



Conseil économique et social

Distr. générale
14 novembre 2011
Français
Original: anglais
Anglais et français seulement

Commission économique pour l'Europe

Comité des transports intérieurs

Forum mondial de l'harmonisation des Règlements concernant les véhicules

Groupe de travail de la pollution et de l'énergie

Soixante-troisième session

Genève, 17-20 janvier 2012

Point 4 d) de l'ordre du jour provisoire

Véhicules utilitaires lourds – Règlement n° 49

(Émissions des moteurs à allumage par compression
et des moteurs à allumage commandé (GN et GPL))

Proposition d'amendement au Règlement n° 49

Communication de l'expert de la Commission européenne*, **

Le texte reproduit ci-après, établi par l'expert de la Commission européenne, a pour objet d'aligner les dispositions du Règlement considéré sur celles des Règlements (CE) n° 595/2009 et (UE) n° 582/2011 (Euro VI).

Il constitue la série 06 d'amendements, comprenant les parties pertinentes de la série 05 d'amendements (annexes 4B, 4C, 9B, 9C et 10, par exemple) et les prescriptions pertinentes fondées sur le Règlement (CE) n° 595/2009 et le Règlement d'application (UE) n° 582/2011 (Euro VI).

Le texte de la série 05 d'amendements ayant été considérablement remanié, il a été établi en parallèle au présent document une version de suivi des modifications apportées.

* Conformément au programme de travail du Comité des transports intérieurs pour la période 2010-2014 (ECE/TRANS/208, par. 106, et ECE/TRANS/2010/8, activité 02.4), le Forum mondial a pour mission d'élaborer, d'harmoniser et de mettre à jour les Règlements en vue d'améliorer les caractéristiques fonctionnelles des véhicules. Le présent document est soumis en vertu de ce mandat.

** Le présent document a été reçu peu de temps avant le délai fixé. Il a été soumis tardivement, car son élaboration a pris plus de temps que d'ordinaire en raison du nombre de pages (447) et de la complexité du sujet.

Règlement n° 49

Prescriptions uniformes concernant les mesures à prendre pour réduire les émissions de gaz polluants et de particules des moteurs à allumage par compression et des moteurs à allumage commandé utilisés pour la propulsion des véhicules

1. Champ d'application

- 1.1 Le présent Règlement s'applique aux véhicules automobiles des catégories M₁, M₂, N₁ et N₂ ayant une masse de référence supérieure à 2 610 kg et à tous les véhicules automobiles des catégories M₃ et N₃².

À la demande du constructeur, l'homologation de type d'un véhicule complet accordée au titre du présent Règlement peut être étendue au même véhicule, incomplet et ayant une masse de référence inférieure à 2 610 kg. Cette extension a lieu si le constructeur peut démontrer que toutes les combinaisons de carrosserie devant être montées sur le véhicule incomplet augmentent la masse de référence du véhicule au-delà de 2 610 kg.

À la demande du constructeur, l'homologation de type d'un véhicule accordée conformément au présent Règlement peut être étendue à ses variantes et versions ayant une masse de référence dépassant 2 380 kg, pour autant que le véhicule satisfasse également aux prescriptions concernant la mesure des émissions de gaz à effet de serre et de la consommation de carburant énoncées au paragraphe 4.2 du présent Règlement.

- 1.2 Homologations équivalentes

Les moteurs ci-après n'ont pas à être homologués conformément au présent Règlement: moteurs équipant des véhicules dont la masse de référence ne dépasse pas 2 840 kg et qui ont été homologués, par extension, conformément au Règlement n° 83.

2. Définitions

Aux fins du présent Règlement, on entend par:

- 2.1 «*Cycle de vieillissement*», l'utilisation du véhicule ou du moteur (vitesse, charge et puissance) à effectuer durant la période d'accumulation d'heures de service;
- 2.2 «*Homologation d'un moteur (d'une famille de moteurs)*», l'homologation d'un type de moteur (d'une famille de moteurs) en ce qui concerne le niveau des émissions de gaz polluants, de particules et de fumée et en ce qui concerne le système d'autodiagnostic (OBD);

² Selon les définitions de l'annexe 7 de la Résolution d'ensemble sur la construction des véhicules (R.E.3) (document TRANS/WP.29/78/Rev.1/Amend.2, modifié en dernier lieu par l'amendement 4).

- 2.3 «*Homologation d'un véhicule*», l'homologation d'un type de véhicule en ce qui concerne le niveau de gaz polluants, de particules et de fumée émis par le moteur et en ce qui concerne le système d'autodiagnostic (OBD) et l'installation du moteur;
- 2.4 «*Stratégie auxiliaire pour la limitation des émissions*» (ci-après «stratégie auxiliaire»), une stratégie de limitation des émissions mise en œuvre, qui remplace ou modifie une stratégie de base dans un but spécifique et en réponse à un ensemble spécifique de conditions ambiantes ou de conditions d'exploitation, et qui reste en œuvre tant que ces conditions existent;
- 2.5 «*Stratégie de base pour la limitation des émissions*» (ci-après «stratégie de base»), une stratégie de limitation des émissions qui est en œuvre dans toutes les conditions de fonctionnement du moteur selon la vitesse et la charge, à moins qu'une stratégie auxiliaire ne soit mise en œuvre;
- 2.6 «*Régénération continue*», le processus de régénération d'un système de traitement aval des gaz d'échappement qui se produit soit en permanence, soit au moins une fois par essai de démarrage à chaud du cycle transitoire WHTC;
- 2.7 «*Carter*», les espaces à l'intérieur ou à l'extérieur d'un moteur qui sont reliés au carter d'huile par des conduits internes ou externes par lesquels les gaz et les vapeurs peuvent être émis;
- 2.8 «*Composants critiques en rapport avec les émissions*», les composants suivants, qui sont destinés principalement à la dépollution: tout système de traitement aval des gaz d'échappement, le module électronique de gestion et ses capteurs et activateurs associés, et le système de recyclage des gaz d'échappement (ci-après «RGE»), y compris tous les filtres, refroidisseurs, soupapes de commande et tuyaux s'y rapportant;
- 2.9 «*Entretien critique en rapport avec les émissions*», l'entretien à effectuer sur les composants critiques en rapport avec les émissions;
- 2.10 «*Stratégie d'invalidation*», une stratégie en matière d'émissions qui ne satisfait pas aux prescriptions fonctionnelles applicables à une stratégie de base ou à une stratégie auxiliaire, telles qu'elles sont spécifiées dans la présente annexe;
- 2.11 «*Système de réduction des oxydes d'azote*», un système de traitement aval des gaz d'échappement conçu pour réduire les émissions d'oxydes d'azote (NO_x) (catalyseurs NO_x passifs ou actifs en régime pauvre, pièges à NO_x et systèmes à catalyse sélective (SCR));
- 2.12 «*Code défaut*», l'indicateur numérique ou alphanumérique d'un défaut de fonctionnement;
- 2.13 «*Cycle de conduite*», une séquence qui comprend le démarrage du moteur, une période de fonctionnement (du véhicule), l'arrêt du moteur et le temps s'écoulant jusqu'au prochain démarrage;
- 2.14 «*Élément de conception*», dans le cas d'un véhicule ou d'un moteur:
- Tout élément du système moteur;
 - Tout système de gestion, y compris les logiciels, les systèmes électroniques de gestion et la logique informatique;
 - Tout étalonnage du système de gestion; ou
 - Tout résultat des interactions entre systèmes.

- 2.15 «*Système de surveillance du système antipollution*», le système contrôlant la bonne exécution des fonctions de réduction des oxydes d'azote appliquées dans le système moteur conformément aux dispositions du paragraphe 5.5;
- «*Système antipollution*», les éléments de conception et les stratégies en matière d'émissions mis au point ou étalonnés pour réduire les émissions;
- 2.16 «*Entretien en rapport avec les émissions*», l'entretien qui a un effet sensible sur les émissions ou qui est susceptible de réduire les émissions du véhicule ou du moteur pendant son fonctionnement normal en service;
- 2.17 «*Stratégie en matière d'émissions*», un élément ou un ensemble d'éléments qui est intégré dans la conception globale d'un système moteur ou d'un véhicule et qui est utilisé pour réduire les émissions;
- 2.18 «*Famille de moteurs-systèmes de traitement aval des gaz d'échappement*», un groupement, effectué par le constructeur, de moteurs qui répondent à la définition d'une famille de moteurs et qui sont en outre subdivisés en moteurs utilisant des systèmes de traitement aval des gaz d'échappement similaires;
- 2.19 «*Famille de moteurs*», un groupe de moteurs d'un constructeur qui, de par leurs caractéristiques de conception, telles qu'elles sont définies au paragraphe 7 du présent Règlement, présentent des caractéristiques similaires en matière d'émissions d'échappement;
- 2.20 «*Système moteur*», le moteur, le système antipollution et l'interface de communication (matériel et messages) entre le ou les modules électroniques de gestion du moteur et tout autre module de gestion du groupe motopropulseur ou du véhicule;
- 2.21 «*Démarrage du moteur*», l'allumage, la mise en marche et le démarrage de la combustion jusqu'à ce que le moteur ait atteint un régime de 150 min^{-1} inférieur au régime de ralenti normal à chaud;
- 2.22 «*Type de moteur*», une catégorie de moteurs qui ne présentent pas entre eux de différences quant aux caractéristiques essentielles, telles qu'elles sont présentées à l'annexe 1;
- 2.23 «*Système de traitement aval des gaz d'échappement*», un catalyseur (d'oxydation, trifonctionnel ou autre), un filtre à particules, un système de réduction des oxydes d'azote, un système combiné de filtre à particules et de réduction des oxydes d'azote, ou tout autre dispositif de réduction des émissions qui est installé en aval du moteur;
- 2.24 «*Polluants gazeux*», les émissions dans les gaz d'échappement de monoxyde de carbone, d'oxydes d'azote, exprimés en équivalent dioxyde d'azote (NO_2), et d'hydrocarbures (hydrocarbures totaux, hydrocarbures non méthaniques et méthane);
- 2.25 «*Dénominateur général*», un compteur indiquant le nombre d'événements de conduite d'un véhicule, compte tenu des conditions générales;
- 2.26 «*Groupe de moniteurs*», pour les besoins de l'évaluation de l'efficacité en service d'une famille de moteurs du point de vue de l'OBd, un ensemble de moniteurs OBd utilisés pour déterminer si le système antipollution fonctionne correctement;
- 2.27 «*Compteur de cycles d'allumage*», un compteur indiquant le nombre de démarrages du moteur effectués sur le véhicule;

- 2.28 «*Rapport d'efficacité en service*», le rapport entre le nombre d'occurrences de conditions dans lesquelles un moniteur ou un groupe de moniteurs devrait avoir détecté un défaut de fonctionnement et le nombre de cycles de conduite pertinents pour ce moniteur ou groupe de moniteurs;
- 2.29 «*Régime bas* (n_{inf})», le régime moteur le plus bas, auquel 50 % de la puissance maximale déclarée sont disponibles;
- 2.30 «*Défaut de fonctionnement*», une défaillance ou une détérioration du système moteur, notamment du système OBD, devant logiquement conduire soit à l'augmentation de l'un quelconque des polluants réglementés émis par le moteur, soit à une baisse de l'efficacité du système OBD;
- 2.31 «*Indicateur de défaut de fonctionnement*», un indicateur qui fait partie du système d'avertissement et qui informe clairement le conducteur du véhicule en cas de défaut de fonctionnement;
- 2.32 «*Constructeur*», la personne ou l'organisme responsable devant l'autorité d'homologation de tous les aspects de la procédure d'homologation ou d'autorisation et de la conformité de la production. Cette personne ou cet organisme ne doit pas nécessairement intervenir directement à toutes les étapes de la construction d'un véhicule, d'un système, d'un composant ou d'une entité technique distincte faisant l'objet de la procédure d'homologation;
- 2.33 «*Puissance nette maximale*», la valeur maximale de la puissance nette mesurée à pleine charge du moteur;
- 2.34 «*Puissance nette*», la puissance constatée au banc d'essai à l'extrémité du vilebrequin ou de l'organe équivalent, au régime considéré, avec les auxiliaires, conformément au Règlement n° 85, et en fonction des conditions atmosphériques de référence;
- 2.35 «*Entretien sans rapport avec les émissions*», l'entretien qui n'a pas d'effet sensible sur les émissions et qui n'a pas d'effet durable sur la réduction des émissions du véhicule ou du moteur lors de son utilisation normale en service une fois que l'entretien est effectué;
- 2.36 «*Système d'autodiagnostic*» (OBD), un système, installé sur un véhicule ou un moteur, qui a la capacité:
- De détecter les défauts de fonctionnement ayant une incidence sur l'efficacité des dispositifs antipollution du système moteur;
 - De signaler ces défauts au moyen d'un système d'avertissement;
 - De localiser l'endroit où se situe probablement le défaut de fonctionnement, grâce à des données mémorisées dans le calculateur, et de transmettre cette information à l'extérieur du véhicule;
- 2.37 «*Famille de moteurs du point de vue de l'OBD*», le groupement, effectué par un constructeur, de systèmes moteur dans lesquels sont mises en œuvre les mêmes méthodes de détection et d'analyse des défauts de fonctionnement en rapport avec les émissions;
- 2.38 «*Séquence opératoire*», une séquence se composant de la mise en marche du moteur, d'une période de fonctionnement (du moteur), de l'arrêt du moteur et du temps s'écoulant jusqu'au prochain démarrage, pendant laquelle un moniteur OBD spécifique effectue un cycle complet et un défaut de fonctionnement peut éventuellement être détecté;

- 2.39 «*Dispositif antipollution d'origine*», un dispositif antipollution ou un montage de dispositifs de ce type pris en compte dans l'homologation de type accordée pour le véhicule concerné;
- 2.40 «*Moteur de base*», un moteur sélectionné dans une famille de moteurs de manière que ses caractéristiques en matière d'émissions soient représentatives de cette famille de moteurs;
- 2.41 «*Dispositif de traitement aval des particules*», un système de traitement aval des gaz d'échappement conçu pour réduire les émissions de particules (PT) par séparation mécanique, aérodynamique, par diffusion ou par inertie;
- 2.42 «*Matières particulaires (MP)*», les matières recueillies sur un filtre de caractéristiques spécifiées après dilution des gaz d'échappement avec un gaz diluant propre filtré à une température comprise entre 315 K (42 °C) et 325 K (52 °C); celles-ci sont constituées principalement de carbone, d'hydrocarbures condensés et de sulfates en association avec l'eau;
- 2.43 «*Taux de charge*», la proportion du couple maximal disponible utilisée à un régime donné du moteur;
- 2.44 «*Surveillance de l'efficacité*», la surveillance des défauts de fonctionnement, sous la forme de contrôles des fonctions, et la surveillance de paramètres qui ne sont pas directement liés aux valeurs limites d'émissions, effectuées sur des composants ou des systèmes afin de s'assurer qu'ils fonctionnent selon les normes établies;
- 2.45 «*Régénération périodique*», le processus de régénération d'un dispositif de réduction des émissions qui se produit périodiquement après moins de 100 h de fonctionnement normal du moteur;
- 2.46 «*Système mobile de mesure des émissions*», un système portable de mesure des émissions satisfaisant aux prescriptions de l'appendice 2 de l'annexe 8 du présent Règlement;
- 2.47 «*Prise de force*», un dispositif de sortie-moteur permettant d'alimenter des équipements auxiliaires montés sur un véhicule;
- 2.48 «*Composant ou système volontairement détérioré*», un composant ou un système qui a été délibérément endommagé, par vieillissement accéléré ou par manipulation, et qui a été approuvé par l'autorité d'homologation de type, conformément aux dispositions des paragraphes 6.3.2 de l'annexe 9B et A.8.2.2 de l'appendice 8 de l'annexe 9B du présent Règlement, aux fins de son utilisation pour la démonstration de l'efficacité des fonctions d'autodiagnostic du système moteur;
- 2.49 «*Réactif*», tout agent qui est stocké dans un réservoir du véhicule et qui est fourni au système de traitement aval des gaz d'échappement (le cas échéant) sur demande du système antipollution;
- 2.50 «*Recalage*», un réglage fin d'un moteur à gaz naturel visant à obtenir les mêmes performances (puissance et consommation de carburant) avec une autre gamme de gaz naturels;
- 2.51 «*Masse de référence*», la masse du véhicule en ordre de marche, diminuée de la masse uniforme du conducteur, de 75 kg, et augmentée d'une masse uniforme de 100 kg;
- 2.52 «*Dispositif antipollution de rechange*», un dispositif antipollution ou un montage de dispositifs de ce type qui est destiné à remplacer un dispositif antipollution d'origine et qui peut être homologué en tant qu'entité technique distincte;

- 2.53 «Analyseur», un dispositif externe utilisé pour la communication normalisée hors véhicule avec le système OBD, conformément aux prescriptions du présent Règlement;
- 2.54 «Programme d'accumulation d'heures de service», le cycle de vieillissement et la période d'accumulation d'heures de service pris en compte pour déterminer les facteurs de réduction propres à la famille de moteurs-systèmes de traitement aval des gaz d'échappement;
- 2.55 «Émissions d'échappement», les émissions de polluants gazeux et de particules;
- 2.56 «Altération», la désactivation, l'adaptation ou la modification du système de propulsion ou du système de dépollution du véhicule, y compris tout logiciel ou autre élément de commande logique de ces systèmes, ayant pour conséquence, volontaire ou non, de diminuer les performances du véhicule en matière de réduction des émissions;
- 2.57 «Masse à vide», la masse du véhicule en ordre de marche moins la masse uniforme du conducteur, de 75 kg, sans passagers ni chargement, mais avec 90 % de son plein de carburant, son outillage normal de bord et la roue de secours, le cas échéant;
- 2.58 «Durée de service», la distance et/ou la durée sur lesquelles la conformité aux limites d'émissions gazeuses et particulaires applicables doit être garantie;
- 2.59 «Type de véhicule en ce qui concerne les émissions», une catégorie de véhicules qui ne présentent pas entre eux de différences quant aux caractéristiques essentielles du moteur et du véhicule, telles qu'elles sont présentées à l'annexe 1;
- 2.60 «Filtre à particules diesel de type wall flow», un filtre à particules diesel (ci-après «FAP») dans lequel tous les gaz d'échappement sont contraints de passer à travers une paroi qui filtre les matières solides;
- 2.61 «Indice de Wobbe (Winf. inférieur ou Wsup. supérieur)», le rapport de la valeur calorifique correspondante d'un gaz par unité de volume à la racine carrée de sa densité relative dans les mêmes conditions de référence:

$$W = H_{\text{gas}} \times \sqrt{\rho_{\text{air}} / \rho_{\text{gas}}}$$

- 2.62 «Facteur de recalage (S_λ)», une expression qui indique la souplesse requise du système de gestion du moteur en ce qui concerne une modification du rapport d'excès d'air λ si le moteur est alimenté avec une composition de gaz différente du méthane pur (voir l'appendice 5 de l'annexe 4 pour la détermination de S_λ).

3. Demande d'homologation

3.1 Demande d'homologation de type pour un système moteur ou une famille de moteurs considéré(e) comme une entité technique distincte

- 3.1.1 Le constructeur ou son mandataire dûment agréé présente à l'autorité d'homologation une demande d'homologation de type pour un type de moteur ou une famille de moteurs considéré(e) comme une entité technique distincte.
- 3.1.2 La demande visée au paragraphe 3.1.1 est établie conformément au modèle de fiche de renseignements présenté à l'annexe 1. La partie 1 de ladite annexe est applicable à cette fin.

- 3.1.3 Le constructeur fournit un dossier d'information qui présente en détail tout élément de conception ayant une incidence sur les émissions, la stratégie de limitation des émissions mise en œuvre dans le système moteur, les moyens par lesquels ce dernier contrôle les variables de sortie qui ont une incidence sur les émissions, le type de contrôle, direct ou indirect, ainsi que les systèmes d'avertissement et d'incitation prescrits aux paragraphes 4 et 5 de l'annexe 11. Le dossier d'information comprend les éléments ci-après, y compris les informations mentionnées au paragraphe 5.1.4:
- a) Un dossier officiel, qui est conservé par l'autorité d'homologation et qui peut être communiqué aux parties intéressées sur demande;
 - b) Un dossier détaillé, qui reste confidentiel; ce dossier peut être conservé par l'autorité d'homologation ou par le constructeur, à la discrétion de l'autorité, mais il doit être mis à la disposition de celle-ci, pour examen, à l'occasion de l'homologation ou à tout moment pendant la durée de validité de l'homologation. Lorsque le dossier est conservé par le constructeur, l'autorité d'homologation prend les mesures nécessaires pour veiller à ce qu'il ne soit pas modifié après l'homologation.
- 3.1.4 En plus des informations visées au paragraphe 3.1.3, le constructeur soumet les éléments d'information suivants:
- a) Dans le cas des moteurs à allumage commandé, une déclaration du constructeur relative au pourcentage minimum de ratés d'allumage, par rapport à un nombre total d'événements d'allumage, qui entraînerait un dépassement des limites d'émission indiquées à l'annexe 9A si ce pourcentage de ratés devait être constaté dès le commencement de l'essai d'émissions, tel que décrit à l'annexe 4, ou bien pourrait entraîner la surchauffe d'un ou de plusieurs catalyseurs et provoquer ainsi des dommages irréversibles;
 - b) Une description des mesures prises pour empêcher toute manipulation et modification du ou des ordinateurs de contrôle des émissions, notamment la fonction de mise à jour à l'aide d'un programme ou d'une procédure d'étalonnage approuvé(e) par le constructeur;
 - c) Une documentation du système OBD, conformément aux prescriptions du paragraphe 8 de l'annexe 9B;
 - d) Des informations relatives au système OBD pour l'accès à ce dernier, conformément aux prescriptions de l'annexe 14 du présent Règlement;
 - e) Une déclaration de conformité des émissions hors cycle, conformément aux prescriptions du paragraphe 5.1.3 et du paragraphe 10 de l'annexe 10;
 - f) Une déclaration de conformité de l'efficacité en service du système OBD, conformément aux prescriptions de l'appendice 2 de l'annexe 9A;
 - g) Le plan initial pour les essais en service, conformément au point 2.4 de l'annexe 8;
 - h) S'il y a lieu, des copies d'autres fiches d'homologation comportant les données nécessaires pour l'extension des homologations et l'établissement des facteurs de réduction.

- 3.1.5 Le constructeur soumet au service technique chargé des essais d'homologation de type un moteur ou, le cas échéant, un moteur de base représentatif du type à homologuer.
- 3.1.6 Les changements de marque d'un système, d'un composant ou d'une entité technique qui ont lieu après une homologation n'invalident pas automatiquement celle-ci, à moins que les caractéristiques d'origine ou les paramètres techniques ne soient modifiés de telle manière que les fonctions du moteur ou du système antipollution en soient elles-mêmes modifiées.
- 3.2 Demande d'homologation de type pour un véhicule équipé d'un système moteur homologué en ce qui concerne les émissions**
- 3.2.1 Le constructeur ou son mandataire dûment agréé présente à l'autorité d'homologation une demande d'homologation de type pour un véhicule équipé d'un système moteur homologué en ce qui concerne les émissions.
- 3.2.2 La demande visée au paragraphe 3.2.1 est établie conformément au modèle de fiche de renseignements présenté dans la partie 2 de l'annexe 1. Cette demande est accompagnée d'une copie du certificat d'homologation de type pour le système moteur ou la famille de moteurs considéré(e) en tant qu'entité technique distincte.
- 3.2.3 Le constructeur fournit un dossier d'information qui présente en détail les éléments des systèmes d'avertissement et d'incitation qui sont présents sur le véhicule et sont prescrits à l'annexe 11. Ce dossier est communiqué conformément au paragraphe 3.1.3.
- 3.2.4 En plus des informations visées au paragraphe 3.2.3, le constructeur soumet les éléments d'information suivants:
- a) Une description des mesures prises pour empêcher toute manipulation et modification des modules de commande du véhicule faisant l'objet du présent Règlement, notamment la fonction de mise à jour à l'aide d'un programme ou d'une procédure d'étalonnage approuvé(e) par le constructeur;
 - b) Une description des composants OBD présents sur le véhicule, conformément aux prescriptions du paragraphe 8 de l'annexe 9B;
 - c) Des informations relatives aux composants OBD présents sur le véhicule, aux fins de l'accès au système OBD;
 - d) S'il y a lieu, des copies d'autres fiches d'homologation comportant les données nécessaires pour l'extension des homologations.
- 3.2.5 Les changements de marque d'un système, d'un composant ou d'une entité technique qui ont lieu après une homologation n'invalident pas automatiquement celle-ci, à moins que les caractéristiques d'origine ou les paramètres techniques ne soient modifiés de telle manière que les fonctions du moteur ou du système antipollution en soient elles-mêmes modifiées.
- 3.3 Demande d'homologation de type pour un véhicule en ce qui concerne les émissions**
- 3.3.1 Le constructeur ou son mandataire dûment agréé présente à l'autorité d'homologation une demande d'homologation de type pour un véhicule en ce qui concerne les émissions.

- 3.3.2 La demande visée au paragraphe 3.3.1 est établie conformément au modèle de fiche de renseignements présenté à l'annexe 1. Les parties 1 et 2 de ladite annexe sont applicables à cette fin.
- 3.3.3 Le constructeur fournit un dossier d'information qui présente en détail tout élément de conception ayant une incidence sur les émissions, la stratégie de limitation des émissions mise en œuvre dans le système moteur, les moyens par lesquels ce dernier contrôle les variables de sortie qui ont une incidence sur les émissions, le type de contrôle, direct ou indirect, ainsi que les systèmes d'avertissement et d'incitation prescrits à l'annexe 11. Ce dossier est communiqué conformément au paragraphe 3.1.3.
- 3.3.4 En plus des informations visées au paragraphe 3.3.3, le constructeur soumet les informations requises au paragraphe 3.1.4, alinéas *a* à *h*, et au paragraphe 3.2.4, alinéas *a* à *d*.
- 3.3.5 Le constructeur soumet au service technique chargé des essais d'homologation de type un moteur représentatif du type à homologuer.
- 3.3.6 Les changements de marque d'un système, d'un composant ou d'une entité technique qui ont lieu après une homologation n'invalident pas automatiquement celle-ci, à moins que les caractéristiques d'origine ou les paramètres techniques ne soient modifiés de telle manière que les fonctions du moteur ou du système antipollution en soient elles-mêmes modifiées.
- 3.4 Demande d'homologation de type pour un type de dispositif antipollution de rechange considéré comme une entité technique distincte
- 3.4.1 Le constructeur présente à l'autorité d'homologation une demande d'homologation de type pour un type de dispositif antipollution de rechange considéré comme une entité technique distincte.
- 3.4.2 La demande est établie conformément au modèle de fiche de renseignements présenté à l'appendice 1 de l'annexe 13.
- 3.4.3 Le constructeur soumet une déclaration de conformité aux prescriptions concernant l'accès aux informations du système OBD.
- 3.4.4 Il soumet au service technique chargé des essais d'homologation les éléments suivants:
- a) Un ou plusieurs systèmes moteurs, d'un type homologué conformément au présent Règlement, équipés d'un nouveau dispositif antipollution d'origine;
 - b) Un exemplaire du type de dispositif antipollution de rechange;
 - c) Dans le cas d'un dispositif antipollution de rechange destiné à être monté sur un véhicule équipé d'un système OBD, un exemplaire supplémentaire de ce type de dispositif.
- 3.4.5 Aux fins du point a) du paragraphe 3.4.4, les moteurs soumis aux essais sont sélectionnés par le demandeur avec l'accord de l'autorité chargée de l'homologation.
- Les conditions d'essai doivent satisfaire aux prescriptions énoncées au paragraphe 6 de l'annexe 4.
- Les moteurs soumis aux essais doivent remplir les conditions suivantes:
- a) Ils ne doivent présenter aucun défaut du système antipollution;

- b) Toute pièce d'origine en rapport avec les émissions qui présente un défaut de fonctionnement ou une usure excessive doit être réparée ou remplacée;
 - c) Ils doivent être correctement réglés, selon les spécifications du constructeur, avant qu'il soit procédé aux essais.
- 3.4.6 Aux fins des points b) et c) du paragraphe 3.4.4, l'exemplaire doit porter, inscrits de manière bien lisible et indélébile, le nom ou la marque de fabrique du demandeur ainsi que la désignation commerciale de la pièce.
- 3.4.7 Aux fins du point c) du paragraphe 3.4.4, l'exemplaire doit être un composant volontairement détérioré.

4. Homologation

4.1 Afin d'obtenir une homologation de type pour un système moteur ou une famille de moteurs en tant qu'entité technique distincte, une homologation de type pour un véhicule équipé d'un système moteur homologué en ce qui concerne les émissions, ou une homologation de type pour un véhicule en ce qui concerne les émissions, le constructeur doit, conformément aux dispositions du présent Règlement, démontrer que le véhicule ou le moteur a été soumis aux essais et satisfait aux prescriptions énoncées au paragraphe 5 et aux annexes 4, 6, 7, 9A, 9B, 9C, 10, 11 et 12. Le constructeur doit également s'assurer de la conformité avec les spécifications des carburants de référence énoncées à l'annexe 5.

Afin d'obtenir une homologation de type pour un véhicule équipé d'un système moteur homologué en ce qui concerne les émissions, ou une homologation de type pour un véhicule en ce qui concerne les émissions, le constructeur doit s'assurer de la conformité aux prescriptions de montage énoncées au paragraphe 6.

4.2 Afin d'obtenir une extension de l'homologation de type accordée à un véhicule en ce qui concerne les émissions au titre du présent Règlement, la masse de référence du véhicule étant supérieure à 2 380 kg mais ne dépassant pas 2 610 kg, le constructeur doit se conformer aux prescriptions énoncées à l'appendice 1 de l'annexe 12.

4.3 Réserve³

4.4 Réserve⁴

4.5 Afin d'obtenir une homologation de type pour un système moteur ou une famille de moteurs en tant qu'entité technique distincte, ou une homologation de type pour un véhicule en ce qui concerne les émissions, le constructeur doit s'assurer de la conformité aux prescriptions concernant la gamme de carburants pour une homologation pour carburant universel ou, dans le cas d'un moteur à allumage commandé alimenté au gaz naturel ou au GPL, pour une homologation limitée à certains carburants, comme indiqué au paragraphe 4.6.

³ Ce paragraphe est réservé aux futures homologations des moteurs bicarburant des véhicules utilitaires lourds.

⁴ Ce paragraphe est réservé à d'autres prescriptions concernant le système OBD et la réduction des oxydes d'azote sur les véhicules utilitaires légers.

4.6 Prescriptions relatives à l'homologation de type pour carburant universel

L'homologation de type pour carburant universel est accordée sous réserve de la conformité aux prescriptions énoncées aux paragraphes 4.6.1 à 4.6.6.1.

4.6.1 Le moteur de base doit satisfaire aux prescriptions du présent Règlement concernant les carburants de référence appropriés, énoncées à l'annexe 5. Des prescriptions spécifiques s'appliquent aux moteurs alimentés au gaz naturel, comme indiqué au paragraphe 4.6.3.

4.6.2 S'il permet de faire fonctionner la famille de moteurs avec des carburants du marché ne faisant pas partie des carburants de référence mentionnés à l'annexe 5 ou ne répondant pas aux normes pertinentes sur les carburants du marché (par exemple, la norme EN 228 CEN dans le cas de l'essence sans plomb, ou la norme EN 590 CEN dans le cas du gazole), notamment avec le carburant B100, le constructeur doit en outre:

- a) Déclarer les carburants avec lesquels la famille de moteurs peut fonctionner, au paragraphe 3.2.2.2.1 de la partie 1 de l'annexe 1;
- b) Démontrer la capacité du moteur de base à satisfaire aux prescriptions du présent Règlement concernant les carburants déclarés;
- c) Satisfaire aux prescriptions de conformité en service énoncées au paragraphe 9 pour les carburants déclarés, y compris tout mélange entre les carburants déclarés et les carburants du marché pertinents.

4.6.3 Dans le cas d'un moteur alimenté au gaz naturel, le constructeur doit démontrer que le moteur de base peut s'adapter à tous les carburants courants sur le marché.

En ce qui concerne le gaz naturel, il existe généralement deux gammes de carburants, à savoir les carburants à haut pouvoir calorifique (gaz H) et les carburants à faible pouvoir calorifique (gaz L), avec des variations importantes à l'intérieur de chaque gamme. Les carburants diffèrent en effet sensiblement par leur pouvoir énergétique, exprimé selon l'indice de Wobbe, et leur facteur de recalage λ (S_λ). Les gaz naturels dont le facteur de recalage λ se situe entre 0,89 et 1,08 ($0,89 \leq S_\lambda \leq 1,08$) sont considérés comme des gaz de la gamme H, tandis que ceux dont le facteur de recalage λ se situe entre 1,08 et 1,19 ($1,08 \leq S_\lambda \leq 1,19$) sont considérés comme des gaz de la gamme L. La composition des carburants de référence reflète les variations extrêmes de S_λ .

Le moteur de base doit satisfaire aux prescriptions du présent Règlement lorsqu'il fonctionne avec les carburants de référence G_R (carburant 1) et G_{25} (carburant 2), tels qu'ils sont définis à l'annexe 5, sans nouveau réglage du système d'alimentation entre les deux essais. Après le changement de carburant, il est permis d'exécuter un cycle d'adaptation WHTC à chaud, sans effectuer de mesure. À l'issue du cycle d'adaptation, le moteur doit refroidir conformément au paragraphe 7.6.1 de l'annexe 4.

4.6.3.1 À la demande du constructeur, il est possible d'essayer le moteur avec un troisième carburant (carburant 3) si le facteur de recalage λ (S_λ) se situe entre 0,89 (c'est-à-dire la valeur inférieure de G_R) et 1,19 (c'est-à-dire la valeur supérieure de G_{25}), par exemple lorsque le carburant 3 est un carburant du marché. Les résultats de cet essai peuvent servir de base pour évaluer la conformité de la production.

4.6.4 Dans le cas d'un moteur fonctionnant au gaz naturel qui s'adapte automatiquement à la gamme des gaz H d'une part, et à la gamme des gaz L d'autre part, et qui passe d'une gamme à l'autre au moyen d'un commutateur, le moteur de base doit être essayé dans chaque position du commutateur avec le carburant de référence correspondant à la position concernée, tel que défini à l'annexe 5 pour chaque gamme. Les carburants correspondants sont G_R (carburant 1) et G_{23} (carburant 3) pour la gamme des gaz H, et G_{25} (carburant 2) et G_{23} (carburant 3) pour la gamme des gaz L. Le moteur de base doit satisfaire aux prescriptions du présent Règlement sur les deux positions du commutateur, sans qu'il soit nécessaire de corriger le mélange entre les deux essais exécutés sur la position concernée. Après le changement de carburant, il est permis d'exécuter un cycle d'adaptation WHTC à chaud, sans effectuer de mesure. À l'issue du cycle d'adaptation, le moteur doit refroidir conformément au paragraphe 7.6.1 de l'annexe 4.

4.6.4.1 À la demande du constructeur, il est possible d'essayer le moteur avec un carburant autre que G_{23} (carburant 3) si le facteur de recalage λ (S_λ) se situe entre 0,89 (c'est-à-dire la valeur inférieure de G_R) et 1,19 (c'est-à-dire la valeur supérieure de G_{25}), par exemple lorsque le carburant 3 est un carburant du marché. Les résultats de cet essai peuvent servir de base pour évaluer la conformité de la production.

4.6.5 Dans le cas des moteurs fonctionnant au gaz naturel, le rapport des résultats d'émissions, «r», doit être déterminé comme suit pour chaque polluant:

$$r = \frac{\text{résultats d'émissions avec le carburant de référence}^2}{\text{résultats d'émissions avec le carburant de référence}^1}$$

ou

$$r_a = \frac{\text{résultats d'émissions avec le carburant de référence}^2}{\text{résultats d'émissions avec le carburant de référence}^3}$$

et

$$r_b = \frac{\text{résultats d'émissions avec le carburant de référence}^1}{\text{résultats d'émissions avec le carburant de référence}^3}$$

4.6.6 Dans le cas du GPL, le constructeur doit démontrer la capacité du moteur de base à s'adapter à tous les carburants courants sur le marché.

Pour ce gaz, il existe des variations de la composition C3/C4. La composition des carburants de référence reflète les variations de ce paramètre. Le moteur de base doit satisfaire aux prescriptions en matière d'émissions avec les carburants de référence A et B, tels qu'ils sont définis à l'annexe 5, sans nouveau réglage du mélange entre les deux essais. Après le changement de carburant, il est permis d'exécuter un cycle d'adaptation WHTC à chaud, sans effectuer de mesure. À l'issue du cycle d'adaptation, le moteur doit refroidir conformément au paragraphe 7.6.1 de l'annexe 4.

4.6.6.1 Le rapport des résultats d'émissions, «r», doit être déterminé comme suit pour chaque polluant:

$$r = \frac{\text{résultats d'émissions avec le carburant de référence}^B}{\text{résultats d'émissions avec le carburant de référence}^A}$$

- 4.7 Prescriptions relatives à l'homologation de type limitée à certains carburants dans le cas des moteurs à allumage commandé alimentés au gaz naturel ou au GPL.

L'homologation de type limitée à certains carburants est accordée sous réserve de la conformité aux prescriptions des paragraphes 4.7.1 à 4.7.2.3.

- 4.7.1 *Homologation de type, en ce qui concerne les émissions de gaz d'échappement, d'un moteur alimenté au gaz naturel et conçu pour fonctionner soit avec la gamme des gaz H, soit avec la gamme des gaz L.*

- 4.7.1.1 Le moteur de base doit être essayé avec le carburant de référence correspondant, tel qu'il est défini à l'annexe 5 pour la gamme en question. Les carburants visés sont G_R (carburant 1) et G_{23} (carburant 3) pour la gamme des gaz H, et G_{25} (carburant 2) et G_{23} (carburant 3) pour la gamme des gaz L. Le moteur de base doit satisfaire aux prescriptions du présent Règlement sans nouveau réglage de l'alimentation entre les deux essais. Après le changement de carburant, il est permis d'exécuter un cycle d'adaptation WHTC à chaud, sans effectuer de mesure. À l'issue du cycle d'adaptation, le moteur doit refroidir conformément au paragraphe 7.6.1 de l'annexe 4.

- 4.7.1.2 À la demande du constructeur, il est possible d'essayer le moteur avec un carburant autre que G_{23} (carburant 3) si le facteur de recalage λ (S_λ) se situe entre 0,89 (c'est-à-dire la valeur inférieure de G_R) et 1,19 (c'est-à-dire la valeur supérieure de G_{25}), par exemple lorsque le carburant 3 est un carburant du marché. Les résultats de cet essai peuvent servir de base pour évaluer la conformité de la production.

- 4.7.1.3 Le rapport des résultats d'émissions, «r», doit être déterminé comme suit pour chaque polluant:

$$r = \frac{\text{résultats d'émissions avec le carburant de référence}^2}{\text{résultats d'émissions avec le carburant de référence}^3}$$

ou

$$r_a = \frac{\text{résultats d'émissions avec le carburant de référence}^2}{\text{résultats d'émissions avec le carburant de référence}^3}$$

et

$$r_b = \frac{\text{résultats d'émissions avec le carburant de référence}^1}{\text{résultats d'émissions avec le carburant de référence}^3}$$

- 4.7.1.4 À la livraison au client, le moteur doit porter une étiquette (voir le paragraphe 4.12.8) indiquant la gamme de gaz pour laquelle il a été homologué.

- 4.7.2 *Homologation de type, en ce qui concerne les émissions de gaz d'échappement, d'un moteur alimenté au gaz naturel ou au GPL et conçu pour fonctionner avec un carburant spécifique*

- 4.7.2.1 Le moteur de base doit satisfaire aux prescriptions en matière d'émissions avec les carburants de référence G_R et G_{25} dans le cas du gaz naturel, ou les carburants de référence A et B dans le cas du GPL, comme indiqué à l'annexe 5. Un réglage précis du système d'alimentation est autorisé entre les essais. Celui-ci consiste en un réétalonnage de la base de données

d'alimentation, qui ne doit modifier ni la stratégie de gestion fondamentale ni la structure principale de la base de données. S'il y a lieu, les éléments influant directement sur le débit de carburant (buses d'injecteurs, par exemple) pourront être remplacés.

- 4.7.2.2 À la demande du constructeur, le moteur peut être essayé avec les carburants de référence G_R et G_{23} ou les carburants de référence G_{25} et G_{23} , auquel cas l'homologation n'est valable que pour la gamme de gaz H ou L, respectivement.
- 4.7.2.3 À la livraison au client, le moteur doit porter une étiquette (voir le paragraphe 4.12.8) indiquant la composition de carburant pour laquelle il a été réglé.

4.8 Homologation de type, en ce qui concerne les émissions de gaz d'échappement, d'un moteur faisant partie d'une famille de moteurs

- 4.8.1 À l'exception du cas mentionné au paragraphe 4.8.2, l'homologation d'un moteur de base doit être étendue à tous les moteurs de la même famille, sans essais supplémentaires, pour toute composition de carburant dans la gamme pour laquelle le moteur de base a été homologué (dans le cas des moteurs visés au paragraphe 4.7.2) ou pour la gamme de carburants (dans le cas des moteurs visés au paragraphe 4.6 ou 4.7) pour laquelle le moteur de base a été homologué.
- 4.8.2 S'il estime que pour le moteur de base choisi, la demande d'homologation soumise n'est pas pleinement représentative de la famille de moteurs telle qu'elle est définie dans la partie 1 de l'annexe 1, le service technique peut décider de sélectionner un autre moteur et, si nécessaire, un moteur supplémentaire d'essai, et le soumettre aux essais.
- 4.9 On trouvera à l'appendice 4 des tableaux récapitulant les conditions d'homologation des moteurs alimentés au gaz naturel et des moteurs alimentés au GPL.

4.10 Prescriptions relatives à l'homologation des systèmes OBD

- 4.10.1 Les constructeurs doivent veiller à ce que tous les systèmes moteurs et tous les véhicules soient équipés d'un système OBD.
- 4.10.2 Le système OBD doit être conçu, construit et monté sur le véhicule conformément aux dispositions de l'annexe 9A, de façon à pouvoir détecter, enregistrer et communiquer les types de détériorations ou de dysfonctionnements spécifiés dans cette annexe pendant toute la durée de vie du véhicule.
- 4.10.3 Le constructeur doit veiller à ce que le système OBD soit conforme aux prescriptions énoncées à l'annexe 9A, notamment celles concernant l'efficacité en service du système, dans toutes les conditions de conduite normales et raisonnablement prévisibles, y compris les conditions d'utilisation normale spécifiées à l'annexe 9B.
- 4.10.4 Lors d'un essai avec un composant volontairement détérioré, l'indicateur de défaut de fonctionnement du système OBD doit être activé conformément aux dispositions de l'annexe 9B. L'indicateur de défaut de fonctionnement du système OBD peut également être activé à des niveaux d'émission inférieurs aux valeurs limites spécifiées pour le système OBD à l'annexe 9A.

- 4.10.5 Le constructeur doit veiller à ce que les dispositions concernant l'efficacité en service d'une famille de moteurs du point de vue de l'OBD, énoncées à l'annexe 9A, soient respectées.
- 4.10.6 Les données relatives à l'efficacité en service du système OBD doivent être mémorisées et communiquées sans cryptage, au moyen du protocole de communication OBD standard, par le système OBD conformément aux dispositions de l'annexe 9A.
- 4.10.7 Au choix du constructeur, jusqu'à la date spécifiée au paragraphe 13.2.3 pour une nouvelle homologation de type, les systèmes OBD peuvent satisfaire à d'autres dispositions énoncées à l'annexe 9A et renvoyant à ce paragraphe.
- 4.10.8 Le constructeur peut également, jusqu'à la date spécifiée au paragraphe 13.2.2 pour une nouvelle homologation de type, appliquer d'autres dispositions pour la surveillance du filtre à particules diesel, comme indiqué au paragraphe 2.3.2.2 de l'annexe 9A.
- 4.11 Prescriptions relatives à l'homologation des dispositifs antipollution de rechange
- 4.11.1 Le constructeur doit veiller à ce que les dispositifs antipollution de rechange destinés à être montés sur des systèmes moteurs ou des véhicules homologués au titre du présent Règlement soient homologués en tant qu'entités techniques distinctes conformément aux prescriptions des paragraphes 4.11.2 à 4.11.5.
- Aux fins du présent Règlement, les convertisseurs catalytiques, les dispositifs de réduction des oxydes d'azote et les filtres à particules sont considérés comme des dispositifs antipollution.
- 4.11.2 Les dispositifs antipollution de rechange originaux qui relèvent du type couvert par le paragraphe 3.2.12 de la partie 1 de l'annexe 1 et qui sont destinés à être montés sur un véhicule visé par le document d'homologation pertinent peuvent ne pas être conformes à toutes les dispositions de l'annexe 13, pour autant qu'ils satisfassent aux prescriptions des paragraphes 2.1, 2.2 et 2.3 de cette annexe.
- 4.11.3 Le constructeur doit s'assurer que le dispositif antipollution d'origine porte des marques d'identification.
- 4.11.4 Les marques d'identification mentionnées au paragraphe 4.11.3 comprennent:
- a) Le nom ou la marque du constructeur du véhicule ou du moteur;
 - b) La marque et le numéro de pièce du dispositif antipollution d'origine, tels qu'ils figurent parmi les informations mentionnées au paragraphe 3.2.12.2 de la partie 1 de l'annexe 1.
- 4.11.5 Les dispositifs antipollution de rechange ne doivent être homologués conformément au présent Règlement que lorsque des prescriptions d'essai spécifiques auront été introduites dans l'annexe 13 du Règlement⁵.
- 4.12 Marques et étiquettes d'homologation pour les systèmes moteurs et les véhicules
- 4.12.1 Chaque homologation comporte l'attribution d'un numéro d'homologation dont les deux premiers chiffres (actuellement 06 pour la série 06 d'amendements) indiquent la série d'amendements correspondant aux plus récentes modifications techniques majeures apportées au Règlement à la date de la délivrance de l'homologation. Une même Partie contractante ne peut attribuer ce numéro à un autre type de moteur ou type de véhicule.

⁵ Il faut achever la procédure de vieillissement décrite à l'annexe 13 avant d'élaborer des homologations de type.

- 4.12.2 L'homologation ou l'extension ou le refus d'homologation ou l'arrêt définitif de la production d'un type de moteur ou d'un type de véhicule en application du présent Règlement doit être notifié aux Parties à l'Accord de 1958 appliquant le présent Règlement, au moyen d'une fiche conforme au modèle visé à l'annexe 2A, 2B ou 2C du présent Règlement, selon le cas. Les valeurs mesurées lors de l'essai du type doivent aussi être indiquées.
- 4.12.3 Sur tout moteur conforme à un type de moteur homologué en application du présent Règlement, ou sur tout véhicule conforme à un type de véhicule homologué en application du présent Règlement, il est apposé de manière bien visible et en un endroit facilement accessible une marque d'homologation internationale composée:
- 4.12.3.1 D'un cercle à l'intérieur duquel est placée la lettre «E» suivie du numéro distinctif du pays qui a accordé l'homologation³;
- 4.12.3.2 Du numéro du présent Règlement, suivi de la lettre «R», d'un tiret et du numéro d'homologation, placé à la droite du cercle prévu au paragraphe 4.12.3.1;
- 4.12.3.3 La marque d'homologation doit également comporter un tiret et un autre caractère à la suite du numéro d'homologation, ce qui permet de déterminer le stade de développement pour lequel l'homologation a été accordée, conformément au paragraphe 13.2 (voir le tableau 1 de l'annexe 3).
- 4.12.3.3.1 Pour les moteurs à allumage par compression alimentés au gazole, la marque d'homologation doit comporter la lettre «D» à la suite de la marque du pays, ce qui permet de déterminer le type de moteur pour lequel l'homologation a été accordée.
- 4.12.3.3.2 Pour les moteurs à allumage par compression alimentés à l'éthanol (ED95), la marque d'homologation doit comporter les lettres «ED» à la suite de la marque du pays, ce qui permet de déterminer le type de moteur pour lequel l'homologation a été accordée.
- 4.12.3.3.3 Pour les moteurs à allumage commandé alimentés à l'éthanol (E85), la marque d'homologation doit comporter la mention «E85» à la suite de la marque du pays, ce qui permet de déterminer le type de moteur pour lequel l'homologation a été accordée.

³ 1 pour l'Allemagne, 2 pour la France, 3 pour l'Italie, 4 pour les Pays-Bas, 5 pour la Suède, 6 pour la Belgique, 7 pour la Hongrie, 8 pour la République tchèque, 9 pour l'Espagne, 10 pour la Serbie, 11 pour le Royaume-Uni, 12 pour l'Autriche, 13 pour le Luxembourg, 14 pour la Suisse, 15 (non attribué), 16 pour la Norvège, 17 pour la Finlande, 18 pour le Danemark, 19 pour la Roumanie, 20 pour la Pologne, 21 pour le Portugal, 22 pour la Fédération de Russie, 23 pour la Grèce, 24 pour l'Irlande, 25 pour la Croatie, 26 pour la Slovénie, 27 pour la Slovaquie, 28 pour le Bélarus, 29 pour l'Estonie, 30 (non attribué), 31 pour la Bosnie-Herzégovine, 32 pour la Lettonie, 33 (non attribué), 34 pour la Bulgarie, 35 (Kazakhstan), 36 pour la Lituanie, 37 pour la Turquie, 38 (non attribué), 39 pour l'Azerbaïdjan, 40 pour l'ex-République yougoslave de Macédoine, 41 (non attribué), 42 pour l'Union européenne (les homologations sont accordées par les États membres qui utilisent leurs propres marques CEE), 43 pour le Japon, 44 (non attribué), 45 pour l'Australie, 46 pour l'Ukraine, 47 pour l'Afrique du Sud, 48 pour la Nouvelle-Zélande, 49 pour Chypre, 50 pour Malte, 51 pour la République de Corée, 52 pour la Malaisie, 53 pour la Thaïlande, 54 et 55 (non attribués), 56 pour le Monténégro, 57 (non attribué) et 58 pour la Tunisie. Les numéros suivants seront attribués à d'autres pays dans l'ordre chronologique où ils ratifieront l'Accord concernant l'adoption de prescriptions techniques uniformes applicables aux véhicules à roues, aux équipements et aux pièces susceptibles d'être montés ou utilisés sur un véhicule à roues et les conditions de reconnaissance réciproque des homologations délivrées conformément à ces prescriptions, ou adhéreront à cet accord, et le Secrétaire général de l'Organisation des Nations Unies communiquera aux Parties contractantes à l'Accord les numéros ainsi attribués.

- 4.12.3.3.4 Pour les moteurs à allumage commandé alimentés à l'essence, la marque d'homologation doit comporter la lettre «P» à la suite de la marque du pays, ce qui permet de déterminer le type de moteur pour lequel l'homologation a été accordée.
- 4.12.3.3.5 Pour les moteurs à allumage commandé alimentés au GPL, la marque d'homologation doit comporter la lettre «Q» à la suite de la marque du pays, ce qui permet de déterminer le type de moteur pour lequel l'homologation a été accordée.
- 4.12.3.3.6 Pour les moteurs alimentés au gaz naturel, la marque d'homologation doit comporter un suffixe, placé après la marque du pays, qui indique la gamme de gaz pour laquelle l'homologation a été accordée. Ce suffixe est le suivant:
- a) H dans le cas où le moteur a été homologué et réglé pour la gamme de gaz H;
 - b) L dans le cas où le moteur a été homologué et réglé pour la gamme de gaz L;
 - c) HL dans le cas où le moteur a été homologué et réglé aussi bien pour la gamme de gaz H que pour la gamme de gaz L;
 - d) Ht dans le cas où le moteur a été homologué et réglé pour une composition de gaz donnée dans la gamme de gaz H et est convertible à l'utilisation d'une autre composition de gaz donnée dans la gamme de gaz H par réglage fin du système d'alimentation;
 - e) Lt dans le cas où le moteur a été homologué et réglé pour une composition de gaz donnée dans la gamme de gaz L et est convertible à l'utilisation d'une autre composition de gaz donnée dans la gamme de gaz L par réglage fin du système d'alimentation;
 - f) HLt dans le cas où le moteur a été homologué et réglé pour une composition de gaz donnée dans la gamme de gaz H ou L et est convertible à l'utilisation d'une autre composition de gaz donnée dans la gamme de gaz H ou L par réglage fin du système d'alimentation.
- 4.12.4 Si le véhicule ou le moteur est conforme à un type homologué en application d'un ou de plusieurs règlements annexés à l'Accord dans le pays qui accorde l'homologation en application du présent Règlement, il n'est pas nécessaire de répéter le symbole prescrit au paragraphe 4.12.3.1. En pareil cas, les numéros de règlement et d'homologation et les symboles additionnels pour tous les règlements en vertu desquels l'homologation a été accordée dans ce pays doivent être inscrits en colonnes verticales à la droite du symbole prescrit au paragraphe 4.12.3.1.
- 4.12.5 La marque d'homologation est placée sur la plaque signalétique du type homologué, apposée par le constructeur, ou à proximité.
- 4.12.6 On trouvera à l'annexe 3 du présent Règlement des exemples de marques d'homologation.
- 4.12.7 Le moteur homologué en tant qu'entité technique doit porter, outre la marque d'homologation:
- 4.12.7.1 La marque de fabrique ou l'appellation commerciale du constructeur du moteur;
 - 4.12.7.2 La raison sociale du constructeur.

4.12.8 Étiquettes

Dans le cas des moteurs alimentés au gaz naturel et au GPL ayant reçu une homologation de type restreinte en ce qui concerne le carburant, les étiquettes suivantes doivent être apposées:

4.12.8.1 Informations fournies

Les informations suivantes doivent être fournies:

Dans le cas visé au paragraphe 4.7.1.4, l'étiquette doit porter la mention «UTILISER UNIQUEMENT AVEC LE GAZ NATUREL DE LA GAMME H». Selon le cas, «H» doit être remplacé par «L».

Dans le cas visé au paragraphe 4.7.2.3, l'étiquette doit porter la mention «UTILISER SEULEMENT AVEC LE GAZ NATUREL RÉPONDANT À LA SPÉCIFICATION...», ou «UTILISER SEULEMENT AVEC LE GPL RÉPONDANT À LA SPÉCIFICATION...», selon ce qui convient. Toutes les informations des tableaux applicables de l'annexe 5 doivent être présentes, y compris l'énumération des composants et les limites prescrites par le constructeur du moteur.

Les lettres et les chiffres doivent avoir une hauteur minimale de 4 mm.

Note: Si cet étiquetage n'est pas envisageable par manque d'espace, un code simplifié peut être utilisé. Dans cette éventualité, des notes explicatives contenant toutes les informations susmentionnées doivent être aisément accessibles à toute personne remplissant le réservoir de carburant ou effectuant un entretien ou une réparation sur le moteur et ses accessoires, ainsi qu'aux autorités concernées. L'emplacement et le contenu de ces notes explicatives sont déterminés par accord entre le constructeur et l'autorité d'homologation.

4.12.8.2 Caractéristiques

Les étiquettes doivent avoir une durée de vie égale à celle du moteur lui-même. Elles doivent être clairement lisibles et leurs lettres et chiffres doivent être indélébiles. De plus, les étiquettes doivent être fixées de telle manière que leur adhérence persiste pendant toute la durée de vie utile du moteur, et il ne doit pas être possible de les retirer sans les détruire ou les abîmer.

4.12.8.3 Emplacement

Les étiquettes doivent être apposées sur un élément du moteur indispensable à son fonctionnement normal et ne devant pas normalement être remplacé pendant toute la durée de vie de celui-ci. En outre, elles doivent être situées de manière à être aisément lisibles après que le moteur a été assemblé avec tous les auxiliaires nécessaires à son fonctionnement.

4.13 Dans le cas d'une demande d'homologation d'un type de véhicule en ce qui concerne son moteur, le marquage prescrit au paragraphe 4.12.8 doit aussi être apposé à proximité de l'orifice de remplissage du réservoir de carburant.

4.14 Dans le cas d'une demande d'homologation d'un type de véhicule équipé d'un moteur homologué, le marquage prescrit au paragraphe 4.12.8 doit aussi être apposé à proximité de l'orifice de remplissage du réservoir de carburant.

5. Prescriptions et essais

5.1 Généralités

- 5.1.1 Les constructeurs équipent les véhicules et les moteurs de telle sorte que les composants susceptibles d'exercer un effet sur les émissions soient conçus, construits et montés de manière à permettre au véhicule ou au moteur, en utilisation normale, d'être conforme au présent Règlement et à ses mesures d'application.
- 5.1.2 Le constructeur doit prendre les mesures techniques nécessaires pour que, conformément aux dispositions du présent Règlement, les émissions de gaz à l'échappement soient effectivement limitées pendant la durée de vie normale du véhicule et dans les conditions normales de son utilisation.
- 5.1.2.1 Ces mesures impliquent de s'assurer que les flexibles utilisés dans le système antipollution et les joints et raccords associés sont construits d'une manière conforme au but du modèle original.
- 5.1.2.2 Le constructeur doit veiller à ce que les résultats des essais d'émissions soient compatibles avec la valeur limite applicable dans les conditions d'essai spécifiées par le présent Règlement.
- 5.1.2.3 Tout système moteur et tout élément de conception susceptible d'avoir un effet sur l'émission de polluants gazeux et particulaires doit être conçu, construit, assemblé et monté de sorte que le moteur, dans des conditions d'utilisation normales, soit conforme aux dispositions du présent Règlement. Le constructeur doit également s'assurer de la conformité avec les prescriptions concernant les émissions hors cycle, énoncées au paragraphe 5.1.3 et à l'annexe 10.
- 5.1.2.4 L'utilisation de stratégies d'invalidation, qui réduisent l'efficacité du système antipollution, est interdite.
- 5.1.2.5 Afin d'obtenir une homologation de type dans le cas d'un moteur alimenté à l'essence ou au carburant E85, le constructeur doit s'assurer que les prescriptions concernant l'orifice de remplissage du réservoir de carburant du véhicule correspondant, énoncées au paragraphe 6.3, sont respectées.
- 5.1.3 Prescriptions visant à limiter les émissions hors cycle
- 5.1.3.1 Aux fins du paragraphe 5.1.2, il convient de tenir compte des prescriptions suivantes:
- a) Les prescriptions générales, notamment les prescriptions en matière d'efficacité et l'interdiction des stratégies d'invalidation, comme indiqué à l'annexe 10;
 - b) Les prescriptions visant à limiter efficacement les émissions à l'échappement dans les conditions ambiantes dans lesquelles le véhicule est susceptible de fonctionner et dans les conditions de fonctionnement prévisibles;
 - c) Les prescriptions concernant les essais en laboratoire sur les émissions hors cycle au moment de l'homologation;
 - d) Les prescriptions concernant l'essai de démonstration SMME lors de l'homologation et toutes autres prescriptions concernant les essais de véhicules en service pour la mesure des émissions hors cycle, prévues par le présent Règlement;

- e) L'obligation faite au constructeur de fournir une déclaration de conformité aux prescriptions visant à limiter les émissions hors cycle.
- 5.1.3.2 Le constructeur doit satisfaire aux prescriptions et appliquer les procédures d'essai correspondantes, comme indiqué à l'annexe 10.
- 5.1.4 Prescriptions relatives à la documentation
- 5.1.4.1 Le dossier d'information requis au paragraphe 3 pour permettre à l'autorité d'homologation d'évaluer les stratégies antipollution ainsi que les systèmes équipant le véhicule et le moteur aux fins du fonctionnement correct des dispositifs de limitation des oxydes d'azote doit être fourni en deux parties:
- a) Le «dossier d'information officiel», qui peut être communiqué aux parties intéressées sur demande;
- b) Le «dossier d'information détaillé», qui reste strictement confidentiel.
- 5.1.4.2 Le dossier d'information officiel peut être succinct pour autant qu'il démontre que toutes les valeurs de sortie permises par une matrice obtenue à partir des plages de commande des valeurs d'entrée des unités individuelles ont été identifiées. Il doit décrire le fonctionnement du système d'incitation prescrit à l'annexe 11, notamment les paramètres nécessaires pour recueillir les informations associées à ce système. Ce dossier est conservé par l'autorité d'homologation.
- 5.1.4.3 Le dossier d'information détaillé doit comporter des informations sur le fonctionnement de toutes les stratégies auxiliaires et stratégies de base, notamment une description des paramètres qui sont modifiés par les stratégies auxiliaires et les conditions limites dans lesquelles celles-ci fonctionnent, et doit indiquer quelles stratégies auxiliaires et stratégies de base sont susceptibles d'être actives dans les conditions des procédures d'essai décrites à l'annexe 10. Il doit inclure une description de la logique de commande du système d'alimentation en carburant, les stratégies de réglage de l'allumage/injection et les points de commutation dans tous les modes de fonctionnement. Il doit également comprendre une description complète du système d'incitation prescrit à l'annexe 11, et notamment des stratégies de surveillance associées à ce système.
- 5.1.4.4 Le dossier d'information détaillé doit rester strictement confidentiel. Il peut être conservé par l'autorité d'homologation, ou, à la discrétion de celle-ci, par le constructeur. Si le constructeur conserve le dossier, celui-ci doit être identifié et daté par l'autorité d'homologation une fois qu'il a été examiné et approuvé. Il doit être accessible à l'autorité d'homologation pour examen au moment de l'homologation ou à tout moment pendant la durée de validité de l'homologation.
- 5.1.5 Dispositions relatives à la sûreté des systèmes électroniques
- 5.1.5.1 Les prescriptions générales, ainsi que les prescriptions particulières relatives à la sûreté des systèmes électroniques, sont celles énoncées au paragraphe 4 de l'annexe 9B du présent Règlement et au paragraphe 2 de l'annexe 9A.
- 5.2 Prescriptions relatives aux émissions de gaz polluants et de particules
- 5.2.1 Les essais décrits à l'annexe 4 doivent permettre de démontrer que les émissions de gaz polluants et de particules ne dépassent pas les valeurs indiquées dans le tableau 1.
- 5.2.2 En ce qui concerne les moteurs à allumage commandé soumis à l'essai décrit à l'annexe 6, la concentration maximale de monoxyde de carbone admise dans les gaz d'échappement au régime de ralenti normal du moteur est celle

que le constructeur du véhicule déclare. Toutefois, elle ne doit pas dépasser 0,3 % en volume.

Au ralenti accéléré, la teneur en monoxyde de carbone des gaz d'échappement ne doit pas dépasser 0,2 % en volume pour un régime moteur de 2 000 min⁻¹ au minimum, la valeur lambda étant égale à $1 \pm 0,03$ ou conforme aux spécifications du constructeur.

5.2.3 Dans le cas d'un carter fermé, le constructeur doit veiller à ce que, pour les essais décrits aux paragraphes 6.10 et 6.11 de l'annexe 4, le système de ventilation du moteur ne permette pas l'émission de gaz de carter dans l'atmosphère. Si le carter est ouvert, les émissions doivent être mesurées et ajoutées aux émissions d'échappement, conformément aux dispositions du paragraphe 6.10 de l'annexe 4.

5.3 Limites d'émission

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

Tableau 1
Limites d'émission

	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 (n/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	

Note:

AC = allumage commandé.

APC = allumage par compression.

5.4 Durée de service et facteurs de détérioration

Le constructeur doit déterminer les facteurs de détérioration qui serviront à démontrer que les émissions de gaz et de particules d'une famille de moteurs ou d'une famille de systèmes de traitement aval des gaz d'échappement restent compatibles avec les valeurs limites d'émission définies au paragraphe 5.3 pour les durées de service normales ci-après.

Les procédures à suivre en vue de démontrer la compatibilité d'une famille de moteurs ou d'une famille de systèmes de traitement aval des gaz d'échappement avec les valeurs limites d'émission pendant la durée de service normale sont présentées à l'annexe 7.

Les kilométrages et les durées pour lesquels les essais de durabilité des dispositifs antipollution réalisés aux fins de l'homologation et de la vérification de compatibilité des véhicules ou des moteurs en service doivent être effectués sont les suivants:

- 160 000 km ou cinq ans, au premier des deux termes échus, dans le cas des moteurs équipant des véhicules des catégories M₁, N₁ et M₂;
- 300 000 km ou six ans, au premier des deux termes échus, dans le cas des moteurs équipant des véhicules des catégories N₂, N₃ ayant une

masse maximale techniquement admissible ne dépassant pas 16 t et M₃ classe I, classe II et classe A, et classe B ayant une masse maximale techniquement admissible ne dépassant pas 7,5 t;

- c) 700 000 km ou sept ans, au premier des deux termes échus, dans le cas des moteurs équipant des véhicules des catégories N₃ ayant une masse maximale techniquement admissible dépassant 16 t et M₃ classe III et classe B ayant une masse maximale techniquement admissible dépassant 7,5 t.

5.5 Prescriptions relatives au bon fonctionnement du système de limitation des oxydes d'azote

5.5.1 Lorsqu'ils soumettent leur demande d'homologation de type, les constructeurs doivent présenter à l'autorité d'homologation des informations montrant que le système de réduction des oxydes d'azote conserve sa fonction de contrôle des émissions dans toutes les conditions courantes dans la région (au sein de l'Union européenne, par exemple), en particulier à basse température.

Ils doivent également fournir à l'autorité d'homologation des informations sur la stratégie mise en œuvre pour le système de recyclage des gaz d'échappement (RGE), notamment sur son fonctionnement à basse température ambiante.

Une description des éventuels effets sur les émissions du fonctionnement du système à basse température ambiante doit aussi être fournie.

Les informations sur les essais et procédures concernant les prescriptions ci-dessus figurent dans l'annexe 11.

6. Montage sur le véhicule

6.1 Le montage du moteur sur le véhicule doit être effectué conformément aux prescriptions liées à l'homologation de type. Les caractéristiques suivantes, relatives à l'homologation de type du moteur, doivent être prises en considération:

6.1.1 La dépression à l'admission ne doit pas dépasser celle déclarée aux fins de l'homologation de type du moteur dans la partie 1 de l'annexe 1;

6.1.2 La contrepression à l'échappement ne doit pas dépasser celle déclarée aux fins de l'homologation de type du moteur dans la partie 1 de l'annexe 1;

6.1.3 La puissance absorbée par les auxiliaires nécessaires au fonctionnement du moteur ne doit pas dépasser celle déclarée aux fins de l'homologation de type du moteur dans la partie 1 de l'annexe 1;

6.1.4 Les caractéristiques du système de traitement aval des gaz d'échappement doivent être conformes à celles déclarées aux fins de l'homologation de type du moteur dans la partie 1 de l'annexe 1.

