tableau 1, lire :

« Tableau 1

Paramètres d'essai

Paramètre	Unité	Source
Concentration HCT ¹	ppm	Analyseur
Concentration CO ¹	ppm	Analyseur
Concentration NO _x ¹	ppm	Analyseur
Concentration CO ₂ ^{1,5}	ppm	Analyseur
Concentration CH ₄ ^{1,2,5}	ppm	Analyseur
Concentration de particules en nombre	#/cm ³	Analyseur de particules
Niveau de dilution (le cas échéant)	-	Analyseur de particules
Débit des gaz d'échappement	kg/h	Débitmètre des gaz d'échappement (ci-après « EFM »)
Température des gaz d'échappement	K	EFM
Température ambiante ³	K	Capteur
Pression ambiante	kPa	Capteur
Couple moteur ⁴	Nm	ECU ou capteur
Régime moteur	tr/min	ECU ou capteur
Débit de carburant du moteur	g/s	ECU ou capteur
Température du liquide de refroidissement du moteur	K	ECU ou capteur
Température de l'air d'admission du moteur ³	K	Capteur
Vitesse au sol du véhicule	km/h	ECU et GPS
Latitude de la position du véhicule	degrés	GPS
Longitude de la position du véhicule	degrés	GPS
Valeur lambda ⁶	-	ECU ou capteur
Débit massique de l'air ⁷	kg/h	ECU ou capteur

Notes :

- ¹ Mesurée dans des conditions humides ou rapportée à ces conditions.
- ² Moteurs alimentés au gaz naturel uniquement.
- ³ Utiliser le capteur de température ambiante ou le capteur de température d'air d'admission.
- ⁴ La valeur enregistrée doit être soit a) le couple net du moteur conformément au paragraphe A.1.2.4.4 du présent appendice, soit b) le couple net du moteur calculé à partir des valeurs de couple conformément au paragraphe A.1.2.4.4 du présent appendice.
- ⁵ Ne s'applique pas aux moteurs ne fonctionnant qu'avec des carburants ayant un rapport molaire carbone/hydrogène égal à 0, selon la définition du paragraphe 8 de l'annexe 4.
- ⁶ Ne s'applique qu'aux moteurs ne fonctionnant qu'avec des carburants ayant un rapport molaire carbone/hydrogène égal à 0, selon la définition du paragraphe 8 de l'annexe 4.
- ⁷ Facultatif pour les moteurs ne fonctionnant qu'avec des carburants ayant un rapport molaire carbone/hydrogène égal à 0, selon la définition du paragraphe 8 de l'annexe 4. ».

Paragraphe A.1.3.2.1, lire :

« A.1.3.2.1 Données des analyseurs et de l'EFM

La cohérence des données (débit massique des gaz d'échappement mesuré par l'EFM et concentrations de gaz) doit être vérifiée en utilisant une corrélation entre le débit de carburant mesuré par l'ECU et le débit de carburant calculé en utilisant la formule du paragraphe 8.4.1.7 de l'annexe 4 du présent Règlement. Si le rapport molaire carbone/hydrogène de tous les carburants utilisés est égal à 0, selon la définition du paragraphe 8 de l'annexe 4, c'est alors la formule du paragraphe 8.4.1.6 de l'annexe 4 qui doit être utilisée. Une régression linéaire doit être appliquée pour les valeurs mesurées et calculées du débit de carburant. On doit appliquer la méthode des moindres carrés, l'équation de meilleur ajustement ayant la forme :

... ».

Annexe 9A, tableau 2, paragraphe 3.2.2, lire :

« Tableau 2

Valeurs limites OBD (moteurs à allumage commandé)

	Limite, en mg/kWh	
	NO _x	CO ^{1,2}
Phase transitoire	1 500	7 500
Prescriptions générales	1 200	7 500

¹ Les dispositions transitoires relatives à l'introduction des valeurs limites OBD pour le CO sont spécifiées aux paragraphes 13.2.2 et 13.3.2 du présent Règlement..

² Ne s'applique pas si le rapport molaire carbone/hydrogène de tous les carburants utilisés est égal à 0, selon la définition du paragraphe 8 de l'annexe 4. ».