6.2 Montage sur un véhicule d'un moteur homologué

Le montage sur un véhicule d'un moteur homologué en tant qu'entité technique distincte doit en outre satisfaire aux prescriptions suivantes:

- a) En ce qui concerne la conformité du système OBD, le montage doit, conformément à l'appendice 1 de l'annexe 9B, satisfaire aux

- prescriptions de montage du constructeur telles que spécifiées dans la partie 1 de l'annexe 1;
- b) En ce qui concerne la conformité du système surveillant le bon fonctionnement du dispositif de limitation des oxydes d'azote, le montage doit, conformément à l'appendice 4 de l'annexe 11, satisfaire aux prescriptions de montage du constructeur telles que spécifiées dans la partie 1 de l'annexe 1.
- 6.3 Orifice de remplissage du réservoir de carburant dans le cas d'un moteur fonctionnant à l'essence ou au carburant E85
- 6.3.1 L'orifice de remplissage du réservoir d'essence ou de carburant E85 doit être conçu de manière à empêcher le remplissage avec un pistolet distributeur de carburant dont l'embouchure a un diamètre extérieur égal ou supérieur à 23,6 mm.
- 6.3.2 Le paragraphe 6.3.1 ne s'applique pas à un véhicule qui satisfait aux deux conditions suivantes:
- a) Le véhicule est conçu et construit de telle façon qu'aucun dispositif visant à limiter les émissions de polluants gazeux ne soit détérioré par du carburant au plomb;
- b) Le symbole pour l'essence sans plomb correspondant à la norme ISO 2575:2004 est apposé sur le véhicule de manière nettement lisible et indélébile, à un endroit immédiatement visible par une personne remplissant le réservoir de carburant. Un marquage complémentaire est autorisé.
- 6.3.3 Des mesures doivent être prises pour empêcher les émissions par évaporation excessives et les déversements de carburant provoqués par l'absence du bouchon de réservoir. On peut ainsi:
- a) Utiliser un bouchon de réservoir à ouverture et fermeture automatiques, non amovible;
- b) Concevoir un dispositif qui évite les émissions par évaporation excessives en l'absence du bouchon de réservoir;
- c) Dans le cas des véhicules M₁ ou N₁, prendre toute autre disposition qui a le même effet. On peut citer, à titre d'exemples non limitatifs, les bouchons retenus par une bride ou une chaînette ou les bouchons s'ouvrant avec la même clef que la clef de contact. Dans ce dernier cas, la clef ne doit pouvoir être retirée du bouchon que lorsque celui-ci est verrouillé.

7. Famille de moteurs

7.1 Paramètres définissant la famille de moteurs

La famille de moteurs, telle qu'elle est définie par le constructeur, doit satisfaire aux dispositions du paragraphe 5.2 de l'annexe 4.

7.2 Choix du moteur de base

Le moteur de base de la famille doit être sélectionné conformément aux prescriptions énoncées au paragraphe 5.2.4 de l'annexe 4.

7.3 Paramètres définissant une famille de moteurs du point de vue de l'OBD

La famille de moteurs du point de vue de l'OBD doit être définie en fonction de caractéristiques de base qui doivent être communes aux systèmes moteur de la famille, conformément au paragraphe 6.1 de l'annexe 9B.

8. Conformité de la production
- 8.1 Tout moteur ou véhicule portant une marque d'homologation en application du présent Règlement doit être construit de manière à être conforme au type homologué en ce qui concerne les caractéristiques spécifiées dans la fiche d'homologation et ses annexes. Les procédures de mise en conformité doivent être celles énoncées à l'appendice 2 de l'Accord E/ECE/324-E/ECE/TRANS/505/Rev.2 (Accord de 1958). Les prescriptions des paragraphes 8.2 à 8.5 doivent également être prises en compte.
 - 8.1.1 La conformité de la production doit être vérifiée sur la base de la description figurant dans les certificats d'homologation des annexes 2A, 2B et 2C, selon le cas.
 - 8.1.2 Elle doit être évaluée conformément aux conditions particulières énoncées dans le présent paragraphe et selon les méthodes statistiques pertinentes présentées aux appendices 1, 2 et 3.
- 8.2 Prescriptions générales
 - 8.2.1 Aux fins de l'application de l'appendice 1, 2 ou 3, les émissions mesurées de polluants gazeux ou particulaires des moteurs soumis au contrôle de conformité de la production doivent être ajustées au moyen des facteurs de détérioration appropriés pour les moteurs concernés, tels qu'ils sont consignés dans l'additif au certificat d'homologation de type délivré conformément au présent Règlement.
 - 8.2.2 Les dispositions de l'appendice 2 de l'Accord E/ECE/324-E/ECE/TRANS/505/Rev.2 (Accord de 1958) sont applicables lorsque l'autorité d'homologation n'est pas satisfaite de la procédure de vérification du constructeur.
 - 8.2.3 Tous les moteurs soumis aux essais sont prélevés de la production en série de manière aléatoire.
- 8.3 Émissions de polluants
 - 8.3.1 Si les émissions de polluants doivent être mesurées et si une ou plusieurs extensions ont été accordées pour une homologation de type de moteur, les essais doivent être réalisés sur les moteurs présentés dans le dossier d'information relatif à l'extension pertinente.
 - 8.3.2 Conformité du moteur soumis à un essai d'émission de polluants:

Après soumission du type de moteur à l'autorité d'homologation, le constructeur ne peut effectuer aucun ajustement sur les moteurs sélectionnés.

 - 8.3.2.1 Trois moteurs sont prélevés de la production en série des moteurs considérés. Ils sont soumis aux essais WHTC et, le cas échéant, aux essais WHSC, afin de vérifier la conformité de la production. Les valeurs limites sont celles indiquées au paragraphe 5.3.
 - 8.3.2.2 Si l'autorité d'homologation est satisfaite de l'écart-type de production donné par le constructeur conformément à l'appendice 2 de l'Accord E/ECE/324-E/ECE/TRANS/505/Rev.2 (Accord de 1958), les essais sont réalisés conformément à l'appendice 1.

Si l'autorité d'homologation n'est pas satisfaite de l'écart-type de production donné par le constructeur conformément à l'appendice 2 de l'Accord

E/ECE/324-E/ECE/TRANS/505/Rev.2 (Accord de 1958), les essais sont réalisés conformément à l'appendice 2.

À la demande du constructeur, les essais peuvent être effectués conformément à l'appendice 3.

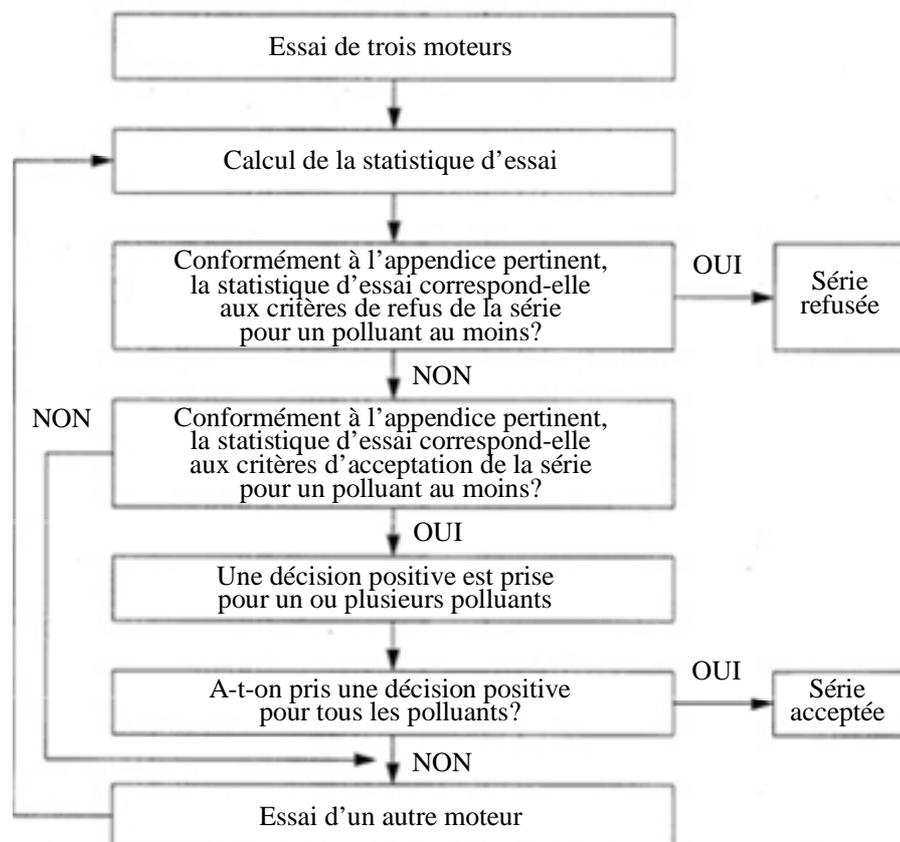
- 8.3.2.3 Sur la base des essais de moteur par échantillonnage comme indiqué au point 8.3.2.2, la production en série des moteurs en question est jugée conforme lorsqu'une décision positive est prise pour tous les polluants, ou non conforme lorsqu'une décision négative est prise pour un polluant, conformément aux critères d'essai appliqués dans l'appendice approprié.

Lorsqu'une décision positive a été prise pour un polluant, elle ne peut pas être remise en cause par les résultats d'essais complémentaires effectués afin de prendre une décision pour les autres polluants.

Si aucune décision positive n'est prise pour tous les polluants et si aucune décision négative n'est prise pour un polluant, il est procédé à un essai sur un autre moteur (voir fig. 1).

S'il n'est pas possible de parvenir à une décision concluante, le constructeur peut à tout moment décider de mettre fin aux essais. On enregistre dans ce cas une décision négative.

Figure 1
Diagramme logique des essais de conformité de la production



- 8.3.3 Les essais doivent être exécutés sur des moteurs neufs.

- 8.3.3.1 À la demande du constructeur, les essais peuvent être effectués sur des moteurs qui ont été rodés pendant une période maximale de 125 h. Dans ce cas, le rodage est effectué par le constructeur, qui doit s'engager à ne pas procéder à des réglages sur les moteurs considérés.
- 8.3.3.2 Lorsque le constructeur demande à effectuer un rodage conformément au paragraphe 8.3.3.1, celui-ci peut porter:
- a) Soit sur tous les moteurs essayés;
 - b) Soit sur le premier moteur essayé, auquel est attribué un coefficient d'évolution déterminé comme suit:
 - i) Les émissions de polluants sont mesurées à la fois sur le moteur nouvellement fabriqué et avant la période maximale de 125 h de rodage indiquée au paragraphe 8.3.3.1 sur le premier moteur essayé;
 - ii) Le coefficient d'évolution des émissions entre les deux essais est calculé comme suit pour chaque polluant:

$$\frac{\text{Émissions au second essai}}{\text{Émissions au premier essai}}$$
 Ce coefficient peut avoir une valeur inférieure à un.

Les moteurs essayés par la suite ne sont pas rodés, mais leurs émissions au stade de la sortie de production sont modifiées par le coefficient d'évolution.

Dans ce cas, les valeurs à retenir sont les suivantes:

 - a) Pour le premier moteur, les valeurs du second essai;
 - b) Pour les autres moteurs, les valeurs à neuf multipliées par le coefficient d'évolution.
- 8.3.3.3 Pour les moteurs alimentés au gazole, à l'éthanol (ED95), à l'essence, au carburant E85 ou au GPL, tous ces essais peuvent être effectués avec les carburants du marché qui sont applicables. Toutefois, à la demande du constructeur, les carburants de référence présentés à l'annexe 5 peuvent être utilisés. Cela implique d'effectuer des essais, comme indiqué au paragraphe 4, avec au moins deux des carburants de référence pour chaque moteur dans le cas des moteurs alimentés au gaz.
- 8.3.3.4 Pour les moteurs à gaz naturel, tous ces essais peuvent être réalisés avec un carburant du commerce, comme suit:
- a) Dans le cas des moteurs portant la marque H, avec un carburant du commerce de la gamme H ($0,89 \leq S_\lambda \leq 1,00$);
 - b) Dans le cas des moteurs portant la marque L, avec un carburant du commerce de la gamme L ($1,00 \leq S_\lambda \leq 1,19$);
 - c) Dans le cas des moteurs portant la marque HL, avec un carburant du commerce compris entre les valeurs limites de la plage du facteur de recalage λ ($0,89 \leq S_\lambda \leq 1,19$).
- Néanmoins, à la demande du constructeur, les carburants de référence présentés à l'annexe 5 peuvent être utilisés. Dans ce cas, il convient de procéder aux essais décrits au paragraphe 4.
- 8.3.3.5 En cas de différend soulevé par la non-conformité d'un moteur à gaz lorsqu'il est essayé avec un carburant du commerce, les essais doivent être effectués

avec un carburant de référence déjà utilisé pour l'essai du moteur de base, ou éventuellement avec le carburant 3 supplémentaire visé aux paragraphes 4.6.4.1 et 4.7.1.2, sur lequel le moteur de base peut avoir été essayé. Ensuite, le résultat doit être converti par calcul, en appliquant les facteurs «r», «r_a» ou «r_b» pertinents, comme indiqué aux paragraphes 4.6.5, 4.6.6.1. et 4.7.1.3. Si r, r_a ou r_b est inférieur à 1, aucune correction n'est apportée. Les résultats mesurés et les résultats calculés doivent indiquer que le moteur satisfait aux valeurs limites avec tous les carburants considérés (carburants 1, 2 et, lorsqu'il y a lieu, 3 dans les cas des moteurs à gaz naturel et A et B dans les cas des moteurs à GPL).

- 8.3.3.6 Les essais visant à établir la conformité de la production d'un moteur à gaz conçu pour fonctionner avec une composition de carburant spécifique doivent être effectués avec le carburant pour lequel le moteur a été réglé.
- 8.4 Système d'autodiagnostic (OBD)
- 8.4.1 Lorsque l'autorité chargée de l'homologation estime que la qualité de la production est insatisfaisante, elle peut demander une vérification de la conformité de la production du système OBD. Cette vérification doit être effectuée comme suit:
- Un moteur est prélevé de la production en série de façon aléatoire et soumis aux essais décrits à l'annexe 9B. Les essais peuvent être réalisés sur un moteur qui a été rodé pendant une période maximale de 125 h.
- 8.4.2 La production est réputée conforme si ce moteur satisfait aux prescriptions des essais de l'annexe 9B.
- 8.4.3 Si le moteur prélevé dans la série ne satisfait pas aux prescriptions du paragraphe 8.4.1, un autre échantillon aléatoire de quatre moteurs est prélevé de la production en série et soumis aux essais de l'annexe 9B. Les essais peuvent être effectués sur des moteurs qui ont été rodés pendant une période maximale de 125 h.
- 8.4.4 La production est réputée conforme si au moins trois moteurs sur les quatre sélectionnés de manière aléatoire satisfont aux prescriptions des essais de l'annexe 9B.
- 8.5 Données des modules électroniques de gestion nécessaires pour les essais en service
- 8.5.1 La disponibilité des données requises au paragraphe 9.4.2.1 conformément aux prescriptions du paragraphe 9.4.2.2 doit être démontrée au moyen d'un outil de lecture OBD externe, comme indiqué à l'annexe 9B.
- 8.5.2 S'il n'est pas possible d'obtenir ces données convenablement alors que l'outil de lecture fonctionne normalement selon les dispositions de l'annexe 9B, le moteur est déclaré non conforme.
- 8.5.3 La conformité du signal de couple du module électronique de gestion aux prescriptions des paragraphes 9.4.2.2 et 9.4.2.3 doit être démontrée en effectuant l'essai WHSC conformément aux dispositions de l'annexe 4.
- 8.5.4 Si le matériel d'essai ne satisfait pas aux prescriptions du Règlement n° 85 concernant les auxiliaires, le couple mesuré doit être corrigé conformément à la méthode de correction exposée à l'annexe 4.
- 8.5.5 La conformité du signal de couple du module électronique de gestion est jugée valable si le couple calculé demeure dans les limites de tolérance indiquées au paragraphe 9.4.2.5.

- 8.5.6 Les contrôles de disponibilité et de conformité des données du module électronique de gestion requises pour les essais en service doivent être effectués régulièrement par le constructeur sur chaque type de moteur produit dans chaque famille de moteurs produite.
- 8.5.7 Les résultats des contrôles réalisés par le constructeur doivent être communiqués à l'autorité d'homologation à sa demande.
- 8.5.8 À la demande de l'autorité d'homologation, le constructeur doit démontrer la disponibilité ou la conformité des données du module électronique de gestion dans la production en série en effectuant les essais appropriés visés aux paragraphes 8.5.1 à 8.5.4 sur un échantillon de moteurs du même type. Les règles d'échantillonnage, notamment la taille de l'échantillon et les critères statistiques d'acceptation ou de refus, sont celles spécifiées aux paragraphes 8.1 à 8.3 pour la vérification de la conformité des émissions.

9. Conformité des véhicules/moteurs en service

9.1 Introduction

On trouvera ci-après les prescriptions relatives à la conformité en service des véhicules homologués en application du présent Règlement.

9.2 Conformité en service

- 9.2.1 Des mesures visant à garantir la conformité en service des véhicules ou des systèmes moteurs homologués en application du présent Règlement doivent être prises conformément aux dispositions de l'appendice 2 de l'Accord E/ECE/324-E/ECE/TRANS/505/Rev.2 (Accord de 1958) et de l'annexe 8 du présent Règlement.
- 9.2.2 Les mesures techniques prises par le constructeur doivent être de nature à garantir que les émissions d'échappement sont efficacement limitées tout au long de la vie normale des véhicules, dans des conditions d'utilisation normales. La conformité aux prescriptions du présent Règlement doit être vérifiée tout au long de la vie utile normale d'un système moteur monté sur un véhicule, dans des conditions d'utilisation normales, comme spécifié à l'annexe 8 du présent Règlement.
- 9.2.3 Le constructeur doit communiquer à l'autorité d'homologation qui a accordé l'homologation de type originale les résultats des essais en service conformément au plan initial soumis au moment de l'homologation. Tout écart par rapport au plan initial doit être justifié à la satisfaction de l'autorité d'homologation.
- 9.2.4 Si l'autorité d'homologation qui a accordé l'homologation de type originale n'est pas satisfaite du rapport soumis par le constructeur conformément au paragraphe 10 de l'annexe 8, ou si elle dispose d'éléments indiquant une conformité en service insatisfaisante, elle peut ordonner au constructeur de procéder à un essai aux fins de confirmation. L'autorité d'homologation doit examiner le rapport d'essai de confirmation remis par le constructeur.
- 9.2.5 Lorsque l'autorité d'homologation qui a accordé l'homologation de type originale n'est pas satisfaite des résultats des essais en service ou des essais de confirmation effectués conformément aux critères énoncés à l'annexe 8, ou des essais en service effectués par une Partie contractante, elle doit demander au constructeur de soumettre un plan de mesures correctives,

conformément au paragraphe 9.3 du présent Règlement et au paragraphe 9 de l'annexe 8, en vue de remédier à la non-conformité.

9.2.6 Toute Partie contractante peut effectuer ses propres essais de contrôle et en rendre compte en se fondant sur la procédure de vérification de la conformité en service exposée à l'annexe 8. Les informations concernant les acquisitions, l'entretien et la participation du constructeur aux activités doivent être consignées. À la demande d'une autorité d'homologation, l'autorité qui a délivré l'homologation de type originale doit communiquer les informations d'homologation requises pour effectuer des essais conformément à la procédure exposée à l'annexe 8.

9.2.7 Si une Partie contractante démontre qu'un type de moteur ou de véhicule n'est pas conforme aux prescriptions applicables du présent paragraphe (par. 9.2) et de l'annexe 8, elle doit le notifier sans délai, par l'intermédiaire de sa propre autorité d'homologation, à l'autorité d'homologation qui a accordé l'homologation de type originale. Lorsqu'elle reçoit cette notification, l'autorité d'homologation visée doit prendre les dispositions qui s'imposent sans délai et au plus tard dans les six mois qui suivent la date de la notification.

À la suite de cette notification, l'autorité d'homologation de la Partie contractante qui a accordé l'homologation de type originale doit informer rapidement le constructeur qu'un type de moteur ou de véhicule ne satisfait pas aux prescriptions pertinentes.

9.2.8 À la suite de la notification visée au paragraphe 9.2.7 et dans les cas où des essais de conformité en service antérieurs ont démontré la conformité, l'autorité qui a accordé l'homologation de type originale peut demander au constructeur d'effectuer des essais de confirmation supplémentaires après consultation des experts de la Partie contractante ayant signalé le véhicule non conforme.

Si les données d'essai correspondantes ne sont pas disponibles, le constructeur doit, dans les 60 jours ouvrables suivant la réception de la notification visée au paragraphe 9.2.7, soumettre à l'autorité qui a accordé l'homologation de type originale un plan de mesures correctives conformément au paragraphe 9.3, ou bien effectuer des essais de conformité en service supplémentaires avec un véhicule équivalent pour déterminer si le type de moteur ou de véhicule satisfait ou non aux prescriptions. Lorsque le constructeur peut démontrer, à la satisfaction de l'autorité d'homologation, qu'il a besoin de plus de temps pour effectuer des essais supplémentaires, une prorogation de délai peut lui être accordée.

9.2.9 Les experts de la Partie contractante qui ont signalé le type de moteur ou de véhicule non conforme, conformément au paragraphe 9.2.7, sont invités à assister aux essais de conformité en service supplémentaires visés au paragraphe 9.2.8. De plus, les résultats des essais sont communiqués à la Partie contractante visée et aux autorités d'homologation.

Dans le cas où ces essais de conformité en service ou de confirmation attestent la non-conformité du type de moteur ou de véhicule, l'autorité d'homologation doit demander au constructeur de soumettre un plan de mesures correctives pour remédier à la non-conformité. Le plan de mesures correctives doit être conforme aux dispositions du paragraphe 9.3 du présent Règlement et du paragraphe 9 de l'annexe 8.

Si les essais de conformité en service ou de confirmation attestent la conformité, le constructeur doit soumettre un rapport à l'autorité d'homologation qui a accordé l'homologation de type originale. Ce rapport

est transmis par ladite autorité à la Partie contractante qui a signalé le type de véhicule non conforme et aux autorités d'homologation. Il contient les résultats des essais, conformément au paragraphe 10 de l'annexe 8.

- 9.2.10 L'autorité d'homologation qui a accordé l'homologation de type originale doit tenir la Partie contractante ayant signalé le type de moteur ou de véhicule non conforme aux prescriptions applicables informée des progrès et résultats des discussions avec le constructeur, des essais de vérification et des mesures correctives.
- 9.3 Mesures correctives
- 9.3.1 À la demande de l'autorité d'homologation et à la suite des essais de conformité en service effectués conformément au paragraphe 9.2, le constructeur soumet le plan de mesures correctives à l'autorité d'homologation au plus tard 60 jours ouvrables après la réception de la notification de cette dernière. Lorsque le constructeur peut démontrer, à la satisfaction de l'autorité d'homologation, qu'il a besoin de plus de temps pour étudier les raisons de la non-conformité en vue de soumettre un plan de mesures correctives, une prorogation de délai peut lui être accordée.
- 9.3.2 Les mesures correctives doivent s'appliquer à tous les moteurs en service appartenant aux mêmes familles de moteurs ou familles de moteurs du point de vue de l'OBD et être étendues aux familles de moteurs ou familles de moteurs du point de vue de l'OBD susceptibles de présenter les mêmes défauts. La nécessité de modifier les documents d'homologation de type doit être évaluée par le constructeur et le résultat de cette évaluation doit être communiqué à l'autorité d'homologation.
- 9.3.3 L'autorité d'homologation doit consulter le constructeur afin de parvenir à un accord sur un plan de mesures correctives et sur l'exécution de ce plan. Si l'autorité d'homologation qui a accordé l'homologation de type originale se rend compte qu'elle ne peut pas obtenir cet accord, elle doit prendre les mesures nécessaires, y compris, le cas échéant, le retrait de l'homologation de type, pour faire en sorte que les véhicules, systèmes, composants ou entités techniques distincts, selon le cas, soient mis en conformité avec le type homologué. Elle doit en outre informer les autorités d'homologation des autres Parties contractantes des mesures qu'elle a prises. Dans le cas où l'homologation de type est retirée, l'autorité d'homologation doit informer dans les vingt jours ouvrables les autorités d'homologation des autres Parties contractantes du retrait et des motifs le justifiant.
- 9.3.4 L'autorité d'homologation doit approuver ou rejeter le plan de mesures correctives dans les trente jours ouvrables qui suivent la date à laquelle elle l'a reçu du constructeur. Dans ce même délai, elle doit notifier au constructeur et à toutes les Parties contractantes sa décision d'approuver ou de rejeter le plan.
- 9.3.5 Le constructeur est responsable de l'exécution du plan de mesures correctives tel qu'il a été approuvé.
- 9.3.6 Le constructeur doit conserver un dossier de chaque système moteur ou véhicule rappelé et réparé ou modifié et de l'atelier qui a effectué la réparation. L'autorité d'homologation doit pouvoir accéder sur demande à ce dossier au cours de l'exécution du plan et pendant une période de cinq ans après l'achèvement de celle-ci.

- 9.3.7 Toute réparation ou modification visée au paragraphe 9.3.6 doit être consignée dans un certificat remis par le constructeur au propriétaire du moteur ou du véhicule.
- 9.4 Prescriptions et essais en ce qui concerne les essais en service
- 9.4.1 Introduction
- On trouvera ci-après (au paragraphe 9.4) les spécifications et les essais concernant les données du module électronique de gestion au moment de l'homologation de type, pour les besoins des essais en service.
- 9.4.2 Prescriptions générales
- 9.4.2.1 Aux fins des essais en service, la charge calculée (couple moteur en pourcentage du couple maximal et couple maximal disponible au régime moteur courant), le régime moteur, la température du liquide de refroidissement du moteur, la consommation de carburant instantanée et le couple moteur maximal de référence en fonction du régime moteur doivent être communiqués par le système OBD en temps réel, à une fréquence d'au moins 1 Hz.
- 9.4.2.2 Le couple en sortie peut être estimé par le module électronique de gestion au moyen d'algorithmes intégrés permettant de calculer le couple interne et le couple de friction.
- 9.4.2.3 Le couple moteur en Nm résultant des données communiquées doit permettre une comparaison directe avec les valeurs mesurées lors de la détermination de la puissance du moteur conformément aux dispositions du Règlement n° 85. On notera en particulier que toute correction finale concernant les auxiliaires doit être incluse dans les données ci-dessus.
- 9.4.2.4 L'accès aux données requises au paragraphe 9.4.2.1 doit être fourni conformément aux prescriptions énoncées à l'annexe 9A et aux normes visées à l'appendice 6 de l'annexe 9B.
- 9.4.2.5 La charge moyenne, calculée en Nm pour chaque condition de fonctionnement à partir des données requises au paragraphe 9.4.2.1, ne doit pas différer de la charge moyenne mesurée dans la même condition de fonctionnement de plus de:
- 7 % lorsqu'on détermine la puissance du moteur conformément au Règlement n° 85;
 - 10 % lorsqu'on exécute le cycle d'essai mondial harmonisé en conditions stabilisées (WHSC) conformément au paragraphe 7.7 de l'annexe 4.
- Le Règlement n° 85 autorise un écart de 5 % entre la charge maximale effective du moteur et la charge maximale de référence afin de tenir compte de la variabilité du processus de fabrication. Cette tolérance est prise en compte dans les valeurs ci-dessus.
- 9.4.2.6 L'accès externe aux données requises au paragraphe 9.4.2.1 ne doit pas avoir d'incidence sur les émissions ou les caractéristiques fonctionnelles du véhicule.
- 9.4.3 Vérification de la disponibilité et de la conformité des données du module électronique de gestion requises pour les essais en service

- 9.4.3.1 La disponibilité des données requises au paragraphe 9.4.2.1 conformément aux prescriptions du paragraphe 9.4.2.2 doit être démontrée au moyen d'un outil de lecture OBD externe, comme indiqué à l'annexe 9B.
- 9.4.3.2 S'il n'est pas possible d'obtenir ces données convenablement, à l'aide d'un outil de lecture qui fonctionne normalement, le moteur est déclaré non conforme.
- 9.4.3.3 La conformité du signal de couple du module électronique de gestion aux prescriptions des paragraphes 9.4.2.2 et 9.4.2.3 doit être démontrée avec le moteur de base d'une famille de moteurs lorsqu'on détermine la puissance du moteur conformément au Règlement n° 85 et lorsqu'on exécute l'essai WHSC conformément au paragraphe 7.7 de l'annexe 4 et les essais hors cycle en laboratoire, lors de l'homologation de type, conformément au paragraphe 7 de l'annexe 10.
- 9.4.3.3.1 La conformité du signal de couple du module électronique de gestion aux prescriptions des paragraphes 9.4.2.2 et 9.4.2.3 doit être démontrée pour chaque membre d'une famille de moteurs lorsqu'on détermine la puissance du moteur conformément au Règlement n° 85. À cette fin, des mesures supplémentaires doivent être relevées dans plusieurs configurations de charge partielle et de régime moteur (aux modes de l'essai WHSC et à quelques autres points aléatoires, par exemple).
- 9.4.3.4 Si le moteur à l'essai ne satisfait pas aux prescriptions du Règlement n° 85 concernant les auxiliaires, le couple mesuré doit être corrigé conformément à la méthode de correction de puissance exposée au paragraphe 6.3.5 de l'annexe 4.
- 9.4.3.5 Le signal de couple du module électronique de gestion est jugé conforme s'il demeure dans les limites de tolérance indiquées au paragraphe 9.4.2.5.

10. Sanctions pour non-conformité de la production

- 10.1 L'homologation délivrée pour un type de moteur ou de véhicule conformément au présent Règlement peut être retirée si les conditions énoncées au paragraphe 8.1 ci-dessus ne sont pas respectées ou si le ou les moteurs ou véhicules prélevés n'ont pas subi avec succès les vérifications prévues au paragraphe 8.3.
- 10.2 Au cas où une Partie contractante à l'Accord appliquant le présent Règlement retirerait une homologation précédemment accordée, elle en informe aussitôt les autres Parties contractantes appliquant le présent Règlement au moyen d'une fiche de communication conforme au modèle de l'annexe 2A, 2B ou 2C du présent Règlement.

11. Modification et extension des homologations de type

- 11.1 Toute modification du type homologué est portée à la connaissance du service administratif qui a accordé l'homologation du type. Ce service peut alors:
- 11.1.1 Soit considérer que les modifications apportées ne risquent pas d'avoir des conséquences fâcheuses notables et qu'en tout cas le type modifié satisfait encore aux prescriptions;
- 11.1.2 Soit exiger un nouveau procès-verbal du service technique chargé des essais.

- 11.2 La confirmation ou le refus de l'homologation, avec l'indication des modifications, est notifié aux Parties à l'Accord appliquant le présent Règlement par la procédure décrite au paragraphe 4.12.2.
- 11.3 L'autorité compétente ayant délivré l'extension de l'homologation attribue un numéro de série à ladite extension et en informe les autres Parties à l'Accord de 1958 appliquant le présent Règlement, au moyen d'une fiche de communication conforme au modèle de l'annexe 2A, 2B ou 2C du présent Règlement.

12. Arrêt définitif de la production

Si le détenteur de l'homologation arrête définitivement la fabrication d'un type homologué en application du présent Règlement, il doit en informer l'autorité qui a délivré l'homologation, laquelle à son tour le notifie aux autres Parties à l'Accord de 1958 appliquant le présent Règlement, au moyen d'une fiche de communication conforme au modèle de l'annexe 2A, 2B ou 2C du présent Règlement.

13. Dispositions transitoires

13.1 Dispositions générales

- 13.1.1 À dater de l'entrée en vigueur de la série 06 d'amendements, aucune Partie contractante appliquant le présent Règlement ne peut refuser de délivrer des homologations conformément au présent Règlement tel qu'il est modifié par la série 06 d'amendements.
- 13.1.2 À dater de l'entrée en vigueur de la série 06 d'amendements, les Parties contractantes appliquant le présent Règlement ne doivent délivrer une homologation CEE pour un moteur que si celui-ci satisfait aux dispositions du présent Règlement tel qu'il est modifié par la série 06 d'amendements.

13.2 Nouvelles homologations de type

- 13.2.1 À dater de l'entrée en vigueur de la série 06 d'amendements au présent Règlement, les Parties contractantes appliquant le Règlement ne doivent délivrer une homologation CEE pour un système moteur ou un véhicule que si celui-ci satisfait:
- a) Aux prescriptions du paragraphe 4.1 du Règlement;
 - b) Aux prescriptions de surveillance de l'efficacité énoncées au paragraphe 2.3.2.2 de l'annexe 9A;
 - c) Aux prescriptions de surveillance des valeurs limites OTL pour les oxydes d'azote, telles qu'elles sont énoncées dans les tableaux 1 et 2 de l'annexe 9A, sur la ligne correspondant à la période transitoire;
 - d) Aux prescriptions transitoires concernant la qualité et la consommation du réactif, telles qu'elles sont énoncées aux paragraphes 7.1.1.1 et 8.4.1.1 de l'annexe 11.
- 13.2.1.1 Conformément aux dispositions du paragraphe 6.4.4 de l'annexe 9A, les constructeurs sont dispensés de soumettre une déclaration relative à la conformité des performances en service du système OBD.

- 13.2.2 À compter du 1^{er} septembre 2014, les Parties contractantes appliquant le présent Règlement ne doivent délivrer une homologation CEE pour un système moteur ou un véhicule que si celui-ci satisfait:
- a) Aux prescriptions du paragraphe 4.1 du Règlement;
 - b) Aux prescriptions de surveillance des valeurs limites OTL pour la masse de particules, telles qu'elles sont énoncées dans le tableau 1 de l'annexe 9A, sur la ligne correspondant à la période transitoire;
 - c) Aux prescriptions de surveillance des valeurs limites OTL pour les oxydes d'azote, telles qu'elles sont énoncées dans les tableaux 1 et 2 de l'annexe 9A, sur la ligne correspondant à la période transitoire;
 - d) Aux prescriptions transitoires concernant la qualité et la consommation du réactif, telles qu'elles sont énoncées aux paragraphes 7.1.1.1 et 8.4.1.1 de l'annexe 11.
- 13.2.2.1 Conformément aux dispositions du paragraphe 6.4.4 de l'annexe 9A, les constructeurs sont dispensés de soumettre une déclaration relative à la conformité des performances en service du système OBD.
- 13.2.3 À compter du 31 décembre 2015, les Parties contractantes appliquant le présent Règlement ne doivent délivrer une homologation CEE pour un système moteur ou un véhicule que si celui-ci satisfait:
- a) Aux prescriptions du paragraphe 4.1 du Règlement;
 - b) Aux prescriptions de surveillance des valeurs limites OTL pour la masse de particules, telles qu'elles sont énoncées dans le tableau 1 de l'annexe 9A, sur la ligne correspondant aux prescriptions générales;
 - c) Aux prescriptions de surveillance des valeurs limites OTL pour les oxydes d'azote, telles qu'elles sont énoncées dans les tableaux 1 et 2 de l'annexe 9A, sur la ligne correspondant aux prescriptions générales;
 - d) Aux prescriptions générales concernant la qualité et la consommation du réactif, telles qu'elles sont énoncées aux paragraphes 7.1.1 et 8.4.1 de l'annexe 11;
 - e) Aux prescriptions concernant la conception et la mise en œuvre des méthodes de surveillance, énoncées aux paragraphes 2.3.1.2 et 2.3.1.2.1 de l'annexe 9A;
 - f) Aux prescriptions du paragraphe 6.4.1 de l'annexe 9A, concernant la soumission d'une déclaration relative à la conformité des performances en service du système OBD.
- 13.3 Limite de validité des homologations de type
- 13.3.1 À dater du 1^{er} janvier 2014, les homologations de type délivrées conformément au présent Règlement modifié par la série 05 d'amendements cessent d'être valides.
- 13.3.2 À dater du 1^{er} septembre 2015, les homologations de type délivrées conformément au présent Règlement modifié par la série 06 d'amendements qui ne satisfont pas aux prescriptions du paragraphe 13.2.1 cessent d'être valides.
- 13.3.3 À dater du 31 décembre 2016, les homologations de type délivrées conformément au présent Règlement modifié par la série 06 d'amendements qui ne satisfont pas aux prescriptions du paragraphe 13.2.2 cessent d'être valides.

- 13.4 Dispositions particulières
- 13.4.1 Les Parties contractantes appliquant le présent Règlement peuvent continuer de délivrer des homologations pour les systèmes moteurs ou les véhicules qui satisfont aux dispositions d'une précédente série d'amendements, ou à tout niveau du Règlement, sous réserve que les véhicules soient destinés à être vendus ou exportés dans des pays appliquant les prescriptions correspondantes dans leur législation nationale.
- 13.4.2 Moteurs de rechange pour les véhicules en service
- Les Parties contractantes appliquant le présent Règlement peuvent continuer de délivrer des homologations pour les moteurs qui satisfont aux dispositions du présent Règlement modifié par toute série d'amendements antérieure ou à tout niveau du Règlement, à condition que ces moteurs soient destinés à être utilisés comme élément de rechange pour un véhicule en service et auquel ces dispositions antérieures étaient applicables à la date d'entrée en service du véhicule.
- 13.4.3 Aux fins de l'application des dispositions particulières du paragraphe 13.4.1 ou 13.4.2, la fiche de communication d'homologation de type visée au paragraphe 1.6 de l'additif aux annexes 2A et 2C doit contenir des renseignements concernant ces dispositions.
- 13.4.3.1 Dans le cas des homologations délivrées conformément aux dispositions particulières du paragraphe 13.4.1, la fiche de communication doit comporter en tête le texte ci-après, dans lequel la mention «xx» est remplacée par le numéro de la série d'amendements pertinente:
- «Moteur conforme à la série xx d'amendements au Règlement n° 49».
- 13.4.3.2 Dans le cas des homologations délivrées conformément aux dispositions particulières du paragraphe 13.4.2, la fiche de communication doit comporter en tête le texte ci-après, dans lequel la mention «xx» est remplacée par le numéro de la série d'amendements pertinente:
- «Moteur de rechange conforme à la série xx d'amendements au Règlement n° 49».

14. Noms et adresses des services techniques chargés de la conduite des essais d'homologation et des services administratifs

Les Parties à l'Accord de 1958 appliquant le présent Règlement communiqueront au Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies les noms et adresses des services techniques chargés des essais d'homologation et ceux des services administratifs qui délivrent l'homologation et auxquels doivent être envoyées les fiches d'homologation, ou d'extension, de refus ou de retrait d'homologation émises dans d'autres pays.

Appendice 1

Procédure de vérification de la conformité de la production lorsque l'écart type est satisfaisant

A.1.1 Le présent appendice décrit la procédure à suivre pour vérifier la conformité de la production en ce qui concerne les émissions de polluants lorsque l'écart type de production indiqué par le constructeur est satisfaisant.

A.1.2 Avec une taille minimale d'échantillon de trois moteurs, la procédure d'échantillonnage est établie de telle manière que la probabilité qu'un lot comprenant 40 % de moteurs défectueux soit accepté soit de 0,95 (risque producteur = 5 %), et que la probabilité qu'un lot comprenant 65 % de moteurs défectueux soit accepté soit de 0,10 (risque consommateur = 10 %).

A.1.3 Pour chacun des polluants visés au paragraphe 5.3 du présent Règlement, la procédure suivante est appliquée (voir la figure 1 au paragraphe 8.3 du Règlement):

Soit:

L est le logarithme naturel de la valeur limite pour le polluant;

x_i est le logarithme naturel de la valeur mesurée pour l'énème moteur de l'échantillon;

s est l'estimation de l'écart type de production (après calcul du logarithme naturel des valeurs mesurées);

n est la taille de l'échantillon.

A.1.4 Pour chaque échantillon, on calcule la somme des écarts types à la limite au moyen de la formule ci-après:

$$\frac{1}{s} \sum_{i=1}^n (L - x_i)$$

A.1.5 Plusieurs cas sont alors possibles:

- a) Si la statistique d'essai est supérieure au seuil de décision positive pour la taille d'échantillon indiquée au tableau 2, une décision positive est prise pour le polluant considéré;
- b) Si la statistique d'essai est inférieure au seuil de décision négative pour la taille d'échantillon indiquée au tableau 2, une décision négative est prise pour le polluant considéré;
- c) Dans les autres cas, on essaie un moteur supplémentaire conformément au paragraphe 8.3.2 du Règlement et on applique la procédure de calcul à l'échantillon augmenté d'une unité.

Tableau 2
Seuils d'acceptation et de refus pour le plan d'échantillonnage de l'appendice 1
 Taille minimale de l'échantillon: 3

<i>Nombre cumulatif de moteurs essayés (taille de l'échantillon)</i>	<i>Seuil d'acceptation A_n</i>	<i>Seuil de refus B_n</i>
3	3,327	-4,724
4	3,261	-4,790
5	3,195	-4,856
6	3,129	-4,922
7	3,063	-4,988
8	2,997	-5,054
9	2,931	-5,120
10	2,865	-5,185
11	2,799	-5,251
12	2,733	-5,317
13	2,667	-5,383
14	2,601	-5,449
15	2,535	-5,515
16	2,469	-5,581
17	2,403	-5,647
18	2,337	-5,713
19	2,271	-5,779
20	2,205	-5,845
21	2,139	-5,911
22	2,073	-5,977
23	2,007	-6,043
24	1,941	-6,109
25	1,875	-6,175
26	1,809	-6,241
27	1,743	-6,307
28	1,677	-6,373
29	1,611	-6,439
30	1,545	-6,505
31	1,479	-6,571
32	-2,112	-2,112

Appendice 2

Procédure de vérification de la conformité de la production si l'écart type n'est pas satisfaisant ou s'il n'est pas disponible

- A.2.1 Le présent appendice décrit la procédure à suivre pour vérifier la conformité de la production en ce qui concerne les émissions de polluants lorsque l'écart type de production indiqué par le constructeur n'est pas satisfaisant ou n'est pas disponible.
- A.2.2 Avec une taille minimale d'échantillon de trois moteurs, la procédure d'échantillonnage est établie de telle manière que la probabilité qu'un lot comprenant 40 % de moteurs défectueux soit accepté soit de 0,95 (risque producteur = 5 %), et que la probabilité qu'un lot comprenant 65 % de moteurs défectueux soit accepté soit de 0,10 (risque consommateur = 10 %).
- A.2.3 Les valeurs d'émission de polluants indiquées au paragraphe 5.3 du présent Règlement sont considérées comme des valeurs distribuées selon une loi log normale et devraient être transformées par calcul de leurs logarithmes naturels. On désigne par m_0 et m les tailles d'échantillon minimale et maximale respectivement ($m_0 = 3$ et $m = 32$), et par n la taille de l'échantillon considéré.
- A.2.4 Si les logarithmes naturels des valeurs mesurées dans la série sont x_1, x_2, \dots, x_i et si L est le logarithme naturel de la valeur limite pour le polluant, on a:

$$d_i = x_i - L$$

$$\bar{d}_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i$$

$$v_n^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d}_n)^2$$

- A.2.5 Le tableau 3 indique les valeurs des seuils d'acceptation (A_n) et de refus (B_n) en fonction de la taille de l'échantillon. La statistique d'essai est le rapport \bar{d}_n / v_n ; elle est utilisée pour déterminer si la série est acceptée ou refusée, comme suit:

Pour $m_0 \leq n \leq m$:

- a) La série est acceptée si $\bar{d}_n / v_n \leq A_n$;
- b) La série est refusée si $\bar{d}_n / v_n \geq B_n$;
- c) La mesure est répétée si $A_n < \bar{d}_n / v_n < B_n$.

A.2.6 Remarque

Les formules de récurrence suivantes sont utiles pour calculer les valeurs successives de la statistique d'essai:

$$\bar{d}_n = \left(1 - \frac{1}{n}\right) \bar{d}_{n-1} + \frac{1}{n} d_n$$

$$v_n^2 = \left(1 - \frac{1}{n}\right) v_{n-1}^2 + \frac{(\bar{d}_n - d_n)^2}{n-1}$$

$$(n = 2, 3, \dots; \bar{d}_1 = d_1; v_1 = 0)$$

Tableau 3
Seuils d'acceptation et de refus pour le plan d'échantillonnage de l'appendice 2
 Taille minimale de l'échantillon: 3

<i>Nombre cumulatif de moteurs essayés (taille de l'échantillon)</i>	<i>Seuil d'acceptation A_n</i>	<i>Seuil de refus B_n</i>
3	-0,80381	16,64743
4	-0,76339	7,68627
5	-0,72982	4,67136
6	-0,69962	3,25573
7	-0,67129	2,45431
8	-0,64406	1,94369
9	-0,61750	1,59105
10	-0,59135	1,33295
11	-0,56542	1,13566
12	-0,53960	0,97970
13	-0,51379	0,85307
14	-0,48791	0,74801
15	-0,46191	0,65928
16	-0,43573	0,58321
17	-0,40933	0,51718
18	-0,38266	0,45922
19	-0,35570	0,40788
20	-0,32840	0,36203
21	-0,30072	0,32078
22	-0,27263	0,28343
23	-0,24410	0,24943
24	-0,21509	0,21831
25	-0,18557	0,18970
26	-0,15550	0,16328
27	-0,12483	0,13880
28	-0,09354	0,11603
29	-0,06159	0,09480
30	-0,02892	0,07493
31	-0,00449	0,05629
32	0,03876	0,03876

Appendice 3

Procédure de vérification de la conformité de la production appliquée à la demande du constructeur

- A.3.1 Le présent appendice décrit la procédure à suivre, à la demande du constructeur, pour vérifier la conformité de la production en ce qui concerne les émissions de polluants.
- A.3.2 Avec une taille minimale d'échantillon de trois moteurs, la procédure d'échantillonnage est établie de telle manière que la probabilité qu'un lot comprenant 30 % de moteurs défectueux soit accepté soit de 0,90 (risque producteur = 10 %), et que la probabilité qu'un lot comprenant 65 % de moteurs défectueux soit accepté soit de 0,10 (risque consommateur = 10 %).
- A.3.3 Pour chacun des polluants visés au paragraphe 5.3 du présent Règlement, la procédure suivante est appliquée (voir la figure 1 au paragraphe 8.3 du Règlement):
- Soit:
- n est la taille de l'échantillon.
- A.3.4 On calcule pour l'échantillon la statistique quantifiant le nombre cumulé d'essais non conformes au n ème essai.
- A.3.5 Ensuite:
- Si la statistique est inférieure ou égale au seuil d'acceptation pour la taille d'échantillon indiquée au tableau 4, une décision positive est prise pour le polluant considéré;
 - Si la statistique est supérieure ou égale au seuil de décision négative pour la taille d'échantillon indiquée au tableau 4, une décision négative est prise pour le polluant considéré;
 - Dans les autres cas, un moteur supplémentaire est soumis à l'essai prescrit au paragraphe 8.3.2 du Règlement et la procédure de calcul est appliquée à l'échantillon augmenté d'une unité.

Les seuils d'acceptation et de refus du tableau 4 sont calculés selon la norme internationale ISO 8422/1991.

Tableau 4
Seuils d'acceptation et de refus pour le plan d'échantillonnage de l'appendice 3
 Taille minimale de l'échantillon: 3

<i>Nombre cumulatif de moteurs essayés (taille de l'échantillon)</i>	<i>Seuil d'acceptation</i>	<i>Seuil de refus</i>
3	-	3
4	0	4
5	0	4
6	1	5
7	1	5
8	2	6
9	2	6
10	3	7
11	3	7
12	4	8
13	4	8
14	5	9
15	5	9
16	6	10
17	6	10
18	7	11
19	8	9

Appendice 4

Récapitulatif du processus d'homologation pour les moteurs alimentés au gaz naturel ou au GPL

Homologation des moteurs alimentés au GPL

	<i>Paragraphe 4.6: Prescriptions relatives à l'homologation de type pour carburant universel</i>	<i>Nombre d'essais à exécuter</i>	<i>Calcul de «r»</i>	<i>Paragraphe 4.7: Prescriptions relatives à l'homologation de type limitée à certains carburants dans le cas des moteurs à allumage commandé alimentés au gaz naturel ou au GPL</i>	<i>Nombre d'essais à exécuter</i>	<i>Calcul de «r»</i>
Voir par. 4.6.6: Moteur à GPL adaptable à toute composition de carburant	Carburant A et carburant B	2	$r = \frac{\text{fuel B}}{\text{fuel A}}$			
Voir par. 4.7.2: Moteur à GPL équipé pour fonctionner avec une composition de carburant donnée				Carburant A et carburant B; réglage fin admis entre les essais	2	

Homologation des moteurs alimentés au gaz naturel

	Paragraphe 4.6: Prescriptions relatives à l'homologation de type pour carburant universel	Nombre d'essais à exécuter	Calcul de «r»	Paragraphe 4.7: Prescriptions relatives à l'homologation de type limitée à certains carburants dans le cas des moteurs à allumage commandé alimentés au gaz naturel ou au GPL	Nombre d'essais à exécuter	Calcul de «r»
Voir par. 4.6.3: Moteur à gaz naturel adaptable à toute composition de carburant	G _R (1) et G ₂₅ (2) À la demande du constructeur, le moteur peut être essayé avec un autre carburant du marché (3) si S _λ = 0,89 - 1,19.	2 (max. 3)	$r = \frac{\text{fuel 2 (G}_{25}\text{)}}{\text{fuel 1 (G}_R\text{)}}$ et, si essayé avec un autre carburant: $r_a = \frac{\text{fuel 2 (G}_{25}\text{)}}{\text{fuel 3 (market fuel)}}$ et $r_b = \frac{\text{fuel 1 (G}_R\text{)}}{\text{fuel 3 (G}_{23}\text{ or market fuel)}}$			
Voir par. 4.6.4: Moteur à gaz naturel auto-adaptable au moyen d'un commutateur	G _R (1) et G ₂₅ (3) pour H et G ₂₅ (2) et G ₂₃ (3) pour L. À la demande du constructeur, le moteur peut être essayé avec un carburant du marché (3) au lieu du G ₂₃ , à condition que S _λ = 0,89 - 1,19.	2 pour la gamme H et 2 pour la gamme L, à la position 4 du commutateur	$r_b = \frac{\text{fuel 1 (G}_R\text{)}}{\text{fuel 3 (G}_{23}\text{ or market fuel)}}$ et $r_a = \frac{\text{fuel 2 (G}_{25}\text{)}}{\text{fuel 3 (G}_{23}\text{ or market fuel)}}$			
Voir par. 4.7.1: Moteur à gaz naturel équipé pour fonctionner soit sur la gamme de gaz H, soit sur la gamme L				G _R (1) et G ₂₃ (3) pour H ou G ₂₅ (2) et G ₂₃ (3) pour L. À la demande du constructeur, le moteur peut être essayé avec un carburant du marché (3) au lieu du G ₂₃ , à condition que S _λ = 0,89 - 1,19.	2 pour la gamme H ou 2 pour la gamme L	$r_b = \frac{\text{fuel 1 (G}_R\text{)}}{\text{fuel 3 (G}_{23}\text{ or market fuel)}}$ pour la gamme H ou $r_a = \frac{\text{fuel 2 (G}_{25}\text{)}}{\text{fuel 3 (G}_{23}\text{ or market fuel)}}$ pour la gamme L
Voir par. 4.7.2: Moteur à gaz naturel équipé pour fonctionner avec une composition de carburant donnée				G _R (1) et G ₂₅ (2) réglage fin admis entre les essais. À la demande du constructeur, le moteur peut être essayé avec: G _R (1) et G ₂₃ (3) pour H, ou G ₂₅ (2) et G ₂₃ (3) pour L.	2 ou 2 pour la gamme H ou 2 pour la gamme L	

Annexe 1

Modèle de fiche de renseignements

Conformément au Règlement n° 49, la fiche de renseignements se rapporte à l'homologation. Elle porte sur les mesures à prendre pour lutter contre les émissions de gaz polluants et de particules provenant des systèmes moteurs et des véhicules. Elle est associée aux homologations de type suivantes:

Homologation de type d'un moteur ou d'une famille de moteurs considérés comme une entité technique distincte;

Homologation de type d'un véhicule équipé d'un moteur homologué en ce qui concerne les émissions;

Homologation de type d'un véhicule en ce qui concerne les émissions.

Le cas échéant, les renseignements ci-après doivent être fournis en trois exemplaires et être accompagnés d'une liste des éléments inclus. Les schémas doivent être tracés à une échelle appropriée et avec suffisamment de détails, au format A4 ou sur un dépliant de ce format. Les photographies, s'il en existe, doivent être suffisamment détaillées.

Si les systèmes, les composants ou les entités techniques distinctes visés dans la présente annexe sont gérés électroniquement, les données relatives à leurs caractéristiques doivent être fournies.

On trouvera à l'appendice 1 de la présente annexe les notes explicatives.

Renseignements à fournir

La fiche de renseignements doit comporter dans tous les cas:

Des renseignements d'ordre général.

Elle doit également comporter les renseignements ci-après, le cas échéant:

Première partie: Caractéristiques essentielles du moteur (de base) et des types de moteurs dans une famille de moteurs;

Deuxième partie: Caractéristiques essentielles des composants et systèmes du véhicule en ce qui concerne les émissions de gaz d'échappement;

Appendice à la fiche de renseignements: Informations sur les conditions d'essai;

Photographies ou schémas du moteur de base, du type de moteur et, s'il y a lieu, du compartiment moteur;

Énumérer les autres pièces jointes, le cas échéant;

Date, dossier.

Notes explicatives pour l'utilisation des tableaux

Les lettres A, B, C, D et E correspondant aux membres d'une famille de moteurs doivent être remplacées par les noms effectivement attribués aux membres de la famille.

Lorsque, pour une caractéristique de moteur donnée, une même valeur ou description s'applique à tous les membres de la famille de moteurs, les cellules correspondant aux lettres A à E doivent être fusionnées.

Lorsque la famille comprend plus de cinq membres, de nouvelles colonnes peuvent être ajoutées.

Dans le cas d'une demande d'homologation de type d'un moteur ou d'une famille de moteurs en tant qu'entité technique distincte, la partie générale et la première partie doivent être remplies.

Dans le cas d'une demande d'homologation de type d'un véhicule équipé d'un moteur homologué en ce qui concerne les émissions, la partie générale et la deuxième partie doivent être remplies.

Dans le cas d'une demande d'homologation de type d'un véhicule en ce qui concerne les émissions, la partie générale et les première et deuxième parties doivent être remplies.

		Moteur de base ou type de moteur	Membres de la famille de moteurs				
			A	B	C	D	E
0.	Généralités						
0.1	Marque (dénomination commerciale du constructeur):						
0.2	Type						
0.2.0.3	Type de moteur en tant qu'entité technique distincte/famille de moteurs en tant qu'entité technique distincte/véhicule équipé d'un moteur homologué en ce qui concerne les émissions/véhicule en ce qui concerne les émissions ⁽¹⁾ :						
0.2.1	Nom commercial (noms commerciaux) (le cas échéant):						
0.3	Moyen d'identification du type, s'il figure sur l'entité technique distincte ^(a) :						
0.3.1	Emplacement de la marque correspondante:						
0.5	Nom et adresse du constructeur:						
0.7	Dans le cas des composants et des entités techniques distinctes, emplacement et mode d'apposition de la marque d'homologation:						
0.8	Nom(s) et adresse(s) de l'atelier (des ateliers) de montage:						
0.9	Nom et adresse du mandataire du constructeur (le cas échéant):						

Première partie

Caractéristiques essentielles du moteur (de base) et des types de moteurs dans une famille de moteurs

		Moteur de base ou type de moteur	Membres de la famille de moteurs				
			A	B	C	D	E
3.2	Moteur à combustion interne						
3.2.1	<i>Renseignements particuliers sur le moteur</i>						
3.2.1.1	Principe de fonctionnement: allumage commandé/allumage par compression ⁽¹⁾ Cycle: quatre temps/deux temps/rotatif ⁽¹⁾						
3.2.1.2	Nombre et disposition des cylindres						
3.2.1.2.1	Alésage ^(c) mm						
3.2.1.2.2	Course ^(c) mm						
3.2.1.2.3	Ordre d'allumage						
3.2.1.3	Cylindrée ^(m) cm ³						
3.2.1.4	Taux de compression volumétrique ⁽²⁾						
3.2.1.5	Dessins de la chambre de combustion, de la tête de piston et, dans le cas d'un moteur à allumage commandé, des segments						
3.2.1.6	Ralenti normal ⁽²⁾ min ⁻¹						
3.2.1.6.1	Ralenti accéléré ⁽²⁾ min ⁻¹						
3.2.1.7	Teneur volumique en monoxyde de carbone des gaz d'échappement, le moteur tournant au ralenti ⁽²⁾ : % selon le constructeur (moteurs à allumage commandé uniquement)						
3.2.1.8	Puissance maximale nette ⁽ⁿ⁾ kW à min ⁻¹ (valeur déclarée par le constructeur)						
3.2.1.9	Régime maximal autorisé déclaré par le constructeur (min ⁻¹)						
3.2.1.10	Couple maximal net ⁽ⁿ⁾ (Nm) à (min ⁻¹) (valeur déclarée par le constructeur)						
3.2.1.11	Références du dossier d'information du constructeur requis aux paragraphes 3.1, 3.2 et 3.3 du présent Règlement. Ce dossier permet à l'autorité d'homologation d'évaluer les stratégies antipollution et les systèmes présents à bord du véhicule pour veiller à la bonne exécution des fonctions de limitation des oxydes d'azote (NO _x).						

		Moteur de base ou type de moteur	Membres de la famille de moteurs				
			A	B	C	D	E
3.2.2	Carburant						
3.2.2.2	Véhicules utilitaires lourds: gazole/essence/GPL/GN-H/GN-L/GN-HL/éthanol (ED95)/éthanol (E85) ⁽¹⁾						
3.2.2.2.1	Carburants compatibles avec le moteur, déclarés par le constructeur conformément au paragraphe 4.6.2 du présent Règlement (le cas échéant)						
3.2.4	Alimentation en carburant						
3.2.4.2	Injection de carburant (allumage par compression uniquement): oui/non ⁽¹⁾						
3.2.4.2.1	Description du système						
3.2.4.2.2	Principe de fonctionnement: injection directe/préchambre/chambre de turbulence ⁽¹⁾						
3.2.4.2.3	Pompe d'injection						
3.2.4.2.3.1	Marque(s)						
3.2.4.2.3.2	Type(s)						
3.2.4.2.3.3	Débit maximal de carburant ^{(1), (2)} mm ³ par course ou par cycle, à un régime de min ⁻¹ ou, le cas échéant, diagramme caractéristique (S'il existe une fonction de gestion de la pression de suralimentation, indiquer les valeurs caractéristiques de débit de carburant et de pression de suralimentation en fonction du régime moteur.)						
3.2.4.2.3.4	Calage statique ⁽²⁾						
3.2.4.2.3.5	Courbe d'avance à l'injection ⁽²⁾						
3.2.4.2.3.6	Procédure d'étalonnage: banc d'essai/moteur ⁽¹⁾						
3.2.4.2.4	Régulateur						
3.2.4.2.4.1	Type						
3.2.4.2.4.2	Point de coupure						
3.2.4.2.4.2.1	Régime de début de coupure en charge (min ⁻¹)						
3.2.4.2.4.2.2	Régime maximal à vide (min ⁻¹)						
3.2.4.2.4.2.3	Régime de ralenti (min ⁻¹)						
3.2.4.2.5	Tuyauterie d'injection						

		Moteur de base ou type de moteur	Membres de la famille de moteurs				
			A	B	C	D	E
3.2.4.2.5.1	Longueur (mm)						
3.2.4.2.5.2	Diamètre intérieur (mm)						
3.2.4.2.5.3	Rampe haute pression, marque et type						
3.2.4.2.6	Injecteur(s)						
3.2.4.2.6.1	Marque(s)						
3.2.4.2.6.2	Type(s)						
3.2.4.2.6.3	Pression d'ouverture ⁽²⁾ : kPa ou diagramme caractéristique ⁽²⁾						
3.2.4.2.7	Système de démarrage à froid						
3.2.4.2.7.1	Marque(s)						
3.2.4.2.7.2	Type(s)						
3.2.4.2.7.3	Description						
3.2.4.2.8	Dispositif auxiliaire de démarrage						
3.2.4.2.8.1	Marque(s)						
3.2.4.2.8.2	Type(s)						
3.2.4.2.8.3	Description du système						
3.2.4.2.9	Injection à commande électronique: oui/non ⁽¹⁾						
3.2.4.2.9.1	Marque(s)						
3.2.4.2.9.2	Type(s)						
3.2.4.2.9.3	Description du système (dans le cas de systèmes autres que l'injection continue, fournir les données correspondantes)						
3.2.4.2.9.3.1	Marque et type du module électronique de gestion						
3.2.4.2.9.3.2	Marque et type du régulateur de carburant						
3.2.4.2.9.3.3	Marque et type du débitmètre d'air						
3.2.4.2.9.3.4	Marque et type du distributeur de carburant						
3.2.4.2.9.3.5	Marque et type du boîtier d'admission						

		Moteur de base ou type de moteur	Membres de la famille de moteurs				
			A	B	C	D	E
3.2.4.2.9.3.6	Marque et type du capteur de température d'eau						
3.2.4.2.9.3.7	Marque et type du capteur de température d'air						
3.2.4.2.9.3.8	Marque et type du capteur de pression atmosphérique						
3.2.4.2.9.3.9	Numéro(s) d'étalonnage du logiciel						
3.2.4.3	Injection de carburant (allumage commandé uniquement): oui/non ⁽¹⁾						
3.2.4.3.1	Principe de fonctionnement: injection dans le collecteur d'admission (simple/multipoints/injection directe ⁽¹⁾ /autre (préciser))						
3.2.4.3.2	Marque(s)						
3.2.4.3.3	Type(s)						
3.2.4.3.4	Description du système (dans le cas de systèmes autres que l'injection continue, fournir les données correspondantes)						
3.2.4.3.4.1	Marque et type du module électronique de gestion						
3.2.4.3.4.2	Marque et type du régulateur de carburant						
3.2.4.3.4.3	Marque et type du débitmètre d'air						
3.2.4.3.4.4	Marque et type du distributeur de carburant						
3.2.4.3.4.5	Marque et type du régulateur de pression						
3.2.4.3.4.6	Marque et type du minirupteur						
3.2.4.3.4.7	Marque et type de la vis de réglage du ralenti						
3.2.4.3.4.8	Marque et type du boîtier d'admission						
3.2.4.3.4.9	Marque et type du capteur de température d'eau						
3.2.4.3.4.10	Marque et type du capteur de température d'air						
3.2.4.3.4.11	Marque et type du capteur de pression atmosphérique						
3.2.4.3.4.12	Numéro(s) d'étalonnage du logiciel						
3.2.4.3.5	Injecteurs: pression d'ouverture ⁽²⁾ (kPa) ou diagramme caractéristique ⁽²⁾						
3.2.4.3.5.1	Marque						
3.2.4.3.5.2	Type						

		Moteur de base ou type de moteur	Membres de la famille de moteurs				
			A	B	C	D	E
3.2.4.3.6	Calage de l'injection						
3.2.4.3.7	Système de démarrage à froid						
3.2.4.3.7.1	Principe(s) de fonctionnement						
3.2.4.3.7.2	Limites de fonctionnement/réglages ^{(1), (2)}						
3.2.4.4	Pompe d'alimentation						
3.2.4.4.1	Pression ⁽²⁾ (kPa) ou diagramme caractéristique ⁽²⁾						
3.2.5	Système électrique						
3.2.5.1	Tension nominale (V), mise à la masse positive/négative ⁽¹⁾						
3.2.5.2	Générateur						
3.2.5.2.1	Type						
3.2.5.2.2	Puissance nominale (VA)						
3.2.6	Système d'allumage (moteurs à allumage commandé uniquement)						
3.2.6.1	Marque(s)						
3.2.6.2	Type(s)						
3.2.6.3	Principe de fonctionnement						
3.2.6.4	Courbe ou cartographie d'avance à l'allumage ⁽²⁾						
3.2.6.5	Calage statique ⁽²⁾ (degrés avant le point mort haut)						
3.2.6.6	Bougies d'allumage						
3.2.6.6.1	Marque						
3.2.6.6.2	Type						
3.2.6.6.3	Écartement des électrodes (mm)						
3.2.6.7	Bobine(s) d'allumage						
3.2.6.7.1	Marque						
3.2.6.7.2	Type						
3.2.7	Système de refroidissement: par liquide/par air ⁽¹⁾						

		Moteur de base ou type de moteur	Membres de la famille de moteurs				
			A	B	C	D	E
3.2.7.2	Par liquide						
3.2.7.2.1	Nature du liquide						
3.2.7.2.2	Pompe(s) de circulation: oui/non ⁽¹⁾						
3.2.7.2.3	Caractéristiques						
3.2.7.2.3.1	Marque(s)						
3.2.7.2.3.2	Type(s)						
3.2.7.2.4	Rapport(s) d'entraînement						
3.2.7.3	Par air						
3.2.7.3.1	Ventilateur: oui/non ⁽¹⁾						
3.2.7.3.2	Caractéristiques						
3.2.7.3.2.1	Marque(s)						
3.2.7.3.2.2	Type(s)						
3.2.7.3.3	Rapport(s) d'entraînement						
3.2.8	Système d'admission						
3.2.8.1	Dispositif de suralimentation: oui/non ⁽¹⁾						
3.2.8.1.1	Marque(s)						
3.2.8.1.2	Type(s)						
3.2.8.1.3	Description du système (exemple: pression maximale de suralimentation kPa, soupape de décharge, s'il y a lieu)						
3.2.8.2	Refroidisseur intermédiaire: oui/non ⁽¹⁾						
3.2.8.2.1	Type: air-air/air-eau ⁽¹⁾						
3.2.8.3	Dépression à l'admission au régime nominal du moteur et à 100 % de charge (moteurs à allumage par compression uniquement)						
3.2.8.3.1	Minimum autorisé (kPa)						
3.2.8.3.2	Maximum autorisé (kPa)						

		Moteur de base ou type de moteur	Membres de la famille de moteurs				
			A	B	C	D	E
3.2.8.4	Description et dessins des tubulures d'admission et de leurs accessoires (collecteurs d'air d'aspiration, dispositif de réchauffage, prises d'air supplémentaires, etc.)						
3.2.8.4.1	Description du collecteur d'admission (avec dessins ou photos)						
3.2.9	Système d'échappement						
3.2.9.1	Description ou dessin du collecteur d'échappement						
3.2.9.2	Description ou dessin du système d'échappement						
3.2.9.2.1	Description ou dessin des éléments du système d'échappement qui ne font pas partie du système moteur						
3.2.9.3	Contrepression maximale admissible à l'échappement, au régime nominal du moteur et à 100 % de charge (moteurs à allumage par compression uniquement) (kPa) ⁽³⁾						
3.2.9.7	Volume du système d'échappement (dm ³)						
3.2.9.7.1	Volume acceptable pour le système d'échappement: (dm ³)						
3.2.10	Sections transversales minimales des orifices d'admission et d'échappement						
3.2.11	Diagramme de distribution ou données équivalentes						
3.2.11.1	Levée maximale des soupapes, angles d'ouverture et de fermeture, ou données de réglage d'autres systèmes de distribution, par rapport aux points morts. Dans le cas d'un réglage variable, positions de réglage minimale et maximale						
3.2.11.2	Gamme de référence ou de réglage ⁽³⁾						
3.2.12	<i>Mesures contre la pollution atmosphérique</i>						
3.2.12.1.1	Dispositif de recyclage des gaz de carter: oui/non ⁽²⁾ S'il existe un dispositif, description et dessins Sinon, il est nécessaire de se conformer aux dispositions du paragraphe 6.10 de l'annexe 4 du présent Règlement						
3.2.12.2	Dispositifs antipollution supplémentaires (s'ils existent et s'ils ne sont pas traités sous une autre rubrique)						
3.2.12.2.1	Convertisseur catalytique: oui/non ⁽¹⁾						
3.2.12.2.1.1	Nombre de convertisseurs catalytiques et d'éléments (fournir les renseignements ci-après pour chaque entité distincte)						

		Moteur de base ou type de moteur	Membres de la famille de moteurs				
			A	B	C	D	E
3.2.12.2.1.2	Dimensions, forme et volume du ou des convertisseurs catalytiques						
3.2.12.2.1.3	Type d'action catalytique						
3.2.12.2.1.4	Charge totale en métaux précieux						
3.2.12.2.1.5	Concentration relative						
3.2.12.2.1.6	Substrat (structure et matériaux)						
3.2.12.2.1.7	Densité des canaux						
3.2.12.2.1.8	Type d'enveloppe pour le(s) convertisseur(s)						
3.2.12.2.1.9	Emplacement du ou des convertisseurs catalytiques (position et distance de référence le long de la ligne d'échappement)						
3.2.12.2.1.10	Écran thermique: oui/non ⁽¹⁾						
3.2.12.2.1.11	Système/méthode de régénération des systèmes de traitement aval des gaz d'échappement, avec description						
3.2.12.2.1.11.5	Plage des températures normales de fonctionnement (K)						
3.2.12.2.1.11.6	Réactifs consommables: oui/non ⁽¹⁾						
3.2.12.2.1.11.7	Type et concentration du réactif nécessaire à l'action catalytique						
3.2.12.2.1.11.8	Plage des températures normales d'utilisation du réactif K						
3.2.12.2.1.11.9	Norme internationale						
3.2.12.2.1.11.10	Fréquence de recharge du réactif: permanent/entretien ⁽¹⁾						
3.2.12.2.1.12	Marque du convertisseur catalytique						
3.2.12.2.1.13	Numéro d'identification de la pièce						
3.2.12.2.2	Capteur d'oxygène: oui/non ⁽¹⁾						
3.2.12.2.2.1	Marque						
3.2.12.2.2.2	Emplacement:						
3.2.12.2.2.3	Plage de sensibilité						
3.2.12.2.2.4	Type						
3.2.12.2.2.5	Numéro d'identification de la pièce						

		Moteur de base ou type de moteur	Membres de la famille de moteurs				
			A	B	C	D	E
3.2.12.2.3	Injection d'air: oui/non ⁽¹⁾						
3.2.12.2.3.1	Type (air pulsé, pompe à air, etc.)						
3.2.12.2.4	Recyclage des gaz d'échappement (RGE): oui/non ⁽¹⁾						
3.2.12.2.4.1	Caractéristiques (marque, type, débit, etc.)						
3.2.12.2.6	Piège à particules: oui/non ⁽¹⁾						
3.2.12.2.6.1	Dimensions, forme et capacité du filtre à particules						
3.2.12.2.6.2	Conception du piège à particules						
3.2.12.2.6.3	Emplacement (distance de référence le long de la ligne d'échappement)						
3.2.12.2.6.4	Méthode ou système de régénération, avec description ou schéma						
3.2.12.2.6.5	Marque du piège à particules						
3.2.12.2.6.6	Numéro d'identification de la pièce						
3.2.12.2.6.7	Plages des températures (K) et pressions (kPa) normales de fonctionnement						
3.2.12.2.6.8	En cas de régénération périodique						
3.2.12.2.6.8.1.1	Nombre de cycles d'essai WHTC sans régénération (n)						
3.2.12.2.6.8.2.1	Nombre de cycles d'essai WHTC avec régénération (n _R)						
3.2.12.2.6.9	Autres systèmes: oui/non ⁽¹⁾						
3.2.12.2.6.9.1	Description et mode de fonctionnement						
3.2.12.2.7	Système d'autodiagnostic (OBD)						
3.2.12.2.7.0.1	Nombre de moteurs OBD au sein de la famille de moteurs						
3.2.12.2.7.0.2	Liste des familles de moteurs OBD (le cas échéant)	Famille de moteurs OBD 1:					
		Famille de moteurs OBD 2:					
		etc...					
3.2.12.2.7.0.3	Numéro de la famille de moteurs OBD à laquelle le moteur de base ou le moteur membre appartient						

		Moteur de base ou type de moteur	Membres de la famille de moteurs				
			A	B	C	D	E
3.2.12.2.7.0.4	Références du constructeur pour la documentation OBD requise conformément aux paragraphes 3.1.4 c) et 3.3.4 du présent Règlement et mentionnée à l'annexe 9A du Règlement aux fins de l'homologation du système OBD						
3.2.12.7.0.5	Le cas échéant, référence du constructeur pour la documentation relative au montage sur un véhicule d'un système moteur équipé d'un système OBD						
3.2.12.2.7.2	Liste et fonction de tous les composants surveillés par le système OBD ⁽⁴⁾						
3.2.12.2.7.3	Description textuelle (principes généraux de fonctionnement) des éléments suivants:						
3.2.12.2.7.3.1	Moteurs à allumage commandé ⁽⁴⁾						
3.2.12.2.7.3.1.1	Surveillance du catalyseur ⁽⁴⁾						
3.2.12.2.7.3.1.2	Détection des ratés d'allumage ⁽⁴⁾						
3.2.12.2.7.3.1.3	Surveillance du capteur d'oxygène ⁽⁴⁾						
3.2.12.2.7.3.1.4	Autres composants surveillés par le système OBD						
3.2.12.2.7.3.2	Moteurs à allumage par compression ⁽⁴⁾						
3.2.12.2.7.3.2.1	Surveillance du catalyseur ⁽⁴⁾						
3.2.12.2.7.3.2.2	Surveillance du piège à particules ⁽⁴⁾						
3.2.12.2.7.3.2.3	Surveillance du système électronique de gestion de l'alimentation ⁽⁴⁾						
3.2.12.2.7.3.2.4	Surveillance du système de réduction des oxydes d'azote ⁽⁴⁾						
3.2.12.2.7.3.2.5	Autres composants surveillés par le système OBD ⁽⁴⁾						
3.2.12.2.7.4	Critères d'activation de l'indicateur de défaut de fonctionnement MI (nombre défini de cycles d'essai ou méthode statistique) ⁽⁴⁾						
3.2.12.2.7.5	Liste des codes et formats utilisés pour les résultats fournis par le système OBD (avec explication de chacun d'eux) ⁽⁴⁾						
3.2.12.2.7.6.5	Norme du protocole de communication OBD ⁽⁴⁾						
3.2.12.2.7.7	Référence du constructeur pour les renseignements sur le système OBD requis conformément aux paragraphes 3.1.4 d) et 3.3.4 du présent Règlement aux fins de la conformité aux dispositions sur l'accès au système OBD du véhicule, ou						

		Moteur de base ou type de moteur	Membres de la famille de moteurs				
			A	B	C	D	E
3.2.12.2.7.7.1	<p>Au lieu de la référence du constructeur prévue au point 3.2.12.2.7.7, référence au document joint à la présente annexe, contenant le tableau suivant, une fois complété conformément à l'exemple donné:</p> <p>Composant – Code défaut – Stratégie de surveillance – Critères de détection des défauts – Critères d'activation de l'indicateur de défaut de fonctionnement – Paramètres secondaires – Préconditionnement – Essai de démonstration</p> <p>Catalyseur RCS – P20EE – Signaux des capteurs d'oxydes d'azote 1 et 2 – Différence entre les signaux des capteurs 1 et 2 – 2^e cycle – Régime du moteur, charge du moteur, température du catalyseur, activité du réactif, débit massique des gaz d'échappement – Un cycle d'essai OBD (WHTC, à chaud) – Cycle d'essai OBD (WHTC, à chaud)</p>						
3.2.12.2.8	Autre système (description et fonctionnement)						
3.2.12.2.8.1	Systèmes permettant de veiller à la bonne exécution des fonctions de limitation des oxydes d'azote						
3.2.12.2.8.2	Moteur sur lequel la fonction d'incitation du conducteur est désactivée en permanence, destiné à être utilisé par les services de secours ou dans les véhicules conçus et construits pour être utilisés par les forces armées, la protection civile, les pompiers et les forces de maintien de l'ordre: oui/non						
3.2.12.2.8.3	Nombre de moteurs OBD au sein de la famille de moteurs considérés aux fins de la bonne exécution des fonctions de limitation des oxydes d'azote						
3.2.12.2.8.4.	Liste des familles de moteurs OBD (le cas échéant)	Famille de moteurs OBD 1:					
		Famille de moteurs OBD 2:					
		etc...					
3.2.12.2.8.5	Numéro de la famille de moteurs OBD à laquelle le moteur de base ou le moteur membre appartient						
3.2.12.2.8.6	Concentration la plus faible de l'ingrédient actif présent dans le réactif qui ne déclenche pas le système d'avertissement (CD_{min}) (% vol)						
3.2.12.2.8.7	Le cas échéant, référence du constructeur pour la documentation relative au montage sur un véhicule des systèmes requis aux fins de la bonne exécution des fonctions de limitation des oxydes d'azote						

		Moteur de base ou type de moteur	Membres de la famille de moteurs				
			A	B	C	D	E
3.2.17	Informations particulières relatives aux moteurs à gaz pour véhicules utilitaires lourds (dans le cas des systèmes ayant une configuration différente, fournir les renseignements équivalents)						
3.2.17.1	Carburant: GPL/GN-H/GN-L/GN-HL ⁽¹⁾						
3.2.17.2	Régulateur(s) de pression ou vaporisateur(s)/régulateur(s) de pression ⁽¹⁾						
3.2.17.2.1	Marque(s)						
3.2.17.2.2	Type(s)						
3.2.17.2.3	Nombre de phases de détente						
3.2.17.2.4	Pression à la phase finale: minimum (kPa) – maximum (kPa)						
3.2.17.2.5	Nombre de points de réglage de la marche principale						
3.2.17.2.6	Nombre de points de réglage du ralenti						
3.2.17.2.7	Numéro d'homologation de type						
3.2.17.3	Système d'alimentation: par mélangeur/par injection gazeuse/par injection liquide/par injection directe ⁽¹⁾						
3.2.17.3.1	Régulation du mélange						
3.2.17.3.2	Description du système ou diagrammes et schémas						
3.2.17.3.3	Numéro d'homologation de type						
3.2.17.4	Mélangeur						
3.2.17.4.1	Numéro						
3.2.17.4.2	Marque(s)						
3.2.17.4.3	Type(s)						
3.2.17.4.4	Emplacement						
3.2.17.4.5	Possibilités de réglage						
3.2.17.4.6	Numéro d'homologation de type						
3.2.17.5	Injection dans le collecteur d'admission						
3.2.17.5.1	Injection: monopoint/multipoint ⁽¹⁾						

		Moteur de base ou type de moteur	Membres de la famille de moteurs				
			A	B	C	D	E
3.2.17.5.2	Injection: continue/simultanée/séquentielle ⁽¹⁾						
3.2.17.5.3	Équipement d'injection						
3.2.17.5.3.1	Marque(s)						
3.2.17.5.3.2	Type(s)						
3.2.17.5.3.3	Possibilités de réglage						
3.2.17.5.3.4	Numéro d'homologation de type						
3.2.17.5.4	Pompe d'alimentation (s'il y a lieu)						
3.2.17.5.4.1	Marque(s)						
3.2.17.5.4.2	Type(s)						
3.2.17.5.4.3	Numéro d'homologation de type						
3.2.17.5.5	Injecteur(s)						
3.2.17.5.5.1	Marque(s)						
3.2.17.5.5.2	Type(s)						
3.2.17.5.5.3	Numéro d'homologation de type						
3.2.17.6	Injection directe						
3.2.17.6.1	Pompe d'injection/régulateur de pression ⁽¹⁾						
3.2.17.6.1.1	Marque(s)						
3.2.17.6.1.2	Type(s)						
3.2.17.6.1.3	Calage de l'injection						
3.2.17.6.1.4	Numéro d'homologation de type						
3.2.17.6.2	Injecteur(s)						
3.2.17.6.2.1	Marque(s)						
3.2.17.6.2.2	Type(s)						
3.2.17.6.2.3	Pression d'ouverture ou diagramme caractéristique ⁽²⁾						
3.2.17.6.2.4	Numéro d'homologation de type						

		Moteur de base ou type de moteur	Membres de la famille de moteurs				
			A	B	C	D	E
3.2.17.7	Module électronique de gestion						
3.2.17.7.1	Marque(s)						
3.2.17.7.2	Type(s)						
3.2.17.7.3	Possibilités de réglage						
3.2.17.7.4	Numéro(s) d'étalonnage du logiciel						
3.2.17.8	Équipement spécifique pour le gaz naturel						
3.2.17.8.1	Variante 1 (seulement dans le cas de l'homologation d'un moteur pour plusieurs compositions de carburant données)						
3.2.17.8.1.0.1	Adaptation automatique? oui/non ⁽¹⁾						
3.2.17.8.1.0.2	Étalonnage pour une composition de gaz spécifique GN-H/GN-L/GN-HL ⁽¹⁾ Transformation pour une composition de gaz spécifique GN-H _t /GN-L _t /GN-HL _t ⁽¹⁾						
3.2.17.8.1.1	méthane (CH ₄) de base (% mole) min. (% mole)..... max. (% mole) éthane (C ₂ H ₆) de base (% mole) min. (% mole)..... max. (% mole) propane (C ₃ H ₈) de base (% mole) min. (% mole)..... max. (% mole) butane (C ₄ H ₁₀) de base (% mole) min. (% mole)..... max. (% mole) C ₅ /C ₅₊ de base (% mole) min. (% mole)..... max. (% mole) oxygène (O ₂) de base (% mole) min. (% mole)..... max. (% mole) gaz inerte (N ₂ , He, etc.) de base (% mole) min. (% mole)..... max. (% mole)						
3.5.4	Émissions de CO ₂ pour les moteurs de véhicules utilitaires lourds						
3.5.4.1	Essai WHSC des émissions massiques de CO ₂ (g/kWh)						
3.5.4.2	Essai WHTC des émissions massiques de CO ₂ (g/kWh)						
3.5.5	Consommation de carburant pour les moteurs de véhicules utilitaires lourds						
3.5.5.1	Essai WHSC de la consommation de carburant (g/kWh)						
3.5.5.2	Essai WHTC de la consommation de carburant ⁽⁵⁾ (g/kWh)						
3.6	Températures autorisées par le constructeur						
3.6.1	Système de refroidissement						
3.6.1.1	Refroidissement par liquide Température maximale à la sortie (K)						

		Moteur de base ou type de moteur	Membres de la famille de moteurs				
			A	B	C	D	E
3.6.1.2	Refroidissement par air						
3.6.1.2.1	Point de référence:						
3.6.1.2.2	Température maximale au point de référence (K)						
3.6.2	Température maximale à la sortie de l'échangeur intermédiaire à l'admission (K)						
3.6.3	Température maximale des gaz d'échappement dans le tuyau d'échappement au droit de la bride de sortie du collecteur d'échappement ou du turbocompresseur (K)						
3.6.4	Température du carburant: minimum (K) – maximum (K) Pour les moteurs diesel, à l'entrée de la pompe d'injection; pour les moteurs à gaz, à l'étage final du régulateur de pression						
3.6.5	Température du lubrifiant: minimum (K) – maximum (K)						
3.8	Système de lubrification						
3.8.1	Description du système						
3.8.1.1	Emplacement du réservoir de lubrifiant						
3.8.1.2	Système d'alimentation (pompe/injection à l'admission/mélange avec le carburant, etc.) ⁽¹⁾						
3.8.2	Pompe de lubrification						
3.8.2.1	Marque(s)						
3.8.2.2	Type(s)						
3.8.3	Mélange avec le carburant						
3.8.3.1	Pourcentage						
3.8.4	Refroidisseur d'huile: oui/non ⁽¹⁾						
3.8.4.1	Dessin(s)						
3.8.4.1.1	Marque(s)						
3.8.4.1.2	Type(s)						

Deuxième partie

Caractéristiques essentielles des composants et systèmes du véhicule en ce qui concerne les émissions de gaz d'échappement

		Moteur de base ou type de moteur	Membres de la famille de moteurs				
			A	B	C	D	E
3.1	Constructeur du moteur						
3.1.1	Numéro du code moteur du constructeur (inscrit sur le moteur, ou autre moyen d'identification)						
3.1.2	Numéro d'homologation (le cas échéant), avec la marque d'identification du carburant						
3.2.2	Carburant						
3.2.2.3	Orifice du réservoir de carburant: orifice restreint/étiquette						
3.2.3	Réservoir(s) de carburant						
3.2.3.1	Réservoir(s) de carburant de service						
3.2.3.1.1	Nombre de réservoirs et capacité de chaque réservoir						
3.2.3.2	Réservoir(s) de carburant de réserve						
3.2.3.2.1	Nombre de réservoirs et capacité de chaque réservoir						
3.2.8	Système d'admission						
3.2.8.3.3	Dépression effective du système d'admission au régime nominal du moteur et à 100 % de charge sur le véhicule (kPa)						
3.2.8.4.2	Filtre à air, dessins						
3.2.8.4.2.1	Marque(s)						
3.2.8.4.2.2	Type(s)						
3.2.8.4.3	Silencieux d'admission, dessins						
3.2.8.4.3.1	Marque(s)						
3.2.8.4.3.2	Type(s)						
3.2.9	Système d'échappement						
3.2.9.2	Description ou dessin du système d'échappement						

		Moteur de base ou type de moteur	Membres de la famille de moteurs				
			A	B	C	D	E
3.2.9.2.2	Description ou dessin des éléments du système d'échappement qui ne font pas partie du système moteur						
3.2.9.3.1	Contrepression effective à l'échappement au régime nominal du moteur et à 100 % de charge sur le véhicule (moteurs à allumage par compression uniquement) (kPa)						
3.2.9.7	Volume du système d'échappement (dm ³)						
3.2.9.7.1	Volume effectif du système d'échappement complet (véhicule et système moteur) (dm ³)						
3.2.12.2.7	Système d'autodiagnostic (OBD)						
3.2.12.2.7.0	Utilisation d'une autre homologation, telle que définie au paragraphe 2.4 de l'annexe 9A du présent Règlement: oui/non						
3.2.12.2.7.1	Composants OBD présents sur le véhicule						
3.2.12.2.7.2	Le cas échéant, référence du constructeur pour la documentation relative au montage sur le véhicule du système OBD d'un moteur homologué						
3.2.12.2.7.3	Description textuelle ou dessin de l'indicateur de défaut de fonctionnement ⁽⁶⁾						
3.2.12.2.7.4	Description textuelle ou dessin de l'interface de communication OBD à l'extérieur du véhicule ⁽⁶⁾						
3.2.12.2.8	Systèmes permettant de veiller à la bonne exécution des fonctions de limitation des oxydes d'azote						
3.2.12.2.8.0	Utilisation d'une autre homologation, telle que définie au paragraphe 2.1 de l'annexe 11 ⁽⁶⁾ du présent Règlement: oui/non						
3.2.12.2.8.1	Composants, présents sur le véhicule, des systèmes permettant de veiller à la bonne exécution des fonctions de limitation des oxydes d'azote						
3.2.12.2.8.2	Activation du mode «au pas»: neutralisation après redémarrage/ neutralisation après ravitaillement en carburant/neutralisation après stationnement ⁽⁷⁾						
3.2.12.2.8.3	Le cas échéant, référence du constructeur pour la documentation relative au montage sur le véhicule du système permettant de veiller à la bonne exécution des fonctions de limitation des oxydes d'azote d'un moteur homologué						
3.2.12.2.8.4	Description textuelle ou dessin du signal d'avertissement ⁽⁶⁾						
3.2.12.2.8.5	Réservoir et système de dosage du réactif chauffés/non chauffés (voir le paragraphe 2.4 de l'annexe 11 du présent Règlement)						

Appendice à la fiche de renseignements

Informations sur les conditions d'essai

1. Bougies d'allumage
 - 1.1 Marque
 - 1.2 Type
 - 1.3 Écartement des électrodes
2. Bobine d'allumage
 - 2.1 Marque
 - 2.2 Type
3. Lubrifiant utilisé
 - 3.1 Marque
 - 3.2 Type (indiquer le pourcentage d'huile dans le mélange si le lubrifiant est mélangé au carburant)
4. Auxiliaires entraînés par le moteur
 - 4.1 La puissance absorbée par les auxiliaires et les équipements ne doit être déterminée que dans les cas suivants:
 - a) Les auxiliaires et équipements requis ne sont pas montés sur le moteur; et/ou
 - b) Des auxiliaires et équipements non requis sont montés sur le moteur.

Note: Les prescriptions pour les auxiliaires entraînés par le moteur diffèrent selon que l'essai porte sur les émissions ou la puissance.
 - 4.2 Énumération et caractéristiques d'identification des auxiliaires
 - 4.3 Puissance absorbée aux régimes moteur considérés pour les essais d'émission

Tableau 1

Puissance absorbée aux régimes moteur considérés pour les essais d'émission

Auxiliaire					
	Ralenti	Régime bas	Régime haut	Régime recommandé ⁽²⁾	n95h
P _a Auxiliaires et équipements requis conformément à l'appendice 6 de l'annexe 4					
P _b Auxiliaires et équipements non requis conformément à l'appendice 6 de l'annexe 4					

- 5. Caractéristiques fonctionnelles du moteur (déclarées par le constructeur)⁽⁸⁾**
- 5.1 Régimes d'essai du moteur pour les essais d'émissions conformément à l'annexe III⁽⁹⁾
- Régime bas (n_{lo})tr/min
- Régime haut (n_{hi})tr/min
- Ralentitr/min
- Régime recommandétr/min
- n95h.....tr/min
- 5.2 Valeurs déclarées pour les essais de puissance conformément au Règlement n° 85
- 5.2.1 Ralentitr/min
- 5.2.2 Régime à la puissance maximaletr/min
- 5.2.3 Puissance maximalekW
- 5.2.4 Régime au couple maximaltr/min
- 5.2.5 Couple maximalNm
- 6. Renseignements sur le réglage du banc pour la charge désirée (le cas échéant)**
- 6.3 Renseignements sur le réglage du banc à courbe d'absorption de puissance définie (le cas échéant)
- 6.3.1 Autre méthode de réglage du banc à courbe d'absorption de puissance (oui/non)
- 6.3.2 Masse inertielle (kg)
- 6.3.3 Puissance effective absorbée à 80 km/h, y compris les pertes en mouvement du véhicule sur le banc dynamométrique (kW)
- 6.3.4 Puissance effective absorbée à 50 km/h, y compris les pertes en mouvement du véhicule sur le banc dynamométrique (kW)
- 6.4 Renseignements sur le réglage du banc à courbe d'absorption de puissance réglable (le cas échéant)
- 6.4.1 Renseignements sur la décélération en roue libre sur la piste d'essai
- 6.4.2 Marque et type des pneumatiques
- 6.4.3 Dimensions des pneumatiques (avant/arrière)
- 6.4.4 Pression des pneumatiques (avant/arrière) (kPa)
- 6.4.5 Masse du véhicule d'essai, conducteur inclus (kg)
- 6.4.6 Données relatives à la décélération en roue libre sur route (le cas échéant)

Tableau 2
Données relatives à la décélération en roue libre sur route

V (km/h)	V2 (km/h)	V1 (km/h)	Temps moyen corrigé de décélération en roue libre
120			
100			
80			
60			
40			
20			

6.4.7 Puissance sur route moyenne corrigée (le cas échéant)

Tableau 3
Puissance sur route moyenne corrigée

V (km/h)	Puissance corrigée (kW)
120	
100	
80	
60	
40	
20	

7. Conditions d'essai pour les essais du système OBD
- 7.1 Cycle d'essai utilisé pour la vérification du système OBD
- 7.2 Nombre de cycles de préconditionnement utilisés avant les essais de vérification du système OBD

Annexe 1

Appendice 1

Notes explicatives pour les annexes 1, 2A, 2B et 2C

- (1) Biffer ce qui ne convient pas (il peut arriver que rien ne doive être biffé, lorsqu'il y a plus d'une réponse possible).
- (2) Indiquer la tolérance.
- (3) Indiquer les valeurs maximale et minimale pour chaque variante.
- (4) Renseignements à fournir dans le cas d'une famille de moteurs OBD unique et pour autant que cela n'ait pas déjà été fait dans le(s) dossier(s) d'information visé(s) au point 3.2.12.2.7.0.4 de la première partie de l'annexe 1.
- (5) Consommation de carburant pour le cycle WHTC combiné, comprenant la partie froide et la partie chaude, conformément à l'annexe 12.
- (6) Renseignements à fournir si cela n'a pas déjà été fait dans la documentation visée au point 3.2.12.2.7.2 de la deuxième partie de l'annexe 1.
- (7) Biffer ce qui ne convient pas.
- (8) Les données relatives aux caractéristiques fonctionnelles du moteur ne doivent être fournies que pour le moteur de base.
- (9) Indiquer la tolérance; celle-ci doit être comprise dans la limite de $\pm 3\%$ des valeurs déclarées par le constructeur.
- (a) Si le moyen d'identification du type contient des caractères non pertinents pour la description du type de véhicule, de composant ou d'entité technique distincte visé par la présente fiche de renseignements, ces caractères doivent être représentés dans le document par un point d'interrogation (par exemple, ABC?123??).
- (b) Classement selon les définitions données dans la Résolution d'ensemble sur la construction des véhicules (R.E.3) – ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.2.
- (c) La valeur doit être arrondie au dixième de millimètre le plus proche.
- (m) La valeur doit être calculée, puis arrondie au centimètre cube le plus proche.
- (n) Valeur déterminée conformément aux prescriptions du Règlement n° 85.
- (p) Le paragraphe 2.1 de l'annexe 11 a été réservé aux autres homologations à venir.

Section I

- 0.1 Marque (dénomination commerciale du constructeur)
- 0.2 Type
- 0.2.1 Nom commercial (noms commerciaux) (le cas échéant)
- 0.3 Moyen d'identification du type, s'il figure sur l'entité technique distincte^(a)
- 0.3.1 Emplacement de la marque correspondante
- 0.4 Nom et adresse du constructeur
- 0.5 Emplacement et mode d'apposition de la marque d'homologation
- 0.6 Nom(s) et adresse(s) de l'atelier (des ateliers) de montage
- 0.7 Nom et adresse du mandataire du constructeur (le cas échéant)

Section II

- 1. Renseignements complémentaires (le cas échéant): voir additif
- 2. Service technique chargé de l'exécution des essais
- 3. Date du procès-verbal d'essai
- 4. Numéro du procès-verbal d'essai
- 5. Remarques (le cas échéant): voir additif
- 6. Lieu
- 7. Date
- 8. Signature

Pièces jointes: Dossier d'information.

Procès-verbal d'essai.

Additif à la communication n° ... concernant l'homologation d'un type ou d'une famille de moteurs en tant qu'entité technique distincte en ce qui concerne l'émission de polluants en application du Règlement n° 49, série 06 d'amendements

1. Renseignements complémentaires
 - 1.1 Caractéristiques à indiquer aux fins de l'homologation de type d'un véhicule équipé d'un moteur
 - 1.1.1 Marque du moteur (nom du constructeur)
 - 1.1.2 Type et description commerciale (mentionner les variantes éventuelles)
 - 1.1.3 Code du constructeur inscrit sur le moteur
 - 1.1.4 Réservé
 - 1.1.5 Catégorie du moteur: gazole/essence/GPL/GN-H/GN-L/GN-HL/éthanol (ED95)/éthanol (E85)⁽¹⁾
 - 1.1.6 Nom et adresse du constructeur
 - 1.1.7 Nom et adresse du représentant agréé du constructeur (le cas échéant)
 - 1.2 Si le moteur visé au 1.1 a été homologué en tant qu'entité technique distincte:
 - 1.2.1 Numéro d'homologation de type du moteur/de la famille de moteurs⁽¹⁾
 - 1.2.2 Numéro d'étalonnage du logiciel du module électronique de gestion du moteur
 - 1.3 Caractéristiques à indiquer en ce qui concerne l'homologation de type d'un moteur/d'une famille de moteurs⁽¹⁾ en tant qu'entité technique distincte (conditions à respecter lors du montage du moteur sur un véhicule)
 - 1.3.1 Dépression maximale et/ou minimale à l'admission
 - 1.3.2 Contrepression maximale admissible
 - 1.3.3 Volume du système d'échappement
 - 1.3.4 Restrictions d'utilisation (le cas échéant)
 - 1.4 Niveaux d'émission du moteur/moteur de base⁽¹⁾
Facteur de détérioration: calculé/fixé⁽¹⁾

Indiquer dans le tableau ci-après les valeurs de détérioration et d'émission lors des essais WHSC (le cas échéant) et WHTC.

Si des moteurs alimentés au GNC ou au GPL sont essayés avec des carburants de référence différents, les tableaux doivent être reproduits pour chaque carburant de référence essayé.

1.4.1 Essai WHSC

Tableau 4
Essai WHSC

Essai WHSC (le cas échéant)						
Facteur de détérioration Mult/add ⁽¹⁾	CO	HCT	NO _x	Masse de particules	NH ₃	Nombre de particules
Émissions	CO (mg/kWh)	HCT (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)						

1.4.2 Essai WHTC

Tableau 5
Essai WHTC

Essai WHTC						
Facteur de détérioration Mult/add ⁽¹⁾	CO	HCT	NO _x	Masse de particules	NH ₃	Nombre de particules
Émissions	CO (mg/kWh)	HCT (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 (massiques, en g/kWh) Consommation de carburant (g/kWh)						

1.4.3 Essai au ralenti

Tableau 6
Essai au ralenti

Essai	Valeur CO (% vol)	<u>Lambda⁽¹⁾</u>	<u>Régime moteur</u> (min ⁻¹)	<u>Température de</u> <u>l'huile moteur (°C)</u>
Essai au régime inférieur de ralenti		Sans objet		
Essai au régime supérieur de ralenti				

1.4.4 Essai de démonstration du SMME

Tableau 6a
Essai de démonstration du SMME

Type de véhicule (par exemple, M ₃ , N ₃ et applications: camion rigide ou articulé, autobus urbain, etc.)						
Description du véhicule (par exemple, modèle, prototype, etc.)						
Résultats (acceptation ou refus) ⁽⁷⁾	CO	HCT	HCNM	CH ₄	NO _x	Masse de particules
Facteur de conformité de la fenêtre de travail						
Facteur de conformité de la fenêtre de la masse CO ₂						
Type de parcours	Urbain		Extra-urbain		Autoroute	
Temps de parcours selon le type (urbain, extra-urbain ou autoroute), comme indiqué au paragraphe 4.5 de l'annexe 8						
Temps de parcours selon le mode de conduite (accélérations, décélérations, vitesses de croisière et arrêts), comme indiqué au point 4.5.5 de l'annexe 8						
	Minimum				Maximum	
Puissance moyenne dans la fenêtre de travail (%)						
Durée dans la fenêtre de la masse CO ₂ (s)						
Fenêtre de travail: pourcentage de fenêtres valables						
Fenêtre de la masse CO ₂ : pourcentage de fenêtres valables						
Taux de cohérence de la consommation de carburant						

1.5 Mesure de la puissance

1.5.1 Puissance du moteur mesurée sur banc d'essai

Tableau 7
Puissance du moteur mesurée sur banc d'essai

Régime moteur mesuré (tr/min)							
Débit de carburant mesuré (g/h)							
Couple mesuré (Nm)							
Puissance mesurée (kW)							
Pression barométrique (kPa)							
Pression de vapeur d'eau (kPa)							
Température de l'air d'admission (K)							
Facteur de correction de la puissance							
Puissance corrigée (kW)							
Puissance auxiliaire (kW) ⁽¹⁾							
Puissance nette (kW)							
Couple net (Nm)							
Consommation de carburant spécifique corrigée (g/kWh)							

1.5.2 Données supplémentaires

1.6 Dispositions particulières

1.6.1 Homologation de véhicules destinés à être exportés (voir le paragraphe 13.4.1 du présent Règlement)

1.6.1.1 Homologations délivrées pour des véhicules destinés à être exportés, conformément au paragraphe 1.6.1: oui/non

1.6.1.2 Donner des renseignements sur les homologations délivrées conformément au paragraphe 1.6.1.1, notamment la série d'amendements au présent Règlement et les prescriptions visées en ce qui concerne le niveau d'émissions.

1.6.2 Moteurs de rechange pour des véhicules en service (voir le paragraphe 13.4.2 du présent Règlement)

1.6.2.1 Homologations délivrées pour des moteurs de rechange pour véhicules en service, conformément au paragraphe 1.6.2: oui/non

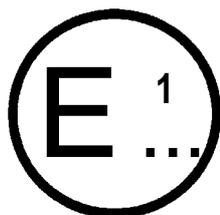
1.6.2.2 Donner des renseignements sur les homologations pour des moteurs de rechange pour véhicules en service délivrées conformément au paragraphe 1.6.2.1, notamment la série d'amendements au présent Règlement et les prescriptions visées en ce qui concerne le niveau d'émissions.

- 1.7 Autres homologations (voir le paragraphe 2.4 de l'annexe 9A)
- 1.7.1 Autres homologations délivrées conformément au paragraphe 1.7: oui/non
- 1.7.2 Donner des renseignements sur les autres homologations visées au paragraphe 1.7.1.

Annexe 2B

Communication relative à l'homologation d'un type de véhicule équipé d'un moteur homologué en ce qui concerne l'émission de polluants en application du Règlement n° 49, série 06 d'amendements

(format maximal: A4 (210 x 297 mm))



Émanant de:

Nom de l'administration:

.....

6

concernant⁽¹⁾:
 Délivrance d'une homologation
 Extension d'homologation
 Refus d'homologation
 Retrait d'homologation
 Arrêt définitif de la production

d'un type de véhicule équipé d'un moteur homologué en ce qui concerne l'émission de polluants en application du Règlement n° 49, série 06 d'amendements.

N° d'homologation..... N° d'extension

Motif de l'extension

Les notes explicatives se trouvent à l'appendice 1 de l'annexe 1.

Section I

- 0.1 Marque (dénomination commerciale du constructeur)
- 0.2 Type
- 0.3 Moyen d'identification du type, s'il est présent sur le véhicule^(a)
- 0.3.1 Emplacement de la marque correspondante
- 0.4 Catégorie du véhicule^(b)
- 0.5 Nom et adresse du constructeur
- 0.6 Nom(s) et adresse(s) de l'atelier (des ateliers) de montage
- 0.7 Nom et adresse du mandataire du constructeur (le cas échéant)

Section II

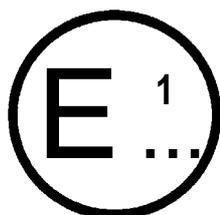
- 1. Renseignements complémentaires (le cas échéant)
- 2. Service technique chargé de l'exécution des essais
- 3. Date du procès-verbal d'essai
- 4. Numéro du procès-verbal d'essai
- 5. Remarques (le cas échéant)
- 6. Lieu
- 7. Date
- 8. Signature

Dans le cas d'une extension d'homologation pour un véhicule dont la masse de référence est supérieure à 2 380 kg mais ne dépasse pas 2 610 kg, les émissions de CO₂ (g/km) et la consommation de carburant (l/100 km) doivent être indiquées conformément à l'annexe 8 du Règlement n° 101.

Annexe 2C

**Communication relative à l'homologation d'un type
de véhicule en ce qui concerne l'émission de polluants
en application du Règlement n° 49, série 06 d'amendements**

(format maximal: A4 (210 x 297 mm))



8

Émanant de:

Nom de l'administration:

.....

.....

.....

concernant⁽¹⁾: Délivrance d'une homologation
 Extension d'homologation
 Refus d'homologation
 Retrait d'homologation
 Arrêt définitif de la production

d'un type de véhicule en ce qui concerne l'émission de polluants en application
du Règlement n° 49, série 06 d'amendements.

N° d'homologation..... N° d'extension

Motif de l'extension

Les notes explicatives se trouvent à l'appendice 1 de l'annexe 1.

Section I

- 0.1 Marque (dénomination commerciale du constructeur)
- 0.2 Type
- 0.2.1 Nom commercial (noms commerciaux) (le cas échéant)
- 0.3 Moyen d'identification du type, s'il est présent sur le véhicule^(a)
- 0.3.1 Emplacement de la marque correspondante
- 0.4 Catégorie du véhicule^(b)
- 0.5 Nom et adresse du constructeur
- 0.6 Nom(s) et adresse(s) de l'atelier (des ateliers) de montage
- 0.7 Nom et adresse du mandataire du constructeur (le cas échéant)

Section II

- 1. Renseignements complémentaires (le cas échéant): voir additif
- 2. Service technique chargé de l'exécution des essais
- 3. Date du procès-verbal d'essai
- 4. Numéro du procès-verbal d'essai
- 5. Remarques (le cas échéant): voir additif
- 6. Lieu
- 7. Date
- 8. Signature

Pièces jointes: Dossier d'information.

Procès-verbal d'essai.

Additif

Dans le cas d'une extension d'homologation pour un véhicule dont la masse de référence est supérieure à 2 380 kg mais ne dépasse pas 2 610 kg, les émissions de CO₂ (g/km) et la consommation de carburant (l/100 km) doivent être indiquées conformément à l'annexe 8 du Règlement n° 101.

Additif à la communication n° ... relative à l'homologation d'un type de véhicule en ce qui concerne l'émission de polluants en application du Règlement n° 49, série 06 d'amendements

1. Renseignements complémentaires
 - 1.1 Caractéristiques à indiquer aux fins de l'homologation de type d'un véhicule équipé d'un moteur
 - 1.1.1 Marque du moteur (nom du constructeur)
 - 1.1.2 Type et description commerciale (mentionner les variantes éventuelles)
 - 1.1.3 Code du constructeur inscrit sur le moteur
 - 1.1.4 Catégorie du véhicule
 - 1.1.5 Catégorie du moteur: gazole/essence/GPL/GN-H/GN-L/GN-HL/éthanol (ED95)/éthanol (E85)⁽¹⁾
 - 1.1.6 Nom et adresse du constructeur
 - 1.1.7 Nom et adresse du représentant agréé du constructeur (le cas échéant)
 - 1.2 Véhicule
 - 1.2.1 Numéro d'homologation de type du moteur/de la famille de moteurs⁽¹⁾
 - 1.2.2 Numéro d'étalonnage du logiciel du module électronique de gestion du moteur
 - 1.3 Caractéristiques à indiquer en ce qui concerne l'homologation de type d'un moteur/d'une famille de moteurs⁽¹⁾ (conditions à respecter lors du montage du moteur sur un véhicule)
 - 1.3.1 Dépression maximale et/ou minimale à l'admission
 - 1.3.2 Contrepression maximale admissible
 - 1.3.3 Volume du système d'échappement
 - 1.3.4 Restrictions d'utilisation (le cas échéant)
 - 1.4 Niveaux d'émission du moteur/moteur de base⁽¹⁾
Facteur de détérioration: calculé/fixé⁽¹⁾

Indiquer dans le tableau ci-après les valeurs de détérioration et d'émission lors des essais WHSC (le cas échéant) et WHTC.

Si des moteurs alimentés au GNC ou au GPL sont essayés avec des carburants de référence différents, les tableaux doivent être reproduits pour chaque carburant de référence essayé.

1.4.1 Essai WHSC

Tableau 4
Essai WHSC

Essai WHSC (le cas échéant)						
Facteur de détérioration Mult/add ⁽¹⁾	CO	HCT	NO _x	Masse de particules	NH ₃	Nombre de particules
Émissions	CO (mg/kWh)	HCT (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)						

1.4.2 Essai WHTC

Tableau 5
Essai WHTC

Essai WHTC						
Facteur de détérioration Mult/add ⁽¹⁾	CO	HCT	NO _x	Masse de particules	NH ₃	Nombre de particules
Émissions	CO (mg/kWh)	HCT (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 (massiques, en g/kWh) Consommation de carburant (g/kWh)						

1.4.3 Essai au ralenti

Tableau 6
Essai au ralenti

Essai	Valeur CO (% vol)	<u>Lambda</u> ⁽¹⁾	<u>Régime moteur</u> (<u>min⁻¹</u>)	<u>Température de</u> <u>l'huile moteur (°C)</u>
Essai au régime inférieur de ralenti		Sans objet		
Essai au régime supérieur de ralenti				

1.4.4 Essai de démonstration du SMME

Tableau 6a
Essai de démonstration du SMME

Type de véhicule (par exemple, M ₃ , N ₃ et applications: camion rigide ou articulé, autobus urbain, etc.)						
Description du véhicule (par exemple, modèle, prototype, etc.)						
Résultats (acceptation ou refus) ⁽⁷⁾	CO	HCT	HCNM	CH ₄	NO _x	Masse de particules
Facteur de conformité de la fenêtre de travail						
Facteur de conformité de la fenêtre de la masse CO ₂						
Type de parcours	Urbain		Extra-urbain		Autoroute	
Temps de parcours selon le type (urbain, extra-urbain ou autoroute), comme indiqué au paragraphe 4.5 de l'annexe 8						
Temps de parcours selon le mode de conduite (accélérations, décélérations, vitesses de croisière et arrêts), comme indiqué au point 4.5.5 de l'annexe 8						
	Minimum				Maximum	
Puissance moyenne dans la fenêtre de travail (%)						
Durée dans la fenêtre de la masse CO ₂ (s)						
Fenêtre de travail: pourcentage de fenêtres valables						
Fenêtre de la masse CO ₂ : pourcentage de fenêtres valables						
Taux de cohérence de la consommation de carburant						

- 1.5 Mesure de la puissance
 1.5.1 Puissance du moteur mesurée sur banc d'essai

Tableau 7
Puissance du moteur mesurée sur banc d'essai

Régime moteur mesuré (tr/min)							
Débit de carburant mesuré (g/h)							
Couple mesuré (Nm)							
Puissance mesurée (kW)							
Pression barométrique (kPa)							
Pression de vapeur d'eau (kPa)							
Température de l'air d'admission (K)							
Facteur de correction de la puissance							
Puissance corrigée (kW)							
Puissance auxiliaire (kW) ⁽¹⁾							
Puissance nette (kW)							
Couple net (Nm)							
Consommation de carburant spécifique corrigée (g/kWh)							

- 1.5.2 Données supplémentaires
- 1.6 Dispositions particulières**
- 1.6.1 Homologation de véhicules destinés à être exportés (voir le paragraphe 13.4.1 du présent Règlement)
- 1.6.1.1 Homologations délivrées pour des véhicules destinés à être exportés, conformément au paragraphe 1.6.1: oui/non
- 1.6.1.2 Donner des renseignements sur les homologations délivrées conformément au paragraphe 1.6.1.1, notamment la série d'amendements au présent Règlement et les prescriptions visées en ce qui concerne le niveau d'émissions.
- 1.7 Autres homologations (voir le paragraphe 2.4 de l'annexe 9A)
- 1.7.1 Autres homologations délivrées conformément au paragraphe 1.7: oui/non
- 1.7.2 Donner des renseignements sur les autres homologations visées au paragraphe 1.7.1.

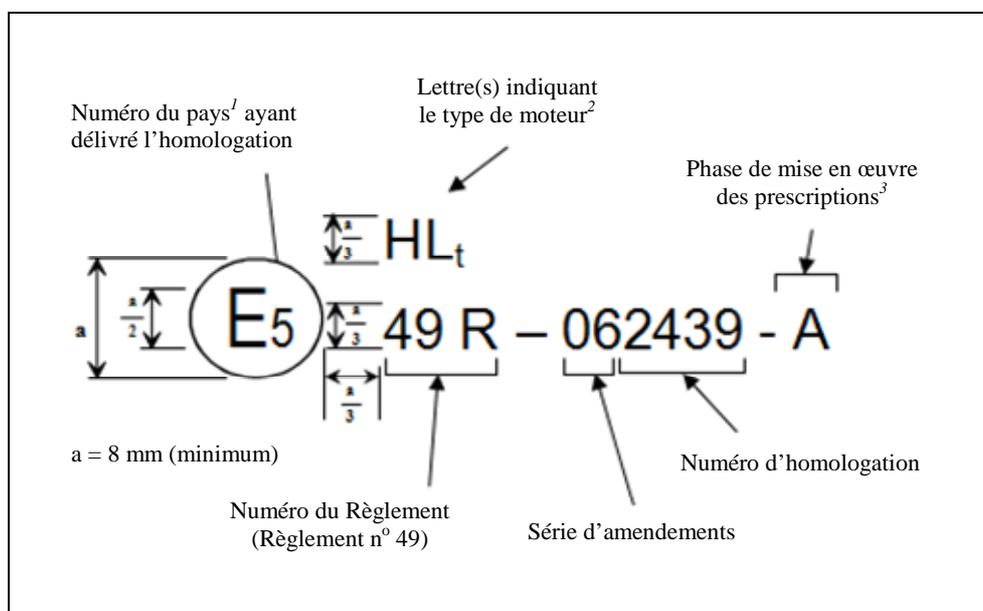
Annexe 3

Exemples de marques d'homologation

Dans la marque d'homologation délivrée et apposée sur un moteur ou un véhicule conformément au paragraphe 4 du présent Règlement, le numéro d'homologation de type doit être accompagné d'une lettre alphabétique, attribuée conformément au tableau 1 de la présente annexe, indiquant la phase de mise en œuvre des prescriptions à laquelle l'homologation est limitée. La marque d'homologation doit également comporter un ou plusieurs caractères indiquant le type de moteur, conformément au tableau 2 de la présente annexe.

On trouvera ci-après une description des éléments qui composent la marque d'homologation et des exemples de marques.

Le schéma qui suit présente la disposition générale, les proportions et les éléments constitutifs d'une marque d'homologation. La signification des numéros et des lettres alphabétiques est indiquée, de même que sont précisées les variantes correspondantes pour chaque cas d'homologation.



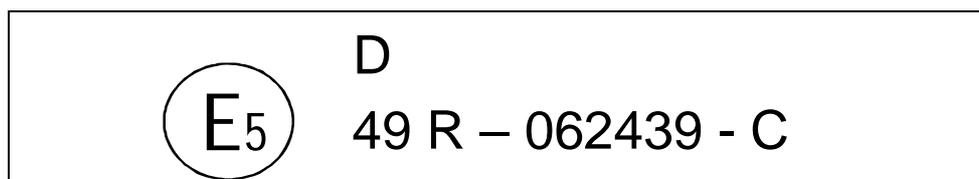
¹ Numéro du pays selon la note de bas de page figurant au paragraphe 4.12.3.1 du présent Règlement.

² Conformément au tableau 2 de la présente annexe.

³ Conformément au tableau 1 de la présente annexe.

Exemple 1

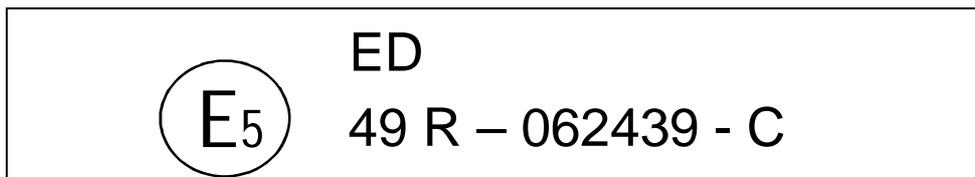
Moteur à allumage par compression alimenté au gazole (B7)



La marque d'homologation ci-dessus, apposée sur un moteur ou un véhicule conformément aux dispositions du paragraphe 4 du présent Règlement, indique que ce type de moteur ou de véhicule a été homologué en Suède (E₅), conformément au Règlement n° 49, série 06 d'amendements, sous le numéro d'homologation 2439. La lettre qui suit le numéro d'homologation indique la phase de mise en œuvre des prescriptions, comme indiqué au tableau 1 (en l'occurrence, il s'agit de la phase A). La lettre qui figure à la suite du numéro de pays (et au-dessus du numéro de règlement) indique le type de moteur conformément au tableau 2 (en l'occurrence, il s'agit de la lettre «D» correspondant au gazole).

Exemple 2

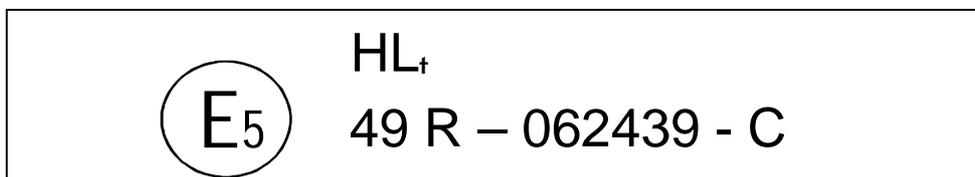
Moteur à allumage par compression alimenté à l'éthanol (ED95)



La marque d'homologation ci-dessus, apposée sur un moteur ou un véhicule conformément aux dispositions du paragraphe 4 du présent Règlement, indique que ce type de moteur ou de véhicule a été homologué en Suède (E₅), conformément au Règlement n° 49, série 06 d'amendements, sous le numéro d'homologation 2439. La lettre qui suit le numéro d'homologation indique la phase de mise en œuvre des prescriptions, comme indiqué au tableau 1 (en l'occurrence, il s'agit de la phase B). Les lettres qui figurent à la suite du numéro de pays (et au-dessus du numéro de règlement) indiquent le type de moteur conformément au tableau 2 (en l'occurrence, il s'agit des lettres «ED» correspondant à l'éthanol (ED95)).

Exemple 3

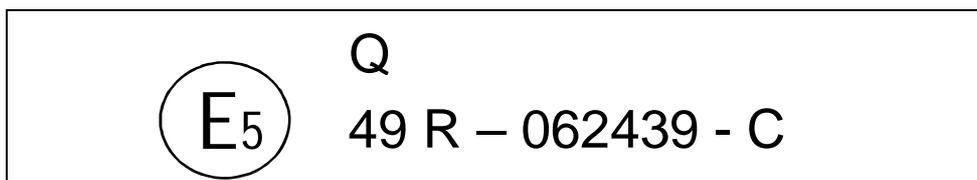
Moteur à allumage commandé alimenté au gaz naturel



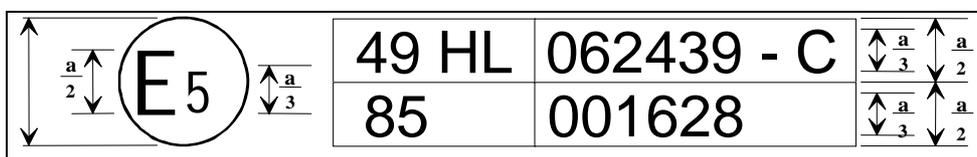
La marque d'homologation ci-dessus, apposée sur un moteur ou un véhicule conformément aux dispositions du paragraphe 4 du présent Règlement, indique que ce type de moteur ou de véhicule a été homologué en Suède (E₅), conformément au Règlement n° 49, série 06 d'amendements, sous le numéro d'homologation 2439. La lettre qui suit le numéro d'homologation indique la phase de mise en œuvre des prescriptions, comme indiqué au tableau 1 (en l'occurrence, il s'agit de la phase C). Les lettres qui figurent à la suite du numéro de pays (et au-dessus du numéro de règlement) indiquent la gamme de carburants telle qu'elle est déterminée au paragraphe 4.12.3.3.6 du présent Règlement (lettres «HL†» dans l'exemple).

Exemple 4

Moteur à allumage commandé alimenté au GPL



La marque d'homologation ci-dessus, apposée sur un moteur ou un véhicule conformément aux dispositions du paragraphe 4 du présent Règlement, indique que ce type de moteur ou de véhicule a été homologué en Suède (E₅), conformément au Règlement n° 49, série 06 d'amendements, sous le numéro d'homologation 2439. La lettre qui suit le numéro d'homologation indique la phase de mise en œuvre des prescriptions, comme indiqué au tableau 1 (en l'occurrence, il s'agit de la phase C). La lettre qui figure à la suite du numéro de pays (et au-dessus du numéro de règlement) indique le type de moteur conformément au tableau 2 (en l'occurrence, il s'agit de la lettre «Q» correspondant au GPL).

Exemple 5

La marque d'homologation ci-dessus, apposée sur un moteur ou un véhicule alimenté au gaz naturel HL, indique que ce type de moteur ou de véhicule a été homologué en Suède (E₅) en application des Règlements n° 49 (phase de mise en œuvre C) et n° 85⁹. Les deux premiers chiffres des numéros d'homologation signifient qu'aux dates où les homologations respectives ont été accordées, le Règlement n° 49 comprenait la série 06 d'amendements et le Règlement n° 85 se trouvait dans sa forme initiale.

⁹ Le Règlement n° 85 est cité à titre d'exemple seulement.

Tableau 1
Lettres faisant référence aux prescriptions concernant les systèmes d'autodiagnostic (OBD)
et de réduction catalytique sélective (RCS)

Lettre	Valeurs limites OTL pour les oxydes d'azote ¹	Valeurs limites OBD pour les particules ²	Qualité et consommation du réactif	Méthodes de surveillance OBD supplémentaires ⁶	Dates d'application: nouveaux types	Date de fin de validité de l'homologation de type
A ⁷	Ligne «phase transitoire» des tableaux 1 et 2 de l'annexe 9A	Surveillance de l'efficacité ³	Phase transitoire ⁴	Sans objet	Date d'entrée en vigueur de la série 06 du Règlement n° 49	1 ^{er} septembre 2014
B ⁷	Ligne «phase transitoire» des tableaux 1 et 2 de l'annexe 9A	Ligne «phase transitoire» du tableau 1 de l'annexe 9A	Phase transitoire ⁴	Sans objet	1 ^{er} septembre 2014	31 décembre 2016
C	Ligne «prescriptions générales» des tableaux 1 et 2 de l'annexe 9A	Ligne «prescriptions générales» du tableau 1 de l'annexe 9A	Prescriptions générales ⁵	Oui	31 décembre 2015	

Notes:

¹ Prescriptions de surveillance spécifiées aux tableaux 1 et 2 de l'annexe 9A.

² Prescriptions de surveillance spécifiées au tableau 1 de l'annexe 9A.

³ Prescriptions de surveillance spécifiées au paragraphe 2.3.2.2 de l'annexe 9A.

⁴ Prescriptions de phase transitoire concernant la qualité et la consommation du réactif, telles qu'énoncées aux paragraphes 7.1.1.1 et 8.4.1.1 de l'annexe 11.

⁵ Prescriptions générales concernant la qualité et la consommation du réactif, telles qu'énoncées aux paragraphes 7.1.1 et 8.4.1 de l'annexe 11.

⁶ Prescriptions concernant la conception et la mise en œuvre des méthodes de surveillance, énoncées aux paragraphes 2.3.1.2 et 2.3.1.2.1 de l'annexe 9A.

⁷ Durant la phase transitoire visée au paragraphe 4.10.7 du présent Règlement, le constructeur est dispensé de fournir la déclaration requise au paragraphe 6.4.1 de l'annexe 9A.

Tableau 2
Codes des types de moteurs pour les marques d'homologation

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

Annexe 4

Procédure d'essai

1. Introduction

La présente annexe est fondée sur le Règlement technique mondial n° 4, relatif à la procédure mondiale harmonisée d'homologation des véhicules utilitaires lourds.

2. Réserve¹⁰

3. Définitions, symboles et abréviations

3.1 Définitions

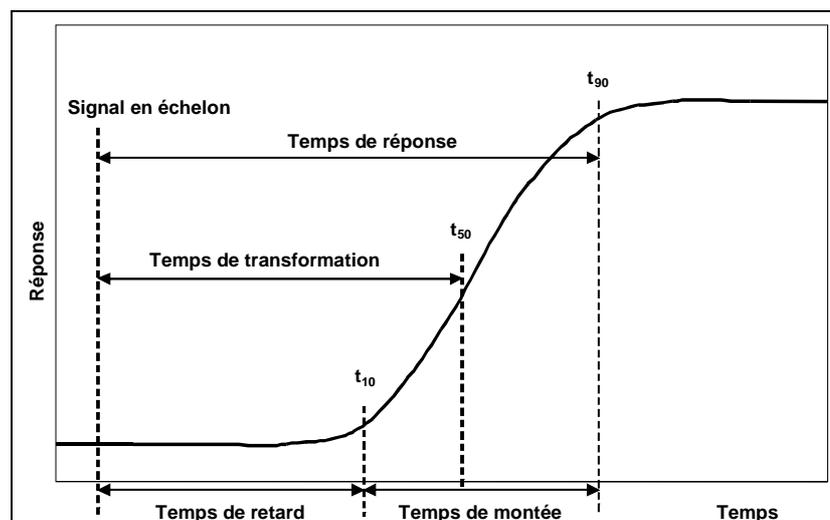
Aux fins du présent Règlement, on entend,

- 3.1.1 Par «*puissance maximale déclarée (P_{max})*», la puissance maximale en kW CEE (puissance nette) qui est déclarée par le constructeur dans sa demande d'homologation;
- 3.1.2 Par «*temps de retard*», la différence de temps entre une variation d'un constituant à mesurer au point de référence et une réponse du système de mesure de 10 % de la valeur de lecture finale (t_{10}), la sonde de prélèvement étant définie comme point de référence. Pour les constituants gazeux, ce temps est égal au temps de transport du constituant mesuré depuis la sonde de prélèvement jusqu'au détecteur;
- 3.1.3 Par «*dérive*», la différence entre les réponses au zéro ou au point final d'étalonnage de l'instrument de mesure avant et après un essai de mesure des émissions;
- 3.1.4 Par «*méthode de la dilution du flux total*», le procédé consistant à mélanger le flux total de gaz d'échappement au diluant avant de séparer une fraction du flux de gaz d'échappement dilué pour analyse;
- 3.1.5 Par «*régime supérieur (n_{hi})*», le régime moteur le plus élevé, où l'on obtient 70 % de la puissance maximale déclarée;
- 3.1.6 Par «*régime inférieur (n_{lo})*», le régime moteur le plus bas, où l'on obtient 55 % de la puissance maximale déclarée;
- 3.1.7 Par «*puissance maximale (P_{max})*», la puissance maximale en kW spécifiée par le constructeur;
- 3.1.8 Par «*régime du couple maximal*», le régime moteur où l'on obtient le couple maximal tel que spécifié par le constructeur;
- 3.1.9 Par «*couple normalisé*», le couple du moteur en pourcentage normalisé par rapport au couple maximal disponible à un régime moteur donné;

¹⁰ La numérotation de la présente annexe correspond à celle du Règlement technique mondial n° 4, relatif à la procédure mondiale harmonisée d'homologation des véhicules utilitaires lourds. Toutefois, certaines parties dudit Règlement technique ne sont pas nécessaires ici.

- 3.1.10 Par «*demande de l'opérateur*», une intervention de l'opérateur visant à régler la puissance du moteur. L'opérateur peut être une personne (intervention manuelle) ou un régulateur (intervention automatique) qui envoie au moteur, mécaniquement ou électroniquement, un signal lui commandant de fournir une certaine puissance. Ce signal peut être une action sur une pédale d'accélérateur, un levier de commande des gaz, un levier de commande de l'alimentation en carburant, un levier de commande de la vitesse ou un point de consigne du régulateur, ou un signal de commande électronique correspondant remplaçant chacune de ces actions;
- 3.1.11 Par «*méthode de dilution du flux partiel*», le procédé consistant à séparer une partie du flux total, puis à la mélanger à une quantité appropriée de diluant avant de l'envoyer au filtre de collecte des particules;
- 3.1.12 Par «*cycle d'essai en conditions stabilisées avec rampes de transition*», on entend un cycle d'essai comportant une séquence de modes de fonctionnement du moteur en conditions stabilisées à des valeurs définies de régime et de couple, avec rampes de transition entre modes (WHSC);
- 3.1.13 Par «*régime nominal*», le régime maximal à pleine charge autorisé par le régulateur comme spécifié par le constructeur dans sa documentation de vente et de service, ou en l'absence d'un tel régulateur, le régime auquel la puissance maximale du moteur est obtenue, comme spécifié par le constructeur dans sa documentation de vente et de service;
- 3.1.14 Par «*temps de réponse*», la différence de temps entre la variation du constituant à mesurer au point de référence et une réponse du système de 90 % de la valeur de lecture finale (t_{90}), la sonde de prélèvement étant définie comme point de référence; la variation du constituant mesuré doit être d'au moins 60 % de l'échelle et se faire en moins de 0,1 s. Le temps de réponse du système est constitué du temps de retard du système et du temps de montée du système;
- 3.1.15 Par «*temps de montée*», la différence de temps au passage de 10 à 90 % de la valeur finale de mesure ($t_{90} - t_{10}$);
- 3.1.16 Par «*réponse au point final*», la réponse moyenne à un gaz de réglage d'échelle au cours d'une durée de 30 s;
- 3.1.17 Par «*émissions spécifiques*», les émissions en masse exprimées en g/kWh;
- 3.1.18 Par «*cycle d'essai*», une séquence de points d'essai correspondant chacun à des valeurs définies de régime et de couple, à exécuter avec le moteur en conditions stabilisées (essai WHSC) ou en conditions transitoires (essai WHTC);
- 3.1.19 Par «*temps de transformation*», la différence de temps entre la variation du constituant à mesurer au point de référence et une réponse du système de mesure de 50 % de la valeur finale de mesure (t_{50}), la sonde de prélèvement étant choisie comme point de référence. Le temps de transformation est utilisé pour le recalage des signaux des différents appareils de mesure;
- 3.1.20 Par «*cycle d'essai en conditions transitoires*», un cycle d'essai comportant une séquence de valeurs normalisées de régime et de couple présentant des variations relativement rapides dans le temps (WHTC);
- 3.1.21 Par «*réponse au zéro*», la réponse moyenne à un gaz de mise à zéro au cours d'une durée de 30 s.