*Annexe 9B**Paragraphe 3.26, lire :*

« 3.26 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	Hydrocarbures
LNT	Piège à NO _x ou absorbeur de NO _x
LPG	Gaz de pétrole liquéfié
MECS	Stratégie antipollution en cas de défaut de fonctionnement
NG	Gaz naturel
NO _x	Oxydes d'azote
OTL	Valeur limite OBD
PI	Allumage commandé
PM	Particules
RCS	Réduction catalytique sélective
SW	Essuie-glaces
TFF	Surveillance d'une défaillance totale de la fonction
VGT	Turbocompresseur à géométrie variable
VVT	Diagramme de distribution variable. ».

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

».

Appendice 3, point 6, lire :

« Appendice 3 – Point 6

Surveillance du système de recirculation des gaz d'échappement (RGE)

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)	Débit RGE : capacité du système à maintenir le débit prescrit, en détectant les conditions « débit insuffisant » ou « débit excessif » – surveillance des valeurs limites d'émissions OBD.	X	
a2)	Débit RGE : capacité du système à maintenir le débit prescrit, en détectant les conditions « débit insuffisant » ou « débit excessif » – surveillance de l'efficacité.		X
a3)	Débit RGE : capacité du système à maintenir le débit prescrit, en détectant les conditions « débit insuffisant » – détection d'une défaillance totale de la fonction ou surveillance de l'efficacité, comme spécifié sous ce point.	X	X
b)	Réponse de l'actionneur : capacité du système à fournir le débit prescrit dans le délai prévu par le constructeur à partir de l'instant de commande – surveillance de l'efficacité.	X	X
c1)	Efficacité du refroidisseur RGE : capacité du système d'échangeur à fournir le refroidissement prescrit par le constructeur – surveillance de l'efficacité.	X	X
c2)	Efficacité du refroidisseur RGE : capacité du système à fournir le refroidissement prescrit par le constructeur – détection d'une défaillance totale de la fonction, comme indiqué sous ce point.	X	X

... ».

Appendice 3, point 7, lire :

« Appendice 3 – Point 7

Surveillance du système d'alimentation en carburant

Le système OBD doit surveiller, sur les moteurs qui en sont équipés, les caractéristiques ci-dessous du système d'alimentation en carburant pour contrôler le bon fonctionnement :

		Moteur à allumage par compression	Moteur à allumage commandé
a)	Pression d'alimentation : capacité du système d'alimentation en carburant à atteindre la pression prescrite dans un circuit à boucle fermée – surveillance de l'efficacité.	X	
b)	Pression d'alimentation : capacité du système à atteindre la pression prescrite dans un circuit à boucle fermée de telle sorte que la pression puisse être commandée indépendamment d'autres paramètres – surveillance de l'efficacité.	X	

	Moteur à allumage par compression	Moteur à allumage commandé
c) Point d'injection : 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) Quantité de carburant injectée : capacité du système à injecter la quantité de carburant prescrite en détectant les erreurs de dosage pendant au moins un cycle d'injection lorsque le moteur est équipé des sondes appropriées (par exemple, avant, pendant ou après l'injection) – surveillance des seuils d'émission.	X	
e) Rapport air-carburant : capacité du système d'injection à maintenir le rapport air-carburant souhaité (compte tenu entre autres, mais non exclusivement, des capacités d'auto-adaptation) – surveillance de l'efficacité.		X

».

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 doit surveiller, sur les moteurs qui en sont équipés, les caractéristiques ci-dessous du système de commande du circuit d'admission d'air et de la pression de suralimentation/du turbocompresseur pour contrôler le bon fonctionnement :

	Moteur à allumage par compression	Moteur à allumage commandé
a1) Pression de suralimentation (trop forte/trop faible) : 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 seuils d'émission.	X	
a2) Pression de suralimentation (trop forte/trop faible) : 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.		X
a3) Pression de suralimentation trop faible : capacité du turbocompresseur à maintenir la pression de suralimentation prescrite et détection des cas de pression de suralimentation trop faible – détection d'une défaillance totale ou surveillance de l'efficacité, comme spécifié dans le présent point.	X	X
b) Réponse trop lente du turbocompresseur à géométrie variable (TGV) : capacité du TGV à se mettre dans la configuration prescrite dans le délai imparti par le constructeur – surveillance de l'efficacité.	X	X
c) Refroidissement de l'air de suralimentation : efficacité du système de refroidissement de l'air d'admission – défaut complet de fonctionnement.	X	X

... ».

Appendice 3, point 10, lire :

« Appendice 3 – Point 10

Surveillance des ratés d'allumage

	Moteur à allumage par compression	Moteur à allumage commandé
a) Aucune prescription.	X	
b) Ratés d'allumage qui peuvent endommager le catalyseur (par exemple, surveillance du taux de ratés d'allumage durant une période donnée) – surveillance de l'efficacité.		X

».

Appendice 3, point 13, lire :

« Appendice 3 – Point 13

Surveillance des sondes de gaz d'échappement et des capteurs d'oxygène

Le système OBD doit surveiller :

	Moteur à allumage par compression	Moteur à allumage commandé
a) Sur les moteurs qui en sont équipés, le bon fonctionnement des éléments électriques des sondes de gaz d'échappement conformément au point 1 du présent appendice – surveillance des composants.	X	X
b) Les capteurs d'oxygène primaires et secondaires (gestion de l'alimentation en carburant). Ces capteurs sont considérés comme des sondes de gaz d'échappement dont le bon fonctionnement doit être surveillé conformément au point 1 du présent appendice – surveillance des composants.		X

».

Appendice 3, point 15, lire :

« Appendice 3 – point 15

Catalyseur trifonctionnel

Le système OBD surveille, sur les moteurs qui en sont équipés, les propriétés ci-dessous du catalyseur à trois voies :

	Moteur à allumage par compression	Moteur à allumage commandé
a) Capacité du catalyseur trifonctionnel à convertir les NO _x et le CO – surveillance de l'efficacité.		X

».

Annexe 12

Paragraphe 3.1, lire :

« 3.1 Mesure brute

La présente section s'applique si le CO₂ est mesuré dans les gaz d'échappement bruts et si le rapport molaire carbone/hydrogène de tous les carburants utilisés est supérieur à 0, selon la définition du paragraphe 8 de l'annexe 4. ».

Paragraphe 3.2, lire :

« 3.2 Mesure dans les gaz dilués

La présente section s'applique si le CO₂ est mesuré dans les gaz d'échappement dilués et si le rapport molaire carbone/hydrogène de tous les carburants utilisés est supérieur à 0, selon la définition du paragraphe 8 de l'annexe 4. ».

Ajouter le nouveau paragraphe 3.3, libellé comme suit :

« 3.3 Calcul à partir de la consommation de carburant

La présente section s'applique si le rapport molaire carbone/hydrogène de tous les carburants utilisés est égal à 0, selon la définition du paragraphe 8 de l'annexe 4.

La consommation de carburant doit être déterminée conformément au paragraphe 4 de la présente annexe et la consommation mesurée moyenne de carburant durant l'essai doit servir de base au calcul des émissions moyennes de CO₂ durant l'essai.

La masse de CO₂ (g/essai) est ramenée à zéro selon l'équation suivante :

$$m_{\text{CO}_2} = \frac{\beta \times M_{\text{CO}_2}}{\beta \times A_{\text{C}} + \alpha \times A_{\text{H}}} \times q_{\text{mf}}$$

où :

β est le rapport molaire pour le carbone du carburant, avec $\beta = 1$ pour les carburants contenant du carbone et $\beta = 0$ pour les carburants ayant un rapport molaire carbone/hydrogène égal à 0, selon la définition du paragraphe 8 de l'annexe 4 ;

α est le rapport molaire pour l'hydrogène du carburant ;

q_{mf} est la consommation de carburant moyenne mesurée pendant l'essai ;

A_{H} est la masse atomique de l'hydrogène (1,0079 g/mol) ;

A_{C} est la masse atomique du carbone (12,011 g/mol). ».

Le paragraphe 3.3 devient le paragraphe 3.4.