Figure 1
Définitions relatives à la réponse du système



3.2

Symboles généraux

Symbole	Unité	Terme
a_1	-	Pente de la droite de régression
a_0	-	Ordonnée à l'origine de la droite de régression
A/F_{st}	-	Rapport air/carburant stœchiométrique
c	ppm/% vol	Concentration
c_d	ppm/% vol	Concentration sur base sèche
c_w	ppm/% vol	Concentration sur base humide
c_b	ppm/% vol	Concentration ambiante
C_d	-	Coefficient de décharge du venturi subsonique (SSV)
c_{gas}	ppm/% vol	Concentration des constituants gazeux
\bar{C}_s	particules par cm^3	Concentration moyenne de particules dans les gaz d'échappement dilués, corrigée aux conditions normales (273,2 K et 101,33 kPa)
$c_{s,i}$	particules par cm^3	Mesure discrète de la concentration de particules dans les gaz d'échappement dilués, indiquée par le compteur de particules, corrigée pour la coïncidence et ramenée aux conditions normales (273,2 K et 101,33 kPa)
d	m	Diamètre
d_i		Diamètre de mobilité électrique des particules (30, 50 ou 100 nm)
d_v	m	Diamètre du col du venturi

<i>Symbole</i>	<i>Unité</i>	<i>Terme</i>
D_0	m^3/s	Ordonnée à l'origine de la fonction d'étalonnage de la pompe volumétrique
D	-	Facteur de dilution
Δt	s	Intervalle de temps
e		Nombre de particules émises par kWh
e_{gas}	g/kWh	Émissions spécifiques de constituants gazeux
e_{PM}	g/kWh	Émissions spécifiques de particules
e_r	g/kWh	Émissions spécifiques pendant la régénération
e_w	g/kWh	Émissions spécifiques pondérées
E_{CO_2}	%	Facteur d'extinction par le CO_2 de l'analyseur de NO_x
E_E	%	Efficacité pour l'éthane
E_{H_2O}	%	Facteur d'extinction par l'eau de l'analyseur de NO_x
E_M	%	Efficacité pour le méthane
E_{NO_x}	%	Efficacité du convertisseur de NO_x
f	Hz	Fréquence d'échantillonnage des données
f_a	-	Facteur atmosphérique du laboratoire
F_s	-	Facteur stœchiométrique
\bar{f}_r	-	Facteur de réduction de la concentration moyenne de particules de l'extracteur de particules volatiles s'appliquant spécifiquement aux conditions de dilution utilisées pour l'essai
H_a	g/kg	Humidité absolue de l'air d'admission
H_d	g/kg	Humidité absolue du diluant
i	-	Indice s'appliquant à une mesure instantanée
k	-	Facteur d'étalonnage permettant de corriger les mesures indiquées par le compteur du nombre de particules en fonction de l'instrument de référence, lorsque cette correction n'est pas appliquée de manière interne au compteur. Lorsque le facteur d'étalonnage est appliqué de manière interne au compteur, la valeur 1 doit être appliquée à k dans l'équation ci-dessus.
k_c	-	Facteur spécifique du carbone
$k_{f,d}$	m^3/kg de carburant	Volume supplémentaire de gaz d'échappement secs résultant de la combustion
$k_{f,w}$	m^3/kg de carburant	Volume supplémentaire de gaz d'échappement humides résultant de la combustion

<i>Symbole</i>	<i>Unité</i>	<i>Terme</i>
$k_{h,D}$	-	Facteur de correction d'humidité des NO _x pour les moteurs à allumage par compression
$k_{h,G}$	-	Facteur de correction d'humidité des NO _x pour les moteurs à allumage commandé
k_r		Correction de régénération, conformément au paragraphe 6.6.2, ou, dans le cas de moteurs non munis d'un système de traitement aval à régénération périodique, $k_r = 1$
$k_{r,d}$	-	Facteur d'ajustement de la régénération à la baisse
$k_{r,u}$	-	Facteur d'ajustement de la régénération à la hausse
$k_{w,a}$	-	Facteur de correction base sèche/base humide pour l'air d'admission
$k_{w,d}$	-	Facteur de correction base sèche/base humide pour le diluant
$k_{w,e}$	-	Facteur de correction base sèche/base humide pour les gaz d'échappement dilués
$k_{w,r}$	-	Facteur de correction base sèche/base humide pour les gaz d'échappement bruts
K_V	-	Fonction d'étalonnage du CFV
λ	-	Facteur d'excédent d'air
m_b	mg	Masse des particules recueillies dans le diluant
m_d	kg	Masse de l'échantillon du diluant étant passé à travers les filtres de collecte des particules
m_{ed}	kg	Masse totale des gaz d'échappement dilués sur tout le cycle
m_{edf}	kg	Masse des gaz d'échappement dilués équivalents sur tout le cycle
m_{ew}	kg	Masse totale de gaz d'échappement sur tout le cycle
m_{ex}	kg	Masse totale de gaz d'échappement dilués extraits du tunnel de dilution pour le prélèvement de mesure du nombre de particules
m_f	mg	Masse du filtre de collecte des particules
m_{gas}	g	Masse des émissions gazeuses sur tout le cycle
m_p	mg	Masse des particules recueillies
m_{pM}	g	Masse des émissions de particules sur tout le cycle
$m_{pM,corr}$	g/essai	Masse de particules corrigée pour tenir compte du débit de prélèvement extrait

<i>Symbole</i>	<i>Unité</i>	<i>Terme</i>
m_{se}	kg	Masse des gaz d'échappement prélevés sur tout le cycle
m_{sed}	kg	Masse des gaz d'échappement dilués passant par le tunnel de dilution
m_{sep}	kg	Masse des gaz d'échappement dilués passant par les filtres de collecte des particules
m_{ssd}	kg	Masse du diluant secondaire
M	Nm	Couple
M_a	g/mol	Masse molaire de l'air d'admission
M_d	g/mol	Masse molaire du diluant
M_e	g/mol	Masse molaire des gaz d'échappement
M_f	Nm	Couple absorbé par les auxiliaires/équipements à monter
M_{gas}	g/mol	Masse molaire des constituants gazeux
M_r	Nm	Couple absorbé par les auxiliaires/équipements à démonter
N	-	Nombre de particules émises sur le cycle d'essai
n	-	Nombre de mesures
n_r	-	Nombre de mesures avec la régénération
n	min ⁻¹	Régime de rotation du moteur
n_{hi}	min ⁻¹	Régime haut
n_{lo}	min ⁻¹	Régime bas
n_{pref}	min ⁻¹	Régime recommandé
n_p	tr/s	Régime de la pompe volumétrique
N_{cold}	-	Nombre total de particules émises sur le cycle d'essai WHTC à froid
N_{hot}	-	Nombre total de particules émises sur le cycle d'essai WHTC à chaud
N_{in}		Concentration de particules en amont
N_{out}		Concentration de particules en aval
p_a	kPa	Pression de vapeur saturante de l'air d'admission
p_b	kPa	Pression atmosphérique totale
p_d	kPa	Pression de vapeur saturante du diluant
p_p	kPa	Pression absolue
p_r	kPa	Pression de vapeur d'eau après le bain de refroidissement
p_s	kPa	Pression atmosphérique en conditions sèches

<i>Symbole</i>	<i>Unité</i>	<i>Terme</i>
P	kW	Puissance
P _f	kW	Puissance absorbée par les auxiliaires/ équipements à monter
P _r	kW	Puissance absorbée par les auxiliaires/ équipements à démonter
q _{ex}	kg/s	Débit massique de prélèvement de mesure du nombre de particules
q _{mad}	kg/s	Débit-masse d'air d'admission sur base sèche
q _{maw}	kg/s	Débit-masse d'air d'admission sur base humide
q _{mCe}	kg/s	Débit-masse de carbone dans les gaz d'échappement bruts
q _{mCf}	kg/s	Débit-masse de carbone dans le moteur
q _{mCp}	kg/s	Débit-masse de carbone dans le système de dilution du flux partiel
q _{mdew}	kg/s	Débit-masse des gaz d'échappement dilués en conditions humides
q _{mdw}	kg/s	Débit-masse du diluant en conditions humides
q _{medf}	kg/s	Débit-masse équivalent de gaz d'échappement dilués sur base sèche
q _{mew}	kg/s	Débit-masse de gaz d'échappement sur base humide
q _{mex}	kg/s	Débit-masse de prélèvement extrait du tunnel de dilution
q _{mf}	kg/s	Débit-masse du carburant
q _{mp}	kg/s	Débit-masse de gaz d'échappement entrant dans le système de dilution du flux partiel
q _{sw}	kg/s	Débit massique réintroduit dans le tunnel de dilution pour compenser le débit de prélèvement extrait
q _{vcvs}	m ³ /s	Débit-volume du prélèvement à volume constant
q _{vs}	dm ³ /min	Débit du système d'analyseur des gaz d'échappement
q _{vt}	cm ³ /min	Débit du gaz témoin
r ²	-	Coefficient de détermination
r _d	-	Taux de dilution
r _D	-	Rapport de diamètre du venturi subsonique
r _h	-	Facteur de réponse du FID aux hydrocarbures
r _m	-	Facteur de réponse du FID au méthanol

<i>Symbole</i>	<i>Unité</i>	<i>Terme</i>
r_p	-	Rapport de pression du venturi subsonique
r_s	-	Taux de prélèvement moyen
s		Écart type
ρ	kg/m ³	Densité
ρ_e	kg/m ³	Masse volumique des gaz d'échappement
σ	-	Écart type
T	K	Température absolue
T_a	K	Température absolue de l'air d'admission
t	s	Temps
t_{10}	s	Temps écoulé entre l'application du signal en échelon et l'affichage de 10 % de la valeur finale
t_{50}	s	Temps écoulé entre l'application du signal en échelon et l'affichage de 50 % de la valeur finale
t_{90}	s	Temps écoulé entre l'application du signal en échelon et l'affichage de 90 % de la valeur finale
u	-	Rapport entre les densités (ou les masses molaires) des constituants gazeux et du gaz d'échappement divisé par 1 000
V_0	m ³ /tr	Volume de gaz pompé par tour de la pompe volumétrique
V_s	dm ³	Volume net du banc d'analyse des gaz d'échappement
W_{act}	kWh	Travail du cycle d'essai effectif
$W_{act,cold}$	kWh	Travail effectif sur le cycle pendant la durée du cycle d'essai WHTC à froid conformément au paragraphe 7.8.6
$W_{act,hot}$	kWh	Travail effectif sur le cycle pendant la durée du cycle d'essai WHTC à chaud conformément au paragraphe 7.8.6
W_{ref}	kWh	Travail du cycle d'essai de référence
X_0	m ³ /tr	Fonction d'étalonnage de la pompe volumétrique

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 (H/C)
γ	Rapport molaire pour le soufre (S/C)
δ	Rapport molaire pour l'azote (N/C)
ε	Rapport molaire pour l'oxygène (O/C)

sur la base d'un carburant $CH_{\alpha}O_{\varepsilon}N_{\delta}S_{\gamma}$

3.4 Symboles et abréviations pour les constituants chimiques

C1	Hydrocarbures équivalents en carbone 1
CH ₄	Méthane
C ₂ H ₆	Éthane
C ₃ H ₈	Propane
CO	Monoxyde de carbone
CO ₂	Dioxyde de carbone
DOP	Di-octylphtalate
HC	Hydrocarbures
H ₂ O	Eau
HCNM	Hydrocarbures non méthaniques
NO _x	Oxydes d'azote
NO	Oxyde nitrique
NO ₂	Dioxyde d'azote
PM	Matières particulaires

3.5	Abréviations	
	CFV	Venturi-tuyère en régime critique
	CLD	Détecteur par chimiluminescence
	CVS	Prélèvement à volume constant
	deNO _x	Système de traitement aval des oxydes d'azote (NO _x)
	RGE	Recyclage des gaz d'échappement
	ET	Tube d'évaporation
	FID	Détecteur à ionisation de flamme
	FTIR	Analyseur infrarouge par transformation de Fourier
	CG	Chromatographie en phase gazeuse
	HCLD	Détecteur par chimiluminescence chauffé
	HFID	Détecteur à ionisation de flamme chauffé
	LDS	Spectromètre à diode laser
	GPL	Gaz de pétrole liquéfié
	NDIR	Analyseur infrarouge non dispersif
	GN	Gaz naturel
	NMC	Convertisseur de HCNM
	OT	Tuyau de sortie
	PDP	Pompe volumétrique
	% FS	Pourcentage de l'échelle
	PCF	Séparateur primaire granulométrique
	PFS	Système à flux partiel
	PNC	Compteur du nombre de particules
	PND	Dilueur du nombre de particules
	PTS	Système de transfert des particules
	PTT	Tube de transfert des particules
	SSV	Venturi subsonique
	VGT	Turbine à géométrie variable
	VPR	Séparateur de particules volatils
	WHSC	Cycle d'essai mondial harmonisé en conditions stabilisées
	WHTC	Cycle d'essai mondial harmonisé en conditions transitoires

4. Prescriptions générales
- Le système moteur doit être conçu, construit et installé de manière à permettre au moteur, en utilisation normale, de satisfaire aux prescriptions de la présente annexe pendant sa durée de service, telle qu'elle est définie dans le présent Règlement, y compris lorsqu'il est installé sur le véhicule.
5. Prescriptions fonctionnelles
- 5.1 Émission de polluants gazeux et particuliers
- Les émissions de polluants gazeux et particuliers du moteur doivent être déterminées conformément aux cycles d'essai WHTC et WHSC, tels qu'ils sont définis au paragraphe 7. Les systèmes de mesure doivent satisfaire aux conditions de linéarité énoncées au paragraphe 9.2 et aux caractéristiques énoncées au paragraphe 9.3 (mesure des émissions gazeuses), au paragraphe 9.4 (mesure des particules) et à l'appendice 2.
- D'autres systèmes ou analyseurs peuvent être approuvés par l'autorité d'homologation de type, s'il est démontré qu'ils donnent des résultats équivalents au sens du paragraphe 5.1.1.
- 5.1.1 Équivalence d'un système
- La détermination de l'équivalence d'un système doit s'appuyer sur une étude de corrélation portant sur sept paires d'échantillons (ou plus) entre le système envisagé et l'un des systèmes de la présente annexe.
- Par «résultats», on entend la valeur spécifique des émissions pondérées par cycle. Les essais de corrélation doivent être effectués par le même laboratoire, dans la même chambre d'essai et sur le même moteur et de préférence conjointement. L'équivalence des moyennes de paires d'échantillons doit être déterminée sur la base de statistiques de test-F et de test-t comme indiqué au paragraphe A.3.3 de l'appendice 3, obtenues dans la chambre d'essai et avec les conditions moteur décrites ci-dessus. Les valeurs aberrantes doivent être déterminées conformément à la norme ISO 5725 et exclues de la base de données. Les systèmes utilisés pour les essais de corrélation doivent être soumis à l'agrément de l'autorité d'homologation de type.
- 5.2 Famille de moteurs
- 5.2.1 Dispositions générales
- Une famille de moteurs est caractérisée par ses paramètres de conception. Ceux-ci doivent être communs à tous les moteurs d'une famille. Le constructeur de moteurs peut déterminer quels moteurs appartiennent à une famille, pour autant que les critères d'appartenance énumérés au paragraphe 5.2.3 soient respectés. La famille de moteurs doit être approuvée par l'autorité d'homologation de type. Le constructeur doit fournir à cette autorité les informations utiles relatives aux niveaux d'émissions des membres de cette famille.
- 5.2.2 Cas spéciaux
- Dans certains cas, il peut y avoir des interactions entre paramètres. Ce facteur doit être pris en considération afin que seuls les moteurs ayant des caractéristiques semblables en matière d'émissions d'échappement soient compris dans la même famille. Ces cas doivent être identifiés par le constructeur et notifiés à l'autorité d'homologation de type. Ils seront alors pris en considération comme critères pour l'établissement d'une nouvelle famille de moteurs.

Dans le cas de dispositifs ou de caractéristiques qui ne sont pas répertoriés au paragraphe 5.2.3, mais qui ont une forte incidence sur le niveau d'émissions, ces équipements doivent être identifiés par le constructeur conformément aux principes techniques reconnus et doivent être notifiés à l'autorité d'homologation de type. Ils seront alors pris en considération comme critères pour l'établissement d'une nouvelle famille de moteurs.

Outre les paramètres énumérés au paragraphe 5.2.3, le constructeur peut prendre en compte d'autres critères permettant de définir plus étroitement les familles. Ces paramètres ne sont pas nécessairement des paramètres qui influent sur le niveau d'émissions.

- 5.2.3 Paramètres définissant une famille de moteurs
 - 5.2.3.1 Cycle de fonctionnement
 - a) Cycle à deux temps;
 - b) Cycle à quatre temps;
 - c) Moteur à piston rotatif;
 - d) Autres.
 - 5.2.3.2 Configuration des cylindres
 - 5.2.3.2.1 Disposition des cylindres dans le bloc
 - a) V;
 - b) En ligne;
 - c) En étoile;
 - d) Autre (en F, en W, etc.).
 - 5.2.3.2.2 Entraxe entre cylindres

Les moteurs ayant un même bloc peuvent appartenir à la même famille pour autant que l'entraxe entre cylindres soit le même.
 - 5.2.3.3 Mode de refroidissement principal
 - a) Par air;
 - b) Par eau;
 - c) Par huile.
 - 5.2.3.4 Cylindrée unitaire
 - 5.2.3.4.1 Moteurs ayant une cylindrée unitaire supérieure ou égale à 0,75 dm³

Pour que des moteurs ayant une cylindrée unitaire supérieure ou égale à 0,75 dm³ soient considérés comme des membres d'une même famille, la plage de variation de leurs cylindrées unitaires ne doit pas dépasser 15 % de la plus forte cylindrée unitaire dans la famille.
 - 5.2.3.4.2 Moteurs ayant une cylindrée unitaire inférieure à 0,75 dm³

Pour que des moteurs ayant une cylindrée unitaire inférieure à 0,75 dm³ soient considérés comme des membres d'une même famille, la plage de variation de leurs cylindrées unitaires ne doit pas dépasser 30 % de la plus forte cylindrée unitaire dans la famille.

- 5.2.3.4.3 Moteurs ne répondant pas à ces limites de variation
- Les moteurs qui, du point de vue de la cylindrée unitaire, sortent des limites de variation définies aux paragraphes 5.2.3.4.1 et 5.2.3.4.2 peuvent être considérés comme des membres d'une même famille avec l'accord de l'autorité d'homologation de type. Cet accord doit se fonder sur des éléments techniques (calculs, simulations, résultats d'essais, etc.) démontrant que le dépassement des limites n'a pas d'incidence notable sur les émissions d'échappement.
- 5.2.3.5 Modes d'aspiration
- a) Aspiration naturelle;
 - b) Suralimentation;
 - c) Suralimentation avec refroidisseur intermédiaire.
- 5.2.3.6 Types de carburant
- a) Gazole;
 - b) Gaz naturel (GN);
 - c) Gaz de pétrole liquéfié (GPL);
 - d) Éthanol.
- 5.2.3.7 Types de chambre de combustion
- a) Chambre ouverte;
 - b) Chambre fractionnée;
 - c) Autres types.
- 5.2.3.8 Modes d'allumage
- a) Allumage commandé;
 - b) Allumage par compression.
- 5.2.3.9 Soupapes et conduits
- a) Configuration;
 - b) Nombre de soupapes par cylindre.
- 5.2.3.10 Modes d'alimentation en carburant
- a) Alimentation en carburant liquide
 - i) Pompe, tuyauterie (haute pression) et injecteur;
 - ii) Pompe en ligne ou à distributeur;
 - iii) Pompe unitaire ou injecteur unitaire;
 - iv) Rampe haute pression;
 - v) Carburateur(s);
 - vi) Autres.
 - b) Alimentation en carburant gazeux
 - i) Gaz;
 - ii) Liquide;

- iii) Mélangeurs;
 - iv) Autres.
 - c) Autres types.
- 5.2.3.11 Dispositifs divers
 - a) Système de recyclage des gaz d'échappement (RGE);
 - b) Injection d'eau;
 - c) Injection d'air;
 - d) Autres.
- 5.2.3.12 Stratégie de gestion électronique

La présence ou l'absence d'un module électronique de gestion sur le moteur est considérée comme un paramètre de base de la famille.

Dans le cas des moteurs à gestion électronique, le constructeur doit exposer les arguments techniques justifiant de regrouper ces moteurs dans une même famille, c'est-à-dire les raisons pour lesquelles il est prévisible que ces moteurs répondent aux mêmes exigences en matière d'émissions.

Ces éléments de décision peuvent être des calculs, des simulations, des estimations, une description des paramètres d'injection, des résultats d'essais, etc.

Exemples de paramètres commandés électroniquement:

 - a) Point d'injection ou point d'allumage;
 - b) Pression d'injection;
 - c) Injections multiples;
 - d) Pression de suralimentation;
 - e) Variation de géométrie sur la turbine;
 - f) Recyclage des gaz d'échappement.
- 5.2.3.13 Systèmes de traitement aval des gaz d'échappement

La présence individuelle ou combinée des dispositifs ci-après est considérée comme un critère d'appartenance à une famille de moteurs:

 - a) Catalyseur d'oxydation;
 - b) Catalyseur trifonctionnel;
 - c) Système de NO_x avec réduction sélective des NO_x (adjonction d'un agent réducteur);
 - d) Autre système de NO_x;
 - e) Filtre à particules avec régénération passive;
 - f) Filtre à particules avec régénération active;
 - g) Autres filtres à particules;
 - h) Autres dispositifs.

Lorsqu'un moteur a été homologué sans système de traitement aval, que ce soit en tant que moteur de base ou en tant que membre d'une famille, ce moteur, lorsqu'il est équipé d'un catalyseur d'oxydation, peut être inclus dans la même famille, s'il ne nécessite pas de carburant ayant des caractéristiques différentes.

Si un carburant ayant des caractéristiques différentes est utilisé (cas par exemple des filtres à particules nécessitant la présence d'additifs spéciaux dans le carburant pour le processus de régénération), la décision de l'inclure ou non dans la famille se fondera sur les éléments techniques communiqués par le constructeur. Ces éléments doivent indiquer que le niveau d'émissions prévu du moteur équipé respecte les valeurs limites s'appliquant aux moteurs non équipés.

Lorsqu'un moteur a été homologué avec un système de traitement aval, que ce soit en tant que moteur de base ou en tant que membre d'une famille dont le moteur de base est équipé du même système de traitement aval, ce moteur, lorsqu'il n'est pas équipé du système de traitement aval, ne doit pas être inclus dans la même famille.

5.2.4 Choix du moteur de base

5.2.4.1 Moteurs à allumage par compression

Une fois la famille de moteurs reconnue par l'autorité d'homologation de type, le moteur de base de la famille doit être sélectionné sur la base du critère primaire de la plus grande quantité de carburant injectée par course au régime déclaré du couple maximal. Si plusieurs moteurs répondent à ce critère primaire, le moteur de base doit être choisi en fonction du critère secondaire de la plus grande quantité de carburant injectée par course au régime nominal.

5.2.4.2 Moteurs à allumage commandé

Une fois la famille de moteurs reconnue par l'autorité d'homologation de type, le moteur de base doit être choisi en fonction du critère primaire de la plus grande cylindrée. Si plusieurs moteurs répondent à ce critère primaire, le moteur de base doit être choisi en fonction du critère secondaire, celui-ci étant sélectionné dans l'ordre de priorité suivant:

- a) La plus grande quantité de carburant par course au régime de la puissance nominale déclarée;
- b) La plus grande avance à l'allumage;
- c) Le plus faible taux de recyclage des gaz d'échappement.

5.2.4.3 Remarques concernant le choix du moteur de base

L'autorité d'homologation de type peut considérer que la meilleure manière de déterminer les émissions de la famille de moteurs dans le cas le plus défavorable consiste à essayer d'autres moteurs. Dans ce cas, le constructeur du moteur doit présenter les informations nécessaires pour permettre de déterminer les moteurs de la famille susceptibles d'avoir les niveaux d'émissions les plus élevés.

Si les moteurs de la famille incluent d'autres caractéristiques dont on peut considérer qu'elles ont une incidence sur les émissions d'échappement, ces caractéristiques doivent aussi être identifiées et prises en compte dans le choix du moteur de base.

Si les moteurs de la même famille satisfont aux mêmes valeurs d'émissions sur des durées de service différentes, ce point doit être pris en compte dans le choix du moteur de base.

6. Conditions d'essai

6.1 Conditions moteur

La température absolue (T_a) de l'air d'admission du moteur exprimée en Kelvin et la pression atmosphérique en conditions sèches (p_s) exprimée en kPa doivent être mesurées et le paramètre f_a doit être déterminé en fonction des dispositions qui suivent. Dans le cas des moteurs multicylindres ayant plusieurs collecteurs d'admission distincts, comme les moteurs à configuration en V, la température moyenne des différents collecteurs doit être mesurée. Le paramètre f_a doit être consigné dans les résultats d'essais. Pour améliorer la répétabilité et la reproductibilité des résultats d'essais, il est recommandé que le paramètre f_a soit choisi tel que $0,93 \leq f_a \leq 1,07$.

a) Moteurs à allumage par compression:

Moteurs à aspiration naturelle et moteurs à suralimentation mécanique:

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s} \right) \times \left(\frac{T_a}{298} \right)^{0,7} \quad (1)$$

Moteurs à turbocompresseur avec ou sans refroidisseur intermédiaire:

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s} \right)^{0,7} \times \left(\frac{T_a}{298} \right)^{1,5} \quad (2)$$

b) Moteurs à allumage commandé:

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s} \right)^{1,2} \times \left(\frac{T_a}{298} \right)^{0,6} \quad (3)$$

6.2 Moteurs à refroidisseur intermédiaire

La température de l'air d'admission doit être enregistrée; au régime nominal et à pleine charge elle doit se situer à ± 5 K de la température maximale de l'air d'admission spécifiée par le constructeur. La température du fluide de refroidissement doit être d'au moins 293 K (20 °C).

Si l'on utilise un dispositif du laboratoire d'essai ou un ventilateur extérieur, le débit du fluide de refroidissement doit être réglé de telle sorte que la température de l'air d'admission se situe à ± 5 K de la température maximale de l'air d'admission spécifiée par le constructeur au régime nominal et à pleine charge. La température et le débit du fluide de refroidissement du refroidisseur intermédiaire au point de consigne ci-dessus ne doivent pas être modifiés pendant tout le cycle d'essai, à moins que ces conditions ne causent un refroidissement excessif de l'air d'admission. Le volume du refroidisseur intermédiaire doit être déterminé sur la base des règles techniques reconnues et doit être représentatif de l'installation du moteur en service. L'équipement de laboratoire doit être conçu de façon à réduire le plus possible l'accumulation de condensat. Tout condensat accumulé doit être drainé et tous les drains doivent être hermétiquement fermés avant les essais de mesure des émissions.

Si le constructeur du moteur précise les limites de perte de pression de l'air traversant le refroidisseur, il doit être vérifié que la perte de pression aux conditions moteur spécifiées par le constructeur reste à l'intérieur de ces limites. La perte de pression doit être mesurée aux endroits spécifiés par le constructeur.

6.3 Puissance du moteur

La base de la mesure des émissions spécifiques est la puissance du moteur et le travail du cycle déterminés conformément aux paragraphes 6.3.1 à 6.3.5.

6.3.1 Généralités concernant l'installation du moteur

Le moteur doit être essayé avec les auxiliaires et les équipements énumérés à l'appendice 6.

Si les auxiliaires et les équipements ne sont pas installés comme prévu, leur puissance doit être prise en compte conformément aux paragraphes 6.3.2 à 6.3.5.

6.3.2 Auxiliaires et équipements devant être montés pour l'essai de mesure des émissions

S'il n'est pas possible d'installer sur le banc d'essai les auxiliaires et les équipements prévus conformément à l'appendice 6, la puissance qu'ils absorbent doit être déterminée et soustraite de la puissance mesurée du moteur (de référence et effective) sur la totalité de la plage de régimes moteur du WHTC et sur les vitesses d'essai du WHSC.

6.3.3 Auxiliaires et équipements devant être démontés pour l'essai

Lorsque des auxiliaires et équipements ne figurant pas parmi ceux qui doivent être montés conformément à l'appendice 6 ne peuvent pas être démontés, la puissance qu'ils absorbent peut être déterminée et ajoutée à la puissance mesurée du moteur (de référence et effective) sur la totalité de la plage de régimes moteur du WHTC et sur les vitesses d'essai du WHSC. Si cette valeur est supérieure à 3 % de la puissance maximale au régime d'essai, la preuve doit en être fournie à l'autorité d'homologation de type.

6.3.4 Détermination de la puissance absorbée par les auxiliaires

Il est nécessaire de déterminer la puissance absorbée par les auxiliaires et les équipements dans les cas suivants uniquement:

- a) Les auxiliaires et équipements qui doivent être montés conformément à l'appendice 6 ne sont pas montés sur le moteur;
et/ou
- b) Les auxiliaires et équipements qui ne figurent pas parmi ceux qui doivent être montés conformément à l'appendice 6 sont montés sur le moteur.

Les valeurs de la puissance absorbée par les auxiliaires et la méthode de calcul ou de mesure utilisées pour déterminer cette puissance doivent être soumises par le constructeur du moteur pour toute la plage de fonctionnement des cycles d'essai et approuvées par l'autorité d'homologation de type.

6.3.5 Travail au cours du cycle du moteur

Le calcul du travail de référence et du travail effectif au cours du cycle (voir par. 7.4.8 et 7.8.6) doit être effectué sur la base de la puissance du moteur conformément au paragraphe 6.3.1. Dans ce cas, P_f et P_r dans l'équation 4 sont nuls, et P est égal à P_m .

Si des auxiliaires ou des équipements sont installés conformément aux paragraphes 6.3.2 et 6.3.3, la puissance qu'ils absorbent doit être utilisée pour corriger comme suit chaque puissance instantanée $P_{m,i}$ au cours du cycle:

$$P_i = P_{m,i} - P_{f,i} + P_{r,i} \quad (4)$$

où:

$P_{m,i}$ est la puissance mesurée du moteur, en kW;

$P_{f,i}$ est la puissance absorbée par les auxiliaires/équipements à monter, en kW;

$P_{r,i}$ est la puissance absorbée par les auxiliaires/équipements à démonter, en kW.

6.4 Système d'admission d'air du moteur

Il convient d'utiliser un système d'admission d'air du moteur ou un système appartenant au laboratoire d'essai produisant une perte de pression de l'air d'admission se situant à ± 300 Pa de la valeur maximale spécifiée par le constructeur pour un filtre à air propre au régime nominal et à pleine charge. La pression statique différentielle correspondante doit être mesurée à l'endroit spécifié par le constructeur.

6.5 Système d'échappement du moteur

Il convient d'utiliser un système d'échappement du moteur ou un système appartenant au laboratoire d'essai produisant une contrepression à l'échappement se situant dans une fourchette comprise entre 80 et 100 % de la valeur maximale spécifiée par le constructeur au régime nominal et à pleine charge. Si la contrepression maximale est égale ou inférieure à 5 kPa, la valeur de réglage ne doit pas être située à moins de 1,0 kPa du maximum. Le système d'échappement doit être conforme aux conditions nécessaires pour le prélèvement des gaz d'échappement, comme indiqué aux paragraphes 9.3.10 et 9.3.11.

6.6 Moteur équipé d'un système de traitement aval des gaz d'échappement

Si le moteur est équipé d'un système de traitement aval des gaz d'échappement, le tuyau d'échappement doit avoir un diamètre identique à celui du tuyau de série, ou le diamètre spécifié par le constructeur, sur une longueur égale à au moins quatre diamètres de tuyau en amont de l'entrée de la section divergente contenant le dispositif de traitement aval. La distance entre la bride du collecteur d'échappement ou la bride de sortie du turbocompresseur et le dispositif de traitement aval doit être la même que sur le véhicule ou être conforme aux spécifications du constructeur concernant cette distance. La contrepression ou la restriction à l'échappement doit satisfaire aux critères énoncés plus haut et peut être réglée au moyen d'une soupape. Pour les dispositifs de traitement aval à contrepression variable, la contrepression maximale des gaz d'échappement doit être déterminée dans les conditions du système de traitement aval (niveau de rodage/vieillessement et de régénération/encrassement) spécifiées par le constructeur. Si la contrepression maximale est égale ou inférieure à 5 kPa, la valeur de réglage ne doit pas être située à moins de 1,0 kPa du maximum. L'enceinte contenant le dispositif de traitement aval peut être démontée lors des essais de préparation et de contrôle de la cartographie du moteur, et remplacée par une enceinte équivalente contenant un élément catalyseur passif.

Les émissions mesurées au cours du cycle d'essai doivent être représentatives des émissions en service. Dans le cas d'un moteur équipé d'un système de traitement aval nécessitant l'utilisation d'un réactif, le réactif utilisé pour tous les essais doit être indiqué par le constructeur.

Les moteurs équipés d'un système de traitement aval à régénération continue ne nécessitent pas de procédure d'essai spéciale, mais l'opération de régénération doit être démontrée conformément au paragraphe 6.6.1.

Pour les moteurs équipés d'un système de traitement aval avec régénération périodique, comme indiqué au paragraphe 6.6.2, les résultats d'émissions doivent être ajustés pour tenir compte des cycles de régénération. Dans ce cas, les émissions moyennes dépendent de la fréquence des cycles de régénération, et donc de la fraction de la durée des essais pendant laquelle il y a régénération.

6.6.1 Régénération continue

Les émissions doivent être mesurées sur un système de traitement aval dont les caractéristiques ont été stabilisées de manière à permettre la répétabilité des valeurs d'émissions mesurées. L'opération de régénération doit se produire au moins une fois au cours de l'essai WHTC de démarrage à chaud et le constructeur doit déclarer les conditions dans lesquelles la régénération a normalement lieu (charge en particules, température, contrepression d'échappement, etc.).

Afin de démontrer que l'opération de régénération est continue, il convient d'exécuter au moins trois essais WHTC de démarrage à chaud. Aux fins de cette démonstration, le moteur doit être mis en température conformément au paragraphe 7.4.1, subir une phase de stabilisation à chaud conformément au paragraphe 7.6.3 et subir le premier essai de démarrage à chaud du cycle transitoire WHTC. Les essais de démarrage à chaud suivants doivent être effectués après une phase de stabilisation à chaud conforme aux dispositions du paragraphe 7.6.3. Au cours des essais, les températures et les pressions des gaz d'échappement doivent être enregistrées (température en amont et en aval du système de traitement, contrepression d'échappement, etc.).

Si les conditions déclarées par le constructeur sont observées durant les essais et si les résultats des trois (ou plus) essais WHTC de démarrage à chaud ne donnent pas une dispersion supérieure à $\pm 25\%$ ou $0,005\text{ g/kWh}$, la plus grande de ces valeurs étant retenue, le système de traitement aval est considéré comme un système du type à régénération continue et les prescriptions générales d'essai des paragraphes 7.6 (WHTC) et 7.7 (WHSC) s'appliquent.

Si le système de traitement aval comporte un mode par défaut qui consiste en un passage à un mode de régénération périodique, il convient de le contrôler conformément aux dispositions du paragraphe 6.6.2. Dans ce cas particulier, les limites d'émissions applicables peuvent être dépassées et elles ne sont pas pondérées.

6.6.2 Régénération périodique

Pour un système de traitement aval des gaz d'échappement fonctionnant par régénération périodique, les émissions doivent être mesurées sur au moins trois essais WHTC de démarrage à chaud, un avec un cycle de régénération et deux sans cycle de régénération, sur un système de traitement aval dont les caractéristiques sont stabilisées, et les résultats doivent être pondérés conformément à l'équation 5.

L'opération de régénération doit avoir lieu au moins une fois pendant l'essai WHTC de démarrage à chaud. Le moteur peut être équipé d'un interrupteur inhibant ou permettant l'opération de régénération à condition que cette fonction n'ait pas d'incidence sur les réglages d'origine du moteur.

Le constructeur doit déclarer les conditions normales dans lesquelles l'opération de régénération a lieu (charge en particules, température, contrepression d'échappement, etc.) ainsi que la durée de l'opération. Il doit aussi communiquer la fréquence des cycles de régénération, à savoir le nombre d'essais pendant lesquels il y a régénération par rapport au nombre d'essais sans régénération. La méthode exacte pour déterminer cette fréquence doit être fondée sur les données concernant les moteurs en service et les règles techniques reconnues et doit être approuvée par l'autorité d'homologation de type ou de certification.

Le constructeur doit fournir un système de traitement aval qui a subi un traitement préliminaire d'encrassage de manière à ce que la régénération se produise au cours d'un essai WHTC. Aux fins de l'essai, le moteur doit être mis en température conformément au paragraphe 7.4.1, subir une phase de stabilisation à chaud conformément au paragraphe 7.6.3 et subir l'essai de démarrage à chaud du cycle transitoire WHTC. La régénération ne doit pas se produire durant la mise en température du moteur.

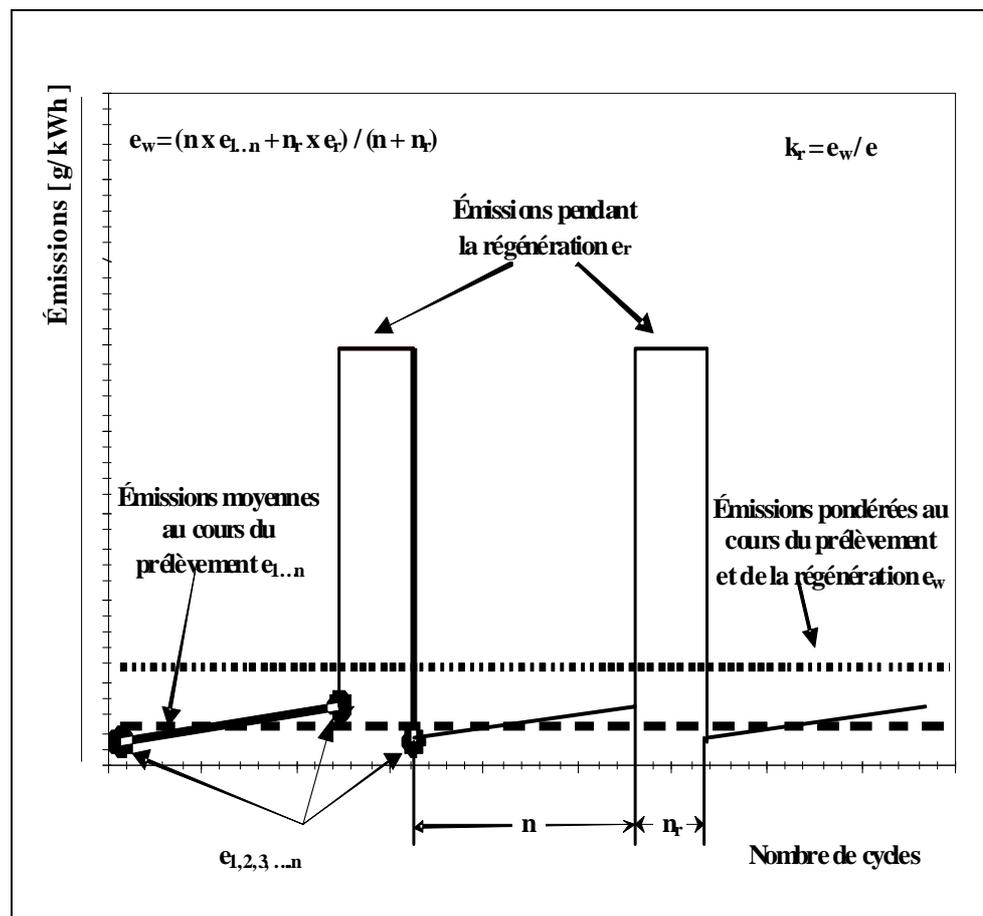
Les émissions spécifiques moyennes entre les phases de régénération doivent être déterminées sur la base de la moyenne arithmétique de plusieurs résultats d'essais WHTC de démarrage à chaud également espacés (g/kWh). Il convient au minimum d'exécuter au moins un essai WHTC de démarrage à chaud le plus tard possible avant un essai où il y a régénération et un essai WHTC de démarrage à chaud immédiatement après un tel essai. Le constructeur peut également communiquer des données démontrant que les émissions demeurent constantes ($\pm 25\%$ ou 0,005 g/kWh, la plus grande de ces deux valeurs étant retenue) entre les phases de régénération. Dans ce cas, on peut prendre en compte les émissions d'un seul essai WHTC de démarrage à chaud.

Au cours de l'essai où il y a régénération, toutes les données nécessaires pour détecter cette phase doivent être enregistrées (émissions de CO ou NO_x, température en amont et en aval du système de traitement, contrepression d'échappement, etc.).

Au cours de l'essai de régénération, les limites d'émissions applicables peuvent être dépassées.

La procédure d'essai est représentée à la figure 2.

Figure 2
Prise en compte de la régénération périodique dans les résultats



Les émissions lors de l'essai de démarrage à chaud WHTC doivent être pondérées comme suit:

$$e_w = \frac{n \times \bar{e} + n_r \times \bar{e}_r}{n + n_r} \quad (5)$$

où:

n est le nombre d'essais de démarrage à chaud WHTC sans régénération;

n_r est le nombre d'essais de démarrage à chaud WHTC avec régénération (un essai au minimum);

\bar{e} est la valeur moyenne des émissions spécifiques sans régénération, en g/kWh;

\bar{e}_r est la valeur moyenne des émissions spécifiques avec régénération, en g/kWh.

Pour la détermination de $\overline{e_r}$, les dispositions suivantes s'appliquent:

- a) Si la régénération dure plus longtemps qu'un essai WHTC de démarrage à chaud, une série d'essais complets WHTC de démarrage à chaud doit être exécutée, pendant laquelle les émissions continuent d'être mesurées, sans phase de stabilisation à chaud et sans arrêt du moteur, jusqu'à ce que la régénération soit achevée, et la moyenne des essais WHTC de démarrage à chaud doit être calculée;
- b) Si la régénération s'achève au cours de l'un quelconque des essais WHTC de démarrage à chaud, l'essai doit être poursuivi pendant toute sa durée.

En accord avec l'autorité d'homologation de type, il est possible d'appliquer un facteur de correction multiplicatif c) ou additif d) sur la base des règles techniques reconnues.

- c) Les facteurs de correction multiplicatifs sont calculés comme suit:

$$k_{r,u} = \frac{e_w}{e} \quad (\text{vers le haut}) \quad (6)$$

$$k_{r,d} = \frac{e_w}{e_r} \quad (\text{vers le bas}) \quad (6a)$$

- d) Les facteurs de correction additifs sont calculés comme suit:

$$k_{r,u} = e_w - e \quad (\text{vers le haut}) \quad (7)$$

$$k_{r,d} = e_w - e_r \quad (\text{vers le bas}) \quad (8)$$

Eu égard au calcul des émissions spécifiques visé au paragraphe 8.6.3, les facteurs d'ajustement de la régénération doivent être appliqués comme suit:

- e) Pour un essai sans régénération, $k_{r,u}$ doit, respectivement, être multiplié par la valeur e des émissions spécifiques ou lui être ajouté dans les équations 69 ou 70;
- f) Pour un essai avec régénération, $k_{r,d}$ doit, respectivement, être multiplié par la valeur e des émissions spécifiques ou lui être ajouté dans les équations 69 ou 70.

À la demande du constructeur, les facteurs de régénération appropriés:

- g) Peuvent être étendus à d'autres membres de la même famille de moteurs;
- h) Peuvent être étendus à d'autres familles de moteurs utilisant le même système de traitement aval, avec l'autorisation préalable de l'autorité d'homologation de type ou de certification, accordée sur la base d'une documentation technique fournie par le constructeur, démontrant que les émissions sont semblables.

6.7 Système de refroidissement

Il convient d'utiliser un système de refroidissement moteur d'une capacité suffisante pour maintenir le moteur aux températures de fonctionnement normales prescrites par le constructeur.

6.8 Lubrifiant moteur

Le lubrifiant moteur doit être spécifié par le constructeur et être représentatif des lubrifiants disponibles sur le marché; les spécifications du lubrifiant utilisé pour l'essai doivent être enregistrées et communiquées avec les résultats de l'essai.

6.9 Caractéristiques techniques du carburant de référence

Les carburants de référence sont énumérés à l'annexe 5.

La température du carburant doit être conforme aux recommandations du constructeur.

6.10 Émissions de gaz de carter

Les émissions de gaz de carter ne doivent pas être rejetées directement dans l'atmosphère ambiante, sauf dans le cas suivant: les moteurs équipés de turbocompresseurs, de pompes, de soufflantes ou de compresseurs de suralimentation pour l'admission d'air peuvent le faire à condition que ces émissions soient ajoutées aux émissions d'échappement (soit physiquement soit mathématiquement) lors de tous les essais de mesure des émissions. Les constructeurs qui font usage de cette exception doivent installer les moteurs de telle sorte que toutes les émissions de gaz de carter puissent être réacheminées vers le dispositif de prélèvement des émissions.

Au sens du présent paragraphe, les émissions de gaz de carter qui sont réacheminées vers le dispositif d'échappement en amont du système de traitement aval des émissions dans toutes les phases de fonctionnement ne sont pas considérées comme des émissions rejetées directement dans l'atmosphère ambiante.

Le système de renvoi des émissions de gaz de carter dans le système d'échappement en vue de la mesure des émissions doit remplir les conditions suivantes:

- a) Les tuyaux doivent avoir une paroi lisse, être électriquement conducteurs et ne pas être réactifs au contact des gaz de carter. Ils doivent en outre être aussi courts que possible;
- b) Les tuyaux utilisés dans le laboratoire pour recueillir les émissions de gaz de carter doivent présenter le minimum de coudes; lorsqu'un coude est inévitable, son rayon de courbure doit être aussi grand que possible;
- c) Les tuyaux utilisés dans le laboratoire pour recueillir les émissions de gaz de carter doivent être chauffés, dotés d'une paroi mince ou isolés, et doivent satisfaire aux spécifications du constructeur du moteur relatives à la contrepression dans le carter;
- d) Les tuyaux utilisés pour recueillir les émissions de gaz de carter doivent être raccordés au dispositif d'évacuation des gaz d'échappement bruts en aval de tout système de traitement aval, en aval de tout dispositif engendrant une contrepression, et suffisamment en amont des sondes de prélèvement pour permettre un mélange intime avec les gaz d'échappement du moteur avant le prélèvement. Le tuyau qui achemine les émissions de gaz de carter doit pénétrer jusque dans la veine libre de gaz d'échappement afin d'éviter les effets de couche limite et faciliter le brassage. L'orifice de sortie du tuyau acheminant les émissions de gaz de carter peut être orienté dans toute direction par rapport au flux des gaz d'échappement.

- 6.11 Les paragraphes 6.11.1 et 6.11.2 s'appliquent aux moteurs à allumage commandé alimentés à l'essence ou au carburant E85.
- 6.11.1 La pression dans le carter doit être mesurée pendant toute la durée des cycles d'essai, à un endroit approprié. La pression dans le collecteur d'admission doit être mesurée à ± 1 kPa près.
- 6.11.2 La conformité aux dispositions du paragraphe 6.10 est établie si, pour toute condition de mesure indiquée au paragraphe 6.11.1, la pression mesurée dans le carter ne dépasse pas la pression atmosphérique constatée au moment de la mesure.
7. Modes opératoires
- 7.1 Principes de la mesure des émissions
- Pour la mesure des émissions spécifiques, le moteur doit subir les cycles d'essai définis aux paragraphes 7.2.1 et 7.2.2. La mesure consiste à déterminer la masse des constituants présents dans les émissions d'échappement et le travail du cycle du moteur correspondant. Les constituants sont prélevés au moyen des méthodes décrites aux paragraphes 7.1.1 et 7.1.2.
- 7.1.1 Prélèvement continu
- Dans le cadre d'un prélèvement continu, la concentration des constituants est mesurée en continu à partir des émissions d'échappement brutes ou diluées. Cette concentration est multipliée par le débit continu des émissions d'échappement (brutes ou diluées) à l'endroit où les émissions sont prélevées, afin de déterminer le débit-masse. Les émissions de constituants sont continuellement cumulées sur l'ensemble du cycle. Cette somme correspond à la masse totale des constituants émis.
- 7.1.2 Prélèvement par lot
- Dans le cadre d'un prélèvement par lot, un échantillon de gaz d'échappement bruts ou dilués est prélevé en continu et stocké avant d'être mesuré. L'échantillon prélevé doit être proportionnel au débit des gaz d'échappement bruts ou dilués. La collecte des constituants gazeux dilués dans un sac et la collecte des matières particulaires sur un filtre sont des exemples d'application de la méthode de prélèvement par lot. Les concentrations recueillies par prélèvement par lot sont multipliées par la masse totale ou le débit-masse des gaz d'échappement (brutes ou diluées) d'où elles ont été extraites pendant le cycle d'essai. Ce produit est la masse totale ou le débit-masse des constituants émis. Pour le calcul de la concentration de matières particulaires, la quantité de matières particulaires déposées sur un filtre à partir des gaz d'échappement extraits proportionnellement doit être divisée par la quantité de gaz d'échappement filtrés.
- 7.1.3 Méthodes de mesure
- Le présent Règlement prévoit l'emploi de deux méthodes de mesure qui sont fonctionnellement équivalentes. L'une et l'autre peuvent être appliquées, aussi bien au cycle d'essai WHTC qu'au cycle WHSC:
- a) Les constituants gazeux sont prélevés en continu dans les gaz d'échappement bruts, et les particules sont mesurées au moyen d'un système à dilution du flux partiel;

- b) Les constituants gazeux et les particules sont mesurés à l'aide d'un système à dilution du flux total (système CVS).

Toute combinaison des deux principes (par exemple, mesure des constituants gazeux dans les gaz bruts et mesure des particules par dilution du flux total) est admise.

7.2 Cycles d'essai

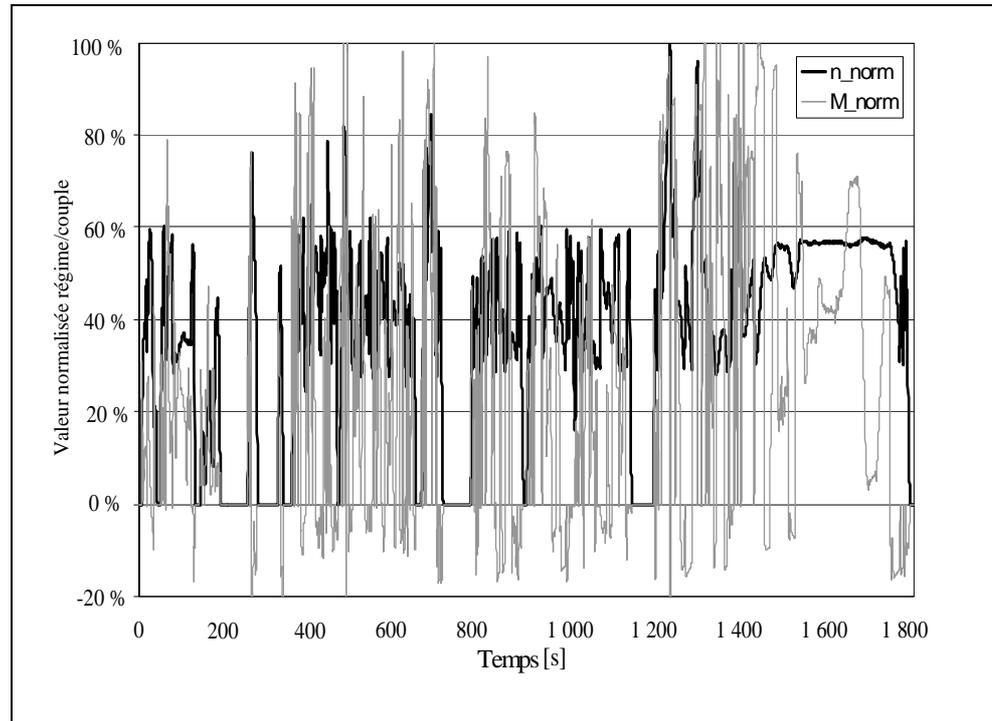
7.2.1 Cycle d'essai en conditions transitoires (WHTC)

Le cycle d'essai en conditions transitoires (WHTC) est décrit dans l'appendice 1 sous la forme d'une séquence seconde par seconde de valeurs normalisées de régime et de couple. Aux fins de l'exécution de l'essai dans une chambre d'essai, les valeurs normalisées doivent être converties en valeurs réelles pour le moteur visé, sur la base de la courbe de cartographie du moteur. Cette conversion est appelée dénormalisation, et le cycle d'essai ainsi établi est appelé cycle de référence du moteur à essayer. Avec ces valeurs de référence de régime et de couple, le cycle est exécuté dans la chambre d'essai, et les valeurs réelles de régime, de couple et de puissance sont enregistrées. Pour la validation de l'essai, une analyse de régression entre les valeurs de référence et les valeurs réelles de régime, de couple et de puissance doit être effectuée après ce dernier.

Pour le calcul des émissions spécifiques au banc, le travail effectif au cours du cycle doit être calculé par intégration de la puissance réelle du moteur au cours du cycle. Pour la validation du cycle, le travail effectif au cours du cycle doit être situé dans les limites du travail au cours du cycle de référence.

Pour les polluants gazeux, on peut utiliser le prélèvement continu (gaz d'échappement bruts ou dilués) ou le prélèvement par lot (gaz d'échappement dilués). L'échantillon contenant les particules doit être dilué avec un gaz diluant conditionné (tel que l'air ambiant), et les particules doivent être collectées sur un filtre unique approprié. Le cycle WHTC est représenté à la figure 3.

Figure 3
Cycle d'essai WHTC



7.2.2 Cycle d'essai en conditions stabilisées avec rampes de transition WHSC

Le cycle d'essai en conditions stabilisées avec rampes de transition WHSC se compose d'un certain nombre de modes de régime et de charge normalisés qui doivent être convertis en valeurs de références pour le moteur visé, sur la base de la courbe de cartographie du moteur. Le moteur doit fonctionner pendant la durée prescrite dans chaque mode, les changements de régime moteur et de charge devant se faire linéairement sur une durée de 20 ± 1 s. Pour la validation de l'essai, une analyse de régression entre les valeurs de référence et les valeurs réelles de régime, de couple et de puissance doit être effectuée après ce dernier.

La concentration de chaque polluant gazeux, le débit de gaz d'échappement et la puissance doivent être déterminés pendant tout le cycle d'essai. Les émissions de polluants gazeux peuvent être enregistrées en continu ou prélevées dans un sac de collecte. L'échantillon contenant les particules doit être dilué avec un gaz diluant conditionné (tel que l'air ambiant). Un seul échantillon doit être prélevé durant toute la procédure d'essai, et les particules doivent être collectées sur un filtre unique approprié.

Pour le calcul des émissions spécifiques au banc, le travail effectif au cours du cycle doit être calculé par intégration de la puissance réelle du moteur au cours du cycle.

Le cycle WHSC est détaillé au tableau 1. À l'exception du mode 1, chaque mode commence au point de départ de la rampe à partir du mode précédent.

Tableau 1
Cycle d'essai WHSC

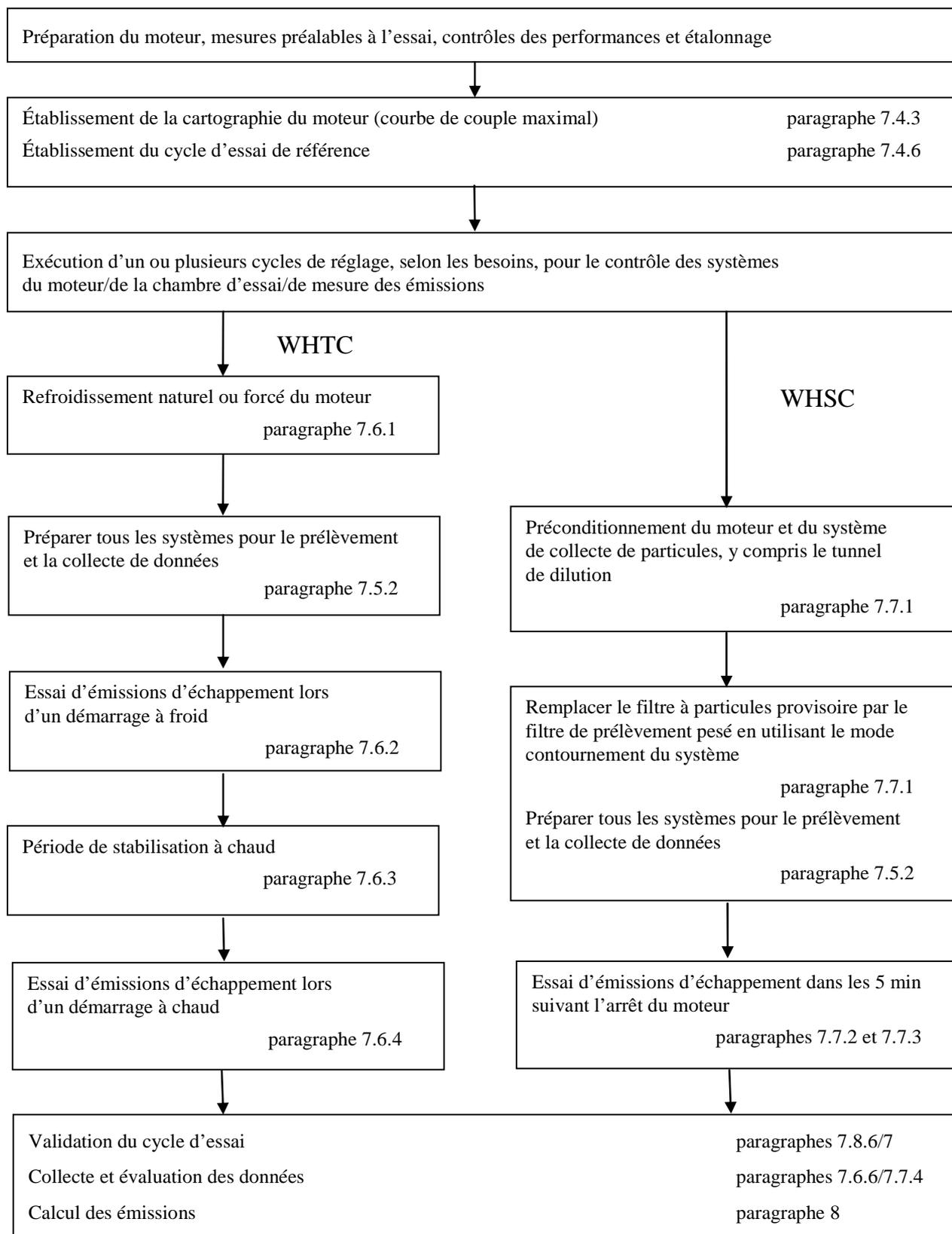
<i>Mode</i>	<i>Régime normalisé (%)</i>	<i>Couple normalisé (%)</i>	<i>Durée du mode (s), y compris la transition de 20 s</i>
1	0	0	210
2	55	100	50
3	55	25	250
4	55	70	75
5	35	100	50
6	25	25	200
7	45	70	75
8	45	25	150
9	55	50	125
10	75	100	50
11	35	50	200
12	35	25	250
13	0	0	210
Total			1 895

7.3 Instructions générales concernant la séquence d'essai

Le diagramme logique ci-après décrit dans les grandes lignes la procédure à suivre au cours des essais. Les caractéristiques détaillées de chaque étape sont décrites dans les paragraphes correspondants. Des écarts par rapport à la séquence recommandée sont autorisés en cas de besoin, mais les dispositions spécifiques des paragraphes pertinents doivent obligatoirement être appliquées.

Pour l'essai WHTC, la procédure d'essai comprend un essai de démarrage à froid suivant un refroidissement naturel ou bien un refroidissement forcé du moteur, une phase de stabilisation à chaud et un essai de démarrage à chaud.

Pour l'essai WHSC, la procédure d'essai comprend un essai de démarrage à chaud faisant suite à un conditionnement du moteur dans le mode 9 de l'essai WHSC.



- 7.4 Établissement de la cartographie du moteur et du cycle de référence
- Les mesures moteur préalables à l'essai, les contrôles de performances préalables du moteur et les opérations d'étalonnage préalables du système doivent être effectués avant l'exécution de la cartographie moteur, conformément au diagramme logique d'ensemble du paragraphe 7.3.
- En tant que base d'établissement du cycle de référence WHTC et WHSC, la cartographie du moteur fonctionnant à pleine charge doit être établie pour déterminer les courbes régime/couple maximal et régime/puissance maximale. La courbe de cartographie doit être utilisée pour dénormaliser le régime du moteur (par. 7.4.6) et le couple du moteur (par. 7.4.7).
- 7.4.1 Mise en température du moteur
- Le moteur doit être mis en température par fonctionnement entre 75 % et 100 % de sa puissance maximale, conformément aux recommandations du constructeur et aux pratiques reconnues. Vers la fin de la mise en température, le moteur doit fonctionner de manière à ce que les températures du liquide de refroidissement et de l'huile de lubrification se situent à ± 2 % près à leur valeur moyenne pendant au moins 2 min ou jusqu'à ce que le thermostat du moteur règle la température de celui-ci.
- 7.4.2 Détermination de la plage de régimes de la cartographie
- Le régime minimal et le régime maximal de la cartographie sont définis comme suit:
- Régime minimal = régime de ralenti
- Régime maximal = $n_{hi} \times 1,02$, ou régime où le couple à pleine charge tombe à 0, la valeur la plus basse étant retenue.
- 7.4.3 Traçage des courbes moteur
- Lorsque les conditions moteur sont stabilisées conformément au paragraphe 7.4.1, la cartographie est exécutée comme suit:
- Le moteur doit tourner à vide au régime de ralenti;
 - Le moteur doit fonctionner avec une demande maximale de puissance de l'opérateur au régime minimal de la cartographie;
 - Le régime doit être progressivement accéléré au taux moyen de $8 \pm 1 \text{ min}^{-1}/\text{s}$ depuis le régime minimal jusqu'au régime maximal de la cartographie, ou à un taux constant tel qu'il faille entre 4 et 6 min pour passer du régime minimal au régime maximal de la cartographie. Les points régime/couple sont enregistrés à une fréquence d'échantillonnage d'au moins un point par seconde.
- Lorsque l'option b) du paragraphe 7.4.7 est choisie pour déterminer les valeurs négatives du couple de référence, la courbe de cartographie peut continuer directement avec une demande minimale de puissance de l'opérateur depuis le régime maximal jusqu'au régime minimal de la cartographie.

7.4.4 Autres techniques de cartographie

Si un constructeur estime que les techniques de cartographie décrites ci-dessus présentent un risque pour le moteur ou ne sont pas représentatives pour un moteur donné, il peut appliquer d'autres techniques. Ces autres techniques doivent répondre à l'intention des procédures de cartographie spécifiées, à savoir déterminer le couple maximal disponible à tous les régimes moteur atteints au cours des cycles d'essai. Toute technique de cartographie s'écartant des techniques spécifiées dans le présent paragraphe pour des raisons de sécurité ou de représentativité doit être approuvée par l'autorité d'homologation de type avec les motifs de son application. En aucun cas, toutefois, la courbe de couple ne doit être tracée en suivant un régime décroissant pour les moteurs à régulateur ou à turbocompresseur.

7.4.5 Répétition des essais

Il n'est pas nécessaire d'établir une cartographie du moteur avant chaque cycle d'essai. Cette opération doit toutefois être exécutée avant un cycle d'essai si:

- a) En vertu d'une appréciation technique, un laps de temps excessif s'est écoulé depuis la dernière cartographie; ou
- b) Le moteur a subi des modifications physiques ou des modifications de réglage susceptibles d'influer sur ses performances.

7.4.6 Dénormalisation du régime moteur

Pour l'établissement des cycles de référence, les vitesses normalisées de l'appendice 1 (WHTC) et du tableau 1 (WHSC) doivent être dénormalisées au moyen de l'équation suivante:

$$n_{\text{ref}} = n_{\text{norm}} \times (0,45 \times n_{\text{lo}} + 0,45 \times n_{\text{pref}} + 0,1 \times n_{\text{hi}} - n_{\text{idle}}) \times 2,0327 + n_{\text{idle}} \quad (9)$$

Pour déterminer n_{pref} , on calcule l'intégrale du couple maximal de n_{idle} à n_{95h} à partir de la courbe déterminée conformément au paragraphe 7.4.3.

Les régimes du moteur représentés aux figures 4 et 5 sont définis comme suit:

- n_{norm} est le régime normalisé (voir l'appendice 1 et le tableau 1) divisé par 100;
- n_{lo} est le régime inférieur, où la puissance est égale à 55 % de la puissance maximale;
- n_{pref} est le régime où l'intégrale du couple maximal selon la cartographie est égale à 51 % de l'intégrale totale entre n_{idle} et n_{95h} ;
- n_{hi} est le régime supérieur, où la puissance est égale à 70 % de la puissance maximale;
- n_{idle} est le régime de ralenti;
- n_{95h} est le régime le plus élevé, où la puissance est égale à 95 % de la puissance maximale.

Pour les moteurs (principalement les moteurs à allumage commandé) ayant une courbe de régulation abrupte avec laquelle la coupure de l'alimentation en carburant ne permet pas de faire fonctionner le moteur jusqu'à n_{hi} ou n_{95h} , les dispositions suivantes s'appliquent:

- n_{hi} dans l'équation 9 est remplacé par $n_{\text{Pmax}} \times 1,02$;
- n_{95h} est remplacé par $n_{\text{Pmax}} \times 1,02$.

Figure 4
Définition des régimes d'essai

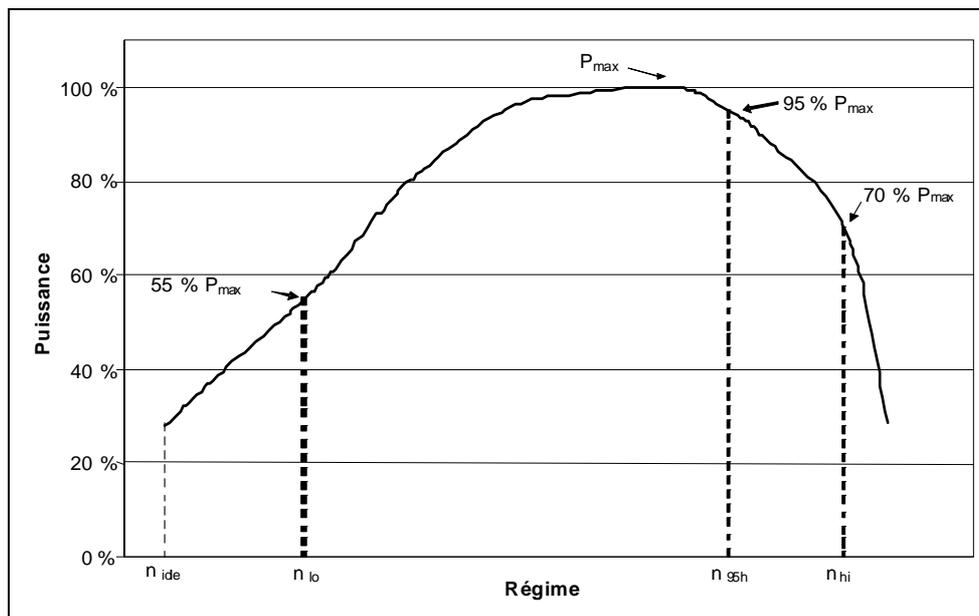
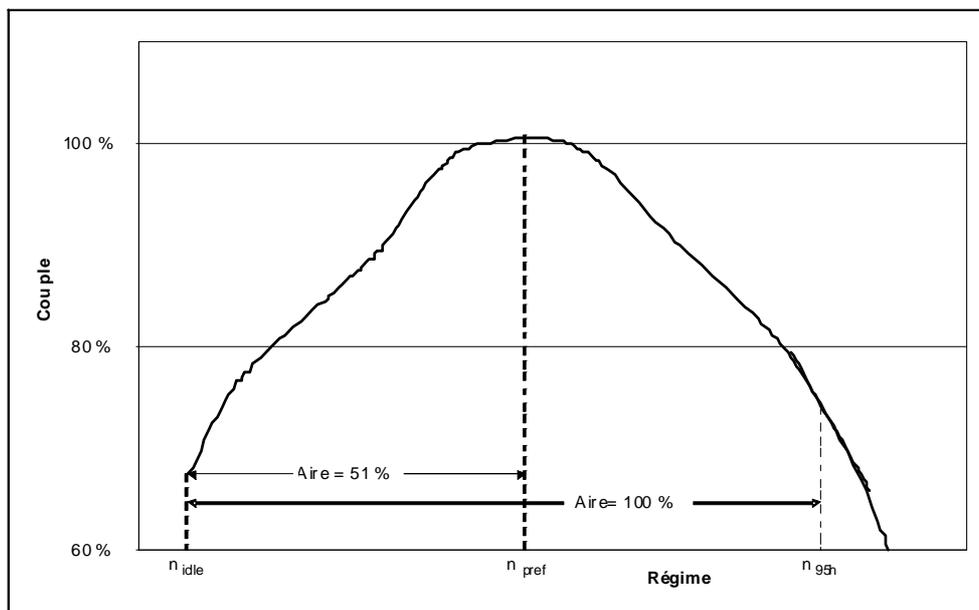


Figure 5
Définition de n_{pref}



7.4.7 Dénormalisation des valeurs du couple du moteur

Les valeurs de couple dans la fiche de programmation du banc moteur de l'appendice 1 (WHTC) et du tableau 1 (WHSC) sont normalisées au couple maximal au régime respectif. Pour l'établissement des cycles de référence, les valeurs de couple pour chaque valeur de référence de régime déterminées au paragraphe 7.4.6 doivent être dénormalisées au moyen de la courbe de conversion déterminée conformément au paragraphe 7.4.3, comme suit:

$$M_{\text{ref},i} = \frac{M_{\text{norm},i}}{100} \times M_{\text{max},i} + M_{f,i} - M_{r,i} \quad (10)$$

où:

$M_{\text{norm},i}$ est le couple normalisé, en %;

$M_{\text{max},i}$ est le couple maximal d'après la courbe de conversion, en Nm;

$M_{f,i}$ est le couple absorbé par les auxiliaires/équipements à monter, en Nm;

$M_{r,i}$ est le couple absorbé par les auxiliaires/équipements à démonter, en Nm.

Si les auxiliaires/équipements sont montés conformément au paragraphe 6.3.1 et à l'appendice 6, M_f et M_r sont nuls.

Pour l'établissement du cycle de référence, les valeurs de couple négatives des points «entraînement par le banc» («m» dans l'appendice 1) sont des valeurs de référence calculées selon une des méthodes ci-dessous:

- 40 % négatifs du couple positif disponible au point de régime associé;
- Cartographie du couple négatif requis pour l'entraînement du moteur entre le régime de cartographie maximal et le régime de cartographie minimal;
- Calcul du couple négatif requis pour l'entraînement du moteur aux régimes de ralenti et de n_{hi} et interpolation linéaire entre ces deux points.

7.4.8 Calcul du travail du cycle d'essai de référence

On détermine le travail du cycle d'essai de référence sur la durée du cycle en calculant, d'une manière synchrone, les valeurs instantanées pour la puissance du moteur à partir du régime de référence et du couple de référence, comme défini aux paragraphes 7.4.6 et 7.4.7. Les valeurs instantanées de la puissance du moteur doivent être intégrées sur la durée du cycle pour calculer le cycle de référence W_{ref} (kWh). Si les auxiliaires ne sont pas montés conformément aux dispositions du paragraphe 6.3.1, les valeurs instantanées de la puissance doivent être corrigées au moyen de l'équation 4 du paragraphe 6.3.5.

La même méthode doit être appliquée pour l'intégration de la puissance de référence et de la puissance effective. Lorsqu'il s'agit de déterminer des valeurs entre valeurs de référence ou valeurs mesurées adjacentes, on applique une interpolation linéaire. Pour l'intégration du travail effectif sur le cycle, toutes les valeurs de couple négatives doivent être ramenées à zéro et incluses. Si l'intégration est effectuée à une fréquence inférieure à 5 Hz et si, au cours d'un intervalle de temps donné, la valeur de couple passe de positive à négative ou de négative à positive, la portion négative doit être calculée et ramenée à zéro. La portion positive doit être incluse dans la valeur intégrée.

- 7.5 Opérations préalables à l'essai
- 7.5.1 Installation de l'équipement de mesure
- L'appareillage et les sondes de prélèvement doivent être installés conformément aux prescriptions. Le tuyau arrière d'échappement doit être raccordé au système de dilution du flux total, si celui-ci est utilisé.
- 7.5.2 Préparation de l'équipement de mesure pour le prélèvement
- Les opérations suivantes doivent être exécutées avant le début du prélèvement des émissions:
- a) Des contrôles d'étanchéité doivent être effectués au cours des 8 h précédant le prélèvement des émissions, conformément au paragraphe 9.3.4;
 - b) Pour le prélèvement par lot, des moyens de stockage propres, tels que des sacs vidés d'air, doivent être raccordés au système de prélèvement;
 - c) Chaque instrument de mesure doit être mis en marche conformément aux instructions du constructeur et aux règles de l'art;
 - d) Les systèmes de dilution, les pompes de prélèvement, les ventilateurs et le système de collecte des données doivent être mis en marche;
 - e) Le débit d'écoulement des échantillons doit être réglé de façon à atteindre le niveau souhaité, en utilisant un écoulement dérivé s'il y a lieu;
 - f) Les échangeurs de chaleur présents dans le système de prélèvement doivent être préchauffés ou prérefroidis de sorte que leur température se situe à l'intérieur de la plage de températures de fonctionnement prévue pour l'essai;
 - g) Les éléments chauffés ou refroidis, tels que les conduites de prélèvement, les filtres, les refroidisseurs et les pompes, doivent pouvoir être stabilisés à leur température de fonctionnement;
 - h) Le flux du système de dilution des émissions d'échappement doit être mis en marche au moins 10 min avant une séquence d'essai;
 - i) Tous les dispositifs électroniques d'intégration doivent être mis à zéro ou remis à zéro avant le début de toute période d'essai.
- 7.5.3 Vérification des analyseurs de gaz
- Les plages de mesure des analyseurs de gaz doivent être sélectionnées. Les analyseurs d'émissions dotés d'une fonction de sélection automatique ou manuelle de la plage de mesure sont autorisés. Pendant le cycle d'essai, la plage de mesure des analyseurs d'émissions ne doit pas être changée. Il en va de même pour la valeur de gain de l'amplificateur opérationnel analogique de l'analyseur.
- La réponse au zéro et la réponse au point final doivent être déterminées pour tous les analyseurs à l'aide de gaz internationalement traçables qui satisfont aux spécifications du paragraphe 9.3.3. Les analyseurs FID doivent être étalonnés sur une base carbone 1 (C1).

- 7.5.4 Préparation du filtre de collecte des particules
- Une heure au moins avant l'essai, chaque filtre doit être déposé dans une boîte de Pétri protégée contre la contamination par les poussières mais permettant la circulation de l'air, et placée dans une chambre de pesée pendant une période de stabilisation. À la fin de cette période, chaque filtre est pesé, et la tare est enregistrée. Le filtre est ensuite stocké dans une boîte de Pétri fermée ou dans un porte-filtre scellé jusqu'à l'essai. Le filtre doit être utilisé dans les 8 h suivant son retrait de la chambre de pesée.
- 7.5.5 Réglage du système de dilution
- Le débit total de gaz d'échappement dilués dans un système de dilution du flux total ou le débit de gaz d'échappement dilués dans un système de dilution du flux partiel doit être réglé de manière à éviter toute condensation d'eau dans le système et à obtenir une température maximale au droit du filtre comprise entre 315 et 325 K (42 et 52 °C).
- 7.5.6 Mise en marche du système de collecte des particules
- Le système de collecte des particules doit être mis en marche et réglé sur le mode dérivation. Le niveau ambiant de particules dans le diluant peut être déterminé par prélèvement du diluant en amont de l'entrée des gaz d'échappement dans le tunnel de dilution. La mesure peut se faire avant ou après l'essai. Si elle a lieu au début et à la fin du cycle, on peut établir la moyenne des valeurs. En cas d'utilisation d'un système de prélèvement différent pour la mesure de la concentration ambiante, la mesure doit se faire parallèlement à l'essai lui-même.
- 7.6 Exécution du cycle WHTC
- 7.6.1 Refroidissement du moteur
- Il est possible de procéder à un refroidissement naturel ou forcé. Pour un refroidissement forcé, on utilise une méthode conforme aux règles techniques reconnues, telle que le soufflage d'air froid sur le moteur, la circulation d'huile froide dans le circuit de graissage du moteur, le refroidissement du liquide de refroidissement dans le circuit du moteur et l'extraction de la chaleur d'un système de traitement aval. Dans le cas d'un refroidissement forcé du système de traitement aval, l'air de refroidissement ne doit pas être appliqué avant que ce système ne soit tombé au-dessous de sa température d'activation catalytique. L'emploi d'une méthode de refroidissement donnant des résultats d'émissions non représentatifs n'est pas admis.
- 7.6.2 Essai de démarrage à froid
- L'essai de démarrage à froid s'effectue lorsque les températures du lubrifiant moteur, du liquide de refroidissement et du système de traitement aval sont toutes comprises entre 293 et 303 K (20 et 30 °C). Le moteur doit être démarré de l'une des façons suivantes:
- Comme recommandé par le constructeur dans le manuel d'utilisation, c'est-à-dire au moyen du démarreur de série et d'une batterie chargée ou d'un système d'alimentation extérieur;
 - Au moyen du dynamomètre. Le moteur est entraîné par le banc à sa vitesse normale de démarrage en service $\pm 25\%$. L'entraînement doit être coupé dans un délai de 1 s après le démarrage du moteur. Si le moteur ne démarre pas après 15 s d'entraînement, on interrompt

celui-ci et on recherche la raison de l'échec du démarrage, à moins que le manuel d'utilisation ou le manuel de service et de réparation n'indiquent qu'une durée de démarrage plus longue est normale.

7.6.3 Période de stabilisation à chaud

Immédiatement après l'exécution de l'essai de démarrage à froid, le moteur doit être conditionné pour l'essai de démarrage à chaud. Pour cela, on le soumet à une période de stabilisation à chaud d'une durée de 10 ± 1 min.

7.6.4 Essai de démarrage à chaud

On démarre le moteur à la fin de la période de stabilisation à chaud (voir le paragraphe 7.6.3) en appliquant l'une des méthodes de démarrage décrites au paragraphe 7.6.2.

7.6.5 Séquence d'essai

La séquence d'essai de l'essai de démarrage à froid et de l'essai de démarrage à chaud commence lors du démarrage du moteur. Le moteur une fois démarré, l'exécution du cycle doit être lancée de telle sorte que le fonctionnement du moteur corresponde au premier point de consigne du cycle.

L'essai WHTC est exécuté conformément au cycle de référence tel qu'il est décrit au paragraphe 7.4. Les valeurs de consigne de régime et de couple sont émises à une fréquence égale ou supérieure à 5 Hz (valeur recommandée: 10 Hz). Les valeurs de consigne sont déterminées par interpolation linéaire entre les valeurs de consigne à 1 Hz du cycle de référence. Les valeurs réelles de régime et de couple doivent être enregistrées au moins une fois par seconde (fréquence 1 Hz) pendant le cycle d'essai, les signaux pouvant être filtrés électroniquement.

7.6.6 Collecte des données d'émissions pertinentes

Au début de la séquence d'essai, il convient de mettre en marche l'équipement de mesure et d'effectuer simultanément les opérations suivantes:

- a) Collecte ou analyse du diluant, si un système de dilution à flux total est utilisé;
- b) Collecte ou analyse des gaz d'échappement bruts ou dilués, selon la méthode utilisée;
- c) Mesure de la quantité de gaz d'échappement dilués ainsi que des températures et pressions requises;
- d) Enregistrement du débit-masse de gaz d'échappement, en cas d'analyse des gaz d'échappement bruts;
- e) Enregistrement des données effectives de régime et de couple du dynamomètre.

Si la mesure des émissions se fait sur les gaz d'échappement bruts, les concentrations de polluants (HC(NM), CO et NO_x) et le débit-masse de gaz d'échappement doivent être mesurés en continu et enregistrés avec une fréquence minimale de 2 Hz dans un système informatique. Toutes les autres données peuvent être enregistrées avec une fréquence minimale de 1 Hz. Avec les analyseurs analogiques, les caractéristiques de réponse doivent être enregistrées, et les données d'étalonnage peuvent être appliquées en ligne ou hors ligne au cours de l'évaluation des données.

Si la mesure s'effectue avec un système de dilution du flux total, les HC et les NO_x doivent être mesurés en continu dans le tunnel de dilution, avec une fréquence minimale de 2 Hz. Les concentrations moyennes sont déterminées par intégration des signaux de l'analyseur au cours du cycle d'essai. Le temps de réponse du système ne doit pas être supérieur à 20 s, et il doit être coordonné si nécessaire avec les fluctuations de débit du système de prélèvement à volume constant (CVS) et les décalages s'appliquant à la durée de prélèvement et au cycle d'essai. Les valeurs pour le CO, le CO₂ et les HCNM peuvent être déterminées par intégration des signaux de mesure en continu ou par analyse des concentrations recueillies dans le sac de prélèvement au cours du cycle. Les concentrations de polluants gazeux dans le diluant doivent être déterminées en amont du point où les gaz d'échappement entrent dans le tunnel de dilution, par intégration ou par collecte dans le sac de prélèvement pour les concentrations ambiantes. Tous les autres paramètres à mesurer doivent être enregistrés avec une fréquence minimale d'une mesure par seconde (1 Hz).

7.6.7 Collecte des particules

Au début de la séquence d'essai, le système de collecte des particules doit être retiré du mode dérivation pour être placé en mode collecte.

Si l'on utilise un système de dilution du flux partiel, la ou les pompes de prélèvement doivent être réglées de telle manière que le débit dans la sonde de prélèvement ou dans le tube de transfert soit proportionnel au débit-masse de gaz d'échappement tel que déterminé au paragraphe 9.4.6.1.

Si l'on utilise un système de dilution du flux total, la ou les pompes de prélèvement doivent être réglées de telle manière que le débit dans la sonde de prélèvement ou dans le tube de transfert soit maintenu à une valeur située à $\pm 2,5$ % de la valeur de réglage. S'il existe une compensation du débit (commande proportionnelle du débit de prélèvement), il doit être démontré que le rapport du débit du tunnel principal à celui du prélèvement ne s'écarte pas de plus de $\pm 2,5$ % de la valeur de réglage (à l'exception des 10 premières secondes de prélèvement). Les valeurs moyennes de température et de pression aux compteurs de gaz ou à l'entrée des instruments de mesure du débit doivent être enregistrées. Si le débit de réglage ne peut pas être maintenu pendant le cycle complet à $\pm 2,5$ % près à cause de l'encrassement du filtre, il convient d'annuler l'essai. L'essai doit alors être répété avec un débit de prélèvement plus faible.

7.6.8 Calage du moteur et défaut de fonctionnement de l'équipement

Si le moteur cale à un stade quelconque de l'essai de démarrage à froid, l'essai doit être annulé. Le moteur doit alors subir un préconditionnement et être redémarré conformément aux dispositions du paragraphe 7.6.2, et l'essai doit être répété.

Si le moteur cale à un stade quelconque de l'essai de démarrage à chaud, celui-ci doit être annulé. Après une période de stabilisation à chaud, conformément aux dispositions du paragraphe 7.6.3, l'essai de démarrage à chaud doit être répété. Dans ce cas de figure, l'essai de démarrage à froid ne doit pas être répété.

Si un défaut de fonctionnement de l'un quelconque des appareils d'essai prescrits se produit au cours du cycle d'essai, l'essai doit être annulé et répété conformément aux dispositions ci-dessus.

- 7.7 Exécution du cycle WHSC
- 7.7.1 Préconditionnement du système de dilution et du moteur
- Le système de dilution et le moteur sont mis en marche et portés à la température requise conformément au paragraphe 7.4.1. Après la mise en température, le moteur et le système de prélèvement sont preconditionnés en faisant fonctionner le moteur dans le mode 9 (voir par. 7.2.2, tableau 1) pendant une durée minimale de 10 min, le système de dilution étant simultanément en fonction. Des échantillons provisoires de particules peuvent être collectés. À cette fin, les filtres n'ont pas à être stabilisés ni pesés, et ils peuvent être mis au rebut après usage. Les débits doivent être réglés approximativement aux valeurs de débit prévues pour l'essai. Le moteur doit être arrêté après le preconditionnement.
- 7.7.2 Démarrage du moteur
- 5 ± 1 min après la fin du preconditionnement dans le mode 9, comme indiqué au paragraphe 7.7.1, on démarre le moteur conformément aux instructions du constructeur dans le manuel d'utilisation, c'est-à-dire au moyen du démarreur de série, ou bien par entraînement par le banc, conformément au paragraphe 7.6.2.
- 7.7.3 Séquence d'essai
- La séquence d'essai commence après le démarrage du moteur et dans un délai de 1 min à compter du moment où il est vérifié que le fonctionnement du moteur correspond au premier mode du cycle (ralenti).
- L'essai WHSC doit être exécuté conformément à l'ordre des modes d'essai indiqué au tableau 1 du paragraphe 7.2.2.
- 7.7.4 Collecte des données d'émissions pertinentes
- Au début de la séquence d'essai, il convient de mettre en marche l'équipement de mesure et d'effectuer simultanément les opérations suivantes:
- Collecte ou analyse du diluant, si un système de dilution à flux total est utilisé;
 - Collecte ou analyse des gaz d'échappement bruts ou dilués, selon la méthode utilisée;
 - Mesure de la quantité de gaz d'échappement dilués ainsi que des températures et pressions requises;
 - Enregistrement du débit-masse de gaz d'échappement, en cas d'analyse des gaz d'échappement bruts;
 - Enregistrement des données effectives de régime et de couple du dynamomètre.
- Si la mesure des émissions se fait sur les gaz d'échappement bruts, les concentrations de polluants (HC(NM), CO et NO_x) et le débit-masse de gaz d'échappement doivent être mesurés en continu et enregistrés avec une fréquence minimale de 2 Hz dans un système informatique. Toutes les autres données peuvent être enregistrées avec une fréquence minimale de 1 Hz. Avec les analyseurs analogiques, les caractéristiques de réponse doivent être enregistrées, et les données d'étalonnage peuvent être appliquées en ligne ou hors ligne au cours de l'évaluation des données.

Si la mesure s'effectue avec un système de dilution du flux total, les HC et les NO_x doivent être mesurés en continu dans le tunnel de dilution, avec une fréquence minimale de 2 Hz. Les concentrations moyennes sont déterminées par intégration des signaux de l'analyseur au cours du cycle d'essai. Le temps de réponse du système ne doit pas être supérieur à 20 s, et il doit être coordonné si nécessaire avec les fluctuations de débit du système de prélèvement à volume constant (CVS) et les décalages s'appliquant à la durée de prélèvement et au cycle d'essai. Les valeurs pour le CO, le CO₂ et les HCNM peuvent être déterminées par intégration des signaux de mesure en continu ou par analyse des concentrations recueillies dans le sac de prélèvement au cours du cycle. Les concentrations de polluants gazeux dans le diluant doivent être déterminées en amont du point où les gaz d'échappement entrent dans le tunnel de dilution, par intégration ou par collecte dans le sac de prélèvement pour les concentrations ambiantes. Tous les autres paramètres à mesurer doivent être enregistrés avec une fréquence minimale d'une mesure par seconde (1 Hz).

7.7.5 Collecte des particules

Au début de la séquence d'essai, le système de collecte des particules doit être retiré du mode dérivation pour être placé en mode collecte. Si l'on utilise un système de dilution du flux partiel, la ou les pompes de prélèvement doivent être réglées de telle manière que le débit dans la sonde de prélèvement ou dans le tube de transfert soit proportionnel au débit-masse de gaz d'échappement tel que déterminé au paragraphe 9.4.6.1.

Si l'on utilise un système de dilution du flux total, la ou les pompes de prélèvement doivent être réglées de telle manière que le débit dans la sonde de prélèvement ou dans le tube de transfert soit maintenu à une valeur située à $\pm 2,5$ % de la valeur de réglage. S'il existe une compensation du débit (commande proportionnelle du débit de prélèvement), il doit être démontré que le rapport du débit du tunnel principal à celui du prélèvement ne s'écarte pas de plus de $\pm 2,5$ % de la valeur de réglage (à l'exception des 10 premières secondes de prélèvement). Les valeurs moyennes de température et de pression aux compteurs de gaz ou à l'entrée des instruments de mesure du débit doivent être enregistrées. Si le débit de réglage ne peut pas être maintenu pendant le cycle complet à $\pm 2,5$ % près à cause de l'encrassement du filtre, il convient d'annuler l'essai. L'essai doit alors être répété avec un débit de prélèvement plus faible.

7.7.6 Calage du moteur et défaut de fonctionnement de l'équipement

Si le moteur cale à un stade quelconque du cycle, l'essai doit être annulé. Le moteur doit alors subir un préconditionnement conformément au paragraphe 7.7.1 et être redémarré conformément au paragraphe 7.7.2, et l'essai doit être répété.

En cas de défaut de fonctionnement de l'un quelconque des appareils d'essai prescrits au cours du cycle d'essai, l'essai doit être annulé et répété conformément aux dispositions ci-dessus.

- 7.8 Procédures exécutées après l'essai
- 7.8.1 Opérations exécutées après l'essai
 À la fin de l'essai, la mesure du débit-masse de gaz d'échappement, du volume de gaz d'échappement dilués et du débit de gaz prélevé dans les sacs de collecte et dans la pompe de prélèvement des particules est arrêtée. Dans le cas d'un analyseur intégrateur, le prélèvement doit se poursuivre jusqu'à ce que les temps de réponse du système se soient écoulés.
- 7.8.2 Vérification de l'échantillon proportionnel
 Pour tout prélèvement par lot proportionnel, tel que le prélèvement d'un sac de collecte ou un prélèvement de matières particulaires, il doit être vérifié que l'échantillon proportionnel a été maintenu conformément aux dispositions des paragraphes 7.6.7 et 7.7.5. Tout échantillon qui ne satisfait pas aux prescriptions doit être écarté.
- 7.8.3 Conditionnement et pesée des matières particulaires
 Les filtres à particules doivent être placés dans des récipients fermés par un couvercle ou scellés, ou les porte-filtres doivent être eux-mêmes fermés, de façon à protéger les filtres contre toute contamination ambiante. Ainsi protégés, les filtres doivent être ramenés dans la chambre de pesée et conditionnés pendant au moins 1 h, puis pesés conformément aux dispositions du paragraphe 9.4.5. Le poids brut des filtres doit être enregistré.
- 7.8.4 Vérification de la dérive
 Dès que possible mais au plus tard 30 min après l'achèvement du cycle d'essai, ou pendant la phase de stabilisation à chaud, la réponse au zéro et la réponse au point final des plages de l'analyseur de gaz utilisées doivent être déterminées. Aux fins du présent paragraphe, le cycle d'essai est défini comme suit:
- Pour le cycle WHTC: la séquence complète démarrage à froid – stabilisation à chaud – démarrage à chaud;
 - Pour l'essai de démarrage à chaud du cycle WHTC (par. 6.6): la séquence stabilisation à chaud – démarrage à chaud;
 - Pour l'essai de démarrage à chaud du cycle WHTC avec régénération multiple (par. 6.6): le nombre total d'essais de démarrage à chaud;
 - Pour le cycle WHSC: le cycle d'essai.
- En ce qui concerne la dérive de l'analyseur, les dispositions suivantes s'appliquent:
- Les réponses à la mise à zéro et à l'étalonnage avant et après l'essai peuvent être directement insérées dans l'équation 66 du paragraphe 8.6.1 sans que soit déterminée la dérive;
 - Si la dérive entre les résultats avant et après l'essai est inférieure à 1 % de la gamme des valeurs, les concentrations mesurées peuvent être utilisées sans correction, ou bien être corrigées en fonction de la dérive conformément au paragraphe 8.6.1;
 - Si la dérive entre les résultats avant et après l'essai est égale ou supérieure à 1 % de la gamme des valeurs, l'essai doit être annulé ou les concentrations mesurées doivent être corrigées en fonction de la dérive conformément au paragraphe 8.6.1.

7.8.5 Analyse des échantillons de gaz recueillis dans les sacs

Les opérations suivantes doivent être exécutées dès que possible:

- a) Les échantillons de gaz recueillis dans les sacs doivent être analysés au plus tard 30 min après l'achèvement de l'essai de démarrage à chaud, ou pendant la phase de stabilisation à chaud pour l'essai de démarrage à froid;
- b) Les concentrations résiduelles doivent être analysées au plus tard 60 min après l'achèvement de l'essai de démarrage à chaud.

7.8.6 Validation du travail sur le cycle

Avant de calculer le travail effectif sur le cycle, il convient d'ignorer les points enregistrés au cours du démarrage du moteur. Le travail effectif au cours du cycle doit être déterminé pendant le cycle d'essai, en utilisant d'une manière synchrone les valeurs de régime et de couple effectives afin de calculer les valeurs instantanées de la puissance du moteur. Les valeurs instantanées de la puissance du moteur doivent être intégrées sur la durée du cycle, aux fins du calcul du travail effectif du cycle, représenté par W_{act} (kWh). Si les auxiliaires ou les équipements ne sont pas montés conformément aux dispositions du paragraphe 6.3.1, les valeurs instantanées de la puissance doivent être corrigées au moyen de l'équation 4 du paragraphe 6.3.5.

La même méthode que celle décrite au paragraphe 7.4.8 doit être appliquée pour l'intégration de la puissance effective.

Le travail effectif au cours du cycle, W_{act} , est utilisé pour la comparaison avec le travail au cours du cycle de référence, W_{ref} , et pour le calcul des émissions spécifiques au banc (voir par. 8.6.3).

W_{act} doit se situer entre 85 % et 105 % de W_{ref} .

7.8.7 Statistiques permettant la validation du cycle d'essai

On doit effectuer des régressions linéaires des valeurs réelles (n_{act} , M_{act} , P_{act}) en fonction des valeurs de référence (n_{ref} , M_{ref} , P_{ref}), aussi bien pour le cycle WHTC que pour le cycle WHSC.

Afin de réduire le plus possible le biais résultant du décalage dans le temps entre les valeurs réelles et les valeurs de référence au cours du cycle, toute la séquence des signaux de régime et de couple réels peut être avancée ou retardée par rapport à la séquence des signaux de régime et de couple de référence. Si les signaux réels sont décalés, le régime et le couple doivent l'être de la même valeur et dans le même sens.

On applique la méthode des moindres carrés, l'équation de meilleur ajustement ayant la forme suivante:

$$y = a_1x + a_0 \quad (11)$$

où:

y est la valeur réelle du régime (min^{-1}), du couple (Nm) ou de la puissance (kW);

a_1 est la pente de la droite de régression;

x est la valeur de référence du régime (min^{-1}), du couple (Nm) ou de la puissance (kW);

a_0 est l'ordonnée à l'origine de la droite de régression.

L'erreur type d'estimation de y sur x et le coefficient de détermination (r^2) doivent être calculés pour chaque droite de régression.

Il est recommandé d'effectuer cette analyse à 1 Hz. Pour la validation d'un essai, il doit être satisfait aux critères du tableau 2 (WHTC) ou 3 (WHSC).

Tableau 2
Tolérances de la droite de régression pour le cycle WHTC

	<i>Régime</i>	<i>Couple</i>	<i>Puissance</i>
Erreur type d'estimation de y sur x	au maximum 5 % du régime d'essai maximal	au maximum 10 % du couple maximal du moteur	au maximum 10 % de la puissance maximale du moteur
Pente de la droite de régression, a_1	0,95 - 1,03	0,83 - 1,03	0,89 - 1,03
Coefficient de détermination, r^2	au minimum 0,970	au minimum 0,850	au minimum 0,910
Ordonnée à l'origine de la droite de régression, a_0	au maximum 10 % du régime de ralenti	± 20 nm ou ± 2 % du couple maximal, la valeur supérieure étant retenue	± 4 kW ou ± 2 % de la puissance maximale, la valeur supérieure étant retenue

Tableau 3
Tolérances de la droite de régression pour le cycle WHSC

	<i>Régime</i>	<i>Couple</i>	<i>Puissance</i>
Erreur type d'estimation de y sur x	au maximum 1 % du régime d'essai maximal	au maximum 2 % du couple maximal du moteur	au maximum 2 % de la puissance maximale du moteur
Pente de la droite de régression, a_1	0,99 - 1,01	0,98 - 1,02	0,98 - 1,02
Coefficient de détermination, r^2	au minimum 0,990	au minimum 0,950	au minimum 0,950
Ordonnée à l'origine de la droite de régression, a_0	au maximum 1 % du régime d'essai maximal	± 20 nm ou ± 2 % du couple maximal, la valeur supérieure étant retenue	± 4 kW ou ± 2 % de la puissance maximale, la valeur supérieure étant retenue

Pour les calculs de régression exclusivement, des omissions de points sont admises dans les cas prévus au tableau 4. Par contre, ces omissions ne sont pas autorisées pour le calcul du travail et des émissions au cours du cycle. L'omission de points peut être appliquée à l'ensemble du cycle ou à l'une de ses parties.

Tableau 4
Omissions de points admises dans l'analyse de régression

<i>Événement</i>	<i>Conditions</i>	<i>Omissions de points autorisées</i>
Demande minimale de l'opérateur (point de ralenti)	$n_{ref} = 0 \%$ et $M_{ref} = 0 \%$ et $M_{act} > (M_{ref} - 0,02 M_{max. \text{ mapped torque}})$ et $M_{act} < (M_{ref} + 0,02 M_{max. \text{ mapped torque}})$	régime et puissance
Demande minimale de l'opérateur (point d'entraînement par le banc)	$M_{ref} < 0 \%$	puissance et couple
Demande minimale de l'opérateur	$n_{act} \leq 1,02 n_{ref}$ et $M_{act} > M_{ref}$ ou $n_{act} > n_{ref}$ et $M_{act} \leq M_{ref}$ ou $n_{act} > 1,02 n_{ref}$ et $M_{ref} < M_{act} \leq M_{act} \leq (M_{ref} + 0,02 M_{max. \text{ mapped torque}})$	puissance et, soit couple, soit régime
Demande maximale de l'opérateur	$n_{act} < n_{ref}$ et $M_{act} \geq M_{ref}$ ou $n_{act} \geq 0,98 n_{ref}$ et $M_{act} < M_{ref}$ ou $n_{act} < 0,98 n_{ref}$ et $M_{ref} > M_{act} \geq (M_{ref} - 0,02 M_{max. \text{ mapped torque}})$	puissance et, soit couple, soit régime

8. Calcul des émissions

Le résultat d'essai définitif doit être arrondi en une seule fois au nombre de décimales indiqué par la norme d'émission 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 (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.

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

Le calcul des émissions sur une base molaire, conformément à l'annexe 7 du RTM 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.

8.1 Correction base sèche/base humide

Si les émissions sont mesurées en conditions sèches, la concentration mesurée doit être convertie aux conditions humides conformément à l'équation suivante:

$$c_w = k_w \cdot c_d \quad (12)$$

où:

c_d est la concentration en conditions sèches, exprimée en ppm ou en pourcentage en volume;

k_w est le facteur de correction base sèche/base humide ($k_{w,a}$, $k_{w,e}$ ou $k_{w,d}$, selon l'équation utilisée).

8.1.1 Gaz d'échappement bruts

$$k_{w,a} = \left(1 - \frac{1,2442 \times H_a + 111,19 \times w_{ALF} \times \frac{q_{mf,i}}{q_{mad,i}}}{773,4 + 1,2442 \times H_a + \frac{q_{mf,i}}{q_{mad,i}} \times k_f \times 1\,000} \right) \times 1,008 \quad (13)$$

ou

$$k_{w,a} = \left(1 - \frac{1,2442 \times H_a + 111,19 \times w_{ALF} \times \frac{q_{mf,i}}{q_{mad,i}}}{773,4 + 1,2442 \times H_a + \frac{q_{mf,i}}{q_{mad,i}} \times k_f \times 1\,000} \right) \left/ \left(1 - \frac{p_f}{p_b} \right) \right. \quad (14)$$

ou

$$k_{w,a} = \left(1 - \frac{1}{1 + a \times 0,005 \times (c_{CO_2} + c_{CO})} - k_{w1} \right) \times 1,008 \quad (15)$$

avec

$$k_{fw} = 0,055594 \times W_{ALF} + 0,0080021 \times W_{DEL} + 0,0070046 \times W_{EPS} \quad (16)$$

et

$$k_{w1} = \frac{1,608 \times H_a}{1\,000 + (1,608 \times H_a)} \quad (17)$$

où:

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

w_{ALF}	est la teneur en hydrogène du carburant, en pourcentage de la masse;
$q_{mf,i}$	est le débit-masse instantané de carburant, en kg/s;
$q_{mad,i}$	est le débit-masse instantané d'air d'admission sec, en kg/s;
p_r	est la pression de vapeur d'eau après le bain de refroidissement, en kPa;
p_b	est la pression atmosphérique totale, en kPa;
w_{DEL}	est la teneur en azote du carburant, en pourcentage de la masse;
w_{EPS}	est la teneur en oxygène du carburant, en pourcentage de la masse;
α	est le rapport molaire pour l'hydrogène du carburant;
c_{CO_2}	est la concentration de CO_2 en conditions sèches, exprimée en pourcentage;
c_{CO}	est la concentration de CO en conditions sèches, exprimée en pourcentage.

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).

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

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

avec

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times \left[H_d \times \left(1 - \frac{1}{D} \right) + H_a \times \left(\frac{1}{D} \right) \right]}{1\,000 + \left\{ 1,608 \times \left[H_d \times \left(1 - \frac{1}{D} \right) + H_a \times \left(\frac{1}{D} \right) \right] \right\}} \quad (20)$$

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 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).

8.1.3 Diluant

$$k_{w,d} = (1 - k_{w3}) \times 1,008 \quad (21)$$

avec

$$k_{w3} = \frac{1,608 \times H_d}{1000 + (1,608 \times H_d)} \quad (22)$$

où:

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

8.2 Correction des valeurs de l'oxyde d'azote pour l'humidité

Étant donné que les émissions d'oxyde d'azote dépendent des conditions atmosphériques ambiantes, les concentrations d'oxyde d'azote (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.

8.2.1 Moteurs à allumage par compression

$$k_{h,D} = \frac{15,698 \times H_a}{1000} + 0,832 \quad (23)$$

où:

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

8.2.2 Moteurs à allumage commandé

$$k_{h,G} = 0,6272 + 44,030 \times 10^{-3} \times H_a - 0,862 \times 10^{-3} \times H_a^2 \quad (24)$$

où:

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

8.3 Correction pour les effets de flottabilité du filtre à particules

La masse du filtre de collecte doit être corrigée compte tenu de sa flottabilité dans l'air. La correction de flottabilité dépend de la masse volumique du filtre, de la masse volumique de l'air et de la masse volumique des poids de tarage de la balance, et ne tient pas compte de la flottabilité des matières particulaires elles-mêmes. La correction de flottabilité s'applique à la fois à la masse à vide du filtre et à la masse brute du filtre.

Si la masse volumique du matériau du filtre n'est pas connue, les valeurs suivantes de masse volumique doivent être appliquées:

- Filtre en fibre de verre revêtu de PTFE: 2 300 kg/m³;
- Filtre à membrane en PTFE: 2 144 kg/m³;
- Filtre à membrane en PTFE avec anneau de support en polyméthylpentène: 920 kg/m³.

Pour les poids de tarage en acier inoxydable, on doit utiliser un matériau ayant une masse volumique de 8 000 kg/m³. Si le matériau est différent, sa masse volumique doit être connue.

L'équation ci-après doit être appliquée:

$$m_f = m_{\text{uncor}} \times \left(\frac{1 - \frac{\rho_a}{\rho_w}}{1 - \frac{\rho_a}{\rho_f}} \right) \quad (25)$$

avec

$$\rho_a = \frac{p_b \times 28,836}{8,3144 \times T_a} \quad (26)$$

où:

m_{uncor} est la masse du filtre à particules non corrigée, en mg;

ρ_a est la masse volumique de l'air, en kg/m^3 ;

ρ_w est la masse volumique du poids de tarage de la balance, en kg/m^3 ;

ρ_f est la masse volumique du filtre de collecte des particules, en kg/m^3 ;

p_b est la pression atmosphérique totale, en kPa;

T_a est la température de l'air ambiant à proximité de la balance, en K;

28,836 est la masse molaire de l'air à l'humidité de référence (282,5 K), en g/mol;

8,3144 est la constante molaire des gaz.

La masse m_p des particules collectées utilisée dans les paragraphes 8.4.3 et 8.5.3 est calculée comme suit:

$$m_p = m_{f,G} - m_{f,T} \quad (27)$$

où:

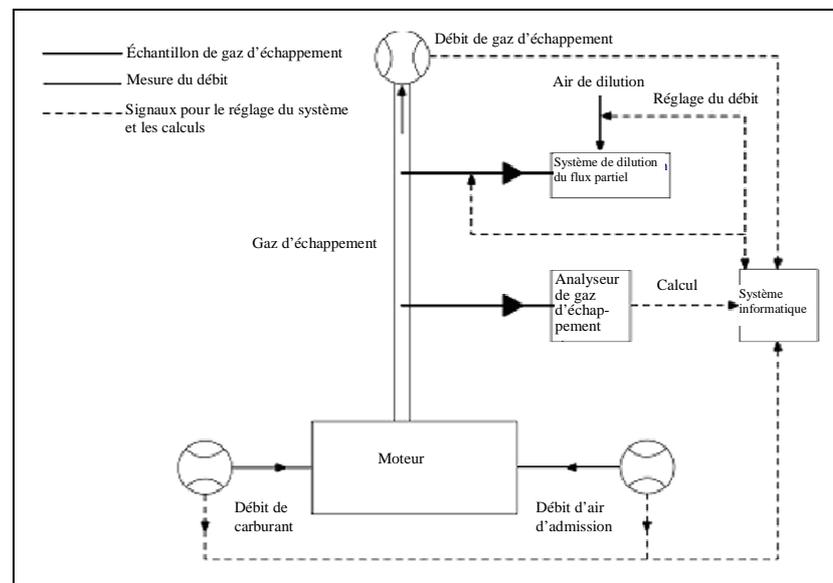
$m_{f,G}$ est la masse brute du filtre à particules corrigée des effets de la flottabilité, en mg;

$m_{f,T}$ est la masse à vide du filtre à particules corrigée des effets de la flottabilité, en mg.

8.4 Dilution du flux partiel et mesure des émissions gazeuses brutes

Les signaux instantanés indiquant la concentration des constituants gazeux sont utilisés pour le calcul des émissions-masse par multiplication par le débit-masse instantané de gaz d'échappement. Le débit-masse de gaz d'échappement peut être mesuré directement, ou bien calculé en appliquant la méthode de la mesure du débit d'air d'admission et de carburant, la méthode du gaz témoin ou la méthode de la mesure du débit d'air d'admission et du rapport air/carburant. Une attention particulière doit être portée au temps de réponse des différents appareils. Il doit être tenu compte des différences en effectuant un recalage des signaux dans le temps. En ce qui concerne les particules, les signaux de débit-masse de gaz d'échappement sont utilisés pour régler le système de dilution du flux partiel de manière à prélever un échantillon proportionnel au débit-masse de gaz d'échappement. La proportionnalité doit être contrôlée par application d'une analyse de régression entre échantillon et débit de gaz d'échappement, comme indiqué au paragraphe 9.4.6.1. Le schéma de principe du système complet est représenté à la figure 6.

Figure 6
Schéma de principe du système de mesure du débit brut/débit partiel



8.4.1 Détermination du débit-masse de gaz d'échappement

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-masse de gaz d'échappement. Pour déterminer le débit-masse 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.

8.4.1.2 Temps de réponse

Pour le calcul des émissions, le temps de réponse de l'une ou l'autre des méthodes décrites aux paragraphes 8.4.1.3 à 8.4.1.7 doit être égal ou inférieur au temps de réponse de l'analyseur, qui est inférieur ou égal à 10 s, comme prescrit au paragraphe 9.3.5.

Pour le réglage d'un système de dilution du flux partiel, une réponse plus rapide est nécessaire. Pour les systèmes de dilution du flux partiel à réglage en ligne, le temps de réponse doit être inférieur ou égal à 0,3 s. Pour les systèmes de dilution du flux partiel à réglage prédictif basé sur un essai préenregistré, le temps de réponse du système de mesure du débit de gaz d'échappement doit être inférieur ou égal à 5 s, avec un temps de montée inférieur ou égal à 1 s. Le temps de réponse du système doit être spécifié par le fabricant de l'appareillage. Les prescriptions relatives au temps de réponse pour le débit de gaz d'échappement et le système de dilution du flux partiel sont indiquées au paragraphe 9.4.6.1.

8.4.1.3 Méthode de la mesure directe

La mesure directe du débit instantané de gaz d'échappement doit s'effectuer au moyen de dispositifs tels que:

- a) Un dispositif de mesure des pressions différentielles, comme le débitmètre Venturi (pour plus de précisions, voir la norme ISO 5167);
- b) Un débitmètre à ultrasons;
- c) Un débitmètre à vortex.

Des précautions doivent être prises pour éviter des erreurs de mesure qui entraîneraient des erreurs sur les valeurs d'émissions. Il faut notamment veiller à installer soigneusement le dispositif dans le système d'échappement du moteur, conformément aux recommandations du fabricant et aux règles d'usage. Il faut aussi veiller à ce que les caractéristiques fonctionnelles et les valeurs d'émissions du moteur ne soient pas faussées par l'installation du dispositif.

Les débitmètres doivent satisfaire aux conditions de linéarité énoncées au paragraphe 9.2.

8.4.1.4 Méthode de la mesure du débit d'air et de carburant

Le débit d'air et le débit de carburant doivent être mesurés avec des débitmètres appropriés. Le calcul du débit instantané de gaz d'échappement s'effectue comme suit:

$$m_{ew,i} = q_{maw,i} + q_{mf,i} \quad (28)$$

où:

$q_{mew,i}$ est le débit-masse instantané de gaz d'échappement, en kg/s;

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

$q_{mf,i}$ est le débit-masse instantané de carburant, en kg/s.

Les débitmètres doivent satisfaire aux conditions de linéarité énoncées au paragraphe 9.2, tout en étant suffisamment précis pour satisfaire également aux conditions de linéarité pour la mesure du débit de gaz d'échappement.

8.4.1.5 Méthode de la mesure avec un gaz témoin

Cette méthode consiste à mesurer la concentration d'un gaz témoin dans les gaz d'échappement.

Une quantité connue d'un gaz inerte (hélium pur, par exemple) est injectée dans le flux de gaz d'échappement comme gaz témoin. Le gaz est mélangé et dilué aux gaz d'échappement, mais il ne doit pas réagir dans le tuyau d'échappement. La concentration de gaz témoin est ensuite mesurée dans l'échantillon de gaz d'échappement.

Pour qu'il y ait un mélange intime du gaz témoin, la sonde de prélèvement des gaz d'échappement doit être située à au moins 1 m, ou 30 fois le diamètre du tuyau d'échappement, la valeur la plus élevée étant retenue, en aval du point d'injection du gaz témoin. La sonde peut être située plus près du point d'injection si la condition du mélange intime est vérifiée par comparaison entre la concentration du gaz témoin et la concentration de référence lorsque le gaz est injecté plus en amont.

Le débit de gaz témoin doit être réglé de telle manière que la concentration de ce gaz au régime de ralenti après mélange soit inférieure à la valeur de pleine échelle de l'analyseur de gaz.

Le calcul du débit de gaz d'échappement s'effectue comme suit:

$$q_{\text{mew},i} = \frac{q_{\text{vt}} \times \rho_e}{60 \times (c_{\text{mix},i} - c_b)} \quad (29)$$

où:

$q_{\text{mew},i}$ est le débit-masse instantané de gaz d'échappement, en kg/s;

q_{vt} est le débit de gaz témoin, en cm^3/min ;

$c_{\text{mix},i}$ est la concentration instantanée de gaz témoin après mélange, en ppm;

ρ_e est la masse volumique des gaz d'échappement, en kg/m^3 (voir le tableau 5);

c_b est la concentration ambiante du gaz témoin dans l'air d'admission, en ppm.

La concentration ambiante du gaz témoin (c_b) peut être déterminée en calculant la moyenne des concentrations ambiantes mesurées immédiatement avant l'essai et après l'essai.

Si la concentration ambiante est inférieure à 1 % de la concentration du gaz témoin après mélange ($c_{\text{mix},i}$) au débit maximal de gaz d'échappement, elle peut être ignorée.

L'ensemble du système doit satisfaire aux conditions de linéarité requises pour la mesure du débit de gaz d'échappement, énoncées au paragraphe 9.2.

8.4.1.6 Méthode de la mesure du débit d'air et du rapport air/carburant

Cette méthode consiste à déterminer le débit-masse de gaz d'échappement d'après le débit d'air et le rapport air/carburant. Le débit-masse instantané de gaz d'échappement est calculé comme suit:

$$q_{\text{mew},i} = q_{\text{maw},i} \times \left(1 + \frac{1}{A/F_{\text{st}} \times \lambda_i} \right) \quad (30)$$

avec

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

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

où:

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

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

λ_i est le facteur d'excédent d'air instantané;

c_{CO2d} est la concentration de CO_2 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.

Les débitmètres et analyseurs d'air doivent satisfaire aux conditions de linéarité énoncées au paragraphe 9.2, et le système complet doit satisfaire aux conditions de linéarité pour la mesure du débit de gaz d'échappement énoncées au paragraphe 9.2.

Si un appareil de mesure du rapport air/carburant, tel qu'un capteur à oxyde de zirconium, est utilisé pour la mesure du facteur d'excédent d'air, il doit satisfaire aux caractéristiques prescrites au paragraphe 9.3.2.7.

8.4.1.7 Méthode du bilan carbone

Cette méthode consiste à calculer la masse des émissions d'échappement à partir du débit du carburant et des constituants gazeux des émissions d'échappement qui comprennent du carbone. Le débit-masse instantané de gaz d'échappement est calculé comme suit:

$$q_{mew,i} = q_{mf,i} \times \left(\frac{w_{BET}^2 \times 1,4}{(1,0828 \times w_{BET} + k_{fd} \times k_c)} \times k_c \left(1 + \frac{H_a}{1000}\right) + 1 \right) \quad (33)$$

avec

$$k_c = (c_{CO2d} - c_{CO2d,a}) \times 0,5441 + \frac{c_{COd}}{18,522} + \frac{c_{HCw}}{17,355} \quad (34)$$

et

$$k_{fd} = -0,055594 \times w_{ALF} + 0,0080021 \times w_{DEL} + 0,0070046 \times w_{EPS} \quad (35)$$

où:

$q_{mf,i}$ est le débit-masse instantané de carburant, en kg/s;

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

w_{BET} est la teneur en carbone du carburant, en pourcentage de la masse;

w_{ALF} est la teneur en hydrogène du carburant, en pourcentage de la masse;

w_{DEL}	est la teneur en azote du carburant, en pourcentage de la masse;
w_{EPS}	est la teneur en oxygène du carburant, en pourcentage de la masse;
c_{CO2d}	est la concentration de CO_2 en conditions sèches, exprimée en pourcentage;
$c_{\text{CO2d,a}}$	est la concentration de CO_2 en conditions sèches dans l'air d'admission, exprimée en pourcentage;
c_{CO}	est la concentration de CO en conditions sèches, exprimée en ppm;
c_{HCw}	est la concentration d'hydrocarbures en conditions humides, exprimée en ppm.

8.4.2 Mesure des constituants gazeux

8.4.2.1 Introduction

Les constituants gazeux présents dans les gaz d'échappement bruts émis par le moteur à l'essai doivent être mesurés avec les systèmes de mesure et de prélèvement décrits au paragraphe 9.3 et à l'appendice 2. L'évaluation des données doit se faire conformément aux dispositions du paragraphe 8.4.2.2.

Deux méthodes de calcul sont décrites aux paragraphes 8.4.2.3 et 8.4.2.4; elles sont équivalentes pour le carburant de référence de l'appendice 5. La méthode du paragraphe 8.4.2.3 est d'une application plus simple, car elle consiste à utiliser des valeurs u mises en tableau pour le rapport entre le constituant et la masse volumique des gaz d'échappement. Celle du paragraphe 8.4.2.4 est plus précise pour les qualités de carburant s'écartant des caractéristiques de l'appendice 5, mais elle nécessite une analyse élémentaire de la composition du carburant.

8.4.2.2 Évaluation des données

Les données d'émissions pertinentes doivent être enregistrées et conservées conformément aux dispositions du paragraphe 7.6.6.

Pour le calcul des émissions massiques des constituants gazeux, les traces des concentrations enregistrées et la trace du débit-masse de gaz d'échappement doivent être recalées en fonction du temps de transformation tel qu'il est défini au paragraphe 3.1. Le temps de réponse de chaque analyseur d'émissions gazeuses et du système de mesure du débit-masse de gaz d'échappement doit être déterminé conformément aux paragraphes 8.4.1.2 et 9.3.5 respectivement, et enregistré.

8.4.2.3 Calcul des émissions massiques sur la base des valeurs du tableau

La masse des polluants (en g/essai) doit être déterminée par calcul des émissions massiques instantanées à partir des concentrations brutes des polluants et du débit-masse de gaz d'échappement, recalés pour tenir compte du temps de transformation comme indiqué au paragraphe 8.4.2.2, en intégrant les valeurs instantanées sur tout le cycle et en multipliant les valeurs intégrées par les valeurs de u tirées du tableau 5. Si la mesure s'effectue sur une base sèche, l'opération de correction base sèche/base humide conformément au paragraphe 8.1 doit être appliquée aux valeurs de concentration instantanées avant tout autre calcul.

Pour le calcul des valeurs d'oxyde d'azote, les émissions massiques doivent être multipliées, s'il y a lieu, par le facteur de correction d'humidité $k_{h,D}$ ou $k_{h,G}$, comme indiqué au paragraphe 8.2.

L'équation suivante doit être appliquée:

$$m_{\text{gas}} = u_{\text{gas}} \times \sum_{i=1}^{i=n} c_{\text{gas},i} \times q_{\text{mew},i} \times \frac{1}{f} \quad (\text{en g/essai}) \quad (36)$$

où:

u_{gas} est la valeur respective du constituant mesuré, indiquée dans le tableau 5;

$c_{\text{gas},i}$ est la concentration instantanée du constituant dans les gaz d'échappement, en ppm;

$q_{\text{mew},i}$ est le débit-masse instantané de gaz d'échappement, en kg/s;

f est la fréquence d'échantillonnage des données, en Hz;

n est le nombre de mesures.

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
^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 CH ₄ doit être utilisé). ^e u juste à 0,2 % près pour la composition (en masse) suivante: C3 = 70-90 %; C4 = 10-30 %.							

8.4.2.4 Calcul des émissions massiques sur la base d'équations exactes

On détermine la masse des polluants (en g/essai) en calculant les émissions massiques instantanées à partir des concentrations brutes de polluants, des valeurs u et du débit-masse de gaz d'échappement, recalés pour tenir compte du temps de transformation, comme indiqué au paragraphe 8.4.2.2, et en intégrant les valeurs instantanées sur tout le cycle. Si la mesure s'effectue sur base sèche, l'opération de correction base sèche/base humide conformément au paragraphe 8.1 doit être appliquée aux valeurs de concentration instantanées avant tout autre calcul.

Pour le calcul des valeurs d'oxyde d'azote, les émissions massiques doivent être multipliées par le facteur de correction d'humidité $k_{h,D}$ ou $k_{h,G}$, comme indiqué au paragraphe 8.2.

L'équation suivante doit être appliquée:

$$m_{\text{gas}} = \sum_{i=1}^{i=n} u_{\text{gas},i} \times c_{\text{gas},i} \times q_{\text{mew},i} \times \frac{1}{f} \quad (\text{en g/essai})(37)$$

où:

u_{gas} est calculé à partir de l'équation 38 ou 39;

$c_{\text{gas},i}$ est la concentration instantanée du constituant dans les gaz d'échappement, en ppm;

$q_{\text{mew},i}$ est le débit-masse instantané de gaz d'échappement, en kg/s;

f est la fréquence d'échantillonnage des données, en Hz;

n est le nombre de mesures.

Les valeurs u instantanées sont calculées comme suit:

$$u_{\text{gas},i} = M_{\text{gas}} / (M_{e,i} \times 1000) \quad (38)$$

ou

$$u_{\text{gas},i} = \rho_{\text{gas}} / (\rho_{e,i} \times 1000) \quad (39)$$

avec

$$\rho_{\text{gas}} = M_{\text{gas}} / 22,414 \quad (40)$$

où:

M_{gas} est la masse molaire du constituant gazeux, en g/mol (voir l'appendice 5);

$M_{e,i}$ est la masse molaire instantanée des gaz d'échappement, en g/mol;

ρ_{gas} est la masse volumique du constituant gazeux, en kg/m³;

$\rho_{e,i}$ est la masse volumique instantanée des gaz d'échappement, en kg/m³.

La masse molaire des gaz d'échappement (M_e) est calculée comme suit pour une composition générale du carburant de $\text{CH}_\alpha\text{O}_\varepsilon\text{N}_\delta\text{S}_\gamma$, dans l'hypothèse d'une combustion complète:

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

où:

$q_{\text{maw},i}$ est le débit-masse instantané d'air d'admission sur base humide, en kg/s;

- $q_{mf,i}$ est le débit-masse instantané de carburant, en kg/s;
 H_a est l'humidité de l'air d'admission, en g d'eau par kg d'air sec;
 M_a est la masse molaire de l'air d'admission sec, soit 28,965 g/mol.

La masse volumique des gaz d'échappement (ρ_e) est calculée comme suit:

$$\rho_{e,i} = \frac{1\,000 + H_a + 1\,000 \times (q_{mf,i} / q_{mad,i})}{773,4 + 1,2434 \times H_a + k_{fw} \times 1\,000 \times (q_{mf,i} / q_{mad,i})} \quad (42)$$

où:

- $q_{mad,i}$ est le débit-masse instantané d'air d'admission sur base sèche, en kg/s;
 $q_{mf,i}$ est le débit-masse instantané de carburant, en kg/s;
 H_a est l'humidité de l'air d'admission, en g d'eau par kg d'air sec;
 k_{fw} est le facteur spécifique pour les gaz d'échappement en conditions humides (équation 16 au paragraphe 8.1.1).

8.4.3 Mesure des émissions de particules

8.4.3.1 Évaluation des données

La masse de particules doit être calculée conformément à l'équation 27 du paragraphe 8.3. Pour l'évaluation de la concentration des particules, la masse totale du prélèvement (m_{sep}) ayant traversé le filtre pendant le cycle d'essai doit être enregistrée.

Avec l'accord préalable de l'autorité d'homologation de type, la masse de particules peut être corrigée, pour tenir compte de la teneur en particules du diluant, déterminée conformément au paragraphe 7.5.6, conformément aux règles de l'art et aux caractéristiques de conception du système de mesure des émissions de particules utilisé.

8.4.3.2 Calcul des émissions massiques

En fonction de la conception du système, on calcule la masse des particules (en g/essai) par l'une des méthodes décrites au paragraphe 8.4.3.2.1 ou 8.4.3.2.2, après correction pour les effets de flottabilité du filtre de collecte des particules, conformément au paragraphe 8.3.

8.4.3.2.1 Calcul sur la base du taux de prélèvement

$$m_{PM} = m_p / (r_s \times 1\,000) \quad (43)$$

où:

- m_p est la masse de particules collectées sur tout le cycle, en mg;
 r_s est le taux de prélèvement moyen au cours du cycle;

avec

$$r_s = \frac{m_{se}}{m_{ew}} \times \frac{m_{sep}}{m_{sed}} \quad (44)$$

où:

- m_{se} est la masse de l'échantillon prélevé au cours du cycle, en kg;

m_{ew} est le débit-masse total de gaz d'échappement au cours du cycle, en kg;

m_{sep} est la masse de gaz d'échappement dilués traversant les filtres de collecte des particules, en kg;

m_{sed} est la masse de gaz d'échappement dilués traversant le tunnel de dilution, en kg.

Dans le cas du système à prélèvement total, m_{sep} et m_{sed} sont identiques.

8.4.3.2.2 Calcul sur la base du taux de prélèvement

$$m_{PM} = \frac{m_p}{m_{sep}} \times \frac{m_{edf}}{1000} \quad (45)$$

où:

m_p est la masse de particules collectées sur tout le cycle, en mg;

m_{sep} est la masse de gaz d'échappement dilués traversant les filtres de collecte des particules, en kg;

m_{edf} est la masse de gaz d'échappement dilués équivalents pendant tout le cycle, en kg.

La masse totale de gaz d'échappement dilués équivalents pendant tout le cycle est déterminée comme suit:

$$m_{edf} = \sum_{i=1}^{i=n} q_{medf,i} \times \frac{1}{f} \quad (46)$$

$$q_{medf,i} = q_{mew,i} \times r_{d,i} \quad (47)$$

$$r_{d,i} = \frac{q_{mdew,i}}{(q_{mdew,i} - q_{mdw,i})} \quad (48)$$

où:

$q_{medf,i}$ est le débit-masse instantané de gaz d'échappement dilués équivalents, en kg/s;

$q_{mew,i}$ est le débit-masse instantané de gaz d'échappement, en kg/s;

$r_{d,i}$ est le taux de dilution instantané;

$q_{mdew,i}$ est le débit-masse instantané de gaz d'échappement dilués, en kg/s;

$q_{mdw,i}$ est le débit-masse instantané du diluant, en kg/s;

f est la fréquence d'échantillonnage des données, en Hz;

n est le nombre de mesures.

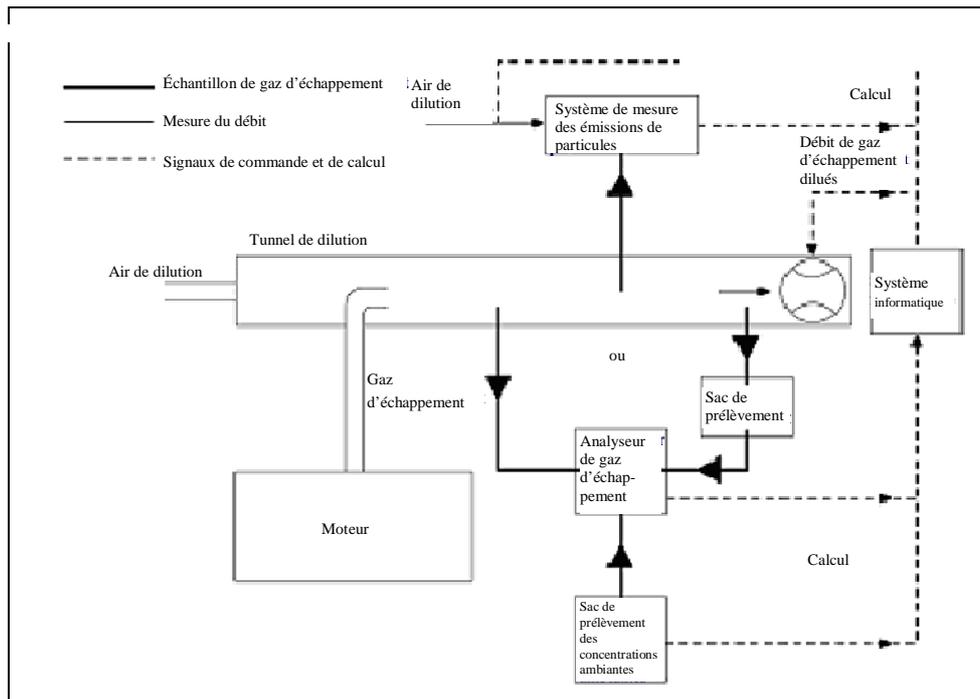
8.5 Mesure des émissions par dilution du flux total (système CVS)

On utilise les signaux de mesure des concentrations des constituants gazeux, obtenus soit par intégration sur tout le cycle, soit par collecte dans des sacs de prélèvement, aux fins du calcul des émissions massiques par multiplication par le débit-masse de gaz d'échappement dilués. Le débit-masse de gaz d'échappement doit être mesuré avec un système de prélèvement à volume constant (CVS), qui peut comprendre une pompe volumétrique, un venturimètre en régime critique (CFV) ou un venturi subsonique (SSV) avec ou sans compensation du débit.

Pour la collecte dans des sacs de prélèvement et le prélèvement des particules, on prélève un échantillon proportionnel à partir des gaz d'échappement dilués provenant du système CVS. Pour un système sans compensation du débit, le rapport entre le taux de prélèvement et le débit du système CVS ne doit pas s'écarter de plus de $\pm 2,5$ % du point de consigne de l'essai. Pour un système avec compensation du débit, chacun des débits ne doit pas s'écarter de plus de $\pm 2,5$ % de son propre débit de consigne.

Le schéma de principe du système complet est représenté à la figure 7.

Figure 7
Schéma de principe du système de mesure sur le flux total



8.5.1 Détermination du débit de gaz d'échappement dilués

8.5.1.1 Introduction

Pour calculer les émissions présentes dans les gaz d'échappement dilués, il est nécessaire de connaître le débit-masse de gaz d'échappement dilués. Le débit-masse total de gaz d'échappement dilués au cours du cycle (en kg/essai) doit être calculé à partir des valeurs de mesure obtenues durant le cycle et des données d'étalonnage correspondantes du dispositif de mesure du débit (V_0 pour une pompe volumétrique, K_V pour un venturi-tuyère en régime critique ou C_d pour un venturi subsonique), par l'une des méthodes décrites aux paragraphes 8.5.1.2 à 8.5.1.4. Si le débit total de particules (m_{sep}) dans le prélèvement dépasse 0,5 % du débit total du système CVS (m_{ed}), ce dernier doit être corrigé pour m_{sep} , ou le débit de prélèvement des particules doit être renvoyé dans le système CVS en amont du dispositif de mesure du débit.

8.5.1.2 Système PDP-CVS

Le calcul du débit-masse sur tout le cycle s'effectue comme suit, à condition que la température des gaz d'échappement dilués soit maintenue constante à ± 6 K près au cours du cycle, au moyen d'un échangeur de chaleur:

$$m_{ed} = 1,293 \times V_0 \times n_p \times p_p \times 273 / (101,3 \times T) \quad (49)$$

où:

V_0 est le volume de gaz déplacé par tour de pompe dans les conditions d'essai, en m^3/tr ;

n_p est le nombre total de tours de pompe par essai;

p_p est la pression absolue à l'entrée de la pompe, en kPa;

T est la température moyenne des gaz d'échappement dilués à l'entrée de la pompe, en K.

Si l'on utilise un système à compensation de débit (c'est-à-dire sans échangeur de chaleur), les émissions massiques instantanées doivent être calculées et intégrées sur la durée du cycle. Dans ce cas, la masse instantanée de gaz d'échappement dilués doit être calculée comme suit:

$$m_{ed,i} = 1,293 \times V_0 \times n_{p,i} \times p_p \times 273 / (101,3 \times T) \quad (50)$$

où:

$n_{p,i}$ est le nombre total de tours de pompe par intervalle de temps.

8.5.1.3 Système CFV-CVS

Le calcul du débit-masse sur tout le cycle s'effectue comme suit, à condition que la température des gaz d'échappement dilués soit maintenue constante à ± 11 K près au cours du cycle, au moyen d'un échangeur de chaleur:

$$m_{ed} = 1,293 \times t \times K_v \times p_p / T^{0,5} \quad (51)$$

où:

t est la durée du cycle, en s;

K_v est le coefficient d'étalonnage du venturi-tuyère en régime critique dans les conditions normales;

p_p est la pression absolue à l'entrée du venturi, en kPa;

T est la température absolue à l'entrée du venturi, en K.

Si l'on utilise un système à compensation de débit (c'est-à-dire sans échangeur de chaleur), les émissions massiques instantanées doivent être calculées et intégrées sur la durée du cycle. Dans ce cas, la masse instantanée de gaz d'échappement dilués doit être calculée comme suit:

$$m_{ed,i} = 1,293 \times \Delta t_i \times K_v \times p_p / T^{0,5} \quad (52)$$

où:

Δt_i est l'intervalle de temps, en s.

8.5.1.4 Système SSV-CVS

Le calcul du débit-masse au cours du cycle s'effectue comme suit, à condition que la température des gaz d'échappement dilués soit maintenue constante à ± 11 K près pendant le cycle, au moyen d'un échangeur de chaleur:

$$m_{ed} = 1,293 \times Q_{SSV} \quad (53)$$

avec

$$Q_{SSV} = A_0 \times d_v^2 \times C_d \times p_p \times \sqrt{\left[\frac{1}{T} \times (r_p^{1,4286} - r_p^{1,7143}) \times \left(\frac{1}{1 - r_D^4 \times r_p^{1,4286}} \right) \right]} \quad (54)$$

où:

A_0 est égal à 0,006111 dans les unités SI suivantes:

$$\left(\frac{\text{m}^3}{\text{min}} \right) \left(\frac{\text{K}^{\frac{1}{2}}}{\text{kPa}} \right) \left(\frac{1}{\text{mm}^2} \right);$$

d_v est le diamètre du col du SSV, en m;

C_d est le coefficient de décharge du SSV;

p_p est la pression absolue à l'entrée du venturi, en kPa;

T est la température à l'entrée du venturi, en K;

r_p est le rapport de la pression au col du SSV à la pression statique absolue à l'entrée, $1 - \frac{\Delta p}{p_a}$;

r_D est le rapport du diamètre du col du SSV, d , au diamètre intérieur du tuyau d'entrée, D .

Si l'on utilise un système à compensation de débit (c'est-à-dire sans échangeur de chaleur), les émissions massiques instantanées doivent être calculées et intégrées sur la durée du cycle. Dans ce cas, la masse instantanée de gaz d'échappement dilués doit être calculée comme suit:

$$m_{ed} = 1,293 \times Q_{SSV} \times \Delta t_i \quad (55)$$

où:

Δt_i est l'intervalle de temps, en s.

Le calcul en temps réel doit être initialement effectué soit avec une valeur plausible de C_d , telle que 0,98, soit avec une valeur plausible de Q_{SSV} . Si le calcul s'effectue avec Q_{SSV} , la valeur initiale de Q_{SSV} doit être utilisée pour évaluer le nombre de Reynolds.

Durant tous les essais de mesure des émissions, le nombre de Reynolds au col du SSV doit se trouver dans la plage des nombres de Reynolds utilisés pour établir la courbe d'étalonnage décrite au paragraphe 9.5.4.

8.5.2 Mesure des constituants gazeux

8.5.2.1 Introduction

Les constituants gazeux présents dans les gaz d'échappement dilués émis par le moteur à l'essai doivent être mesurés à l'aide des méthodes décrites à l'appendice 2. La dilution des gaz d'échappement doit s'effectuer avec de l'air ambiant filtré, de l'air synthétique ou de l'azote. La capacité de débit du système à flux total doit être suffisamment grande pour permettre l'élimination complète de la condensation d'eau dans les systèmes de dilution et de prélèvement. L'évaluation des données et les opérations de calcul sont décrites aux paragraphes 8.5.2.2 et 8.5.2.3.

8.5.2.2 Évaluation des données

Les données d'émissions pertinentes doivent être enregistrées et conservées conformément aux dispositions du paragraphe 7.6.6.

8.5.2.3 Calcul des émissions massiques

8.5.2.3.1 Systèmes à débit-masse constant

Pour les systèmes dotés d'un échangeur de chaleur, la masse des polluants doit être déterminée au moyen de l'équation suivante:

$$m_{\text{gas}} = u_{\text{gas}} \times c_{\text{gas}} \times m_{\text{ed}} \quad (\text{en g/essai}) \quad (56)$$

où:

u_{gas} est la valeur respective du constituant mesuré, indiquée dans le tableau 6;

c_{gas} est la concentration ambiante moyenne corrigée du constituant, en ppm;

m_{ed} est la masse totale de gaz d'échappement dilués sur tout le cycle, en kg.

Si la mesure s'effectue sur une base sèche, il convient d'appliquer la correction base sèche/base humide conformément au paragraphe 8.1.

Pour le calcul des valeurs d'oxyde d'azote, les émissions massiques doivent être multipliées, s'il y a lieu, par le facteur de correction d'humidité $k_{h,D}$ ou $k_{h,G}$, comme indiqué au paragraphe 8.2.

Les valeurs de u sont données au tableau 6. Pour le calcul des valeurs de u_{gas} , il est admis que la masse volumique des gaz d'échappement dilués est égale à la masse volumique de l'air. Les valeurs de u_{gas} sont donc identiques pour les constituants gazeux individuels, mais différentes pour les HC.

Tableau 6
Valeurs de u pour les gaz d'échappement dilués et masses volumiques des constituants

Carburant	ρ_{de}	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)	1,293	0,001588	0,000967	0,000483	0,001519	0,001104	0,000553
Éthanol (ED95)	1,293	0,001588	0,000967	0,000770	0,001519	0,001104	0,000553
GNC ^c	1,293	0,001588	0,000967	0,000517 ^d	0,001519	0,001104	0,000553
Propane	1,293	0,001588	0,000967	0,000507	0,001519	0,001104	0,000553
Butane	1,293	0,001588	0,000967	0,000501	0,001519	0,001104	0,000553
GPL ^e	1,293	0,001588	0,000967	0,000505	0,001519	0,001104	0,000553
Essence (E10)	1,293	0,001588	0,000967	0,000499	0,001519	0,001104	0,000554
Éthanol (E85)	1,293	0,001588	0,000967	0,000722	0,001519	0,001104	0,000554

^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 %.

À titre de variante, on peut calculer les valeurs de u en utilisant la méthode de calcul exact décrite en termes généraux au paragraphe 8.4.2.4, comme suit:

$$u_{gas} = \frac{M_{gas}}{M_d \times \left(1 - \frac{1}{D}\right) + M_e \times \left(\frac{1}{D}\right)} \quad (57)$$

où:

M_{gas} est la masse molaire du constituant gazeux, en g/mol (voir l'appendice 5);

M_e est la masse molaire des gaz d'échappement, en g/mol;

M_d est la masse molaire du diluant, soit 28,965 g/mol;

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

8.5.2.3.2 Détermination des concentrations ambiantes corrigées

La concentration ambiante moyenne des polluants gazeux dans le diluant doit être soustraite des concentrations mesurées pour obtenir les concentrations nettes de polluants. Les valeurs moyennes des concentrations ambiantes peuvent être déterminées par la méthode du sac de collecte ou par celle de la mesure continue avec intégration. L'équation ci-après doit être appliquée:

$$c_{gas} = c_{gas,e} - c_d \times (1 - (1/D)) \quad (58)$$

où:

$c_{gas,e}$ est la concentration du constituant mesurée dans les gaz d'échappement dilués, en ppm;

c_d est la concentration du constituant mesurée dans le diluant, en ppm;
 D est le facteur de dilution.

Le facteur de dilution est calculé comme suit:

a) Pour les moteurs diesel et les moteurs à gaz alimentés au GPL:

$$D = \frac{F_s}{c_{CO_2,e} + (c_{HC,e} + c_{CO,e}) \times 10^{-4}} \quad (59)$$

b) Pour les moteurs à gaz alimentés au gaz naturel:

$$D = \frac{F_s}{c_{CO_2,e} + (c_{NMHC,e} + c_{CO,e}) \times 10^{-4}} \quad (60)$$

où:

$c_{CO_2,e}$ est la concentration de CO_2 dans les gaz d'échappement dilués en conditions humides, en % vol;

$c_{HC,e}$ est la concentration de HC dans les gaz d'échappement dilués en conditions humides, en ppm C1;

$c_{NMHC,e}$ est la concentration de HCNM dans les gaz d'échappement dilués en conditions humides, en ppm C1;

$c_{CO,e}$ est la concentration de CO dans les gaz d'échappement dilués en conditions humides, en ppm;

F_s est le facteur stœchiométrique.

Le facteur stœchiométrique est calculé comme suit:

$$F_s = 100 \times \frac{1}{1 + \frac{\alpha}{2} + 3,76 \times \left(1 + \frac{\alpha}{4}\right)} \quad (61)$$

où:

α est le rapport molaire pour l'hydrogène du carburant (H/C).

Si la composition du carburant n'est pas connue, les facteurs stœchiométriques suivants peuvent être appliqués:

F_s (gazole) = 13,4;

F_s (GPL) = 11,6;

F_s (GN) = 9,5.

F_s (E10) = 13,3;

F_s (E85) = 11,5.

8.5.2.3.3 Systèmes à compensation de débit

Pour les systèmes sans échangeur de chaleur, on détermine la masse de polluants (en g/essai) en calculant les émissions massiques instantanées et en intégrant les valeurs instantanées sur tout le cycle. La correction pour les concentrations ambiantes doit également être appliquée directement à la valeur instantanée des concentrations. L'équation suivante doit être appliquée:

$$m_{gas} = \sum_{i=1}^n [(m_{ed,i} \times c_{gas,e} \times u_{gas})] - [(m_{ed} \times c_d \times (1 - 1/D) \times u_{gas})] \quad (62)$$

où:

$c_{\text{gas,e}}$ est la concentration du constituant mesurée dans les gaz d'échappement dilués, en ppm;

c_d est la concentration du constituant mesurée dans le diluant, en ppm;

$m_{\text{ed,i}}$ est la masse instantanée de gaz d'échappement dilués, en kg;

m_{ed} est la masse totale de gaz d'échappement dilués sur tout le cycle, en kg;

u_{gas} est la valeur indiquée dans le tableau 6;

D est le facteur de dilution.

8.5.3 Mesure des émissions de particules

8.5.3.1 Calcul des émissions massiques

La masse de particules (en g/essai) doit être calculée après correction pour les effets de flottabilité du filtre de collecte des particules conformément au paragraphe 8.3, comme suit:

$$m_{\text{PM}} = \frac{m_p}{m_{\text{sep}}} \times \frac{m_{\text{ed}}}{1\,000} \quad (63)$$

où:

m_p est la masse de particules collectées sur tout le cycle, en mg;

m_{sep} est la masse de gaz d'échappement dilués traversant les filtres de collecte des particules, en kg;

m_{ed} est la masse de gaz d'échappement dilués sur tout le cycle, en kg;

avec

$$m_{\text{sep}} = m_{\text{set}} - m_{\text{ssd}} \quad (64)$$

où:

m_{set} est la masse des gaz d'échappement doublement dilués traversant le filtre à particules, en kg;

m_{ssd} est la masse du diluant secondaire, en kg.

Si la concentration ambiante de particules dans le diluant est déterminée conformément au paragraphe 7.5.6, la masse de particules peut être corrigée en fonction de la concentration ambiante. Dans ce cas, la masse de particules (en g/essai) doit être calculée comme suit:

$$m_{\text{PM}} = \left[\frac{m_p}{m_{\text{sep}}} - \left(\frac{m_b}{m_{\text{sd}}} \times \left(1 - \frac{1}{D} \right) \right) \right] \times \frac{m_{\text{ed}}}{1\,000} \quad (65)$$

où:

m_{sep} est la masse de gaz d'échappement dilués traversant les filtres de collecte des particules, en kg;

m_{ed} est la masse de gaz d'échappement dilués sur tout le cycle, en kg;

m_{sd} est la masse du diluant prélevé pour la mesure des concentrations ambiantes en particules, en kg;

m_b est la masse des particules d'origine ambiante collectées dans le diluant, en mg;

D est le facteur de dilution déterminé selon le paragraphe 8.5.2.3.2.

8.6 Calculs généraux

8.6.1 Correction de la dérive

En ce qui concerne la vérification de la dérive visée au paragraphe 7.8.4, la valeur de la concentration corrigée est calculée comme suit:

$$c_{\text{cor}} = c_{\text{ref},z} + (c_{\text{ref},s} - c_{\text{ref},z}) \left(\frac{2 \cdot c_{\text{gas}} - (c_{\text{pre},z} + c_{\text{post},z})}{(c_{\text{pre},s} + c_{\text{post},s}) - (c_{\text{pre},z} + c_{\text{post},z})} \right) \quad (66)$$

où:

$c_{\text{ref},z}$ est la concentration de référence du gaz de mise à zéro (généralement égale à zéro), en ppm;

$c_{\text{ref},s}$ est la concentration de référence du gaz de réglage d'échelle, en ppm;

$c_{\text{pre},z}$ est la concentration du gaz de mise à zéro mesurée par l'analyseur avant l'essai, en ppm;

$c_{\text{pre},s}$ est la concentration du gaz de réglage d'échelle mesurée par l'analyseur avant l'essai, en ppm;

$c_{\text{post},z}$ est la concentration du gaz de mise à zéro mesurée par l'analyseur après l'essai, en ppm;

$c_{\text{post},s}$ est la concentration du gaz de réglage d'échelle mesurée par l'analyseur après l'essai, en ppm;

c_{gas} est la concentration des gaz prélevés, en ppm.

Deux séries de résultats de mesures d'émissions spécifiques doivent être calculées pour chaque constituant conformément au paragraphe 8.6.3, après application de toute autre correction nécessaire. On calcule la première série en utilisant des concentrations non corrigées et la seconde en utilisant des concentrations corrigées des effets de la dérive conformément à l'équation 66.

Les résultats des émissions non corrigées sont calculés au moyen des équations 36, 37, 56, 57 ou 62, respectivement, en fonction du système de mesure et de la méthode de calcul utilisés. Pour le calcul des émissions corrigées, c_{gas} , dans les équations 36, 37, 56, 57 ou 62, respectivement, doit être remplacé par c_{cor} de l'équation 66. Si les valeurs de concentration instantanées $c_{\text{gas},i}$ sont utilisées dans l'équation respective, la valeur corrigée doit aussi être appliquée en tant que valeur instantanée $c_{\text{cor},i}$. Dans l'équation 57, la correction doit être appliquée à la fois à la concentration mesurée et à la concentration ambiante.

La comparaison se fait sur la base d'un pourcentage des résultats non corrigés. La différence entre les valeurs des émissions spécifiques au banc non corrigées et corrigées ne doit pas excéder ± 4 % des valeurs des émissions spécifiques au banc non corrigées ou de la valeur limite respective, la plus grande de ces deux valeurs étant retenue. Si la dérive est supérieure à 4 %, l'essai est annulé.

Si la correction de la dérive est appliquée, seuls les résultats des émissions corrigés des effets de la dérive doivent être utilisés dans le compte rendu des mesures d'émissions.

8.6.2 Calcul des NMHC et du CH₄

Le calcul des NMHC et du CH₄ est fonction de la méthode d'étalonnage utilisée. L'analyseur FID pour la mesure sans convertisseur d'hydrocarbures non méthaniques (circuit inférieur de la figure 11 de l'appendice 2) doit être étalonné avec du propane. Pour l'étalonnage de l'analyseur FID en série avec convertisseur d'hydrocarbures non méthaniques (circuit supérieur de la figure 11 de l'appendice 2), les méthodes suivantes sont autorisées:

- Gaz d'étalonnage – propane; le propane contourne le convertisseur;
- Gaz d'étalonnage – méthane; le méthane traverse le convertisseur.

Les concentrations de NMHC et de CH₄ sont calculées comme suit a):

$$c_{\text{NMHC}} = \frac{c_{\text{HC(w/NMC)}} - c_{\text{HC(w/oNMC)}} \times (1 - E_E)}{r_h \times (E_E - E_M)} \quad (67)$$

$$c_{\text{CH}_4} = \frac{c_{\text{HC(w/oNMC)}} \times (1 - E_M) - c_{\text{HC(w/NMC)}}}{E_E - E_M} \quad (68)$$

Les concentrations de NMHC et de CH₄ sont calculées comme suit b):

$$c_{\text{NMHC}} = \frac{c_{\text{HC(w/oNMC)}} \times (1 - E_M) - c_{\text{HC(w/NMC)}} \times r_h \times (1 - E_M)}{E_E - E_M} \quad (67a)$$

$$c_{\text{CH}_4} = \frac{c_{\text{HC(w/NMC)}} \times r_h \times (1 - E_M) - c_{\text{HC(w/oNMC)}} \times (1 - E_E)}{r_h \times (E_E - E_M)} \quad (68a)$$

où:

$c_{\text{HC(w/NMC)}}$ est la concentration de HC lorsque les gaz prélevés traversent le convertisseur de NMC, en ppm;

$c_{\text{HC(w/oNMC)}}$ est la concentration de HC lorsque les gaz prélevés contournent le convertisseur de NMC, en ppm;

r_h est le facteur de réponse au méthane tel que déterminé selon le paragraphe 9.3.7.2;

E_M est l'efficacité pour le méthane telle que déterminée selon le paragraphe 9.3.8.1;

E_E est l'efficacité pour l'éthane telle que déterminée selon le paragraphe 9.3.8.2.

Si $r_h < 1,05$, il peut être omis des équations 67, 67a et 68a.

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:

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

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, 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 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.

9. Spécifications concernant les équipements et vérification des équipements

La présente annexe ne donne pas de précisions sur les équipements ou systèmes de mesure du débit, de la pression et de la température à utiliser. Par contre, des prescriptions concernant la linéarité que doivent avoir ces équipements ou systèmes pour l'exécution d'un essai de mesure des émissions sont énoncées au paragraphe 9.2.

9.1 Caractéristiques du banc dynamométrique

Un banc moteur répondant aux caractéristiques nécessaires pour l'exécution du cycle d'essai approprié, comme décrit aux paragraphes 7.2.1 et 7.2.2, doit être utilisé.

L'appareillage de mesure du couple et du régime doit permettre une mesure de la puissance sur arbre suffisamment précise pour satisfaire aux critères de validation du cycle. Des calculs supplémentaires peuvent être nécessaires. La justesse de l'appareillage de mesure doit être telle que les valeurs limites de linéarité fixées au tableau 7 du paragraphe 9.2 soient respectées.

9.2 Conditions concernant la linéarité

L'étalonnage de tous les appareils et systèmes de mesure conformément à des normes nationales (ou internationales) doit être certifié. Les appareils et systèmes de mesure doivent satisfaire aux conditions de linéarité énoncées au tableau 7. La vérification de la linéarité comme prescrit au paragraphe 9.2.1 doit être exécutée pour les analyseurs de gaz à la fréquence d'au moins tous les trois mois ou toutes les fois qu'une réparation ou une modification pouvant influencer sur l'étalonnage est apportée au système. Pour les autres appareils et systèmes, la vérification de la linéarité doit être effectuée comme prescrit par les procédures de contrôle internes ou par le fabricant de l'appareillage ou conformément aux dispositions de la norme ISO 9000.

Tableau 7
Conditions de linéarité s'appliquant aux instruments et systèmes de mesure

<i>Système de mesure</i>	$/\chi_{\min} \times (a_1 - 1) + a_0 /$	<i>Pente a_1</i>	<i>Erreur type SEE</i>	<i>Coefficient de détermination r^2</i>
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	$\geq 0,998$

9.2.1 Vérification de la linéarité

9.2.1.1 Introduction

Une vérification de la linéarité doit être exécutée pour chaque système de mesure énuméré au tableau 7. Il doit être appliqué au moins 10 valeurs de référence, ou toute autre valeur spécifiée, au système de mesure contrôlé, et les valeurs mesurées doivent être comparées aux valeurs de référence par régression linéaire par les moindres carrés conformément à l'équation 11 au paragraphe 7.8.7. Les limites maximales du tableau 7 sont les limites maximales à prévoir lors des essais.

9.2.1.2 Conditions générales

Le système de mesure doit être porté à la température de fonctionnement conformément aux recommandations du fabricant de l'appareillage. Les systèmes de mesure doivent être utilisés à leurs valeurs spécifiées de température, de pression et de débit.

9.2.1.3 Procédure

La vérification de la linéarité doit être effectuée pour chaque gamme normalement utilisée conformément à la séquence d'opérations suivante:

- a) L'appareil doit être mis à zéro par application d'un signal de zéro. Pour les analyseurs de gaz, de l'air synthétique purifié ou de l'azote est introduit directement par le raccord d'entrée de l'analyseur;
- b) On effectue le réglage d'échelle de l'appareil en appliquant le signal approprié. Pour les analyseurs de gaz, un gaz de point final approprié est introduit directement par le raccord d'entrée de l'analyseur;
- c) L'opération a) de réglage du zéro est répétée;
- d) On effectue la vérification en appliquant au moins 10 valeurs de référence (y compris le zéro) qui se situent dans la plage comprise entre le zéro et les valeurs les plus élevées qu'il est prévu de rencontrer au cours des essais de mesure des émissions. Pour les analyseurs de gaz, des concentrations de gaz connues conformément au paragraphe 9.3.3.2 doivent être introduites directement par le raccord d'entrée de l'analyseur;
- e) Les valeurs de référence doivent être mesurées et les valeurs mesurées doivent être enregistrées pendant 30 s à une fréquence d'enregistrement d'au moins 1 Hz;
- f) Les valeurs moyennes arithmétiques sur la période de 30 s sont utilisées pour calculer les paramètres de régression linéaire par les moindres carrés conformément à l'équation 11 du paragraphe 7.8.7;
- g) Les paramètres de régression linéaire doivent satisfaire aux conditions du tableau 7 du paragraphe 9.2;
- h) Le point zéro doit être à nouveau contrôlé et la procédure de vérification doit être répétée si nécessaire.

9.3 Système de mesure et de prélèvement des émissions gazeuses

9.3.1 Caractéristiques des analyseurs

9.3.1.1 Caractéristiques générales

Les analyseurs doivent avoir une gamme de mesure et un temps de réponse permettant d'obtenir la justesse nécessaire pour la mesure des concentrations des constituants des gaz d'échappement en conditions transitoires ou stabilisées.

La compatibilité électromagnétique de l'appareil doit être suffisante pour minimiser les risques d'erreurs additionnelles.

- 9.3.1.2 Justesse
La justesse, définie comme l'écart de la valeur lue par rapport à la valeur de référence, doit être conforme à la limite de $\pm 2\%$ de la valeur lue ou de $\pm 0,3\%$ de l'échelle, la valeur la plus grande étant retenue.
- 9.3.1.3 Précision
La précision est définie comme égale à 2,5 fois l'écart type de 10 réponses successives à un gaz d'étalonnage ou un gaz d'échelle donné; elle doit être conforme à la limite de 1 % de la concentration maximale d'échelle pour chaque gamme utilisée au-dessus de 155 ppm (ou ppm C) ou de 2 % de chaque gamme utilisée au-dessous de 155 ppm (ou ppm C).
- 9.3.1.4 Bruit
La réponse de bruit (de crête à crête) de l'analyseur au gaz de zéro et d'étalonnage ou d'échelle sur une période quelconque de 10 s ne doit pas être supérieure à 2 % de l'échelle sur toutes les gammes utilisées.
- 9.3.1.5 Dérive du zéro
La dérive de la réponse au zéro doit être spécifiée par le fabricant de l'appareillage.
- 9.3.1.6 Dérive du point final
La dérive de la réponse au point final doit être spécifiée par le fabricant de l'appareillage.
- 9.3.1.7 Temps de montée
Le temps de montée de l'analyseur lorsqu'il est installé dans le système de mesure ne doit pas dépasser 2,5 s.
- 9.3.1.8 Séchage des gaz
Les émissions d'échappement peuvent être mesurées en conditions humides ou en conditions sèches. Si un dispositif de séchage est utilisé, il doit avoir un effet minimal sur la composition des gaz mesurés. Les procédés chimiques de déshumidification de l'échantillon ne sont pas acceptables.
- 9.3.2 Types d'analyseurs de gaz
- 9.3.2.1 Introduction
Les paragraphes 9.3.2.2 à 9.3.2.7 décrivent les principes de mesure à appliquer. Une description détaillée des systèmes de mesure est donnée à l'appendice 2. Les gaz à mesurer doivent être analysés avec les appareils énumérés ci-après. Pour les analyseurs à caractéristique non linéaire, l'utilisation de circuits de linéarisation est autorisée.
- 9.3.2.2 Analyse du monoxyde de carbone (CO)
L'analyseur de monoxyde de carbone doit être du type à absorption de l'infrarouge non dispersif (NDIR).
- 9.3.2.3 Analyse du dioxyde de carbone (CO₂)
L'analyseur de dioxyde de carbone doit être du type non dispersif à absorption dans l'infrarouge (NDIR).

- 9.3.2.4 Analyse des hydrocarbures (HC)
- L'analyseur d'hydrocarbures doit être du type détecteur à ionisation de flamme chauffé (HFID), dans lequel le détecteur, les vannes et les tuyauteries, etc., sont chauffés de manière à maintenir une température des gaz de 463 ± 10 K (190 ± 10 °C). À titre de variante, pour les moteurs alimentés au gaz naturel et à allumage commandé, l'analyseur d'hydrocarbures peut être du type détecteur à ionisation de flamme (FID) non chauffé si la méthode appliquée le permet (voir l'appendice 2, par. A.2.1.3).
- 9.3.2.5 Analyse du méthane (CH₄) et des hydrocarbures non méthaniques (NMHC)
- La mesure de la fraction de méthane et d'hydrocarbures non méthaniques doit être exécutée avec un convertisseur d'hydrocarbures non méthaniques chauffé et deux analyseurs FID, conformément aux paragraphes A.2.1.4 et A.2.1.5 de l'appendice 2. Les concentrations des constituants doivent être déterminées conformément au paragraphe 8.6.2.
- 9.3.2.6 Analyse des oxydes d'azote (NO_x)
- Deux instruments de mesure sont spécifiés pour la mesure des NO_x; il est possible d'utiliser l'un ou l'autre de ces instruments pourvu qu'il réponde aux critères énoncés au paragraphe 9.3.2.6.1 ou au paragraphe 9.3.2.6.2, respectivement. Pour la détermination de l'équivalence d'une autre méthode de mesure conformément au paragraphe 5.1.1, seul le détecteur CLD est autorisé.
- 9.3.2.6.1 Détecteur par chimiluminescence (CLD)
- Si la mesure se fait sur base sèche, l'analyseur d'oxydes d'azote doit être du type détecteur par chimiluminescence (CLD) ou détecteur par chimiluminescence chauffé (HCLD) avec convertisseur NO₂/NO. Si la mesure se fait sur base humide, il doit être utilisé un HCLD avec convertisseur chauffé à une température supérieure à 328 K (55 °C); celui-ci doit satisfaire au contrôle du facteur d'extinction par l'eau (voir par. 9.3.9.2.2). Pour le CLD et le HCLD, le canal de prélèvement doit être maintenu à une température de paroi de 328 à 473 K (55 à 200 °C) jusqu'au convertisseur pour la mesure sur base sèche et jusqu'à l'analyseur pour la mesure sur base humide.
- 9.3.2.6.2 Analyseur non dispersif à absorption dans l'ultraviolet (NDUV)
- Un analyseur non dispersif à absorption dans l'ultraviolet (NDUV) est utilisé pour mesurer les concentrations de NO_x. Si l'analyseur mesure uniquement le NO, un convertisseur NO₂/NO doit être placé à l'amont de l'analyseur. La température de l'analyseur doit être maintenue à un niveau tel qu'il ne puisse pas y avoir de condensation aqueuse, à moins qu'un sécheur d'échantillons ne soit placé à l'amont du convertisseur NO₂/NO, si celui-ci est utilisé, ou à l'amont de l'analyseur.
- 9.3.2.7 Mesure du rapport air/carburant
- L'appareillage de mesure du rapport air/carburant utilisé pour déterminer le débit de gaz d'échappement comme prescrit au paragraphe 8.4.1.6 doit utiliser un capteur de rapport air/carburant ou un capteur lambda du type à oxyde de zirconium à large plage de mesure. Le capteur doit être monté directement sur le tuyau d'échappement en un point où la température des gaz d'échappement est suffisamment élevée pour éviter toute condensation de l'eau.

La justesse du capteur, y compris son électronique intégrée, doit être conforme aux limites suivantes:

± 3 % de la valeur de lecture pour $\lambda < 2$;

± 5 % de la valeur de lecture pour $2 \leq \lambda < 5$;

± 10 % de la valeur de lecture pour $5 \leq \lambda$.

Pour satisfaire aux caractéristiques de justesse énoncées ci-dessus, le capteur doit être étalonné conformément aux spécifications du fabricant d'appareillage.

9.3.3 Gaz

La durée limite de conservation de tous les gaz doit être respectée.

9.3.3.1 Gaz purs

Le degré de pureté requis pour les gaz est défini par les limites de contamination indiquées ci-dessous. Les gaz suivants doivent être disponibles pour les mesures:

- a) Pour les gaz d'échappement bruts
 - Azote purifié
(Contamination ≤ 1 ppm C1, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO₂, $\leq 0,1$ ppm NO)
 - Oxygène purifié
(Pureté $> 99,5$ % vol. O₂)
 - Mélange hydrogène-hélium (carburant du brûleur de l'analyseur FID)
(Hydrogène 40 ± 1 %, reste hélium)
(Contamination ≤ 1 ppm C1, ≤ 400 ppm CO₂)
 - Air synthétique purifié
(Contamination ≤ 1 ppm C1, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO₂, $\leq 0,1$ ppm NO)
(Teneur en oxygène 18-21 % vol.)
- b) Pour les gaz d'échappement dilués (facultativement pour les gaz d'échappement bruts)
 - Azote purifié
(Contamination $\leq 0,05$ ppm C1, ≤ 1 ppm CO, ≤ 10 ppm CO₂, $\leq 0,02$ ppm NO)
 - Oxygène purifié
(Pureté $> 99,5$ % vol. O₂)
 - Mélange hydrogène-hélium (carburant du brûleur de l'analyseur FID)
(Hydrogène 40 ± 1 %, reste hélium)
(Contamination $\leq 0,05$ ppm C1, ≤ 10 ppm CO₂)
 - Air synthétique purifié
(Contamination $\leq 0,05$ ppm C1, ≤ 1 ppm CO, ≤ 10 ppm CO₂, $\leq 0,02$ ppm NO)
(Teneur en oxygène 20,5-21,5 % vol.)

Si l'on ne dispose pas de gaz en bouteilles, on peut utiliser du gaz traité dans un purificateur à condition de pouvoir prouver que les niveaux de contamination sont satisfaisants.

9.3.3.2 Gaz d'étalonnage et d'échelle

Des mélanges de gaz ayant les compositions chimiques suivantes doivent être disponibles, s'il y a lieu. Des combinaisons d'autres gaz sont admises à condition qu'ils ne réagissent pas entre eux. La date limite d'utilisation déclarée par le fabricant doit être enregistrée.

C₃H₈ et air synthétique purifié (voir par. 9.3.3.1);

CO et azote purifié;

NO et azote purifié;

NO₂ et air synthétique purifié;

CO₂ et azote purifié;

CH₄ et air synthétique purifié;

C₂H₆ et air synthétique purifié.

La concentration réelle dans un gaz d'étalonnage et un gaz d'échelle doit être conforme à $\pm 1\%$ près à la valeur nominale, et elle doit être certifiée conforme à des normes nationales ou internationales. Toutes les concentrations de gaz d'étalonnage doivent être spécifiées en volume (% vol. ou ppm vol.).

9.3.3.3 Mélangeurs-doseurs de gaz

Les gaz utilisés pour l'étalonnage et le réglage d'échelle peuvent être aussi obtenus au moyen de mélangeurs-doseurs de précision, par dilution avec du N₂ purifié ou de l'air synthétique purifié. La justesse du mélangeur-doseur doit être telle que la concentration des gaz d'étalonnage produits par mélange soit juste à $\pm 2\%$ près. Cette condition implique que les gaz primaires utilisés pour produire le mélange soient d'une concentration connue à $\pm 1\%$ près, et certifiés conformes à des normes nationales ou internationales pour les gaz. La vérification doit être effectuée à une valeur comprise entre 15 et 50 % de l'échelle pour chaque opération d'étalonnage incluant un mélangeur-doseur. Une vérification supplémentaire peut être exécutée avec un autre gaz d'étalonnage, en cas d'échec de la première.

À titre de variante, le mélangeur peut être contrôlé avec un appareil qui est par nature linéaire (exemple: lecture d'un gaz NO avec un DCL). La valeur d'échelle de l'instrument doit être ajustée lorsque le gaz d'étalonnage est directement introduit dans celui-ci. Les mélangeurs-doseurs de gaz doivent être contrôlés aux valeurs de réglage utilisées et la valeur nominale doit être comparée à la concentration mesurée par l'instrument. L'écart doit sur chaque point être au maximum de $\pm 1\%$ de la valeur nominale.

Aux fins de la vérification de la linéarité conformément au paragraphe 9.2.1, le mélangeur-doseur de gaz doit être juste à $\pm 1\%$ près.

9.3.3.4 Gaz de contrôle de l'interaction avec l'oxygène

Le contrôle de l'interaction avec l'oxygène s'effectue avec des gaz qui sont un mélange de propane, d'oxygène et d'azote. Ces gaz doivent contenir du propane titrant 350 ppm C \pm 75 ppm C d'hydrocarbures. La valeur de concentration doit être déterminée aux tolérances s'appliquant aux gaz d'étalonnage par analyse chromatographique des hydrocarbures totaux plus les impuretés, ou par mélange dynamique. Les concentrations d'oxygène nécessaires pour les essais de moteurs à allumage commandé et à allumage par compression sont indiquées au tableau 8, la fraction restante des gaz étant constituée d'azote purifié.

Tableau 8
Gaz de contrôle de l'interaction avec l'oxygène

Type de moteur	Concentration de O ₂ (%)
Allumage par compression	21 (20 à 22)
Allumage par compression et allumage commandé	10 (9 à 11)
Allumage par compression et allumage commandé	5 (4 à 6)
Allumage commandé	0 (0 à 1)

9.3.4 Essai d'étanchéité

Il doit être exécuté un essai d'étanchéité. À cette fin, la sonde doit être déconnectée du système d'échappement et son extrémité doit être bouchée. La pompe de l'analyseur doit être mise en marche. Après une période initiale de stabilisation, tous les débitmètres devraient afficher approximativement zéro en l'absence de fuite. Dans le cas contraire, les tuyaux de prélèvement devraient être contrôlés et le défaut corrigé.

Le taux maximal admissible de fuites côté aspiration doit être de 0,5 % du débit en utilisation réelle pour la portion du système contrôlée. Les débits de l'analyseur et les débits de dérivation peuvent servir de base pour l'estimation des débits en utilisation réelle.

À titre de variante, on soumet le circuit à une dépression d'au moins 20 kPa (80 kPa en pression absolue). Après une période initiale de stabilisation, la remontée de pression Δp (kPa/min) dans le système ne doit pas dépasser:

$$\Delta p = p / V_s \times 0,005 \times q_{vs} \quad (71)$$

où:

V_s est le volume dans le système, en l;

q_{vs} est le débit du système, en l/min.

Une autre méthode encore consiste à appliquer un signal en échelon de variation de la concentration à l'entrée du tuyau de prélèvement par passage du gaz de mise à zéro au gaz d'échelle. Si pour un analyseur correctement étalonné, après un délai suffisant, la lecture est ≤ 99 % de la concentration appliquée, cela indique un problème de fuite qui doit être corrigé.

9.3.5 Contrôle du temps de réponse du système d'analyse

Les réglages du système pour l'évaluation du temps de réponse devraient être exactement les mêmes que pour les mesures en essai réel (pression, débit, réglage des filtres sur les analyseurs et tous autres facteurs influant sur le temps de réponse). La détermination du temps de réponse doit s'effectuer avec un changement de gaz appliqué directement à l'entrée de la sonde de prélèvement. Le changement de gaz doit s'effectuer en moins de 0,1 s. Les gaz utilisés pour l'essai doivent causer une variation de la concentration d'au moins 60 % de l'échelle.

La trace de la concentration de chaque constituant des gaz d'échappement doit être enregistrée. Le temps de réponse est défini comme étant l'écart dans le temps entre le changement de gaz et la variation correspondante de la concentration enregistrée. Le temps de réponse du système (t_{90}) est la somme

du temps de retard au détecteur de mesure et du temps de montée du détecteur. Le temps de retard est défini comme le temps écoulé entre l'instant de la variation (t_0) et celui où la réponse est de 10 % de la valeur finale affichée (t_{10}). Le temps de montée est défini comme étant le temps écoulé entre l'instant où la réponse est de 10 % et celui où elle est de 90 % de la valeur finale affichée ($t_{90} - t_{10}$).

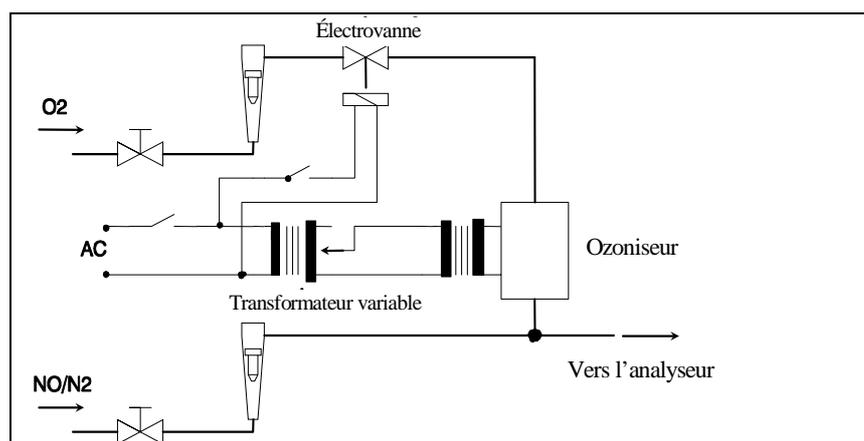
Pour le recalage dans le temps des signaux de l'analyseur et du débit de gaz d'échappement, le temps de transformation est défini comme le temps écoulé entre l'instant de la variation (t_0) et celui où la réponse est de 50 % de la valeur finale affichée (t_{50}).

Le temps de réponse du système doit être ≤ 10 s et le temps de montée $\leq 2,5$ s conformément aux dispositions du paragraphe 9.3.1.7 pour tous les constituants réglementés (CO, NO_x, HC ou NMHC) et toutes les gammes utilisées. Lors de l'utilisation d'un NMC pour la mesure des NMHC, le temps de réponse du système peut dépasser 10 s.

9.3.6 Essai d'efficacité du convertisseur de NO_x

L'efficacité du convertisseur utilisé pour convertir NO₂ en NO doit être vérifiée comme indiqué aux paragraphes 9.3.6.1 à 9.3.6.8 (voir fig. 8).

Figure 8
Schéma du système de contrôle de l'efficacité du convertisseur de NO₂



9.3.6.1 Montage d'essai

L'efficacité du convertisseur doit être vérifiée au moyen d'un ozoniseur installé selon le schéma indiqué à la figure 8 et conformément à la procédure ci-dessous.

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 zéro et d'un gaz d'échelle (la teneur en NO doit correspondre à 80 % approximativement de la valeur maximale de la gamme utilisée et la teneur en NO₂ du mélange de gaz doit être inférieure à 5 % de la teneur en NO). L'analyseur de NO_x doit être réglé sur le mode NO de manière que le gaz d'échelle ne traverse pas le convertisseur. La concentration indiquée doit être enregistrée.

9.3.6.3 Calcul

L'efficacité en % du convertisseur est calculée comme suit:

$$E_{NO_x} = \left(1 + \frac{a-b}{c-d}\right) \times 100 \quad (72)$$

où:

- a est la concentration de NO_x conformément au paragraphe 9.3.6.6;
- b est la concentration de NO_x conformément au paragraphe 9.3.6.7;
- c est la concentration de NO conformément au paragraphe 9.3.6.4;
- d est la concentration de NO conformément au paragraphe 9.3.6.5.

9.3.6.4 Addition d'oxygène

De l'oxygène ou de l'air de mise à zéro est ajouté en continu au flux de gaz par un raccord en T jusqu'à ce que la concentration indiquée soit inférieure de 20 % environ à la concentration d'étalonnage spécifiée au paragraphe 9.3.6.2 (l'analyseur est réglé sur le mode NO).

La concentration indiquée c doit être enregistrée. L'ozoniseur est maintenu hors fonction pendant toute cette opération.

9.3.6.5 Mise en fonction de l'ozoniseur

L'ozoniseur est alors mis en fonction de manière à produire suffisamment d'ozone pour faire tomber la concentration de NO à environ 20 % (valeur minimale 10 %) de la concentration d'étalonnage spécifiée au paragraphe 9.3.6.2. La concentration indiquée d doit être enregistrée (l'analyseur est sur le mode NO).

9.3.6.6 Mode NO_x

L'analyseur est alors commuté sur le mode NO_x, de telle manière que le mélange de gaz (constitué de NO, NO₂, O₂ et N₂) traverse maintenant le convertisseur. La concentration indiquée a doit être enregistrée (l'analyseur est sur le mode NO_x).

9.3.6.7 Mise hors fonction de l'ozoniseur

L'ozoniseur est ensuite mis hors fonction. Le mélange de gaz mentionné au paragraphe 9.3.6.6 traverse le convertisseur et parvient au détecteur. La concentration indiquée b doit être enregistrée (l'analyseur est sur le mode NO_x).

9.3.6.8 Mode NO

L'analyseur est commuté sur le mode NO, 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 sur le mode NO).

9.3.6.9 Périodicité d'essai

L'efficacité du convertisseur doit être vérifiée au moins une fois par mois.

9.3.6.10 Efficacité minimale prescrite

L'efficacité du convertisseur E_{NOx} ne doit pas être inférieure à 95 %.

Si, lorsque l'analyseur est réglé sur la gamme la plus courante, l'ozoniseur ne permet pas d'obtenir une réduction de 80 à 20 % de la concentration comme prescrit au paragraphe 9.3.6.5, on doit utiliser la gamme la plus élevée qui permette d'obtenir cette réduction.

9.3.7 Réglage de l'analyseur FID

9.3.7.1 Optimisation de la réponse du détecteur

L'analyseur FID doit être réglé conformément aux spécifications du fabricant de l'instrument. Un gaz de réglage d'échelle constitué par un mélange air/propane doit être utilisé pour optimiser la réponse sur la gamme d'utilisation la plus courante.

Les débits de carburant et d'air étant réglés selon les recommandations du fabricant, on introduit un gaz d'échelle de 350 ± 75 ppm C dans l'analyseur. La réponse à un débit de carburant donné doit être déterminée d'après la différence entre la réponse au gaz d'échelle et la réponse au gaz de zéro. Le débit de carburant doit être augmenté ou réduit par paliers par rapport à la valeur prescrite par le fabricant. La réponse d'échelle et de zéro de l'appareil à ces débits de carburant doit être enregistrée. La courbe de l'écart entre la réponse à ces deux valeurs doit être tracée et le débit de carburant doit être réglé côté riche de la courbe. Ce réglage correspond au réglage initial de débit qui pourra devoir être optimisé encore en fonction des résultats des facteurs de réponse aux hydrocarbures et des contrôles de l'interaction avec l'oxygène conformément aux paragraphes 9.3.7.2 et 9.3.7.3. Si les effets d'interaction avec l'oxygène ou les facteurs de réponse aux hydrocarbures ne remplissent pas les conditions énoncées ci-après, le débit d'air doit être augmenté ou réduit par paliers par rapport à la valeur prescrite par le fabricant, et les opérations des paragraphes 9.3.7.2 et 9.3.7.3 doivent être répétées pour chaque valeur du débit.

À titre de variante, l'opération d'optimisation peut être effectuée selon les procédures décrites dans le document SAE n° 770141.

9.3.7.2 Facteurs de réponse aux hydrocarbures

On effectue une vérification de la linéarité de l'analyseur avec un mélange propane/air et de l'air synthétique purifié conformément au paragraphe 9.2.1.3.

Les facteurs de réponse doivent être déterminés lors de la mise en service d'un analyseur et lors des principales opérations d'entretien. Le facteur de réponse r_h pour un type particulier d'hydrocarbure est le rapport de la valeur C1 indiquée par l'analyseur FID à la concentration de gaz étalon dans la bouteille exprimée en ppm C1.

La concentration du gaz d'essai doit être suffisamment élevée pour donner une réponse correspondant à environ 80 % de l'échelle. Cette concentration doit être connue avec une justesse de ± 2 % par rapport à un étalon gravimétrique exprimé en volume. En outre, la bouteille de gaz doit être préconditionnée pendant 24 h à une température de 298 ± 5 K (25 ± 5 °C).

Les gaz d'essai à utiliser et les plages de facteurs de réponse correspondantes sont les suivants:

- a) Méthane et air synthétique purifié $1,00 \leq r_h \leq 1,15$;
- b) Propylène et air synthétique purifié $0,90 \leq r_h \leq 1,1$;
- c) Toluène et air synthétique purifié $0,90 \leq r_h \leq 1,1$.

Ces valeurs se rapportent à un facteur de réponse r_h de 1 pour le propane et l'air synthétique purifié.

9.3.7.3 Contrôle de l'interaction avec l'oxygène

Pour les analyseurs utilisés pour l'analyse des gaz d'échappement bruts seulement, le contrôle de l'interaction avec l'oxygène doit être effectué lors de la mise en service de l'analyseur et lors des opérations principales d'entretien.

Il doit être choisi une gamme de mesure sur laquelle les valeurs des gaz de contrôle de l'interaction avec l'oxygène se situent dans la moitié supérieure. L'essai doit être exécuté avec la température de l'enceinte chauffée réglée comme prescrit. Les caractéristiques des gaz de contrôle de l'interaction avec l'oxygène sont définies au paragraphe 9.3.3.4.

- a) L'analyseur doit être mis à zéro;
- b) L'analyseur doit être étalonné à la valeur d'échelle avec le mélange à 0 % d'oxygène pour les moteurs à allumage commandé, et avec le mélange à 21 % d'oxygène pour les moteurs à allumage par compression;
- c) La réponse au point zéro doit être contrôlée à nouveau. Si elle a varié de plus de 0,5 % de l'échelle, les étapes a) et b) du présent paragraphe doivent être répétées;
- d) Les gaz de contrôle de l'interaction avec l'oxygène à 5 et à 10 % doivent être appliqués;
- e) La réponse au point zéro doit être à nouveau contrôlée. Si elle a varié de plus de ± 1 % de l'échelle, l'essai doit être répété;
- f) L'effet de l'interaction avec l'oxygène E_{O_2} doit être calculé pour chaque mélange utilisé à l'étape d) comme suit:

$$E_{O_2} = (c_{ref,d} - c) \times 100 / c_{ref,d} \quad (73)$$

avec c , réponse de l'analyseur:

$$c = \frac{c_{ref,b} \times c_{FS,b}}{c_{m,b}} \times \frac{c_{m,d}}{c_{FS,d}} \quad (74)$$

où:

$c_{ref,b}$ est la concentration de HC de référence à l'étape b), en ppm C;

$c_{ref,d}$ est la concentration de HC de référence à l'étape d), en ppm C;

$c_{FS,b}$ est la concentration de HC d'échelle à l'étape b), en ppm C;

$c_{FS,d}$ est la concentration de HC d'échelle à l'étape d), en ppm C;

$c_{m,b}$ est la concentration de HC mesurée à l'étape b), en ppm C;

$c_{m,d}$ est la concentration de HC mesurée à l'étape d), en ppm C.

- g) L'effet d'interaction avec l'oxygène E_{O_2} doit être inférieur à $\pm 1,5\%$ pour tous les gaz de contrôle prescrits, le contrôle étant effectué avant l'essai;
- h) Si l'effet d'interaction avec l'oxygène E_{O_2} est supérieur à $\pm 1,5\%$, on peut corriger cet effet en augmentant ou en réduisant par paliers le débit d'air par rapport aux spécifications du fabricant, ainsi que le débit de carburant et le débit de prélèvement;
- i) Le contrôle de l'interaction avec l'oxygène doit être répété à chaque nouveau réglage.

9.3.8 Efficacité du convertisseur d'hydrocarbures non méthaniques

Le convertisseur est utilisé pour éliminer les hydrocarbures non méthaniques du gaz prélevé en oxydant tous les hydrocarbures sauf le méthane. Dans l'idéal, l'efficacité de la conversion est de 0 % pour le méthane et de 100 % pour les autres hydrocarbures, représentés par l'éthane. Pour la mesure précise des NMHC, les deux efficacités doivent être déterminées et servir de base au calcul du débit-masse d'émissions de NMHC (voir par. 8.6.2).

9.3.8.1 Efficacité pour le méthane

On fait passer le gaz d'étalonnage méthane dans l'analyseur FID, respectivement avec et sans contournement du convertisseur d'hydrocarbures non méthaniques; on enregistre les deux concentrations mesurées. L'efficacité se calcule comme suit:

$$E_M = 1 - \frac{c_{HC(w/NMC)}}{c_{HC(w/o NMC)}} \quad (75)$$

où:

$c_{HC(w/NMC)}$ est la concentration de HC lorsque le CH_4 passe par le convertisseur, en ppm C;

$c_{HC(w/o NMC)}$ est la concentration de HC lorsque le CH_4 contourne le convertisseur, en ppm C.

9.3.8.2 Efficacité pour l'éthane

On fait passer le gaz d'étalonnage éthane dans l'analyseur FID, respectivement avec et sans contournement du convertisseur; on enregistre les deux concentrations. L'efficacité doit être déterminée comme suit:

$$E_E = 1 - \frac{c_{HC(w/NMC)}}{c_{HC(w/o NMC)}} \quad (76)$$

où:

$c_{HC(w/NMC)}$ est la concentration de HC lorsque C_2H_6 passe par le convertisseur, en ppm C;

$c_{HC(w/o NMC)}$ est la concentration de HC lorsque C_2H_6 contourne le convertisseur, en ppm C.

9.3.9 Effets d'interaction

Des gaz autres que le gaz analysé présents dans les gaz d'échappement peuvent interférer de plusieurs manières avec les valeurs indiquées. Il y a interaction positive dans les analyseurs NDIR lorsque le gaz parasite cause le même effet que le gaz mesuré mais à un degré moindre. Il y a interaction négative dans les analyseurs NDIR lorsque le gaz parasite élargit la bande d'absorption du gaz mesuré, et dans les analyseurs CLD lorsque ce gaz cause l'extinction de la réaction. Les contrôles d'interaction prescrits aux paragraphes 9.3.9.1 et 9.3.9.3 doivent être exécutés avant la mise en service d'un analyseur et après les principales opérations d'entretien.

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.

Les procédures de contrôle de l'interaction pour CO₂ et H₂O peuvent aussi être menées séparément. Si les niveaux de CO₂ et H₂O utilisés sont supérieurs aux niveaux maximaux escomptés pendant l'essai, chaque valeur d'interaction observée doit être réduite en multipliant l'interaction observée par le quotient de la valeur de concentration escomptée maximale par la valeur réelle utilisée pendant cette procédure. Des procédures d'interaction séparées à des concentrations de H₂O qui sont inférieures aux niveaux maximaux escomptés pendant l'essai peuvent être appliquées, mais la valeur d'interaction avec H₂O observée doit être corrigée vers le haut en multipliant l'interaction observée par le quotient de la valeur de la concentration de H₂O maximale escomptée par la valeur réelle utilisée pendant cette procédure. La somme de ces deux valeurs d'interaction ainsi corrigées doit satisfaire aux limites de tolérance indiquées dans le présent paragraphe.

9.3.9.2 Contrôle des effets d'extinction pour les analyseurs de NO_x en ce qui concerne les analyseurs CLD

Les deux gaz à considérer pour les analyseurs CLD (et HCLD) sont le CO₂ et la vapeur d'eau; ils causent des effets d'extinction proportionnels à leur concentration, ce qui nécessite des méthodes d'essai permettant de déterminer l'extinction aux plus fortes concentrations rencontrées lors de l'essai. Si l'analyseur CLD utilise des algorithmes de compensation des effets d'extinction qui font appel à des instruments de mesure de H₂O et/ou CO₂, l'effet d'extinction doit être évalué avec ces instruments en fonctionnement et en appliquant les algorithmes de compensation.

9.3.9.2.1 Contrôle de l'effet d'extinction par le CO₂

Un gaz de réglage d'échelle CO₂ ayant une concentration de 80 à 100 % de l'échelle de la gamme la plus élevée utilisée doit être envoyé dans l'analyseur NDIR et la valeur de CO₂ enregistrée comme A. Il doit ensuite être dilué à 50 % environ avec le gaz de réglage d'échelle NO et envoyé dans l'analyseur NDIR et l'analyseur (H)CLD, les valeurs de CO₂ et de NO étant enregistrées comme B et C respectivement. L'arrivée de CO₂ doit alors être coupée et seul le gaz de réglage d'échelle NO passe par l'analyseur (H)CLD; la valeur mesurée de NO étant enregistrée comme D.

Le coefficient d'extinction (en %) doit être calculé comme suit:

$$E_{CO_2} = \left[1 - \left(\frac{C \times A}{(D \times A) - (D \times B)} \right) \right] \times 100 \quad (77)$$

où:

- A est la concentration de gaz CO₂ non dilué mesurée avec l'analyseur NDIR, en %;
- B est la concentration de gaz CO₂ dilué mesurée avec l'analyseur NDIR, en %;
- C est la concentration de gaz NO dilué mesurée avec l'analyseur (H)CLD, en ppm;
- D est la concentration de gaz NO dilué mesurée avec l'analyseur (H)CLD, en ppm.

D'autres méthodes de dilution et de quantification des valeurs des gaz de réglage d'échelle CO₂ et NO, par exemple mélange/dosage dynamique, peuvent être utilisées avec l'accord de l'autorité compétente.

9.3.9.2.2 Contrôle de l'effet d'extinction par l'eau

Ce contrôle s'applique seulement aux mesures de la concentration des gaz en conditions humides. Le calcul de l'effet d'extinction par l'eau doit tenir compte de la dilution du gaz de réglage d'échelle NO par la vapeur d'eau et de l'adaptation de la concentration de vapeur d'eau du mélange à la valeur prévue lors de l'essai.

Un gaz de réglage d'échelle NO ayant une concentration de 80 à 100 % de l'échelle de la gamme normalement utilisée doit être envoyé dans l'analyseur (H)CLD, et la valeur NO enregistrée comme D. Le gaz de réglage d'échelle NO, après barbotage dans un bain d'eau à température ambiante, est envoyé dans l'analyseur (H)CLD; la valeur de NO est enregistrée comme C. La température de l'eau doit être déterminée et enregistrée comme F. La pression de vapeur saturante du mélange qui correspond à la température de l'eau du barboteur (F) doit être déterminée et enregistrée comme G.

La concentration de vapeur d'eau (H, en %) du mélange doit être calculée comme suit:

$$H = 100 \times (G/p_b) \quad (78)$$

La concentration escomptée du gaz de réglage d'échelle NO dilué (dans la vapeur d'eau) (D_e) doit être calculée comme suit:

$$D_e = D \times (1 - H/100) \quad (79)$$

La concentration maximale de vapeur d'eau dans les gaz d'échappement (H_m, en %) escomptée lors de l'essai doit être évaluée à partir de la concentration maximale de CO₂ dans les gaz d'échappement A, comme suit:

$$H_m = \alpha/2 \times A \quad (80)$$

Le coefficient d'extinction par l'eau (en %) doit être calculé comme suit:

$$E_{H_2O} = 100 \times ((D_e - C)/D_e) \times (H_m/H) \quad (81)$$

où:

D_e est la concentration escomptée de gaz NO dilué, en ppm;

C est la concentration mesurée de gaz NO dilué, en ppm;

H_m est la concentration maximale de vapeur d'eau, en %;

H est la concentration réelle de vapeur d'eau, en %.

9.3.9.2.3 Coefficient d'extinction maximal admis

Le coefficient combiné pour le CO₂ et pour l'eau ne doit pas être supérieur à 2 % de la pleine échelle.

9.3.9.3 Contrôle des effets d'extinction pour les analyseurs de NO_x en ce qui concerne les analyseurs non dispersifs à absorption dans l'ultraviolet (NDUV)

Les hydrocarbures et le H₂O peuvent interagir positivement avec un analyseur NDUV en causant une réaction similaire à NO_x. Si l'analyseur NDUV utilise des algorithmes de compensation qui font appel à des mesures d'autres gaz pour satisfaire à cette vérification d'interaction, de telles mesures doivent être effectuées simultanément pour contrôler les algorithmes lors de la vérification de l'interaction.

9.3.9.3.1 Procédure

L'analyseur NDUV doit être mis en marche, utilisé, remis à zéro et étalonné conformément aux instructions du fabricant de l'appareil. Il est recommandé de prélever des gaz d'échappement du moteur pour procéder à cette vérification. Un analyseur CLD doit être utilisé pour déterminer les NO_x dans les gaz d'échappement. La réponse de l'analyseur CLD est utilisée comme valeur de référence. Les HC présents dans les gaz d'échappement sont également mesurés au moyen d'un analyseur FID. La réponse de l'analyseur FID est utilisée comme valeur de référence pour les hydrocarbures.

En amont du sécheur d'échantillons, si un tel dispositif est utilisé pendant l'essai, les émissions d'échappement du moteur sont introduites dans l'analyseur NDUV. Il faut attendre que la réponse de l'analyseur se stabilise. Le temps nécessaire à la stabilisation peut inclure le temps nécessaire pour purger la conduite de transfert et le temps de réponse de l'analyseur. Pendant que tous les analyseurs mesurent la concentration du prélèvement, 30 s de données recueillies doivent être enregistrées et les moyennes arithmétiques calculées pour les trois analyseurs.

La valeur moyenne donnée par l'analyseur CLD doit être soustraite de la valeur moyenne donnée par l'analyseur NDUV. La différence doit être multipliée par le quotient de la concentration moyenne de HC escomptée par la concentration de HC mesurée pendant la vérification, au moyen de la formule suivante:

$$E_{HC/H_2O} = (c_{NO_x,CLD} - c_{NO_x,NDUV}) \times \left(\frac{c_{HC,e}}{c_{HC,m}} \right) \quad (82)$$

où:

$c_{NO_x,CLD}$ est la concentration de NO_x mesurée par l'analyseur CLD, en ppm;

- $c_{\text{NO}_x, \text{NDUV}}$ est la concentration de NO_x mesurée par l'analyseur NDUV, en ppm;
- $c_{\text{HC}, e}$ est la concentration de HC maximale escomptée, en ppm;
- $c_{\text{HC}, m}$ est la concentration de HC mesurée, en ppm.
- 9.3.9.3.2 Coefficient d'extinction maximal admis
- L'effet d'extinction combiné par les HC et par l'eau ne doit pas dépasser 2 % de la concentration de NO_x escomptée pendant l'essai.
- 9.3.9.4 Sécheur d'échantillon
- Un sécheur doit éliminer de l'échantillon l'eau qui risquerait de fausser la mesure des NO_x .
- 9.3.9.4.1 Efficacité du sécheur d'échantillon
- Pour les analyseurs CLD par voie sèche, il doit être démontré que, pour la plus forte concentration de vapeur d'eau H_m prévisible (voir par. 9.3.9.2.2), le sécheur d'échantillon maintient l'humidité du CLD à ≤ 5 g eau/kg air sec (ou environ 0,008 % H_2O), ce qui correspond à 100 % d'humidité relative à 3,9 °C et 101,3 kPa, et équivaut également à 25 % environ d'humidité relative à 25 °C et 101,3 kPa. Ce contrôle peut être effectué par mesure de la température à la sortie d'un déshumidificateur thermique, ou par mesure de l'humidité en un point situé juste en amont du CLD. On peut aussi mesurer le taux d'humidité à la sortie du CLD à condition que le seul flux traversant celui-ci soit celui sortant du déshumidificateur.
- 9.3.9.4.2 Pénétration de NO_2 dans le sécheur d'échantillon
- L'eau qui reste dans le cas d'un sécheur d'échantillon mal conçu peut éliminer le NO_2 de l'échantillon. Si un sécheur d'échantillon est utilisé en combinaison avec un analyseur NDUV sans qu'un convertisseur NO_2/NO soit placé en amont, il pourrait éliminer le NO_2 de l'échantillon avant la mesure des NO_x .
- Le sécheur d'échantillon doit permettre de mesurer au moins 95 % du NO_2 total à sa concentration maximale escomptée.
- 9.3.10 Prélèvement pour la détermination des émissions gazeuses brutes, s'il y a lieu
- Les sondes de prélèvement pour la mesure des émissions gazeuses doivent être installées à au moins 0,5 m, ou trois fois le diamètre du tuyau d'échappement, la plus grande dimension étant retenue, en amont de la sortie du système d'échappement, mais suffisamment près du moteur pour garantir une température des gaz d'échappement d'au moins 343 K (70 °C) au droit de la sonde.
- Dans le cas d'un moteur multicylindres à collecteur d'échappement à plusieurs branches, l'entrée de la sonde doit être placée suffisamment loin en aval de la jonction pour garantir le prélèvement d'un échantillon représentatif des émissions d'échappement moyennes de tous les cylindres. Pour les moteurs multicylindres à plusieurs collecteurs séparés, tels que les moteurs en V, il est recommandé de réunir les flux des collecteurs en amont de la sonde de prélèvement. Si cette solution n'est pas possible pour des raisons pratiques, il est admis de prélever un échantillon sur le groupe ayant les plus fortes émissions de CO_2 . Pour le calcul des émissions d'échappement, le débit-masse total de gaz d'échappement du collecteur doit être pris en compte.

Si le moteur est équipé d'un système de traitement aval, l'échantillon de gaz d'échappement doit être prélevé en aval de ce dernier.

- 9.3.11 Prélèvement pour la détermination des émissions gazeuses diluées, s'il y a lieu
- Le tuyau d'échappement raccordant le moteur au système de dilution du flux total doit être conforme aux conditions énoncées à l'appendice 2. La ou les sondes de prélèvement des émissions gazeuses doivent être installées dans le tunnel de dilution en un point où le diluant et les gaz d'échappement sont intimement mélangés, et à proximité immédiate de la sonde de prélèvement des émissions particulaires.

Le prélèvement peut se faire de deux manières principales:

- a) Les émissions sont recueillies dans un sac de collecte sur tout le cycle et mesurées après l'essai; pour les HC, le sac de collecte doit être chauffé à 464 ± 11 K (191 ± 11 °C); pour les NO_x, la température du sac doit être située au-dessus du point de rosée;
- b) Les émissions sont prélevées en continu et leurs concentrations intégrées sur tout le cycle.

Les concentrations ambiantes doivent être déterminées en amont du tunnel de dilution selon a) ou b), et doivent être soustraites des concentrations d'émissions déterminées conformément au paragraphe 8.5.2.3.2.

- 9.4 Système de collecte et de mesure des particules

- 9.4.1 Caractéristiques générales

Pour déterminer la masse de particules, le matériel nécessaire se compose d'un système de dilution et de prélèvement des particules, d'un filtre de collecte, d'une balance au microgramme et d'une chambre de pesée à température et humidité réglées. Le système de prélèvement des particules doit être conçu pour prélever un échantillon représentatif des particules, proportionnel au débit de gaz d'échappement.

- 9.4.2 Prescriptions générales concernant le système de dilution

Pour la mesure des émissions de particules, il est nécessaire de diluer l'échantillon avec de l'air ambiant filtré ou de l'air synthétique ou de l'azote (le diluant). Le système de dilution doit satisfaire aux conditions suivantes:

- a) Éliminer complètement toute condensation d'eau dans les systèmes de dilution et de prélèvement;
- b) Maintenir la température des gaz d'échappement dilués à une valeur comprise entre 315 et 325 K (42 et 52 °C) dans les 20 cm situés en amont ou en aval du ou des porte-filtres;
- c) Maintenir la température du gaz diluant entre 293 et 325 K (20 et 42 °C) à proximité immédiate de l'entrée dans le tunnel de dilution;
- d) Le taux de dilution minimal doit se situer entre 5:1 et 7:1 et ne pas être inférieur à 2:1 pour la phase de dilution primaire sur la base du débit maximal des émissions d'échappement du moteur;
- e) Pour un système à dilution du flux partiel, le temps de séjour dans le système du point d'introduction du gaz diluant jusqu'au(x) porte-filtre(s) doit être compris entre 0,5 et 5 s;

- f) Pour un système à dilution du flux total, le temps de séjour total dans le système du point d'introduction du gaz diluant jusqu'au(x) porte-filtre(s) doit être compris entre 1 et 5 s, et le temps de séjour dans le système de dilution secondaire, si un tel système est utilisé, du point d'introduction du gaz diluant secondaire jusqu'au(x) porte-filtre(s) doit être d'au moins 0,5 s.

Une déshumidification du gaz diluant avant que celui-ci entre dans le système de dilution est admise; elle est particulièrement utile si l'humidité du gaz diluant est élevée.

9.4.3 Prélèvement de l'échantillon de particules

9.4.3.1 Système de dilution du flux partiel

En général, la sonde de prélèvement de l'échantillon de particules doit être installée à proximité de la sonde de prélèvement des émissions gazeuses, mais à une distance suffisante pour ne pas causer d'interférence. Les dispositions concernant l'installation énoncées au paragraphe 9.3.10 s'appliquent donc également au prélèvement des particules. La tuyauterie de prélèvement doit être conforme aux conditions énoncées à l'appendice 2.

Dans le cas d'un moteur multicylindres à collecteur d'échappement à plusieurs branches, l'entrée de la sonde doit être placée suffisamment loin en aval de la jonction pour garantir le prélèvement d'un échantillon représentatif des émissions d'échappement moyennes de tous les cylindres. Pour les moteurs multicylindres à plusieurs collecteurs séparés, tels que les moteurs en V, il est recommandé de réunir les flux des collecteurs en amont de la sonde de prélèvement. Si cette solution n'est pas possible pour des raisons pratiques, il est admis de prélever un échantillon sur le groupe ayant les plus fortes émissions de particules. Pour le calcul des émissions d'échappement, le débit-masse total de gaz d'échappement du collecteur doit être pris en compte.

9.4.3.2 Système de dilution du flux total

La sonde de prélèvement de l'échantillon de particules doit être installée à proximité de la sonde de prélèvement des échantillons d'émissions gazeuses, mais à une distance suffisante de celle-ci pour qu'il, n'y ait pas d'interférence, dans le tunnel de dilution. Les dispositions concernant l'installation énoncées au paragraphe 9.3.11 s'appliquent donc également au prélèvement des particules. La tuyauterie de prélèvement doit être conforme aux conditions énoncées à l'appendice 2.

9.4.4 Filtre de collecte des particules

Les gaz d'échappement dilués doivent être filtrés dans un filtre répondant aux conditions énoncées aux paragraphes 9.4.4.1 à 9.4.4.3 ci-dessous au cours de la séquence d'essai.

9.4.4.1 Caractéristiques techniques des filtres

Quel que soit le type, le filtre doit avoir un coefficient de rétention des particules de DOP (di-octylphthalate) de $0,3 \mu\text{m}$ d'au moins 99 %. Le matériau filtrant doit être:

- a) Soit de la fibre de verre revêtue de PTFE;
- b) Soit une membrane de PTFE.

- 9.4.4.2 Dimension des filtres
- Le filtre doit être circulaire; son diamètre nominal doit être de 47 mm (tolérance $46,50 \pm 0,6$ mm) et son diamètre exposé (diamètre efficace) de 38 mm au minimum.
- 9.4.4.3 Vitesse d'entrée dans le filtre
- La vitesse d'entrée dans le filtre doit être comprise entre 0,90 et 1,00 m/s, la proportion des valeurs de débit situées à l'extérieur de cette plage devant être inférieure à 5 %. Si la masse totale des matières particulaires présentes sur le filtre est supérieure à 400 µg, la vitesse d'entrée dans le filtre peut être abaissée à 0,50 m/s. La vitesse d'entrée est calculée en divisant le débit volumique du prélèvement à la pression amont du filtre et à la température de surface du filtre par la superficie exposée du filtre. \leq
- 9.4.5 Caractéristiques de la chambre de pesée et de la balance
- L'atmosphère de la chambre doit être exempte de tout contaminant ambiant (tel que poussière, aérosol, ou matériau semi-volatile) susceptible de contaminer les filtres à particules. La chambre de pesée doit satisfaire aux conditions prescrites au minimum pendant les 60 min précédant la pesée des filtres.
- 9.4.5.1 Conditions dans la chambre de pesée
- La température de la chambre où les filtres à particules sont conditionnés et pesés doit être maintenue constante à 295 ± 1 K (22 ± 1 °C) pendant toutes les opérations de conditionnement et de pesée. L'humidité doit être maintenue au point de rosée à $282,5 \pm 1$ K ($9,5 \pm 1$ °C).
- Si l'environnement de stabilisation et l'environnement de pesée sont séparés, la température de l'environnement de stabilisation doit être maintenue à 295 ± 3 K (22 ± 3 °C), mais la prescription relative au point de rosée reste à $282,5 \pm 1$ K ($9,5 \pm 1$ °C).
- L'humidité et la température ambiante doivent être enregistrées.
- 9.4.5.2 Pesée des filtres de référence
- Deux filtres de référence non utilisés au moins devraient être pesés, de préférence en même temps que les filtres de collecte, mais en tout cas dans un délai maximum de 12 h. Ils doivent être du même matériau que les filtres de collecte. Les résultats des pesées doivent être corrigés des effets de la flottabilité.
- Si le poids de l'un quelconque des filtres de référence change de plus de 10 µg entre les pesées des filtres de collecte, tous les filtres de collecte doivent être rejetés et l'essai de mesure des émissions répété.
- Les filtres de référence doivent être remplacés périodiquement conformément aux règles d'usage mais au moins une fois par an.
- 9.4.5.3 Balance de laboratoire
- La balance utilisée pour déterminer le poids de tous les filtres doit satisfaire aux critères de vérification de la linéarité formulés au tableau 7 du paragraphe 9.2. Cela implique une précision (écart type) d'au moins 2 µg et une résolution d'au moins 1 µg (1 chiffre = 1 µg).

Pour garantir la justesse de la pesée des filtres, il est recommandé de prendre les mesures suivantes:

- a) Installer la balance sur un socle isolé à l'égard des bruits extérieurs et vibrations;
- b) Protéger la balance contre les courants d'air convectifs au moyen d'un pare-vent antistatique mis à la terre.

9.4.5.4 Élimination des effets de l'électricité statique

Le filtre doit être neutralisé électrostatiquement avant la pesée, par exemple avec un éliminateur au polonium ou par un autre procédé également efficace. Si un filtre muni d'une membrane de PTFE est utilisé, le potentiel statique doit être mesuré; il est recommandé qu'il soit neutre à $\pm 2,0$ V près.

À proximité de la balance, les charges d'électricité statique doivent être réduites au minimum, notamment par les mesures suivantes:

- a) La balance doit être mise à la terre électriquement;
- b) Des pincettes en acier inoxydable doivent être utilisées lorsque les prélèvements de matières particulaires sont manipulés à la main;
- c) Les pincettes doivent être mises à la terre au moyen d'une sangle, ou l'opérateur doit porter un bracelet de mise à la terre commune avec la balance. Les bracelets de mise à la terre doivent être munis d'une résistance appropriée pour protéger les opérateurs contre les chocs électriques accidentels.

9.4.5.5 Autres conditions prescrites

Tous les éléments du système de dilution et du système de prélèvement compris entre le tuyau d'échappement et le porte-filtre qui entrent en contact avec les gaz d'échappement bruts et dilués doivent être conçus pour minimiser les dépôts ou l'altération des matières particulaires. Ils doivent être réalisés en matériaux électriquement conducteurs qui ne réagissent pas avec les constituants des gaz d'échappement, et ils doivent être mis à la terre électriquement pour prévenir les effets électrostatiques.

9.4.5.6 Étalonnage de l'appareillage de mesure du débit

Chaque débitmètre utilisé dans le cadre d'un prélèvement de particules et dans un système de dilution du flux partiel doit faire l'objet d'une vérification de la linéarité, telle que décrite au paragraphe 9.2.1, aussi fréquemment qu'il est nécessaire pour satisfaire aux prescriptions de justesse énoncées dans le présent Règlement. Pour les valeurs de référence du débit, on doit utiliser un débitmètre précis certifié conforme aux normes internationales et/ou nationales. Pour l'étalonnage de l'appareil de mesure de la différence de débit, voir le paragraphe 9.4.6.2.

9.4.6 Conditions spéciales relatives au système de dilution du flux partiel

Le système de dilution du flux partiel doit être conçu pour prélever un échantillon proportionnel de gaz d'échappement bruts dans le flux des gaz d'échappement du moteur, ce prélèvement devant donc suivre les variations du débit des gaz d'échappement. À cette fin, il est indispensable que le taux de dilution ou le taux de prélèvement r_d ou r_s soit déterminé de telle manière que les conditions de justesse du paragraphe 9.4.6.2 soient remplies.

9.4.6.1 Temps de réponse du système

Pour le réglage d'un système de dilution du flux partiel, une réponse rapide du système est nécessaire. Le temps de transformation du système doit être déterminé conformément à la procédure du paragraphe 9.4.6.6. Si le temps de transformation combiné de la mesure du débit de gaz d'échappement (voir par. 8.4.1.2) et du système de dilution du flux partiel est $\leq 0,3$ s, un réglage en ligne doit être appliqué. Si le temps de transformation est supérieur à 0,3 s, une commande par réglage prédictif basé sur un essai préenregistré doit être utilisée. Dans ce cas, le temps de montée combiné doit être ≤ 1 s et le temps de retard combiné ≤ 10 s.

La réponse totale du système doit être conçue pour garantir l'obtention d'un échantillon représentatif des particules, $q_{mp,i}$, proportionnel au débit-masse des gaz d'échappement. Pour déterminer la proportionnalité, une analyse de régression de $q_{mp,i}$ par rapport à $q_{mew,i}$ doit être effectuée avec une fréquence d'acquisition des données d'au moins 5 Hz, et les critères suivants doivent être remplis:

- Le coefficient de détermination r^2 de la régression linéaire entre $q_{mp,i}$ et $q_{mew,i}$ ne doit pas être inférieur à 0,95;
- L'erreur type d'estimation de $q_{mp,i}$ par rapport à $q_{mew,i}$ ne doit pas dépasser 5 % de q_{mp} au maximum;
- L'ordonnée à l'origine q_{mp} de la droite de régression ne doit pas être inférieure à ± 2 % de q_{mp} maximum.

Une commande par réglage prédictif est nécessaire si les temps de transformation combinés du système de mesure des particules, $t_{50,P}$ et du signal de débit-masse de gaz d'échappement, $t_{50,F}$ sont $> 0,3$ s. Dans ce cas, un essai préalable doit être effectué et le signal de débit-masse de gaz d'échappement obtenu lors de l'essai préalable doit être utilisé pour régler le débit de prélèvement dans le système de mesure des particules. On considère qu'un réglage correct du système de dilution partielle a été obtenu si la trace temporelle de $q_{mew,pre}$ de l'essai préalable, qui contrôle q_{mp} , est corrigée d'un décalage prédictif de $t_{50,P} + t_{50,F}$.

Pour contrôler la corrélation entre $q_{mp,i}$ et $q_{mew,i}$, on utilise les données collectées au cours de l'essai réel, en alignant dans le temps $q_{mew,i}$ de $t_{50,F}$ par rapport à $q_{mp,i}$ (le recalage dans le temps ne fait pas intervenir $t_{50,P}$). C'est-à-dire que le décalage temporaire entre q_{mew} et q_{mp} correspond à la différence des temps de transformation déterminés conformément au paragraphe 9.4.6.6.

9.4.6.2 Conditions relatives à la mesure de la différence de débit

Pour les systèmes de dilution du flux partiel, la justesse de la mesure du débit de prélèvement q_{mp} doit faire l'objet d'une attention particulière, si cette mesure n'est pas effectuée directement, mais par calcul de la différence de débit selon la formule:

$$q_{mp} = q_{mdew} - q_{mdw} \quad (83)$$

Dans ce cas, l'erreur maximale sur le calcul de la différence doit être telle que la justesse de la valeur de q_{mp} reste dans les limites de ± 5 % lorsque le taux de dilution est inférieur à 15. Cette erreur peut être calculée sur la base de la valeur moyenne quadratique de l'erreur de chaque instrument.

Une valeur acceptable de la justesse de q_{mp} peut être obtenue si l'une des conditions suivantes est remplie:

- a) Si les justesses absolues de q_{mdew} et q_{mdw} sont de $\pm 0,2\%$, ce qui garantit une justesse de $q_{mp} \leq 5\%$ à un taux de dilution de 15. Les erreurs, toutefois, seront supérieures à des taux de dilution plus élevés;
- b) Si l'étalonnage de q_{mdw} par rapport à q_{mdew} est effectué de telle manière que les mêmes valeurs de justesse pour q_{mp} soient obtenues que dans le cas a) ci-dessus. Pour plus de précisions, voir le paragraphe 9.4.6.3;
- c) Si la justesse de q_{mp} est déterminée indirectement d'après la justesse du taux de dilution, tel qu'il est déterminé au moyen d'un gaz témoin comme le CO_2 . Des valeurs de justesse équivalant au cas a) ci-dessus pour q_{mp} sont requises;
- d) Si la justesse absolue de q_{mdew} et q_{mdw} reste dans les limites de $\pm 2\%$ de l'échelle, si l'erreur maximale sur la différence entre q_{mdew} et q_{mdw} ne dépasse pas $0,2\%$, et si l'erreur de linéarité ne dépasse pas $\pm 0,2\%$ de la valeur la plus élevée de q_{mdew} observée au cours de l'essai.

9.4.6.3 Étalonnage du système de mesure de la différence de débit

Le débitmètre ou l'appareillage de mesure du débit doit être étalonné selon une des méthodes suivantes, de telle manière que le débit de prélèvement q_{mp} entrant dans le tunnel satisfasse aux conditions de justesse énoncées au paragraphe 9.4.6.2:

- a) Le débitmètre de mesure de q_{mdw} doit être raccordé en série au débitmètre de mesure de q_{mdew} , la différence entre les valeurs des deux débitmètres devant être étalonnée sur au moins cinq points de réglage correspondant à des valeurs de débit également espacées entre la plus basse valeur q_{mdw} utilisée lors de l'essai et la valeur de q_{mdew} utilisée lors de l'essai. Pour la mesure, le tunnel de dilution peut être contourné;
- b) Un débitmètre étalonné doit être raccordé en série au débitmètre de mesure de q_{mdew} , et la justesse de la mesure doit être contrôlée pour la valeur utilisée lors de l'essai. Le débitmètre étalonné doit être raccordé en série au débitmètre de mesure de q_{mdw} , et la justesse doit être contrôlée sur au moins cinq points de réglage correspondant à un taux de dilution variant entre 3 et 50, par rapport à la valeur de q_{mdew} utilisée lors de l'essai;
- c) Le tube de transfert TT doit être déconnecté de l'échappement et un dispositif étalonné de mesure du débit ayant une plage de mesure appropriée pour la mesure de q_{mp} doit être raccordé au tube de transfert. La valeur de q_{mdew} doit être réglée à la valeur utilisée lors de l'essai et celle de q_{mdw} doit être successivement réglée sur au moins cinq valeurs correspondant à des taux de dilution variant entre 3 et 50. Autre variante possible, il peut être installé un circuit spécial d'étalonnage, contournant le tunnel, mais où le débit total et le débit du diluant passent par les débitmètres correspondants, comme lors de l'essai réel;

- d) Un gaz témoin doit être introduit dans le tube de transfert TT. Ce gaz témoin peut être un constituant du gaz d'échappement tel que CO₂ ou NO_x. Après dilution dans le tunnel, la concentration du gaz témoin doit être mesurée. Cette mesure doit s'effectuer pour cinq taux de dilution variant entre 3 et 50. La justesse du débit de prélèvement doit être déterminée d'après le taux de dilution r_d :

$$q_{mp} = q_{mdew}/r_d \quad (84)$$

Il est nécessaire de prendre en compte les valeurs de justesse respectives des analyseurs de gaz pour pouvoir garantir la justesse de q_{mp} .

9.4.6.4 Contrôle du flux de carbone

Il est vivement recommandé d'effectuer un contrôle du flux 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 flux 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.

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 flux 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. Toutes les valeurs de débit de carbone devraient concorder à 3 % près.

9.4.6.5 Contrôle préliminaire à l'essai

Un contrôle préliminaire doit être effectué 2 h au maximum avant l'essai dans les conditions suivantes.

La justesse des débitmètres doit être contrôlée par la même méthode que celle appliquée pour l'étalonnage (voir par. 9.4.6.2) pour au moins deux points, y compris les valeurs de débit de q_{mdw} qui correspondent à des taux de dilution compris entre 5 et 15 pour la valeur de q_{mdew} utilisée lors de l'essai.

Le contrôle préliminaire peut être omis s'il est possible de démontrer sur la base des enregistrements concernant les opérations d'étalonnage effectuées conformément au paragraphe 9.4.6.2 que l'étalonnage des débitmètres est stable pendant une longue durée.

9.4.6.6 Détermination du temps de transformation

Les réglages du système pour l'évaluation du temps de transformation doivent être exactement les mêmes que ceux s'appliquant à la mesure lors de l'essai réel. Le temps de transformation doit être déterminé conformément à la méthode suivante.

Un débitmètre de référence indépendant ayant une plage de mesure appropriée pour le débit de la sonde doit être raccordé en série à la sonde à proximité immédiate de celle-ci. Ce débitmètre doit avoir un temps de transformation inférieur à 100 ms pour la dimension de l'échelon d'accroissement du débit utilisé pour la mesure du temps de réponse, et doit présenter une restriction au débit suffisamment faible pour ne pas affecter le comportement dynamique du système de dilution du flux partiel; il doit être installé conformément aux règles de l'art.

Une variation en échelon du débit doit être appliquée à l'entrée des gaz d'échappement (ou à l'entrée d'air si le débit de gaz d'échappement est déterminé par calcul) du système de dilution du flux partiel, depuis une valeur de débit faible jusqu'à 90 % au moins du débit maximal de gaz d'échappement. Le signal de déclenchement de l'échelon doit être le même que celui utilisé pour déclencher le réglage prédictif lors de l'essai réel. Le signal d'accroissement du débit de gaz d'échappement et la réponse du débitmètre doivent être enregistrés à une fréquence d'échantillonnage d'au moins 10 Hz.

À partir de ces données, on détermine le temps de transformation pour le système de dilution du flux partiel, qui est le temps écoulé depuis l'amorçage de l'échelon jusqu'au point 50 % de la réponse du débitmètre. On détermine de la même manière les temps de transformation du signal q_{mp} du débitmètre du système de dilution du flux partiel et du signal $q_{mew,i}$ du débitmètre de gaz d'échappement. Les signaux sont utilisés pour les opérations de contrôle par régression effectuées après chaque essai (voir par. 9.4.6.1).

Les calculs doivent être répétés pour au moins cinq signaux de montée et de descente, et la moyenne des résultats doit être calculée. Le temps de transformation interne (<100 ms) du débitmètre de référence est déduit de cette valeur, ce qui donne la valeur «prédictive» du système de dilution du flux partiel, qui doit être appliquée conformément au paragraphe 9.4.6.1.

9.5 Étalonnage du système CVS

9.5.1 Dispositions générales

Le système CVS doit être étalonné au moyen d'un débitmètre juste et d'un dispositif réducteur de débit. Le débit traversant le système doit être mesuré pour différents réglages du réducteur et les paramètres de réglage du système doivent être mesurés et rapportés au débit.

Il peut être utilisé divers types de débitmètre: tube de venturi étalonné, débitmètre laminaire étalonné, débitmètre à turbine étalonné.

9.5.2 Étalonnage de la pompe volumétrique (PDP)

Tous les paramètres relatifs à la pompe doivent être mesurés simultanément avec les paramètres relatifs à un tube de venturi étalonné qui est raccordé en série avec la pompe. La courbe du débit calculé (en m^3/s à l'entrée de la pompe aux valeurs mesurées de pression absolue et de température) est rapportée à une fonction de corrélation qui représente une combinaison donnée de paramètres de la pompe. L'équation linéaire entre le débit de la pompe et la fonction de corrélation doit alors être déterminée. Si le système CVS a plusieurs vitesses d'entraînement, l'étalonnage doit être exécuté pour chaque vitesse utilisée.

Une température constante doit être maintenue au cours de l'étalonnage.

Les fuites totales dans les raccords et tuyauteries raccordant le tube de venturi étalonné et la pompe CVS doivent être maintenues à moins de 0,3 % de la valeur de débit la plus basse (réduction maximale du débit et vitesse de rotation minimale de la pompe PDP).

9.5.2.1 Analyse des données

Le débit d'air (q_{CVS}) à chaque réglage du réducteur de débit (six réglages minimum) doit être calculé en m^3/s normaux à partir des données du débitmètre conformément à la méthode prescrite par le fabricant. Le débit

d'air doit ensuite être converti en débit de la pompe (V_0) en m^3/tr aux valeurs mesurées de pression absolue et de température à l'entrée de la pompe, comme suit:

$$V_0 = \frac{q_{vcvs}}{n} \times \frac{T}{273} \times \frac{101,3}{p_p} \quad (85)$$

où:

q_{vcvs} est le débit d'air aux conditions normales (101,3 kPa, 273 K), en m^3/s ;

T est la température à l'entrée de la pompe, en K;

p_p est la pression absolue à l'entrée de la pompe, en kPa;

n est la vitesse de rotation de la pompe, en tr/s .

Pour tenir compte de l'interaction des variations de pression à la pompe et du taux de glissement de celle-ci, on détermine la fonction de corrélation X_0 entre la vitesse de rotation de la pompe, la différence de pression entre entrée et sortie et la pression absolue de sortie de la pompe, comme suit:

$$X_0 = \frac{1}{n} \times \sqrt{\frac{\Delta p_p}{p_p}} \quad (86)$$

où:

Δp_p est la différence de pression entre l'entrée et la sortie de la pompe, en kPa;

p_p est la pression absolue de sortie de la pompe, en kPa.

On exécute ensuite un ajustement linéaire par les moindres carrés en vue d'établir l'équation d'étalonnage, comme suit:

$$V_0 = D_0 - m \times X_0 \quad (87)$$

D_0 et m sont l'ordonnée à l'origine et la pente, respectivement, décrivant les droites de régression.

Pour un système CVS à plusieurs vitesses d'entraînement, les courbes d'étalonnage établies pour les différentes plages de débit de la pompe doivent être sensiblement parallèles, et la valeur de l'ordonnée à l'origine (D_0) doit augmenter lorsque la gamme de débit de la pompe diminue.

Les valeurs calculées au moyen de l'équation ne doivent pas s'écarter de plus de $\pm 0,5$ % de la valeur mesurée de V_0 . Les valeurs de m varient d'une pompe à l'autre. Avec le temps, l'encrassement par les particules cause une diminution du glissement, ce qui est reflété par des valeurs plus basses de m . Il doit donc être effectué un étalonnage à la mise en service de la pompe, et après tout entretien majeur, ainsi que si la vérification du système complet indique un changement du taux de glissement.

9.5.3 Étalonnage du venturi-tuyère en régime critique (CFV)

L'étalonnage du venturi-tuyère est basé sur l'équation de débit en régime critique de celui-ci. Le débit de gaz est fonction de la pression et de la température d'entrée.

Pour déterminer la plage de régime critique, on doit tracer la courbe de K_v en fonction de la pression à l'entrée du venturi. En régime critique, K_v a une valeur relativement constante. Lorsque la pression diminue (accroissement de la dépression), le venturi se débloque et K_v diminue, ce qui indique que le venturi fonctionne en dehors de la plage admissible.

9.5.3.1 Analyse des données

Le débit d'air (q_{vCVS}) à chaque réglage du réducteur de débit (8 réglages minimum) doit être calculé en m^3/s normaux à partir des données du débitmètre conformément à la méthode prescrite par le fabricant. Le coefficient d'étalonnage est calculé à partir des données d'étalonnage pour chaque réglage comme suit:

$$K_v = \frac{q_{vCVS} \times \sqrt{T}}{P_p} \quad (88)$$

où:

q_{vCVS} est le débit d'air aux conditions normales (101,3 kPa, 273 K), en m^3/s ;

T est la température à l'entrée du venturi, en K;

p_p est la pression absolue à l'entrée du venturi, en kPa.

La valeur moyenne de K_v et l'écart type doivent être calculés. L'écart type ne doit pas dépasser $\pm 0,3$ % de la valeur moyenne de K_v .

9.5.4 Étalonnage du venturi subsonique (SSV)

L'étalonnage du SSV est basé sur l'équation de débit d'un venturi subsonique. Le débit de gaz est fonction de la pression et de la température d'entrée, de la chute de pression entre l'entrée et le col du SSV, selon l'équation 53 (voir par. 8.5.1.4).

9.5.4.1 Analyse des données

Le débit d'air (Q_{SSV}) à chaque réglage du réducteur du débit (16 réglages minimum) doit être calculé en m^3/s normaux à partir des données du débitmètre conformément à la méthode prescrite par le fabricant. Le coefficient de décharge doit être calculé à partir des données d'étalonnage pour chaque réglage, comme suit:

$$C_d = \frac{Q_{SSV}}{d_v^2 \times P_p \times \sqrt{\left[\frac{1}{T} \times (r_p^{1,4286} - r_p^{1,7143}) \times \left(\frac{1}{1 - r_D^4 \times r_p^{1,4286}} \right) \right]}} \quad (89)$$

où:

Q_{SSV} est le débit d'air aux conditions normales (101,3 kPa, 273 K), en m^3/s ;

T est la température à l'entrée du venturi, en K;

d_v est le diamètre du col du SSV, en m;

r_p est le rapport de la pression au col du SSV à la pression statique absolue à l'entrée =

$$1 - \frac{\Delta p}{P_p};$$

r_D est le rapport du diamètre du col du SSV, d_v , au diamètre intérieur du tuyau d'entrée D .

Pour déterminer la plage d'écoulement subsonique, on trace la courbe de C_d en fonction du nombre de Reynolds Re , au col du SSV. La valeur de Re au col du SSV doit être calculée au moyen de l'équation suivante:

$$Re = A_1 \times \frac{Q_{SSV}}{d_v \times \mu} \quad (90)$$

avec

$$\mu = \frac{b \times T^{1.5}}{S + T} \quad (91)$$

où:

A_1 est 25,55152 en unités SI de $\left(\frac{1}{m^3}\right)\left(\frac{\text{min}}{s}\right)\left(\frac{\text{mm}}{m}\right)$;

Q_{SSV} est le débit d'air aux conditions normales (101,3 kPa, 273 K), en m^3/s ;

d_v est le diamètre du col de SSV, en m;

μ est la viscosité absolue ou dynamique du gaz, en kg/ms;

b est $1,458 \times 10^6$ (constante empirique), en $kg/ms K^{0.5}$;

S est 110,4 (constante empirique), en K.

Étant donné que la valeur Q_{SSV} est une valeur d'entrée de l'équation Re , les calculs doivent initialement se fonder sur une estimation de Q_{SSV} ou du facteur C_d du venturi étalonné, à partir de laquelle on procède par itération jusqu'à ce qu'il y ait convergence de la valeur Q_{SSV} . La méthode de convergence doit être juste à 0,1 % de point ou mieux.

Pour un nombre minimal de 16 points dans la région de l'écoulement subsonique, les valeurs calculées de C_d provenant de l'équation d'ajustement de la courbe d'étalonnage résultante doivent se situer à $\pm 0,5$ % de la valeur C_d pour chaque point d'étalonnage.

9.5.5 Vérification du système complet

Pour déterminer la justesse totale du système de prélèvement CVS et du système d'analyse, on introduit une masse connue d'un gaz polluant dans le système, celui-ci fonctionnant de manière normale. Le polluant est analysé, et sa masse déterminée conformément au paragraphe 8.5.2.3, sauf dans le cas du propane, pour lequel on applique un facteur u de 0,000472 au lieu de 0,000480 pour les HC. L'une ou l'autre des deux méthodes suivantes doit être appliquée.

9.5.5.1 Dosage avec un ajutage en régime critique

On introduit dans le système CVS par l'intermédiaire d'un ajutage critique étalonné une quantité connue d'un gaz pur (monoxyde de carbone ou propane). Si la pression d'entrée est suffisamment élevée, le débit, qui est réglé par l'ajutage en régime critique, est indépendant de la pression à la sortie de l'ajutage (régime critique). Le système CVS doit fonctionner pendant 5 à 10 min comme pour un essai normal de mesure des émissions d'échappement. Un échantillon de gaz doit être analysé à l'aide de l'équipement habituel (sac de collecte ou mesure par intégration), et la masse de gaz doit être calculée.

La valeur ainsi obtenue ne doit pas s'écarter de plus de ± 3 % de la masse connue de gaz injecté.

9.5.5.2 Dosage par méthode gravimétrique

On mesure avec une précision de $\pm 0,01$ g la masse d'une petite bouteille à gaz remplie de monoxyde de carbone ou de propane. Pendant 5 à 10 min, on fait fonctionner le système CVS comme pour un essai normal de mesure des émissions d'échappement, tout en injectant dans le système du monoxyde de carbone ou du propane. La quantité de gaz pur introduite dans le système est déterminée par pesée différentielle. L'échantillon de gaz est analysé par les moyens habituels (sac de collecte ou mesure par intégration), et la masse de gaz doit être calculée.

La valeur ainsi obtenue ne doit pas s'écarter de plus de ± 3 % de la masse connue de gaz injecté.

10. Procédure d'essai de mesure du nombre de particules

10.1 Prélèvement

Les émissions en nombre de particules doivent être mesurées par prélèvement continu à partir d'un système de dilution du flux partiel tel que décrit aux paragraphes A.2.2.1 et A.2.2.2 de l'appendice 2, ou d'un système de dilution du flux total tel que décrit aux paragraphes A.2.2.3 et A.2.2.4 de l'appendice 2.

10.1.1 Filtrage du gaz de dilution

Le gaz de dilution utilisé pour l'opération de dilution primaire et le cas échéant celle de dilution secondaire des gaz d'échappement dans le système de dilution doit être filtré dans des filtres satisfaisant aux prescriptions s'appliquant aux filtres à particules à très haute efficacité (TEH), tels qu'ils sont définis aux paragraphes A.2.2.2 ou A.2.2.4 de l'appendice 2. À titre optionnel, le gaz de dilution peut être lavé dans un laveur à charbon actif avant d'être envoyé dans le filtre TEH, afin de réduire et de stabiliser les concentrations d'hydrocarbures dans le gaz diluant. Il est recommandé d'utiliser un séparateur pour grosses particules additionnel placé en amont du filtre TEH et en aval du laveur à charbon actif, si celui-ci est utilisé.

10.2 Correction pour le débit massique de prélèvement de mesure du nombre de particules – système de dilution du flux total

Pour compenser le débit massique extrait du système de dilution pour le prélèvement de mesure du nombre de particules, le débit massique extrait (filtré) doit être réinjecté dans le système de dilution. Une autre solution possible consiste à corriger mathématiquement le débit massique total dans

le système de dilution en fonction du débit de prélèvement extrait. Si le débit massique total extrait du système de dilution est inférieur à 0,5 % du débit total de gaz d'échappement dilués dans le tunnel de dilution (m_{ed}), cette correction, ou la réinjection du débit prélevé, ne sont pas nécessaires.

- 10.3 Correction du débit pour tenir compte du débit de prélèvement de mesure du nombre de particules – systèmes de dilution du flux partiel
- 10.3.1 Pour les systèmes de dilution du flux partiel, le débit massique extrait du système de dilution pour la mesure du nombre de particules doit être pris en compte dans le système de réglage de la proportionnalité du prélèvement. Cette condition peut être réalisée soit par réinjection du débit de prélèvement dans le système de dilution en amont du dispositif de mesure du débit, soit par correction mathématique comme décrit au paragraphe 10.3.2. Dans le cas des systèmes de dilution du flux partiel du type à prélèvement total, le débit massique extrait pour le prélèvement de mesure des particules doit aussi être pris en compte dans le calcul de la masse de particules comme indiqué au paragraphe 10.3.3.
- 10.3.2 La correction pour tenir compte du débit instantané de gaz d'échappement entrant dans le système de dilution (q_{mp}), utilisé pour le contrôle de la proportionnalité du prélèvement, doit se faire selon l'une des deux méthodes suivantes:

- a) Dans le cas où le débit de prélèvement extrait n'est pas réinjecté dans le circuit, l'équation (83) du paragraphe 9.4.6.2 doit être remplacée par la suivante:

$$q_{mp} = q_{mdew} - q_{mdw} + q_{ex} \quad (92)$$

où:

q_{mp} est le débit-masse des gaz d'échappement entrant dans le système de dilution du flux partiel, en kg/s;

q_{mdew} est le débit massique de gaz d'échappement dilués, en kg/s;

q_{mdw} est le débit massique d'air de dilution, en kg/s;

q_{ex} est le débit massique de prélèvement de mesure du nombre de particules, en kg/s.

Le signal q_{ex} envoyé au régulateur du système de flux partiel doit être juste à 0,1 % de la valeur de q_{mdew} à tout moment et il doit être émis avec une fréquence d'au moins 1 Hz.

- b) Dans le cas où le débit de prélèvement extrait n'est pas réinjecté, même partiellement, mais où un débit équivalent est injecté dans le système de dilution en amont du dispositif de mesure du débit, l'équation (83) du paragraphe 9.4.6.2 doit être remplacée par la suivante:

$$q_{mp} = q_{mdew} - q_{mdw} + q_{ex} - q_{sw} \quad (93)$$

où:

q_{mp} est le débit-masse des gaz d'échappement entrant dans le système de dilution du flux partiel, en kg/s;

q_{mdew} est le débit massique de gaz d'échappement dilués, en kg/s;

- q_{mdw} est le débit massique d'air de dilution, en kg/s;
- q_{ex} est le débit massique de prélèvement de mesure du nombre de particules, en kg/s;
- q_{sw} est le débit massique réintroduit dans le tunnel de dilution pour compenser le débit de prélèvement extrait, en kg/s.

Le signal de différence entre q_{ex} et q_{sw} envoyé au régulateur du système de flux partiel doit être juste à 0,1 % près de la valeur de q_{mdew} à tout moment. Le ou les signaux doivent être émis à une fréquence d'au moins 1 Hz.

10.3.3 Correction s'appliquant à la mesure de la masse des particules

Lorsqu'un débit de prélèvement de mesure du nombre de particules est extrait à partir d'un système de dilution du flux partiel à prélèvement total, la masse de particules (m_{PM}) calculée selon le paragraphe 8.4.3.2.1 ou 8.4.3.2.2 doit être corrigée comme suit pour tenir compte du débit extrait. Cette correction est nécessaire même lorsque le débit extrait filtré est réinjecté dans le système de dilution du flux partiel.

$$m_{\text{PM,corr}} = m_{\text{PM}} \times \frac{m_{\text{sed}}}{(m_{\text{sed}} - m_{\text{ex}})} \quad (94)$$

où:

- $m_{\text{PM,corr}}$ est la masse de particules corrigée pour tenir compte du débit de prélèvement extrait, en g/essai
- m_{PM} est la masse de particules déterminée selon le paragraphe 8.4.3.2.1 ou 8.4.3.2.2, en g/essai
- m_{sed} est la masse totale de gaz d'échappement dilués passant par le tunnel de dilution, en kg
- m_{ex} est la masse totale de gaz d'échappement dilués extraits du tunnel de dilution pour le prélèvement de mesure du nombre de particules, en kg.

10.3.4 Proportionnalité du prélèvement dans le système de dilution du flux partiel

Pour la mesure du nombre de particules, le débit massique de gaz d'échappement, déterminé selon l'une des méthodes décrites aux paragraphes 8.4.1.3 à 8.4.1.7, est utilisé pour le réglage du système de dilution du flux partiel de manière à prélever un échantillon proportionnel au débit massique de gaz d'échappement. La proportionnalité doit être contrôlée par application d'une analyse de régression entre le débit de prélèvement et le débit de gaz d'échappement conformément au paragraphe 9.4.6.1.

10.4 Détermination du nombre de particules

10.4.1 Alignement dans le temps

Pour les systèmes de dilution du flux partiel, il doit être tenu compte du temps de séjour dans le système de prélèvement et de mesure du nombre de particules par alignement dans le temps du signal du nombre de particules avec le cycle d'essai et le débit massique de gaz d'échappement conformément aux procédures définies au paragraphe 8.4.2.2. Le temps de transformation du système de prélèvement et de mesure du nombre de particules doit être déterminé conformément au paragraphe A.8.1.3.7 de l'appendice 8 de la présente annexe.

10.4.2 Détermination du nombre de particules dans un système de dilution du flux partiel

Lorsque le prélèvement de mesure du nombre de particules s'effectue dans un système de dilution du flux partiel conformément aux procédures décrites au paragraphe 8.4, le nombre de particules émises sur le cycle d'essai entier doit être calculé au moyen de l'équation suivante:

$$N = \frac{m_{\text{edf}}}{1,293} \cdot k \cdot \bar{c}_s \cdot \bar{f}_r \cdot 10^6 \quad (95)$$

où:

N est le nombre de particules émises sur le cycle d'essai entier;

m_{edf} est la masse de gaz d'échappement dilués équivalents sur le cycle d'essai entier, déterminée conformément au paragraphe 8.4.3.2.2, en kg/essai;

k est le facteur d'étalonnage permettant de corriger les mesures indiquées par le compteur du nombre de particules en fonction de l'instrument de référence, lorsque cette correction n'est pas appliquée de manière interne au compteur. Lorsque le facteur d'étalonnage est appliqué de manière interne au compteur, une valeur de 1 doit être appliquée à k dans l'équation ci-dessus;

\bar{c}_s est la concentration moyenne de particules dans les gaz d'échappement dilués, corrigée aux conditions normales (273,2 K et 101,33 kPa), en particules par cm^3 ;

\bar{f}_r est le facteur de réduction de la concentration moyenne de particules de l'extracteur de particules volatiles s'appliquant spécifiquement aux conditions de dilution utilisée pour l'essai.

\bar{c}_s doit être calculé au moyen de l'équation suivante:

$$\bar{c}_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} c_{s,i}}{n} \quad (96)$$

où:

$c_{s,i}$ est une mesure discrète de la concentration de particules dans les gaz d'échappement dilués indiquée par le compteur de particules, corrigée pour la coïncidence et ramenée aux conditions normales (273,2 K et 101,33 kPa), en particules par cm^3 ;

n est le nombre de mesures de la concentration de particules effectuées sur le cycle d'essai entier.

10.4.3 Détermination du nombre de particules dans un système de dilution du flux total

Lorsque le prélèvement de mesure du nombre de particules s'effectue dans un système de dilution du flux total conformément aux procédures décrites au paragraphe 8.5, le nombre de particules émises sur le cycle d'essai entier doit être calculé au moyen de l'équation suivante:

$$N = \frac{m_{ed}}{1,293} \cdot k \cdot \bar{c}_s \cdot \bar{f}_r \cdot 10^6 \quad (97)$$

où:

N est le nombre de particules émises sur le cycle d'essai entier;

m_{ed} est le débit total de gaz d'échappement dilués sur le cycle d'essai entier calculé selon l'une des méthodes décrites aux paragraphes 8.5.1.2 à 8.5.1.4, en kg/essai;

k est le facteur d'étalonnage permettant de corriger les mesures indiquées par le compteur du nombre de particules en fonction de l'instrument de référence, lorsque cet alignement n'est pas effectué en interne dans le compteur. Lorsque le facteur d'étalonnage est appliqué en interne, une valeur de 1 doit être utilisée pour k dans l'équation ci-dessus;

\bar{c}_s est la concentration corrigée moyenne de particules provenant des gaz d'échappement dilués, corrigée en fonction des conditions normales (273,2 K et 101,33 kPa), en particules par cm^3 ;

\bar{f}_r est le facteur de réduction de la concentration moyenne de particules du séparateur de particules volatiles, s'appliquant spécifiquement aux conditions de dilution utilisée pour l'essai.

\bar{c}_s doit être calculé au moyen de l'équation suivante:

$$\bar{c} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} c_{s,i}}{n} \quad (98)$$

où:

$c_{s,i}$ est une mesure discrète de la concentration de particules dans les gaz d'échappement dilués indiquée par le compteur de particules, corrigée pour la coïncidence et ramenée aux conditions normales (273,2 K et 101,33 kPa), en particules par cm^3 ;

n est le nombre de mesures de la concentration de particules effectuées sur le cycle d'essai entier.

10.4.4 Résultat d'essai

10.4.4.1 Calcul des émissions spécifiques

Pour chaque essai WHSC, essai WHTC à chaud et essai WHTC à froid individuel, les émissions spécifiques en nombre de particules/kWh doivent être calculées comme suit:

$$e = \frac{N}{W_{act}} \quad (99)$$

où:

e nombre de particules émises par kWh;

W_{act} travail effectif sur le cycle conformément au paragraphe 7.8.6, en kWh.

10.4.4.2 Systèmes de traitement aval à régénération périodique

Pour les moteurs équipés de systèmes de traitement aval à régénération périodique, les dispositions générales du paragraphe 6.6.2 s'appliquent. Les émissions lors de l'essai WHTC avec démarrage à chaud doivent être pondérées conformément à l'équation 5, où \bar{e} correspond aux émissions spécifiques moyennes sans régénération, en nombre de particules/kWh; et \bar{e}_r aux émissions spécifiques moyennes avec régénération, en nombre de particules/kWh. Le calcul des facteurs d'ajustement de la régénération se fait à l'aide de l'équation 6, 6a, 7 ou 8, selon le cas.

10.4.4.3 Résultat moyen pondéré de l'essai WHTC

Pour l'essai WHTC, le résultat final d'essai est une moyenne pondérée des essais de démarrage à froid et de démarrage à chaud (y compris la régénération périodique lorsqu'il y a lieu) calculée au moyen de l'une des équations suivantes:

- a) Dans le cas d'une correction multiplicative, ou de moteurs non munis d'un système de traitement aval à régénération périodique

$$e = k_r \left(\frac{(0,14 \times N_{cold}) + (0,86 \times N_{hot})}{(0,14 \times W_{act,cold}) + (0,86 \times W_{act,hot})} \right) \quad (100)$$

- b) Dans le cas d'une correction additive

$$e = k_r + \left(\frac{(0,14 \times N_{cold}) + (0,86 \times N_{hot})}{(0,14 \times W_{act,cold}) + (0,86 \times W_{act,hot})} \right) \quad (101)$$

où:

N_{cold} est le nombre total de particules émises sur le cycle d'essai WHTC à froid;

N_{hot} est le nombre total de particules émises sur le cycle d'essai WHTC à chaud;

$W_{act, cold}$ est le travail effectif sur le cycle pendant la durée du cycle d'essai WHTC à froid conformément au paragraphe 7.8.6, en kWh;

$W_{act, hot}$ est le travail effectif sur le cycle au cours du cycle d'essai WHTC à chaud conformément au paragraphe 7.8.6, en kWh;

k_r est la correction de régénération, conformément au paragraphe 6.6.2, ou dans le cas de moteurs non munis d'un système de traitement aval à régénération périodique $k_r=1$.

10.4.4.4 Arrondi des résultats finaux

Les résultats finaux d'essai WHSC et les résultats moyens pondérés d'essai WHTC doivent être arrondis en une seule étape à trois chiffres significatifs conformément à la norme ASTM E 29-06B. Aucun arrondi de valeurs intermédiaires aboutissant au résultat final d'émission spécifique au frein n'est autorisé.

10.5 Détermination du nombre de particules de l'air ambiant

10.5.1 À la demande du fabricant du moteur, les concentrations ambiantes en nombre de particules dans le tunnel de dilution peuvent être mesurées, avant ou après l'essai, à partir d'un point situé en aval des filtres à particules et à hydrocarbures situés à l'entrée du système de mesure du nombre de particules, pour déterminer les concentrations ambiantes de particules dans le tunnel.

10.5.2 La déduction des concentrations ambiantes du nombre de particules dans le tunnel ne doit pas être admise pour l'homologation de type mais elle peut être utilisée, à la demande du fabricant, et avec l'accord préalable de l'autorité d'homologation de type, pour le contrôle de la conformité de la production, s'il peut être démontré que la contribution des valeurs ambiantes du tunnel n'est pas négligeable; celle-ci peut alors être déduite des valeurs mesurées dans les gaz d'échappement dilués.

Annexe 4

Appendice 1

Fiche de programmation du dynamomètre pour l'essai WHTC

<i>Temps</i>	<i>Régime normalisé</i>	<i>Couple normalisé</i>	<i>Temps</i>	<i>Régime normalisé</i>	<i>Couple normalisé</i>	<i>Temps</i>	<i>Régime normalisé</i>	<i>Couple normalisé</i>
<i>s</i>	<i>%</i>	<i>%</i>	<i>s</i>	<i>%</i>	<i>%</i>	<i>s</i>	<i>%</i>	<i>%</i>
1	0,0	0,0	39	21,0	0,0	77	57,0	14,1
2	0,0	0,0	40	19,1	0,0	78	58,1	7,0
3	0,0	0,0	41	13,7	0,0	79	43,3	0,0
4	0,0	0,0	42	2,2	0,0	80	28,5	25,0
5	0,0	0,0	43	0,0	0,0	81	30,4	47,8
6	0,0	0,0	44	0,0	0,0	82	32,1	39,2
7	1,5	8,9	45	0,0	0,0	83	32,7	39,3
8	15,8	30,9	46	0,0	0,0	84	32,4	17,3
9	27,4	1,3	47	0,0	0,0	85	31,6	11,4
10	32,6	0,7	48	0,0	0,0	86	31,1	10,2
11	34,8	1,2	49	0,0	0,0	87	31,1	19,5
12	36,2	7,4	50	0,0	13,1	88	31,4	22,5
13	37,1	6,2	51	13,1	30,1	89	31,6	22,9
14	37,9	10,2	52	26,3	25,5	90	31,6	24,3
15	39,6	12,3	53	35,0	32,2	91	31,9	26,9
16	42,3	12,5	54	41,7	14,3	92	32,4	30,6
17	45,3	12,6	55	42,2	0,0	93	32,8	32,7
18	48,6	6,0	56	42,8	11,6	94	33,7	32,5
19	40,8	0,0	57	51,0	20,9	95	34,4	29,5
20	33,0	16,3	58	60,0	9,6	96	34,3	26,5
21	42,5	27,4	59	49,4	0,0	97	34,4	24,7
22	49,3	26,7	60	38,9	16,6	98	35,0	24,9
23	54,0	18,0	61	43,4	30,8	99	35,6	25,2
24	57,1	12,9	62	49,4	14,2	100	36,1	24,8
25	58,9	8,6	63	40,5	0,0	101	36,3	24,0
26	59,3	6,0	64	31,5	43,5	102	36,2	23,6
27	59,0	4,9	65	36,6	78,2	103	36,2	23,5
28	57,9	m	66	40,8	67,6	104	36,8	22,7
29	55,7	m	67	44,7	59,1	105	37,2	20,9
30	52,1	m	68	48,3	52,0	106	37,0	19,2
31	46,4	m	69	51,9	63,8	107	36,3	18,4
32	38,6	m	70	54,7	27,9	108	35,4	17,6
33	29,0	m	71	55,3	18,3	109	35,2	14,9
34	20,8	m	72	55,1	16,3	110	35,4	9,9
35	16,9	m	73	54,8	11,1	111	35,5	4,3
36	16,9	42,5	74	54,7	11,5	112	35,2	6,6
37	18,8	38,4	75	54,8	17,5	113	34,9	10,0
38	20,7	32,9	76	55,6	18,0	114	34,7	25,1
115	34,4	29,3	163	28,1	16,6	212	0,0	0,0
116	34,5	20,7	164	28,8	7,0	213	0,0	0,0

<i>Temp</i>			<i>Temp</i>			<i>Temp</i>		
<i>s</i>	<i>Régime normalisé %</i>	<i>Couple normalisé %</i>	<i>s</i>	<i>Régime normalisé %</i>	<i>Couple normalisé %</i>	<i>s</i>	<i>Régime normalisé %</i>	<i>Couple normalisé %</i>
117	35,2	16,6	165	27,5	5,0	214	0,0	0,0
118	35,8	16,2	166	23,1	3,0	215	0,0	0,0
119	35,6	20,3	167	16,9	1,9	216	0,0	0,0
120	35,3	22,5	168	12,2	2,6	217	0,0	0,0
121	35,3	23,4	169	9,9	3,2	218	0,0	0,0
122	34,7	11,9	170	9,1	4,0	219	0,0	0,0
123	45,5	0,0	171	8,8	3,8	220	0,0	0,0
124	56,3	m	172	8,5	12,2	221	0,0	0,0
125	46,2	m	173	8,2	29,4	222	0,0	0,0
126	50,1	0,0	174	9,6	20,1	223	0,0	0,0
127	54,0	m	175	14,7	16,3	224	0,0	0,0
128	40,5	m	176	24,5	8,7	225	0,0	0,0
129	27,0	m	177	39,4	3,3	226	0,0	0,0
130	13,5	m	178	39,0	2,9	227	0,0	0,0
131	0,0	0,0	179	38,5	5,9	228	0,0	0,0
132	0,0	0,0	180	42,4	8,0	229	0,0	0,0
133	0,0	0,0	181	38,2	6,0	230	0,0	0,0
134	0,0	0,0	182	41,4	3,8	231	0,0	0,0
135	0,0	0,0	183	44,6	5,4	232	0,0	0,0
136	0,0	0,0	184	38,8	8,2	233	0,0	0,0
137	0,0	0,0	185	37,5	8,9	234	0,0	0,0
138	0,0	0,0	186	35,4	7,3	235	0,0	0,0
139	0,0	0,0	187	28,4	7,0	236	0,0	0,0
140	0,0	0,0	188	14,8	7,0	237	0,0	0,0
141	0,0	0,0	189	0,0	5,9	238	0,0	0,0
142	0,0	4,9	190	0,0	0,0	239	0,0	0,0
143	0,0	7,3	191	0,0	0,0	240	0,0	0,0
144	4,4	28,7	192	0,0	0,0	241	0,0	0,0
145	11,1	26,4	193	0,0	0,0	242	0,0	0,0
146	15,0	9,4	194	0,0	0,0	243	0,0	0,0
147	15,9	0,0	195	0,0	0,0	244	0,0	0,0
148	15,3	0,0	196	0,0	0,0	245	0,0	0,0
149	14,2	0,0	197	0,0	0,0	246	0,0	0,0
150	13,2	0,0	198	0,0	0,0	247	0,0	0,0
151	11,6	0,0	199	0,0	0,0	248	0,0	0,0
152	8,4	0,0	200	0,0	0,0	249	0,0	0,0
153	5,4	0,0	201	0,0	0,0	250	0,0	0,0
154	4,3	5,6	203	0,0	0,0	251	0,0	0,0
155	5,8	24,4	204	0,0	0,0	252	0,0	0,0
156	9,7	20,7	205	0,0	0,0	253	0,0	31,6
157	13,6	21,1	206	0,0	0,0	254	9,4	13,6
158	15,6	21,5	207	0,0	0,0	255	22,2	16,9
159	16,5	21,9	208	0,0	0,0	256	33,0	53,5
160	18,0	22,3	209	0,0	0,0	257	43,7	22,1
161	21,1	46,9	210	0,0	0,0	258	39,8	0,0
162	25,2	33,6	211	0,0	0,0	259	36,0	45,7
260	47,6	75,9	308	0,0	0,0	356	9,2	61,3
261	61,2	70,4	309	0,0	0,0	357	22,4	40,4
262	72,3	70,4	310	0,0	0,0	358	36,5	50,1

<i>Temps</i>	<i>Régime normalisé</i>	<i>Couple normalisé</i>	<i>Temps</i>	<i>Régime normalisé</i>	<i>Couple normalisé</i>	<i>Temps</i>	<i>Régime normalisé</i>	<i>Couple normalisé</i>
s	%	%	s	%	%	s	%	%
263	76,0	m	311	0,0	0,0	359	47,7	21,0
264	74,3	m	312	0,0	0,0	360	38,8	0,0
265	68,5	m	313	0,0	0,0	361	30,0	37,0
266	61,0	m	314	0,0	0,0	362	37,0	63,6
267	56,0	m	315	0,0	0,0	363	45,5	90,8
268	54,0	m	316	0,0	0,0	364	54,5	40,9
269	53,0	m	317	0,0	0,0	365	45,9	0,0
270	50,8	m	318	0,0	0,0	366	37,2	47,5
271	46,8	m	319	0,0	0,0	367	44,5	84,4
272	41,7	m	320	0,0	0,0	368	51,7	32,4
273	35,9	m	321	0,0	0,0	369	58,1	15,2
274	29,2	m	322	0,0	0,0	370	45,9	0,0
275	20,7	m	323	0,0	0,0	371	33,6	35,8
276	10,1	m	324	4,5	41,0	372	36,9	67,0
277	0,0	m	325	17,2	38,9	373	40,2	84,7
278	0,0	0,0	326	30,1	36,8	374	43,4	84,3
279	0,0	0,0	327	41,0	34,7	375	45,7	84,3
280	0,0	0,0	328	50,0	32,6	376	46,5	m
281	0,0	0,0	329	51,4	0,1	377	46,1	m
282	0,0	0,0	330	47,8	m	378	43,9	m
283	0,0	0,0	331	40,2	m	379	39,3	m
284	0,0	0,0	332	32,0	m	380	47,0	m
285	0,0	0,0	333	24,4	m	381	54,6	m
286	0,0	0,0	334	16,8	m	382	62,0	m
287	0,0	0,0	335	8,1	m	383	52,0	m
288	0,0	0,0	336	0,0	m	384	43,0	m
289	0,0	0,0	337	0,0	0,0	385	33,9	m
290	0,0	0,0	338	0,0	0,0	386	28,4	m
291	0,0	0,0	339	0,0	0,0	387	25,5	m
292	0,0	0,0	340	0,0	0,0	388	24,6	11,0
293	0,0	0,0	341	0,0	0,0	389	25,2	14,7
294	0,0	0,0	342	0,0	0,0	390	28,6	28,4
295	0,0	0,0	343	0,0	0,0	391	35,5	65,0
296	0,0	0,0	344	0,0	0,0	392	43,8	75,3
297	0,0	0,0	345	0,0	0,0	393	51,2	34,2
298	0,0	0,0	346	0,0	0,0	394	40,7	0,0
299	0,0	0,0	347	0,0	0,0	395	30,3	45,4
300	0,0	0,0	348	0,0	0,0	396	34,2	83,1
301	0,0	0,0	349	0,0	0,0	397	37,6	85,3
302	0,0	0,0	350	0,0	0,0	398	40,8	87,5
303	0,0	0,0	351	0,0	0,0	399	44,8	89,7
304	0,0	0,0	352	0,0	0,0	400	50,6	91,9
305	0,0	0,0	353	0,0	0,0	401	57,6	94,1
306	0,0	0,0	354	0,0	0,5	402	64,6	44,6
307	0,0	0,0	355	0,0	4,9	403	51,6	0,0
404	38,7	37,4	452	45,3	m	500	32,2	15,4
405	42,4	70,3	453	39,3	m	501	33,9	15,8
406	46,5	89,1	454	49,1	0,0	502	35,3	14,9
407	50,6	93,9	455	58,8	m	503	36,4	15,1

<i>Temps</i>	<i>Régime normalisé</i>	<i>Couple normalisé</i>	<i>Temps</i>	<i>Régime normalisé</i>	<i>Couple normalisé</i>	<i>Temps</i>	<i>Régime normalisé</i>	<i>Couple normalisé</i>
s	%	%	s	%	%	s	%	%
408	53,8	33,0	456	50,7	m	504	38,0	15,3
409	55,5	20,3	457	42,4	m	505	40,3	50,9
410	55,8	5,2	458	44,1	0,0	506	43,0	39,7
411	55,4	m	459	45,7	m	507	45,5	20,6
412	54,4	m	460	32,5	m	508	47,3	20,6
413	53,1	m	461	20,7	m	509	48,8	22,1
414	51,8	m	462	10,0	m	510	50,1	22,1
415	50,3	m	463	0,0	0,0	511	51,4	42,4
416	48,4	m	464	0,0	1,5	512	52,5	31,9
417	45,9	m	465	0,9	41,1	513	53,7	21,6
418	43,1	m	466	7,0	46,3	514	55,1	11,6
419	40,1	m	467	12,8	48,5	515	56,8	5,7
420	37,4	m	468	17,0	50,7	516	42,4	0,0
421	35,1	m	469	20,9	52,9	517	27,9	8,2
422	32,8	m	470	26,7	55,0	518	29,0	15,9
423	45,3	0,0	471	35,5	57,2	519	30,4	25,1
424	57,8	m	472	46,9	23,8	520	32,6	60,5
425	50,6	m	473	44,5	0,0	521	35,4	72,7
426	41,6	m	474	42,1	45,7	522	38,4	88,2
427	47,9	0,0	475	55,6	77,4	523	41,0	65,1
428	54,2	m	476	68,8	100,0	524	42,9	25,6
429	48,1	m	477	81,7	47,9	525	44,2	15,8
430	47,0	31,3	478	71,2	0,0	526	44,9	2,9
431	49,0	38,3	479	60,7	38,3	527	45,1	m
432	52,0	40,1	480	68,8	72,7	528	44,8	m
433	53,3	14,5	481	75,0	m	529	43,9	m
434	52,6	0,8	482	61,3	m	530	42,4	m
435	49,8	m	483	53,5	m	531	40,2	m
436	51,0	18,6	484	45,9	58,0	532	37,1	m
437	56,9	38,9	485	48,1	80,0	533	47,0	0,0
438	67,2	45,0	486	49,4	97,9	534	57,0	m
439	78,6	21,5	487	49,7	m	535	45,1	m
440	65,5	0,0	488	48,7	m	536	32,6	m
441	52,4	31,3	489	45,5	m	537	46,8	0,0
442	56,4	60,1	490	40,4	m	538	61,5	m
443	59,7	29,2	491	49,7	0,0	539	56,7	m
444	45,1	0,0	492	59,0	m	540	46,9	m
445	30,6	4,2	493	48,9	m	541	37,5	m
446	30,9	8,4	494	40,0	m	542	30,3	m
447	30,5	4,3	495	33,5	m	543	27,3	32,3
448	44,6	0,0	496	30,0	m	544	30,8	60,3
449	58,8	m	497	29,1	12,0	545	41,2	62,3
450	55,1	m	498	29,3	40,4	546	36,0	0,0
451	50,6	m	499	30,4	29,3	547	30,8	32,3
548	33,9	60,3	596	40,4	m	644	0,0	0,0
549	34,6	38,4	597	39,3	m	645	0,0	0,0
550	37,0	16,6	598	38,9	12,9	646	0,0	0,0
551	42,7	62,3	599	39,0	18,4	647	0,0	0,0
552	50,4	28,1	600	39,7	39,2	648	0,0	0,0

<i>Temps</i>	<i>Régime normalisé</i>	<i>Couple normalisé</i>	<i>Temps</i>	<i>Régime normalisé</i>	<i>Couple normalisé</i>	<i>Temps</i>	<i>Régime normalisé</i>	<i>Couple normalisé</i>
s	%	%	s	%	%	s	%	%
553	40,1	0,0	601	41,4	60,0	649	0,0	0,0
554	29,9	8,0	602	43,7	54,5	650	0,0	0,0
555	32,5	15,0	603	46,2	64,2	651	0,0	0,0
556	34,6	63,1	604	48,8	73,3	652	0,0	0,0
557	36,7	58,0	605	51,0	82,3	653	0,0	0,0
558	39,4	52,9	606	52,1	0,0	654	0,0	0,0
559	42,8	47,8	607	52,0	m	655	0,0	0,0
560	46,8	42,7	608	50,9	m	656	0,0	3,4
561	50,7	27,5	609	49,4	m	657	1,4	22,0
562	53,4	20,7	610	47,8	m	658	10,1	45,3
563	54,2	13,1	611	46,6	m	659	21,5	10,0
564	54,2	0,4	612	47,3	35,3	660	32,2	0,0
565	53,4	0,0	613	49,2	74,1	661	42,3	46,0
566	51,4	m	614	51,1	95,2	662	57,1	74,1
567	48,7	m	615	51,7	m	663	72,1	34,2
568	45,6	m	616	50,8	m	664	66,9	0,0
569	42,4	m	617	47,3	m	665	60,4	41,8
570	40,4	m	618	41,8	m	666	69,1	79,0
571	39,8	5,8	619	36,4	m	667	77,1	38,3
572	40,7	39,7	620	30,9	m	668	63,1	0,0
573	43,8	37,1	621	25,5	37,1	669	49,1	47,9
574	48,1	39,1	622	33,8	38,4	670	53,4	91,3
575	52,0	22,0	623	42,1	m	671	57,5	85,7
576	54,7	13,2	624	34,1	m	672	61,5	89,2
577	56,4	13,2	625	33,0	37,1	673	65,5	85,9
578	57,5	6,6	626	36,4	38,4	674	69,5	89,5
579	42,6	0,0	627	43,3	17,1	675	73,1	75,5
580	27,7	10,9	628	35,7	0,0	676	76,2	73,6
581	28,5	21,3	629	28,1	11,6	677	79,1	75,6
582	29,2	23,9	630	36,5	19,2	678	81,8	78,2
583	29,5	15,2	631	45,2	8,3	679	84,1	39,0
584	29,7	8,8	632	36,5	0,0	680	69,6	0,0
585	30,4	20,8	633	27,9	32,6	681	55,0	25,2
586	31,9	22,9	634	31,5	59,6	682	55,8	49,9
587	34,3	61,4	635	34,4	65,2	683	56,7	46,4
588	37,2	76,6	636	37,0	59,6	684	57,6	76,3
589	40,1	27,5	637	39,0	49,0	685	58,4	92,7
590	42,3	25,4	638	40,2	m	686	59,3	99,9
591	43,5	32,0	639	39,8	m	687	60,1	95,0
592	43,8	6,0	640	36,0	m	688	61,0	46,7
593	43,5	m	641	29,7	m	689	46,6	0,0
594	42,8	m	642	21,5	m	690	32,3	34,6
595	41,7	m	643	14,1	m	691	32,7	68,6
692	32,6	67,0	740	0,0	0,0	788	27,7	m
693	31,3	m	741	0,0	0,0	789	17,2	m
694	28,1	m	742	0,0	0,0	790	14,0	37,6
695	43,0	0,0	743	0,0	0,0	791	18,4	25,0
696	58,0	m	744	0,0	0,0	792	27,6	17,7
697	58,9	m	745	0,0	0,0	793	39,8	6,8

<i>Temp</i>			<i>Temp</i>			<i>Temp</i>		
<i>s</i>	<i>Régime normalisé %</i>	<i>Couple normalisé %</i>	<i>s</i>	<i>Régime normalisé %</i>	<i>Couple normalisé %</i>	<i>s</i>	<i>Régime normalisé %</i>	<i>Couple normalisé %</i>
698	49,4	m	746	0,0	0,0	794	34,3	0,0
699	41,5	m	747	0,0	0,0	795	28,7	26,5
700	48,4	0,0	748	0,0	0,0	796	41,5	40,9
701	55,3	m	749	0,0	0,0	797	53,7	17,5
702	41,8	m	750	0,0	0,0	798	42,4	0,0
703	31,6	m	751	0,0	0,0	799	31,2	27,3
704	24,6	m	752	0,0	0,0	800	32,3	53,2
705	15,2	m	753	0,0	0,0	801	34,5	60,6
706	7,0	m	754	0,0	0,0	802	37,6	68,0
707	0,0	0,0	755	0,0	0,0	803	41,2	75,4
708	0,0	0,0	756	0,0	0,0	804	45,8	82,8
709	0,0	0,0	757	0,0	0,0	805	52,3	38,2
710	0,0	0,0	758	0,0	0,0	806	42,5	0,0
711	0,0	0,0	759	0,0	0,0	807	32,6	30,5
712	0,0	0,0	760	0,0	0,0	808	35,0	57,9
713	0,0	0,0	761	0,0	0,0	809	36,0	77,3
714	0,0	0,0	762	0,0	0,0	810	37,1	96,8
715	0,0	0,0	763	0,0	0,0	811	39,6	80,8
716	0,0	0,0	764	0,0	0,0	812	43,4	78,3
717	0,0	0,0	765	0,0	0,0	813	47,2	73,4
718	0,0	0,0	766	0,0	0,0	814	49,6	66,9
719	0,0	0,0	767	0,0	0,0	815	50,2	62,0
720	0,0	0,0	768	0,0	0,0	816	50,2	57,7
721	0,0	0,0	769	0,0	0,0	817	50,6	62,1
722	0,0	0,0	770	0,0	0,0	818	52,3	62,9
723	0,0	0,0	771	0,0	22,0	819	54,8	37,5
724	0,0	0,0	772	4,5	25,8	820	57,0	18,3
725	0,0	0,0	773	15,5	42,8	821	42,3	0,0
726	0,0	0,0	774	30,5	46,8	822	27,6	29,1
727	0,0	0,0	775	45,5	29,3	823	28,4	57,0
728	0,0	0,0	776	49,2	13,6	824	29,1	51,8
729	0,0	0,0	777	39,5	0,0	825	29,6	35,3
730	0,0	0,0	778	29,7	15,1	826	29,7	33,3
731	0,0	0,0	779	34,8	26,9	827	29,8	17,7
732	0,0	0,0	780	40,0	13,6	828	29,5	m
733	0,0	0,0	781	42,2	m	829	28,9	m
734	0,0	0,0	782	42,1	m	830	43,0	0,0
735	0,0	0,0	783	40,8	m	831	57,1	m
736	0,0	0,0	784	37,7	37,6	832	57,7	m
737	0,0	0,0	785	47,0	35,0	833	56,0	m
738	0,0	0,0	786	48,8	33,4	834	53,8	m
739	0,0	0,0	787	41,7	m	835	51,2	m
836	48,1	m	884	34,1	m	932	47,3	62,3
837	44,5	m	885	45,3	0,0	933	49,3	57,1
838	40,9	m	886	56,4	m	934	52,6	58,1
839	38,1	m	887	51,0	m	935	56,3	56,0
840	37,2	42,7	888	44,5	m	936	59,9	27,2
841	37,5	70,8	889	36,4	m	937	45,8	0,0
842	39,1	48,6	890	26,6	m	938	31,8	28,8

<i>Temps</i>	<i>Régime normalisé</i>	<i>Couple normalisé</i>	<i>Temps</i>	<i>Régime normalisé</i>	<i>Couple normalisé</i>	<i>Temps</i>	<i>Régime normalisé</i>	<i>Couple normalisé</i>
s	%	%	s	%	%	s	%	%
843	41,3	0,1	891	20,0	m	939	32,7	56,5
844	42,3	m	892	13,3	m	940	33,4	62,8
845	42,0	m	893	6,7	m	941	34,6	68,2
846	40,8	m	894	0,0	0,0	942	35,8	68,6
847	38,6	m	895	0,0	0,0	943	38,6	65,0
848	35,5	m	896	0,0	0,0	944	42,3	61,9
849	32,1	m	897	0,0	0,0	945	44,1	65,3
850	29,6	m	898	0,0	0,0	946	45,3	63,2
851	28,8	39,9	899	0,0	0,0	947	46,5	30,6
852	29,2	52,9	900	0,0	0,0	948	46,7	11,1
853	30,9	76,1	901	0,0	5,8	949	45,9	16,1
854	34,3	76,5	902	2,5	27,9	950	45,6	21,8
855	38,3	75,5	903	12,4	29,0	951	45,9	24,2
856	42,5	74,8	904	19,4	30,1	952	46,5	24,7
857	46,6	74,2	905	29,3	31,2	953	46,7	24,7
858	50,7	76,2	906	37,1	10,4	954	46,8	28,2
859	54,8	75,1	907	40,6	4,9	955	47,2	31,2
860	58,7	36,3	908	35,8	0,0	956	47,6	29,6
861	45,2	0,0	909	30,9	7,6	957	48,2	31,2
862	31,8	37,2	910	35,4	13,8	958	48,6	33,5
863	33,8	71,2	911	36,5	11,1	959	48,8	m
864	35,5	46,4	912	40,8	48,5	960	47,6	m
865	36,6	33,6	913	49,8	3,7	961	46,3	m
866	37,2	20,0	914	41,2	0,0	962	45,2	m
867	37,2	m	915	32,7	29,7	963	43,5	m
868	37,0	m	916	39,4	52,1	964	41,4	m
869	36,6	m	917	48,8	22,7	965	40,3	m
870	36,0	m	918	41,6	0,0	966	39,4	m
871	35,4	m	919	34,5	46,6	967	38,0	m
872	34,7	m	920	39,7	84,4	968	36,3	m
873	34,1	m	921	44,7	83,2	969	35,3	5,8
874	33,6	m	922	49,5	78,9	970	35,4	30,2
875	33,3	m	923	52,3	83,8	971	36,6	55,6
876	33,1	m	924	53,4	77,7	972	38,6	48,5
877	32,7	m	925	52,1	69,6	973	39,9	41,8
878	31,4	m	926	47,9	63,6	974	40,3	38,2
879	45,0	0,0	927	46,4	55,2	975	40,8	35,0
880	58,5	m	928	46,5	53,6	976	41,9	32,4
881	53,7	m	929	46,4	62,3	977	43,2	26,4
882	47,5	m	930	46,1	58,2	978	43,5	m
883	40,6	m	931	46,2	61,8	979	42,9	m
980	41,5	m	1 028	41,3	0,0	1 076	55,4	m
981	40,9	m	1 029	28,1	26,8	1 077	53,5	m
982	40,5	m	1 030	31,6	49,2	1 078	51,5	m
983	39,5	m	1 031	34,5	39,5	1 079	49,7	m
984	38,3	m	1 032	36,4	24,0	1 080	47,9	m
985	36,9	m	1 033	36,7	m	1 081	46,4	m
986	35,4	m	1 034	35,5	m	1 082	45,5	m
987	34,5	m	1 035	33,8	m	1 083	45,2	m

<i>Temps</i>	<i>Régime normalisé</i>	<i>Couple normalisé</i>	<i>Temps</i>	<i>Régime normalisé</i>	<i>Couple normalisé</i>	<i>Temps</i>	<i>Régime normalisé</i>	<i>Couple normalisé</i>
s	%	%	s	%	%	s	%	%
988	33,9	m	1 036	33,7	19,8	1 084	44,3	m
989	32,6	m	1 037	35,3	35,1	1 085	43,6	m
990	30,9	m	1 038	38,0	33,9	1 086	43,1	m
991	29,9	m	1 039	40,1	34,5	1 087	42,5	25,6
992	29,2	m	1 040	42,2	40,4	1 088	43,3	25,7
993	44,1	0,0	1 041	45,2	44,0	1 089	46,3	24,0
994	59,1	m	1 042	48,3	35,9	1 090	47,8	20,6
995	56,8	m	1 043	50,1	29,6	1 091	47,2	3,8
996	53,5	m	1 044	52,3	38,5	1 092	45,6	4,4
997	47,8	m	1 045	55,3	57,7	1 093	44,6	4,1
998	41,9	m	1 046	57,0	50,7	1 094	44,1	m
999	35,9	m	1 047	57,7	25,2	1 095	42,9	m
1 000	44,3	0,0	1 048	42,9	0,0	1 096	40,9	m
1 001	52,6	m	1 049	28,2	15,7	1 097	39,2	m
1 002	43,4	m	1 050	29,2	30,5	1 098	37,0	m
1 003	50,6	0,0	1 051	31,1	52,6	1 099	35,1	2,0
1 004	57,8	m	1 052	33,4	60,7	1 100	35,6	43,3
1 005	51,6	m	1 053	35,0	61,4	1 101	38,7	47,6
1 006	44,8	m	1 054	35,3	18,2	1 102	41,3	40,4
1 007	48,6	0,0	1 055	35,2	14,9	1 103	42,6	45,7
1 008	52,4	m	1 056	34,9	11,7	1 104	43,9	43,3
1 009	45,4	m	1 057	34,5	12,9	1 105	46,9	41,2
1 010	37,2	m	1 058	34,1	15,5	1 106	52,4	40,1
1 011	26,3	m	1 059	33,5	m	1 107	56,3	39,3
1 012	17,9	m	1 060	31,8	m	1 108	57,4	25,5
1 013	16,2	1,9	1 061	30,1	m	1 109	57,2	25,4
1 014	17,8	7,5	1 062	29,6	10,3	1 110	57,0	25,4
1 015	25,2	18,0	1 063	30,0	26,5	1 111	56,8	25,3
1 016	39,7	6,5	1 064	31,0	18,8	1 112	56,3	25,3
1 017	38,6	0,0	1 065	31,5	26,5	1 113	55,6	25,2
1 018	37,4	5,4	1 066	31,7	m	1 114	56,2	25,2
1 019	43,4	9,7	1 067	31,5	m	1 115	58,0	12,4
1 020	46,9	15,7	1 068	30,6	m	1 116	43,4	0,0
1 021	52,5	13,1	1 069	30,0	m	1 117	28,8	26,2
1 022	56,2	6,3	1 070	30,0	m	1 118	30,9	49,9
1 023	44,0	0,0	1 071	29,4	m	1 119	32,3	40,5
1 024	31,8	20,9	1 072	44,3	0,0	1 120	32,5	12,4
1 025	38,7	36,3	1 073	59,2	m	1 121	32,4	12,2
1 026	47,7	47,5	1 074	58,3	m	1 122	32,1	6,4
1 027	54,5	22,0	1 075	57,1	m	1 123	31,0	12,4
1 124	30,1	18,5	1 172	0,0	0,0	1 220	53,6	76,7
1 125	30,4	35,6	1 173	0,0	0,0	1 221	56,9	77,1
1 126	31,2	30,1	1 174	0,0	0,0	1 222	60,2	78,7
1 127	31,5	30,8	1 175	0,0	0,0	1 223	63,7	78,0
1 128	31,5	26,9	1 176	0,0	0,0	1 224	67,2	79,6
1 129	31,7	33,9	1 177	0,0	0,0	1 225	70,7	80,9
1 130	32,0	29,9	1 178	0,0	0,0	1 226	74,1	81,1
1 131	32,1	m	1 179	0,0	0,0	1 227	77,5	83,6
1 132	31,4	m	1 180	0,0	0,0	1 228	80,8	85,6

<i>Temps</i>	<i>Régime normalisé</i>	<i>Couple normalisé</i>	<i>Temps</i>	<i>Régime normalisé</i>	<i>Couple normalisé</i>	<i>Temps</i>	<i>Régime normalisé</i>	<i>Couple normalisé</i>
s	%	%	s	%	%	s	%	%
1 133	30,3	m	1 181	0,0	0,0	1 229	84,1	81,6
1 134	29,8	m	1 182	0,0	0,0	1 230	87,4	88,3
1 135	44,3	0,0	1 183	0,0	0,0	1 231	90,5	91,9
1 136	58,9	m	1 184	0,0	0,0	1 232	93,5	94,1
1 137	52,1	m	1 185	0,0	0,0	1 233	96,8	96,6
1 138	44,1	m	1 186	0,0	0,0	1 234	100,0	m
1 139	51,7	0,0	1 187	0,0	0,0	1 235	96,0	m
1 140	59,2	m	1 188	0,0	0,0	1 236	81,9	m
1 141	47,2	m	1 189	0,0	0,0	1 237	68,1	m
1 142	35,1	0,0	1 190	0,0	0,0	1 238	58,1	84,7
1 143	23,1	m	1 191	0,0	0,0	1 239	58,5	85,4
1 144	13,1	m	1 192	0,0	0,0	1 240	59,5	85,6
1 145	5,0	m	1 193	0,0	0,0	1 241	61,0	86,6
1 146	0,0	0,0	1 194	0,0	0,0	1 242	62,6	86,8
1 147	0,0	0,0	1 195	0,0	0,0	1 243	64,1	87,6
1 148	0,0	0,0	1 196	0,0	20,4	1 244	65,4	87,5
1 149	0,0	0,0	1 197	12,6	41,2	1 245	66,7	87,8
1 150	0,0	0,0	1 198	27,3	20,4	1 246	68,1	43,5
1 151	0,0	0,0	1 199	40,4	7,6	1 247	55,2	0,0
1 152	0,0	0,0	1 200	46,1	m	1 248	42,3	37,2
1 153	0,0	0,0	1 201	44,6	m	1 249	43,0	73,6
1 154	0,0	0,0	1 202	42,7	14,7	1 250	43,5	65,1
1 155	0,0	0,0	1 203	42,9	7,3	1 251	43,8	53,1
1 156	0,0	0,0	1 204	36,1	0,0	1 252	43,9	54,6
1 157	0,0	0,0	1 205	29,3	15,0	1 253	43,9	41,2
1 158	0,0	0,0	1 206	43,8	22,6	1 254	43,8	34,8
1 159	0,0	0,0	1 207	54,9	9,9	1 255	43,6	30,3
1 160	0,0	0,0	1 208	44,9	0,0	1 256	43,3	21,9
1 161	0,0	0,0	1 209	34,9	47,4	1 257	42,8	19,9
1 162	0,0	0,0	1 210	42,7	82,7	1 258	42,3	m
1 163	0,0	0,0	1 211	52,0	81,2	1 259	41,4	m
1 164	0,0	0,0	1 212	61,8	82,7	1 260	40,2	m
1 165	0,0	0,0	1 213	71,3	39,1	1 261	38,7	m
1 166	0,0	0,0	1 214	58,1	0,0	1 262	37,1	m
1 167	0,0	0,0	1 215	44,9	42,5	1 263	35,6	m
1 168	0,0	0,0	1 216	46,3	83,3	1 264	34,2	m
1 169	0,0	0,0	1 217	46,8	74,1	1 265	32,9	m
1 170	0,0	0,0	1 218	48,1	75,7	1 266	31,8	m
1 171	0,0	0,0	1 219	50,5	75,8	1 267	30,7	m
1 268	29,6	m	1 316	52,6	100,0	1 364	33,7	m
1 269	40,4	0,0	1 317	52,8	32,4	1 365	32,4	m
1 270	51,2	m	1 318	47,7	0,0	1 366	31,1	m
1 271	49,6	m	1 319	42,6	27,4	1 367	29,9	m
1 272	48,0	m	1 320	42,1	53,5	1 368	28,7	m
1 273	46,4	m	1 321	41,8	44,5	1 369	29,0	58,6
1 274	45,0	m	1 322	41,4	41,1	1 370	29,7	88,5
1 275	43,6	m	1 323	41,0	21,0	1 371	31,0	86,3
1 276	42,3	m	1 324	40,3	0,0	1 372	31,8	43,4
1 277	41,0	m	1 325	39,3	1,0	1 373	31,7	m

<i>Temps</i>	<i>Régime normalisé</i>	<i>Couple normalisé</i>	<i>Temps</i>	<i>Régime normalisé</i>	<i>Couple normalisé</i>	<i>Temps</i>	<i>Régime normalisé</i>	<i>Couple normalisé</i>
s	%	%	s	%	%	s	%	%
1 278	39,6	m	1 326	38,3	15,2	1 374	29,9	m
1 279	38,3	m	1 327	37,6	57,8	1 375	40,2	0,0
1 280	37,1	m	1 328	37,3	73,2	1 376	50,4	m
1 281	35,9	m	1 329	37,3	59,8	1 377	47,9	m
1 282	34,6	m	1 330	37,4	52,2	1 378	45,0	m
1 283	33,0	m	1 331	37,4	16,9	1 379	43,0	m
1 284	31,1	m	1 332	37,1	34,3	1 380	40,6	m
1 285	29,2	m	1 333	36,7	51,9	1 381	55,5	0,0
1 286	43,3	0,0	1 334	36,2	25,3	1 382	70,4	41,7
1 287	57,4	32,8	1 335	35,6	m	1 383	73,4	83,2
1 288	59,9	65,4	1 336	34,6	m	1 384	74,0	83,7
1 289	61,9	76,1	1 337	33,2	m	1 385	74,9	41,7
1 290	65,6	73,7	1 338	31,6	m	1 386	60,0	0,0
1 291	69,9	79,3	1 339	30,1	m	1 387	45,1	41,6
1 292	74,1	81,3	1 340	28,8	m	1 388	47,7	84,2
1 293	78,3	83,2	1 341	28,0	29,5	1 389	50,4	50,2
1 294	82,6	86,0	1 342	28,6	100,0	1 390	53,0	26,1
1 295	87,0	89,5	1 343	28,8	97,3	1 391	59,5	0,0
1 296	91,2	90,8	1 344	28,8	73,4	1 392	66,2	38,4
1 297	95,3	45,9	1 345	29,6	56,9	1 393	66,4	76,7
1 298	81,0	0,0	1 346	30,3	91,7	1 394	67,6	100,0
1 299	66,6	38,2	1 347	31,0	90,5	1 395	68,4	76,6
1 300	67,9	75,5	1 348	31,8	81,7	1 396	68,2	47,2
1 301	68,4	80,5	1 349	32,6	79,5	1 397	69,0	81,4
1 302	69,0	85,5	1 350	33,5	86,9	1 398	69,7	40,6
1 303	70,0	85,2	1 351	34,6	100,0	1 399	54,7	0,0
1 304	71,6	85,9	1 352	35,6	78,7	1 400	39,8	19,9
1 305	73,3	86,2	1 353	36,4	50,5	1 401	36,3	40,0
1 306	74,8	86,5	1 354	37,0	57,0	1 402	36,7	59,4
1 307	76,3	42,9	1 355	37,3	69,1	1 403	36,6	77,5
1 308	63,3	0,0	1 356	37,6	49,5	1 404	36,8	94,3
1 309	50,4	21,2	1 357	37,8	44,4	1 405	36,8	100,0
1 310	50,6	42,3	1 358	37,8	43,4	1 406	36,4	100,0
1 311	50,6	53,7	1 359	37,8	34,8	1 407	36,3	79,7
1 312	50,4	90,1	1 360	37,6	24,0	1 408	36,7	49,5
1 313	50,5	97,1	1 361	37,2	m	1 409	36,6	39,3
1 314	51,0	100,0	1 362	36,3	m	1 410	37,3	62,8
1 315	51,9	100,0	1 363	35,1	m	1 411	38,1	73,4
1 412	39,0	72,9	1 460	50,7	m	1 508	55,3	25,8
1 413	40,2	72,0	1 461	50,7	m	1 509	55,4	1,3
1 414	41,5	71,2	1 462	49,8	m	1 510	55,0	m
1 415	42,9	77,3	1 463	49,4	m	1 511	54,4	m
1 416	44,4	76,6	1 464	49,3	m	1 512	54,2	m
1 417	45,4	43,1	1 465	49,1	m	1 513	53,5	m
1 418	45,3	53,9	1 466	49,1	m	1 514	52,4	m
1 419	45,1	64,8	1 467	49,1	8,3	1 515	51,8	m
1 420	46,5	74,2	1 468	48,9	16,8	1 516	50,7	m
1 421	47,7	75,2	1 469	48,8	21,3	1 517	49,9	m
1 422	48,1	75,5	1 470	49,1	22,1	1 518	49,1	m

<i>Temps</i>	<i>Régime normalisé</i>	<i>Couple normalisé</i>	<i>Temps</i>	<i>Régime normalisé</i>	<i>Couple normalisé</i>	<i>Temps</i>	<i>Régime normalisé</i>	<i>Couple normalisé</i>
s	%	%	s	%	%	s	%	%
1 423	48,6	75,8	1 471	49,4	26,3	1 519	47,7	m
1 424	48,9	76,3	1 472	49,8	39,2	1 520	47,3	m
1 425	49,9	75,5	1 473	50,4	83,4	1 521	46,9	m
1 426	50,4	75,2	1 474	51,4	90,6	1 522	46,9	m
1 427	51,1	74,6	1 475	52,3	93,8	1 523	47,2	m
1 428	51,9	75,0	1 476	53,3	94,0	1 524	47,8	m
1 429	52,7	37,2	1 477	54,2	94,1	1 525	48,2	0,0
1 430	41,6	0,0	1 478	54,9	94,3	1 526	48,8	23,0
1 431	30,4	36,6	1 479	55,7	94,6	1 527	49,1	67,9
1 432	30,5	73,2	1 480	56,1	94,9	1 528	49,4	73,7
1 433	30,3	81,6	1 481	56,3	86,2	1 529	49,8	75,0
1 434	30,4	89,3	1 482	56,2	64,1	1 530	50,4	75,8
1 435	31,5	90,4	1 483	56,0	46,1	1 531	51,4	73,9
1 436	32,7	88,5	1 484	56,2	33,4	1 532	52,3	72,2
1 437	33,7	97,2	1 485	56,5	23,6	1 533	53,3	71,2
1 438	35,2	99,7	1 486	56,3	18,6	1 534	54,6	71,2
1 439	36,3	98,8	1 487	55,7	16,2	1 535	55,4	68,7
1 440	37,7	100,0	1 488	56,0	15,9	1 536	56,7	67,0
1 441	39,2	100,0	1 489	55,9	21,8	1 537	57,2	64,6
1 442	40,9	100,0	1 490	55,8	20,9	1 538	57,3	61,9
1 443	42,4	99,5	1 491	55,4	18,4	1 539	57,0	59,5
1 444	43,8	98,7	1 492	55,7	25,1	1 540	56,7	57,0
1 445	45,4	97,3	1 493	56,0	27,7	1 541	56,7	69,8
1 446	47,0	96,6	1 494	55,8	22,4	1 542	56,8	58,5
1 447	47,8	96,2	1 495	56,1	20,0	1 543	56,8	47,2
1 448	48,8	96,3	1 496	55,7	17,4	1 544	57,0	38,5
1 449	50,5	95,1	1 497	55,9	20,9	1 545	57,0	32,8
1 450	51,0	95,9	1 498	56,0	22,9	1 546	56,8	30,2
1 451	52,0	94,3	1 499	56,0	21,1	1 547	57,0	27,0
1 452	52,6	94,6	1 500	55,1	19,2	1 548	56,9	26,2
1 453	53,0	65,5	1 501	55,6	24,2	1 549	56,7	26,2
1 454	53,2	0,0	1 502	55,4	25,6	1 550	57,0	26,6
1 455	53,2	m	1 503	55,7	24,7	1 551	56,7	27,8
1 456	52,6	m	1 504	55,9	24,0	1 552	56,7	29,7
1 457	52,1	m	1 505	55,4	23,5	1 553	56,8	32,1
1 458	51,8	m	1 506	55,7	30,9	1 554	56,5	34,9
1 459	51,3	m	1 507	55,4	42,5	1 555	56,6	34,9
1 556	56,3	35,8	1 604	56,5	42,2	1 652	56,1	68,9
1 557	56,6	36,6	1 605	56,8	41,9	1 653	55,8	69,5
1 558	56,2	37,6	1 606	56,5	42,0	1 654	56,0	69,8
1 559	56,6	38,2	1 607	56,7	42,1	1 655	56,2	69,3
1 560	56,2	37,9	1 608	56,4	41,9	1 656	56,2	69,8
1 561	56,6	37,5	1 609	56,7	42,9	1 657	56,4	69,2
1 562	56,4	36,7	1 610	56,7	41,8	1 658	56,3	68,7
1 563	56,5	34,8	1 611	56,7	41,9	1 659	56,2	69,4
1 564	56,5	35,8	1 612	56,8	42,0	1 660	56,2	69,5
1 565	56,5	36,2	1 613	56,7	41,5	1 661	56,2	70,0
1 566	56,5	36,7	1 614	56,6	41,9	1 662	56,4	69,7
1 567	56,7	37,8	1 615	56,8	41,6	1 663	56,2	70,2

<i>Temps</i>	<i>Régime normalisé</i>	<i>Couple normalisé</i>	<i>Temps</i>	<i>Régime normalisé</i>	<i>Couple normalisé</i>	<i>Temps</i>	<i>Régime normalisé</i>	<i>Couple normalisé</i>
s	%	%	s	%	%	s	%	%
1 568	56,7	37,8	1 616	56,6	41,6	1 664	56,4	70,5
1 569	56,6	36,6	1 617	56,9	42,0	1 665	56,1	70,5
1 570	56,8	36,1	1 618	56,7	40,7	1 666	56,5	69,7
1 571	56,5	36,8	1 619	56,7	39,3	1 667	56,2	69,3
1 572	56,9	35,9	1 620	56,5	41,4	1 668	56,5	70,9
1 573	56,7	35,0	1 621	56,4	44,9	1 669	56,4	70,8
1 574	56,5	36,0	1 622	56,8	45,2	1 670	56,3	71,1
1 575	56,4	36,5	1 623	56,6	43,6	1 671	56,4	71,0
1 576	56,5	38,0	1 624	56,8	42,2	1 672	56,7	68,6
1 577	56,5	39,9	1 625	56,5	42,3	1 673	56,8	68,6
1 578	56,4	42,1	1 626	56,5	44,4	1 674	56,6	68,0
1 579	56,5	47,0	1 627	56,9	45,1	1 675	56,8	65,1
1 580	56,4	48,0	1 628	56,4	45,0	1 676	56,9	60,9
1 581	56,1	49,1	1 629	56,7	46,3	1 677	57,1	57,4
1 582	56,4	48,9	1 630	56,7	45,5	1 678	57,1	54,3
1 583	56,4	48,2	1 631	56,8	45,0	1 679	57,0	48,6
1 584	56,5	48,3	1 632	56,7	44,9	1 680	57,4	44,1
1 585	56,5	47,9	1 633	56,6	45,2	1 681	57,4	40,2
1 586	56,6	46,8	1 634	56,8	46,0	1 682	57,6	36,9
1 587	56,6	46,2	1 635	56,5	46,6	1 683	57,5	34,2
1 588	56,5	44,4	1 636	56,6	48,3	1 684	57,4	31,1
1 589	56,8	42,9	1 637	56,4	48,6	1 685	57,5	25,9
1 590	56,5	42,8	1 638	56,6	50,3	1 686	57,5	20,7
1 591	56,7	43,2	1 639	56,3	51,9	1 687	57,6	16,4
1 592	56,5	42,8	1 640	56,5	54,1	1 688	57,6	12,4
1 593	56,9	42,2	1 641	56,3	54,9	1 689	57,6	8,9
1 594	56,5	43,1	1 642	56,4	55,0	1 690	57,5	8,0
1 595	56,5	42,9	1 643	56,4	56,2	1 691	57,5	5,8
1 596	56,7	42,7	1 644	56,2	58,6	1 692	57,3	5,8
1 597	56,6	41,5	1 645	56,2	59,1	1 693	57,6	5,5
1 598	56,9	41,8	1 646	56,2	62,5	1 694	57,3	4,5
1 599	56,6	41,9	1 647	56,4	62,8	1 695	57,2	3,2
1 600	56,7	42,6	1 648	56,0	64,7	1 696	57,2	3,1
1 601	56,7	42,6	1 649	56,4	65,6	1 697	57,3	4,9
1 602	56,7	41,5	1 650	56,2	67,7	1 698	57,3	4,2
1 603	56,7	42,2	1 651	55,9	68,9	1 699	56,9	5,5
1 700	57,1	5,1	1 735	55,8	49,3	1 770	49,1	m
1 701	57,0	5,2	1 736	55,9	47,7	1 771	46,2	m
1 702	56,9	5,5	1 737	55,9	47,4	1 772	43,1	m
1 703	56,6	5,4	1 738	55,8	46,9	1 773	39,9	m
1 704	57,1	6,1	1 739	56,1	46,8	1 774	36,6	m
1 705	56,7	5,7	1 740	56,1	45,8	1 775	33,6	m
1 706	56,8	5,8	1 741	56,2	46,0	1 776	30,5	m
1 707	57,0	6,1	1 742	56,3	45,9	1 777	42,8	0,0
1 708	56,7	5,9	1 743	56,3	45,9	1 778	55,2	m
1 709	57,0	6,6	1 744	56,2	44,6	1 779	49,9	m
1 710	56,9	6,4	1 745	56,2	46,0	1 780	44,0	m
1 711	56,7	6,7	1 746	56,4	46,2	1 781	37,6	m
1 712	56,9	6,9	1 747	55,8	m	1 782	47,2	0,0

<i>Temps</i>	<i>Régime normalisé</i>	<i>Couple normalisé</i>	<i>Temps</i>	<i>Régime normalisé</i>	<i>Couple normalisé</i>	<i>Temps</i>	<i>Régime normalisé</i>	<i>Couple normalisé</i>
s	%	%	s	%	%	s	%	%
1 713	56,8	5,6	1 748	55,5	m	1 783	56,8	m
1 714	56,6	5,1	1 749	55,0	m	1 784	47,5	m
1 715	56,6	6,5	1 750	54,1	m	1 785	42,9	m
1 716	56,5	10,0	1 751	54,0	m	1 786	31,6	m
1 717	56,6	12,4	1 752	53,3	m	1 787	25,8	m
1 718	56,5	14,5	1 753	52,6	m	1 788	19,9	m
1 719	56,6	16,3	1 754	51,8	m	1 789	14,0	m
1 720	56,3	18,1	1 755	50,7	m	1 790	8,1	m
1 721	56,6	20,7	1 756	49,9	m	1 783	56,8	m
1 722	56,1	22,6	1 757	49,1	m	1 784	47,5	m
1 723	56,3	25,8	1 758	47,7	m	1 791	2,2	m
1 724	56,4	27,7	1 759	46,8	m	1 792	0,0	0,0
1 725	56,0	29,7	1 760	45,7	m	1 793	0,0	0,0
1 726	56,1	32,6	1 761	44,8	m	1 794	0,0	0,0
1 727	55,9	34,9	1 762	43,9	m	1 795	0,0	0,0
1 728	55,9	36,4	1 763	42,9	m	1 796	0,0	0,0
1 729	56,0	39,2	1 764	41,5	m	1 797	0,0	0,0
1 730	55,9	41,4	1 765	39,5	m	1 798	0,0	0,0
1 731	55,5	44,2	1 766	36,7	m	1 799	0,0	0,0
1 732	55,9	46,4	1 767	33,8	m	1 800	0,0	0,0
1 733	55,8	48,3	1 768	31,0	m			
1 734	55,6	49,1	1 769	40,0	0,0			

m = entraînement par le banc.

Annexe 4

Appendice 2

Appareillage de mesure

A.2.1 On trouvera dans le présent appendice les prescriptions de base et une description générale concernant les systèmes de prélèvement et d'analyse utilisés pour mesurer les émissions gazeuses et les émissions de particules. Des configurations différentes pouvant permettre d'obtenir des résultats équivalents, la stricte conformité aux figures du présent appendice n'est pas requise. Des éléments tels qu'appareils de mesure, robinets, électrovannes, pompes, régulateurs de débit et interrupteurs peuvent être utilisés pour la collecte de données supplémentaires et pour coordonner les fonctions du système. D'autres éléments qui, dans certains systèmes, ne sont pas nécessaires pour s'assurer de la précision des mesures peuvent être exclus si cela est compatible avec les principes techniques reconnus.

A.2.1.1 Système d'analyse

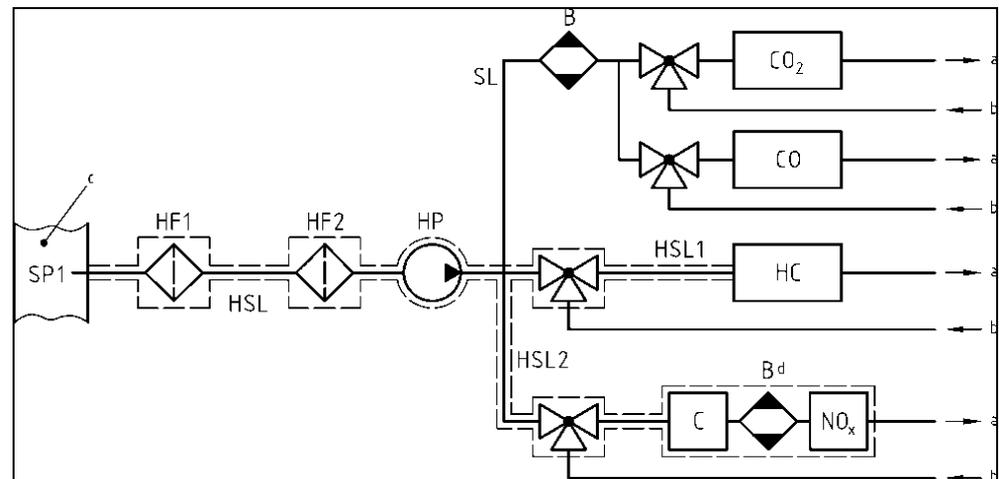
A.2.1.2 Description du système d'analyse

Le système d'analyse pour la mesure des émissions gazeuses dans les gaz d'échappement bruts (fig. 9) ou dans les gaz d'échappement dilués (fig. 10) décrit ici utilise:

- a) Un analyseur HFID ou FID pour la mesure des hydrocarbures;
- b) Des analyseurs NDIR pour la mesure du monoxyde de carbone et du dioxyde de carbone;
- c) Un analyseur HCLD ou CLD pour la mesure des oxydes d'azote.

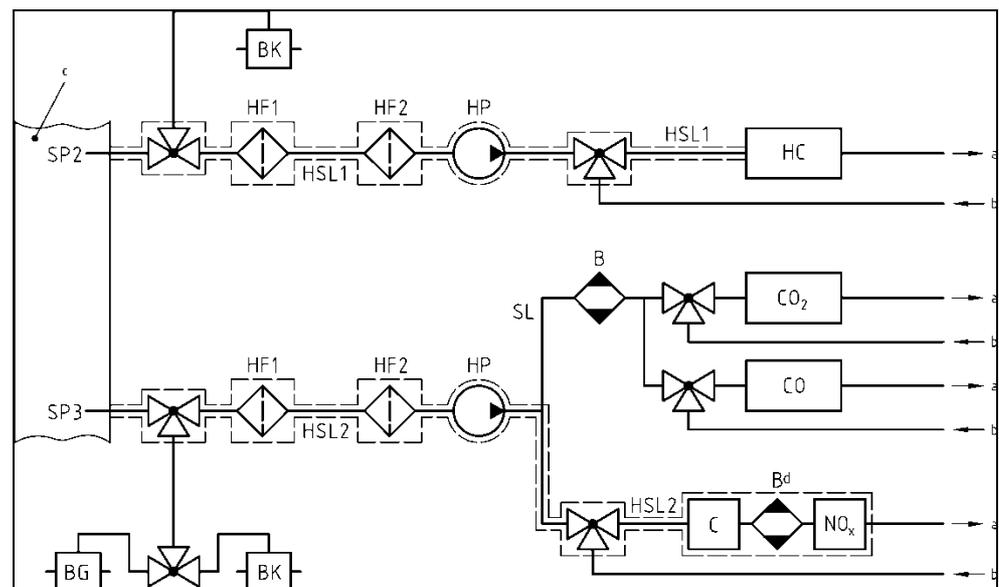
Pour tous les constituants, l'échantillon doit être prélevé avec une seule sonde et subdivisé plus en aval entre les différents analyseurs. À titre de variante, deux sondes de prélèvement placées très près l'une de l'autre peuvent être utilisées. Des précautions doivent être prises pour éviter toute condensation involontaire des constituants des gaz d'échappement (y compris l'eau et l'acide sulfurique) en un point quelconque du système d'analyse.

Figure 9
Schéma de principe du système d'analyse des gaz d'échappement bruts pour la mesure du CO₂, du CO, des NO_x et des HC



a = vers l'atmosphère b = gaz zéro et de calibrage c = tuyau d'échappement d = facultatif

Figure 10
Schéma de principe du système d'analyse des gaz d'échappement dilués pour la mesure du CO, du CO₂, des NO_x et des HC



a = vers l'atmosphère b = gaz zéro et de calibrage c = tunnel de dilution d = facultatif

A.2.1.3 Éléments des figures 9 et 10

EP Tuyau d'échappement

SP1 Sonde de prélèvement des gaz d'échappement bruts (fig. 9 seulement)

L'utilisation d'une sonde droite à extrémité fermée et à orifices multiples en acier inoxydable est recommandée. Le diamètre intérieur de la sonde ne doit pas être supérieur au diamètre intérieur de la ligne de prélèvement. L'épaisseur de paroi de la sonde ne doit pas dépasser 1 mm. La sonde doit

comporter au minimum trois orifices situés dans trois plans radiaux différents et permettant, de par leurs dimensions, de prélever sensiblement le même flux. La sonde doit couvrir au moins 80 % du diamètre du tuyau d'échappement. Il peut y avoir une ou deux sondes de prélèvement.

SP2 Sonde de prélèvement des gaz d'échappement dilués pour la mesure des HC (fig. 10 seulement)

La sonde:

- a) Doit former la première section, longue de 254 mm à 762 mm, de la ligne de prélèvement chauffée HSL1;
- b) Doit avoir un diamètre intérieur de 5 mm au minimum;
- c) Doit être placée dans le tunnel de dilution DT (voir fig. 15) en un point où le diluant et les gaz d'échappement sont intimement mélangés (c'est-à-dire approximativement à une distance de 10 diamètres du tunnel en aval du point où les gaz d'échappement entrent dans celui-ci);
- d) Doit être suffisamment éloignée (radialement) des autres sondes et de la paroi du tunnel pour ne pas subir d'effet de sillage ou de turbulence;
- e) Doit être chauffée de manière à ce que la température du courant de gaz soit portée à $463 \text{ K} \pm 10 \text{ K}$ ($190 \text{ °C} \pm 10 \text{ °C}$) à la sortie de la sonde, ou à $385 \text{ K} \pm 10 \text{ K}$ ($112 \text{ °C} \pm 10 \text{ °C}$) pour les moteurs à allumage commandé;
- f) Ne doit pas être chauffée dans le cas de la mesure avec un analyseur FID (à froid).

SP3 Sonde de prélèvement des gaz d'échappement dilués pour la mesure du CO, du CO₂ et des NO_x (fig. 10 seulement)

La sonde:

- a) Doit être située dans le même plan que la sonde SP2;
- b) Doit être suffisamment éloignée (radialement) des autres sondes et de la paroi du tunnel pour ne pas subir d'effet de sillage ou de turbulence;
- c) Doit être chauffée et isolée sur toute sa longueur pour être maintenue à une température minimale de 328 K (55 °C), de manière à éviter toute condensation d'eau.

HF1 Préfiltre chauffé (optionnel)

Il doit être maintenu à la même température que HSL1.

HF2 Filtre chauffé

Il retient les particules solides éventuellement présentes dans l'échantillon de gaz avant l'entrée dans l'analyseur. Il doit être maintenu à la même température que HSL1 et doit être changé dès que nécessaire.

HSL1 Ligne de prélèvement chauffée

La ligne de prélèvement transmet un échantillon de gaz d'une sonde individuelle au(x) point(s) de répartition et à l'analyseur de HC.

La ligne de prélèvement:

- a) Doit avoir un diamètre intérieur de 4 mm au minimum et 13,5 mm au maximum;
- b) Doit être en acier inoxydable ou en PTFE;
- c) Doit être maintenue à une température de paroi de $463 \text{ K} \pm 10 \text{ K}$ ($190 \text{ °C} \pm 10 \text{ °C}$), mesurée au droit de chaque section à chauffage réglé séparément, si la température des gaz d'échappement à la sonde de prélèvement est égale ou inférieure à 463 K (190 °C);
- d) Doit être maintenue à une température de paroi supérieure à 453 K (180 °C) si la température des gaz d'échappement à la sonde de prélèvement est supérieure à 463 K (190 °C);
- e) Doit maintenir une température des gaz de $463 \text{ K} \pm 10 \text{ K}$ ($190 \text{ °C} \pm 10 \text{ °C}$) immédiatement en amont du filtre chauffé HF2 et de l'analyseur HFID.

HSL2 Ligne de prélèvement chauffée pour la mesure des NO_x

La ligne de prélèvement:

- a) Doit être maintenue à une température de paroi de 328 à 473 K (55 à 200 °C) jusqu'au convertisseur pour la mesure en conditions sèches, et jusqu'à l'analyseur pour la mesure en conditions humides;
- b) Doit être en acier inoxydable ou en PTFE.

HP Pompe de prélèvement chauffée

La pompe doit être maintenue à la même température que HSL.

SL Ligne de prélèvement pour le CO et le CO_2

La ligne doit être en PTFE ou en acier inoxydable. Elle peut être chauffée ou non.

HC Analyseur HFID

Détecteur à ionisation de flamme chauffé (HFID) ou non chauffé (FID) pour la mesure des hydrocarbures. L'analyseur HFID doit être maintenu à une température de 453 à 473 K (180 à 200 °C).

CO , CO_2 Analyseurs NDIR

Analyseurs NDIR pour la mesure du monoxyde de carbone et du dioxyde de carbone (optionnels pour la détermination du taux de dilution aux fins de la mesure des particules).

NO_x Analyseur CLD ou analyseur NDUV

Analyseur CLD, HCLD ou NDUV pour la mesure des oxydes d'azote. Si l'on utilise un analyseur HCLD, celui-ci doit être maintenu à une température de 328 à 473 K (55 à 200 °C).

B Sécheur d'échantillon (facultatif pour la mesure des oxydes d'azote)

Le sécheur d'échantillon refroidit et condense l'eau pour l'extraire de l'échantillon de gaz d'échappement. Il est optionnel si l'analyseur ne subit pas d'interférence avec la vapeur d'eau, comme indiqué au paragraphe 9.3.9.2.2 de la présente annexe. Si l'eau est extraite par condensation, la température ou le point de rosée de l'échantillon de gaz

doivent être contrôlés soit dans le séparateur même, soit en aval. La température ou le point de rosée de l'échantillon de gaz ne doit pas dépasser 280 K (7 °C). Les dessiccateurs chimiques ne sont pas autorisés pour extraire l'eau de l'échantillon.

BK Sac de collecte pour la mesure des concentrations ambiantes (optionnel; fig. 10 seulement)

Sac servant au prélèvement pour la mesure des concentrations ambiantes.

BG Sac de collecte (optionnel; fig. 10 seulement)

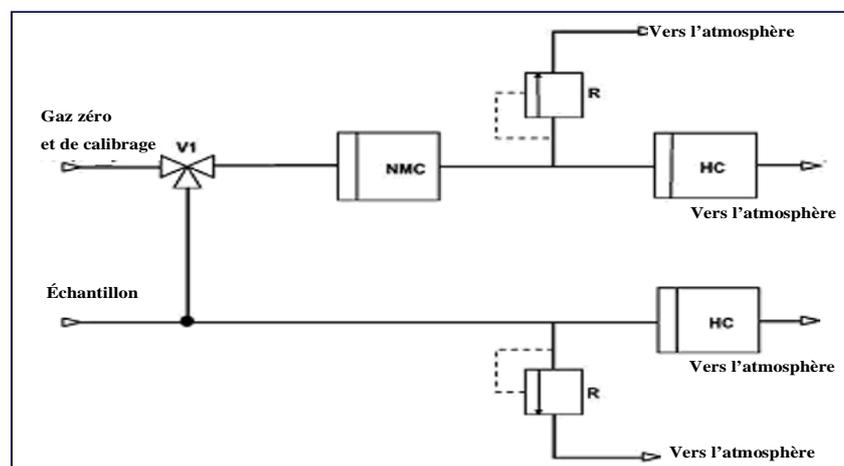
Sac servant au prélèvement de l'échantillon proprement dit.

A.2.1.4 Méthode du convertisseur d'hydrocarbures non méthaniques (NMC)

Le convertisseur oxyde tous les hydrocarbures, sauf le CH_4 , en CO_2 et H_2O , de telle manière qu'après passage de l'échantillon dans ce dernier, seul le CH_4 soit détectable par l'analyseur HFID. Outre le système normal de prélèvement des HC (voir fig. 9 et 10), il convient d'installer un deuxième système de prélèvement des HC comportant un convertisseur, comme illustré à la figure 11. On peut ainsi mesurer simultanément les HC totaux, le CH_4 et les HCNM.

Le convertisseur doit être étalonné à une température égale ou supérieure à 600 K (327 °C) avant les essais pour ce qui concerne son effet catalytique sur le CH_4 et le C_2H_6 à des valeurs de H_2O représentatives du courant de gaz d'échappement. Le point de rosée et la teneur en O_2 des gaz d'échappement prélevés doivent être connus. La réponse relative de l'analyseur FID pour le CH_4 et le C_2H_6 doit être déterminée conformément aux dispositions du paragraphe 9.3.8 de la présente annexe.

Figure 11
Schéma de principe du système de mesure du méthane
avec un convertisseur d'hydrocarbures non méthaniques (NMC)



A.2.1.5 Éléments de la figure 11

NMC Convertisseur d'hydrocarbures non méthaniques

Servant à oxyder tous les hydrocarbures à l'exception du méthane.

HC

Détecteur à ionisation de flamme chauffé (HFID) ou non chauffé (FID), servant à mesurer les concentrations de HC et de CH₄. L'analyseur HFID doit être maintenu à une température de 453 à 473 K (180 à 200 °C).

V1 Robinet de sélection

Servant à sélectionner le gaz zéro et le gaz de calibrage.

R Régulateur de pression

Servant à régler la pression dans la tuyauterie de prélèvement et le débit vers l'analyseur HFID.

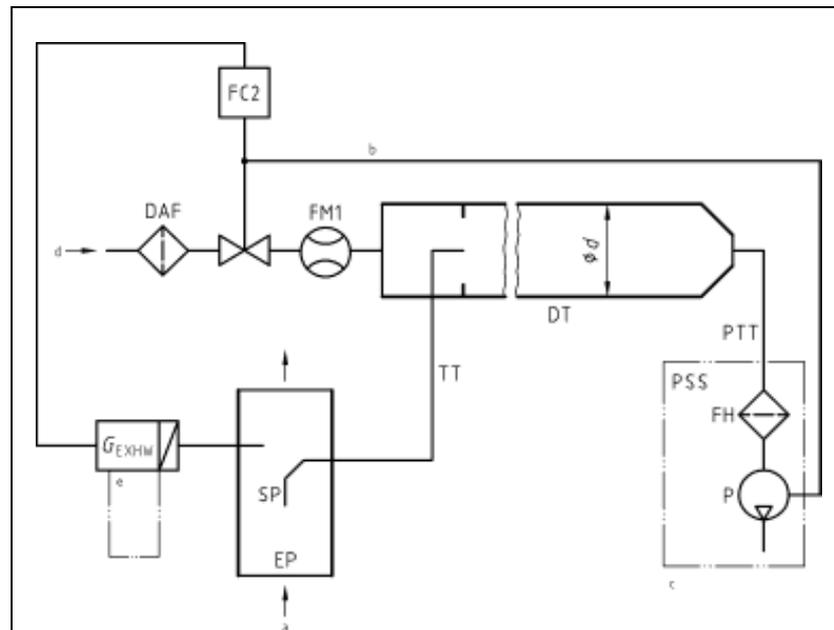
A.2.2 Système de dilution et de collecte des particules

A.2.2.1 Description du système de dilution du flux partiel

Les figures ci-après décrivent un système de dilution fonctionnant par dilution d'une partie du flux de gaz d'échappement. La division de ce flux et la dilution ultérieure peuvent être effectuées au moyen de différents systèmes. Pour l'opération ultérieure de collecte des particules, on peut faire passer dans le système de prélèvement le flux total ou une fraction seulement du flux de gaz d'échappement dilués. La première méthode est appelée «prélèvement total», la deuxième, «prélèvement partiel». Le calcul du taux de dilution dépend du type de système utilisé.

Dans le système à prélèvement total décrit à la figure 12, les gaz d'échappement non dilués sont prélevés dans le tuyau d'échappement (EP) par la sonde (SP) et acheminés jusqu'au tunnel de dilution (DT) par le tube de transfert (TT). Le débit total traversant le tunnel est réglé au moyen du régulateur de débit FC2 et de la pompe de prélèvement (P) du système de collecte des particules (voir fig. 16). Le débit du diluant est réglé par le régulateur de débit FC1, qui peut être commandé par les signaux q_{mew} , q_{maw} et q_{mf} de manière à obtenir le rapport de division voulu des gaz d'échappement. Le débit de l'échantillon dans le tunnel (DT) est égal à la différence entre le débit total et le débit du diluant. Le débit du diluant est mesuré avec le débitmètre FM1 et le débit total de gaz avec le débitmètre FM3 du système de collecte des particules (voir fig. 16). Le taux de dilution est calculé à partir de ces deux débits.

Figure 12
Schéma du système à dilution du flux partiel (prélèvement total)



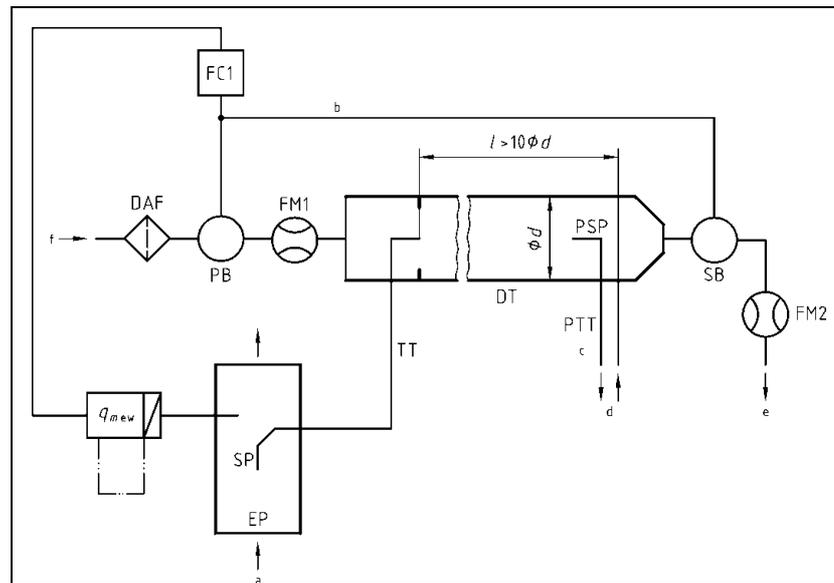
a = gaz d'échappement

b = optionnel

c = installation détaillée
à la figure 16

Dans le système à prélèvement partiel représenté à la figure 13, les gaz d'échappement non dilués sont prélevés dans le tuyau d'échappement (EP) par la sonde (SP) et acheminés jusqu'au tunnel de dilution (DT) par le tube de transfert (TT). Le débit total traversant le tunnel est réglé par le régulateur de débit FC1 commandant soit le débit du diluant, soit le ventilateur aspirant agissant sur le débit total dans le tunnel. Le régulateur de débit FC1 peut être commandé par les signaux q_{mew} , q_{maw} et q_{mf} de manière à obtenir le rapport de division voulu des gaz d'échappement. Le débit de l'échantillon dans le tunnel (DT) est égal à la différence entre le débit total et le débit du diluant. Le débit de diluant est mesuré avec le débitmètre FM1, le débit total de gaz avec le débitmètre FM2. Le taux de dilution est calculé à partir de ces deux débits. Un échantillon de particules est prélevé à partir du tunnel (DT) au moyen du système de collecte des particules (voir fig. 16).

Figure 13
Schéma du système à dilution du flux partiel (prélèvement partiel)



a = gaz d'échappement b = vers PB ou SB c = installation détaillée
à la figure 16
d = vers le système
de prélèvement
des particules e = vers l'atmosphère

A.2.2.2 Éléments des figures 12 et 13

EP Tuyau d'échappement

Le tuyau d'échappement peut être isolé. Pour en réduire l'inertie thermique, il est recommandé de tenir compte d'un rapport épaisseur de paroi/diamètre ne dépassant pas 0,015. L'utilisation de sections flexibles doit être limitée à un rapport longueur/diamètre de 12 ou moins. Les courbures doivent être en nombre minimal de façon à réduire les effets de dépôt par inertie. Si le système inclut un silencieux faisant partie du banc d'essai, le silencieux peut aussi être isolé. Il est recommandé d'utiliser un tuyau d'échappement droit sur une longueur de 6 diamètres du tuyau vers l'amont et 3 diamètres vers l'aval par rapport à l'extrémité de la sonde.

SP Sonde de prélèvement

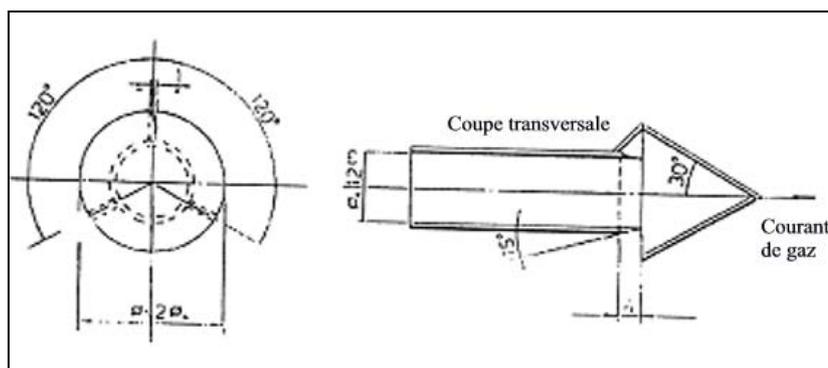
La sonde doit être de l'un des types suivants:

- À tube ouvert à l'extrémité, orienté vers l'amont et placé sur l'axe médian du tuyau d'échappement;
- À tube ouvert à l'extrémité, orienté vers l'aval et placé sur l'axe médian du tuyau d'échappement;
- À orifices multiples, comme décrit au paragraphe A.2.1.3 (voir SP);
- À chapeau conique orienté vers l'amont et placé sur l'axe médian du tuyau d'échappement, comme représenté à la figure 14.

Le diamètre intérieur minimal de l'extrémité de la sonde doit être de 4 mm. Le rapport entre le diamètre de la sonde et celui du tuyau d'échappement doit être au minimum de 4.

Si l'on utilise une sonde de type a), un séparateur primaire à inertie ou centrifuge (de type pot à poussière ou cyclone) ayant un point de coupure à 50 % compris entre 2,5 et 10 μm doit être installé immédiatement en amont du porte-filtre.

Figure 14
Schéma d'une sonde à chapeau conique



TT Tube de transfert des gaz d'échappement

Le tube de transfert doit être aussi court que possible. Toutefois:

- a) Sa longueur ne doit pas dépasser 0,26 m s'il est isolé sur 80 % de sa longueur totale, mesurée entre l'extrémité de la sonde et l'étage de dilution;

ou

- b) Sa longueur ne doit pas dépasser 1 m s'il est chauffé à plus de 150 °C sur 90 % de sa longueur totale, mesurée entre l'extrémité de la sonde et l'étage de dilution.

Il doit avoir un diamètre intérieur égal ou supérieur au diamètre de la sonde, sans pour autant dépasser 25 mm, et avoir sa sortie située sur l'axe médian du tunnel de dilution et orientée vers l'aval.

Dans le cas a), l'isolation doit être obtenue à l'aide d'un matériau ayant une conductivité thermique maximale de 0,05 W/mK, l'épaisseur radiale d'isolant devant être égale au diamètre de la sonde.

FC1 Régulateur de débit

Un régulateur de débit doit être utilisé pour régler le débit du diluant au travers du ventilateur soufflant PB et/ou du ventilateur aspirant SB. Il peut être asservi aux signaux de débit de gaz d'échappement mentionnés au paragraphe 8.4.1 de la présente annexe et installé en amont ou en aval du ventilateur respectif. Dans le cas de l'utilisation d'une alimentation en air sous pression, FC1 agit directement sur le débit d'air.

FM1 Débitmètre

Compteur à gaz ou autre appareil de mesure du débit du diluant. Le débitmètre FM1 est facultatif si le ventilateur soufflant PB est étalonné pour la mesure du débit.

DAF Filtre à gaz diluant

Le gaz diluant (air ambiant, air synthétique ou azote) doit être filtré avec un filtre à particules à haut rendement ayant un taux de collecte initial minimum de 99,97 % conformément à la norme EN 1822-1 (filtre de la classe H14 ou d'une classe supérieure), ASTM F 1471-93 ou une norme équivalente.

FM2 Débitmètre (prélèvement partiel, fig. 13 seulement)

Compteur à gaz ou autre appareil de mesure du débit de gaz d'échappement dilués. Le débitmètre FM2 est facultatif si le ventilateur aspirant SB est étalonné pour la mesure du débit.

PB Ventilateur soufflant (prélèvement partiel, fig. 13 seulement)

Pour le réglage du débit du diluant, on peut utiliser un ventilateur soufflant (PB) raccordé au régulateur de débit FC1 ou FC2. Le ventilateur PB n'est pas nécessaire si l'on utilise une vanne papillon. PB peut servir à mesurer le débit du diluant s'il est étalonné.

SB Ventilateur aspirant (prélèvement partiel, fig. 13 seulement)

Le ventilateur SB peut être utilisé pour mesurer le débit de gaz d'échappement dilués s'il est étalonné.

DT Tunnel de dilution (flux partiel)

Le tunnel de dilution:

- a) Doit avoir une longueur suffisante pour permettre le brassage parfait des gaz d'échappement et du diluant dans des conditions d'écoulement turbulent (nombre de Reynolds, Re , supérieur à 4 000, Re étant calculé sur la base du diamètre intérieur du tunnel de dilution), dans le cas d'un système à prélèvement partiel (le brassage parfait n'est pas nécessaire pour un système à prélèvement total);
- b) Doit être en acier inoxydable;
- c) Peut être chauffé à une température de paroi ne dépassant pas 325 K (52 °C);
- d) Peut être isolé.

PSP Sonde de prélèvement des particules (prélèvement partiel, fig. 13 seulement)

Sonde formant la section d'entrée du tube de transfert des particules (voir par. A.2.2.6):

- a) Elle doit être installée ouverture vers l'amont en un point où le diluant et les gaz d'échappement sont intimement mélangés, c'est-à-dire sur l'axe médian du tunnel de dilution DT, approximativement à 10 diamètres de tunnel en aval du point où les gaz d'échappement entrent dans le tunnel de dilution;
- b) Elle doit avoir un diamètre intérieur de 8 mm au minimum;

- c) Elle peut être chauffée à une température de paroi ne dépassant pas 325 K (52 °C), soit par chauffage direct, soit par préchauffage du diluant, étant entendu que la température du diluant ne doit pas dépasser 325 K (52 °C) avant l'introduction des gaz d'échappement dans le tunnel de dilution;
- d) Elle peut être isolée.

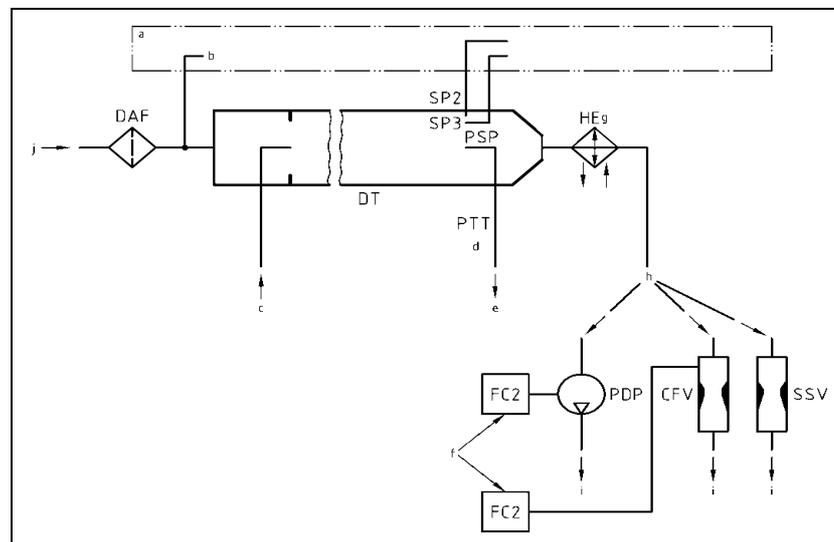
A.2.2.3 Description du système de dilution du flux total

La figure 15 décrit un système de dilution du flux total de gaz d'échappement dans le tunnel de dilution DT conformément au principe du prélèvement à volume constant (CVS).

Le débit de gaz d'échappement dilués doit être mesuré avec une pompe volumétrique (PDP), un venturi-tuyère en régime critique (CFV) ou un venturi subsonique (SSV). Un échangeur de chaleur (HE) ou un compensateur électronique de débit (EFC) peuvent être utilisés pour obtenir un prélèvement proportionnel des particules et pour déterminer le débit. Étant donné que la détermination de la masse de particules se fait à partir du débit total de gaz d'échappement dilués, il n'est pas nécessaire de calculer le taux de dilution.

Pour la collecte ultérieure des particules, un échantillon des gaz d'échappement dilués est acheminé vers le système de prélèvement des particules à double dilution (voir fig. 17). Bien qu'il s'agisse en partie d'un système de dilution, le système à double dilution est traité comme modification d'un système de prélèvement des particules, car la plupart de ses éléments sont communs à un système courant de prélèvement des particules.

Figure 15
Schéma du système à dilution du flux total (CVS)



- | | | |
|---|---------------------------------------|--|
| a = analyseur | b = air ambiant | c = gaz d'échappement |
| d = installation détaillée à la figure 17 | e = vers le système à double dilution | f = si un compensateur électronique de débit est utilisé |
| g = optionnel | h = ou | i = vers l'atmosphère |

A.2.2.4 Éléments de la figure 15

EP Tuyau d'échappement

La longueur du tuyau d'échappement entre la sortie du collecteur d'échappement du moteur, du turbocompresseur ou du dispositif de traitement aval et le tunnel de dilution ne doit pas dépasser 10 m. Si elle est supérieure à 4 m, toute la tuyauterie située au-delà de cette longueur doit être isolée, sauf en cas d'utilisation d'un opacimètre monté sur la ligne d'échappement. La couche d'isolation doit avoir une épaisseur radiale d'au moins 25 mm. La conductivité thermique du matériau isolant ne doit pas dépasser 0,1 W/mK, mesurée à 673 K. Afin de réduire l'inertie thermique du tuyau d'échappement, il est recommandé que le rapport épaisseur de paroi/diamètre soit égal ou inférieur à 0,015. L'utilisation de sections flexibles doit être limitée à des rapports longueur/diamètre ne dépassant pas 12.

PDP Pompe volumétrique

La pompe volumétrique (PDP) sert à mesurer le débit total de gaz d'échappement dilués à partir du nombre de tours de la pompe et de son déplacement. La contrepression d'échappement du moteur ne doit pas être artificiellement abaissée par la PDP ou par le système d'admission du diluant. La contrepression statique d'échappement lorsque la pompe volumétrique fonctionne ne doit pas s'écarter de plus de $\pm 1,5$ kPa de la pression statique mesurée sans raccordement à la pompe volumétrique, pour un même régime et une même charge moteur. La température du mélange de gaz immédiatement en amont de la pompe PDP doit être égale à ± 6 K près à la température moyenne de fonctionnement observée au cours de l'essai lorsqu'il n'y a pas de compensation du débit. La compensation du débit est admise seulement si la température à l'entrée de la pompe PDP ne dépasse pas 323 K (50 °C).

CFV Venturi-tuyère en régime critique

Le venturi-tuyère en régime critique (CFV) permet de mesurer le débit total de gaz d'échappement dilués en maintenant le débit en régime critique. La contrepression statique d'échappement mesurée lorsque le système CFV fonctionne ne doit pas s'écarter de plus de $\pm 1,5$ kPa de la pression statique mesurée lorsque ce même système n'est pas raccordé, pour un même régime et une même charge moteur. La température du mélange de gaz immédiatement en amont du système CFV doit être égale à ± 11 K près à la température moyenne de fonctionnement observée pendant l'essai lorsqu'il n'y a pas de compensation du débit.

SSV Venturi subsonique

Le venturi subsonique (SSV) permet de mesurer le débit total de gaz d'échappement dilués à partir de la fonction de débit de gaz d'un venturi subsonique, selon la pression et la température d'entrée et la chute de pression entre l'entrée et le col du venturi. La contrepression statique d'échappement mesurée lorsque le système SSV fonctionne ne doit pas s'écarter de plus de $\pm 1,5$ kPa de la pression statique mesurée lorsque ce même système n'est pas raccordé, pour un même régime et une même charge moteur. La température du mélange de gaz immédiatement en amont du système SSV doit être égale à ± 11 K près à la température moyenne de fonctionnement observée pendant l'essai lorsqu'il n'y a pas de compensation du débit.

HE Échangeur de chaleur (optionnel)

L'échangeur de chaleur doit avoir une capacité suffisante pour maintenir la température dans les limites fixées ci-dessus. Il n'est pas nécessaire si l'on utilise un système électronique de compensation du débit (EFC).

EFC Système électronique de compensation du débit (optionnel)

S'il n'est pas possible de maintenir la température à l'entrée de la pompe volumétrique (PDP), du venturi-tuyère en régime critique (CFV) ou du venturi subsonique (SSV) dans les limites indiquées ci-dessus, il convient d'utiliser un système électronique de compensation de débit permettant la mesure continue du débit et le maintien du prélèvement d'un échantillon proportionnel dans le système à double dilution. À cette fin, les signaux du débit mesuré en continu sont utilisés pour maintenir la proportionnalité du débit de gaz prélevé passant par les filtres à particules du système à double dilution (voir fig. 17) dans une fourchette de $\pm 2,5$ %.

DT Tunnel de dilution (flux total)

Le tunnel de dilution:

- a) Doit avoir un diamètre intérieur suffisamment petit pour produire un écoulement turbulent (nombre de Reynolds, Re , supérieur à 4 000, Re étant calculé sur la base du diamètre intérieur du tunnel de dilution) et une longueur suffisante pour permettre le brassage parfait des gaz d'échappement et du diluant;
- b) Peut être isolé;
- c) Peut être chauffé jusqu'à une température de paroi suffisante pour éliminer la condensation d'eau.

Le flux de gaz d'échappement doit être dirigé vers l'aval jusqu'au point où il est introduit dans le tunnel de dilution, et les gaz doivent être intimement mélangés à un diluant. Un ajutage mélangeur peut être utilisé.

Dans le cas du système à double dilution, un échantillon prélevé dans le tunnel de dilution est envoyé dans le tunnel de dilution secondaire où il est dilué une nouvelle fois, puis acheminé jusqu'aux filtres de collecte (fig. 17). Le système de dilution secondaire doit fournir une quantité suffisante de diluant pour permettre de maintenir les gaz d'échappement doublement dilués à une température comprise entre 315 et 325 K (42 et 52 °C) immédiatement avant le filtre à particules.

DAF Filtre à gaz diluant

Le gaz diluant (air ambiant, air synthétique ou azote) doit être filtré avec un filtre à particules à haut rendement ayant un taux de collecte initial minimum de 99,97 % conformément à la norme EN 1822-1 (filtre de la classe H14 ou d'une classe supérieure), ASTM F 1471-93 ou une norme équivalente.

PSP Sonde de prélèvement des particules

Sonde formant la section d'entrée du tube de transfert des particules:

- a) Elle doit être installée ouverture vers l'amont en un point où le diluant et les gaz d'échappement sont intimement mélangés, c'est-à-dire sur l'axe médian du tunnel de dilution (DT), approximativement à 10 diamètres de tunnel en aval du point où les gaz d'échappement entrent dans le tunnel de dilution;

- b) Elle doit avoir un diamètre intérieur de 8 mm au minimum;
- c) Elle peut être chauffée à une température de paroi ne dépassant pas 325 K (52 °C), soit par chauffage direct, soit par préchauffage du diluant, étant entendu que la température de l'air ne doit pas dépasser 325 K (52 °C) avant l'introduction des gaz d'échappement dans le tunnel de dilution;
- d) Elle peut être isolée.

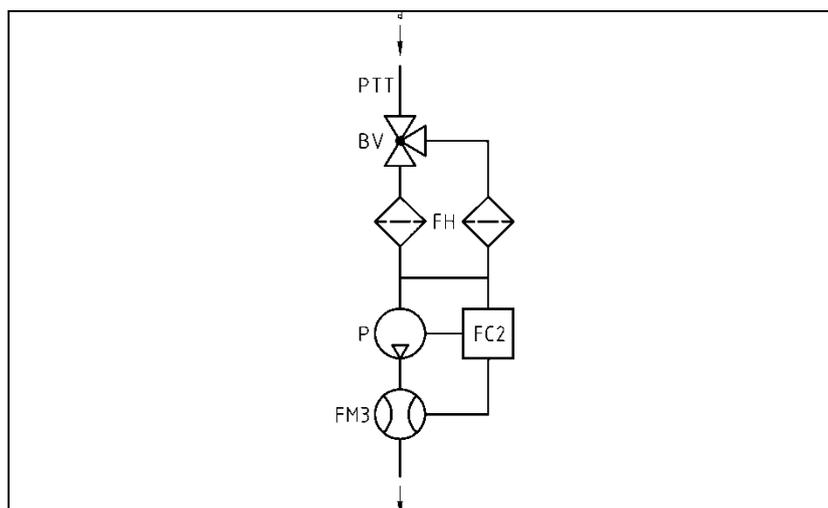
A.2.2.5 Description du système de prélèvement des particules

Le système de prélèvement des particules représenté aux figures 16 et 17 comprend les éléments nécessaires pour la collecte des particules sur les filtres à particules. Dans le cas d'un système à dilution du flux partiel avec prélèvement total, dans lequel tout l'échantillon de gaz dilués traverse les filtres, le système de dilution et le système de prélèvement forment en général une seule unité (voir fig. 12). Dans le cas d'un système à dilution du flux partiel ou total avec prélèvement partiel, dans lequel on fait passer à travers les filtres une partie seulement des gaz d'échappement dilués, le système de dilution et le système de prélèvement forment en général des entités séparées.

Dans le cas d'un système à dilution du flux partiel, un échantillon de gaz d'échappement dilués est prélevé dans le tunnel de dilution DT, par l'intermédiaire de la sonde PSP et du tube de transfert des particules PTT, au moyen de la pompe de prélèvement P, comme représenté à la figure 16. L'échantillon traverse le ou les porte-filtres FH, qui contiennent les filtres à particules. Le débit de gaz prélevés est réglé par le régulateur de débit FC3.

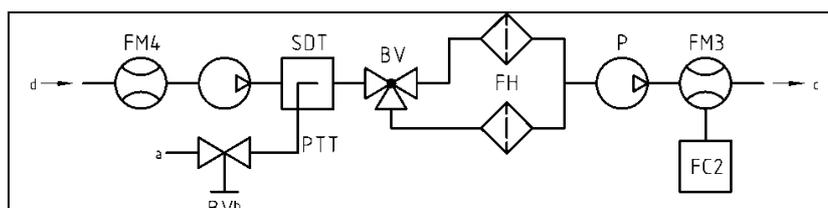
Dans le cas d'un système à dilution du flux total, on utilise un système de prélèvement des particules à double dilution, comme représenté à la figure 17. Un échantillon de gaz d'échappement dilués est prélevé dans le tunnel de dilution DT, par l'intermédiaire de la sonde de prélèvement PSP et du tube de transfert des particules PTT, et envoyé dans le tunnel de dilution secondaire SDT, où il est dilué une seconde fois. L'échantillon passe ensuite par le ou les porte-filtres FH, qui contiennent les filtres de collecte des particules. En général, le débit du diluant est constant, alors que le débit des gaz prélevés est réglé par le régulateur de débit FC3. S'il existe un système électronique de compensation du débit (EFC) (voir fig. 15), le débit total de gaz d'échappement dilués est utilisé comme signal de commande de FC3.

Figure 16
Schéma du système de prélèvement des particules



a = depuis le tunnel de dilution

Figure 17
Schéma du système de prélèvement des particules à double dilution



a = gaz d'échappement dilués depuis DT b = optionnel c = vers l'atmosphère
d = diluant secondaire

A.2.2.6 Éléments des figures 16 (système à flux partiel seulement) et 17 (système à flux total seulement)

PTT Tube de transfert des particules

Le tube de transfert:

- Doit être inerte au contact de matières particulaires;
- Peut être chauffé jusqu'à une température de paroi de 325 K (52 °C);
- Peut être isolé.

SDT Tunnel de dilution secondaire (fig. 17 seulement)

Le tunnel de dilution secondaire:

- Doit avoir une longueur et un diamètre suffisants pour satisfaire aux prescriptions du paragraphe 9.4.2 f) de la présente annexe, relatives au temps de séjour;
- Peut être chauffé jusqu'à une température de paroi de 325 K (52 °C);
- Peut être isolé.

FH Porte-filtre

Le porte-filtre:

- a) Doit former un cône divergent de 12,5° (à partir du centre) dans la section de raccordement entre le diamètre de la conduite de transfert et le diamètre exposé de la face avant du filtre;
- b) Peut être chauffé jusqu'à une température de paroi de 325 K (52 °C);
- c) Peut être isolé.

Les changeurs à filtres multiples (changeurs automatiques) sont admis à condition qu'il n'y ait pas d'interaction entre les filtres de collecte.

Les filtres à membrane PTFE doivent être placés dans une cassette spécifique à l'intérieur du porte-filtre.

Un séparateur primaire à inertie ayant un point de coupure à 50 % compris entre 2,5 µm et 10 µm doit être installé immédiatement en amont du porte-filtre dans le cas où une sonde de prélèvement à tube ouvert orienté vers l'amont est utilisée.

P Pompe de prélèvement

FC2 Régulateur de débit

Un régulateur de débit doit être utilisé pour régler le débit de prélèvement des particules.

FM3 Débitmètre

Il s'agit d'un compteur à gaz ou d'un appareil de mesure du débit de prélèvement des particules passant par le filtre à particules. Il peut être installé en amont ou en aval de la pompe de prélèvement P.

FM4 Débitmètre

Compteur à gaz ou appareil de mesure du débit du diluant secondaire passant à travers le filtre à particules.

BV Robinet à boisseau sphérique (optionnel)

Le robinet à boisseau sphérique doit avoir un diamètre intérieur au moins égal à celui du tube de transfert des particules PTT, et il doit être possible de le manœuvrer en moins de 0,5 s.

Annexe 4

Appendice 3

Statistiques

A.3.1 Valeur moyenne et écart type

La valeur moyenne arithmétique est calculée comme suit:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (102)$$

L'écart type est calculé comme suit:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (103)$$

A.3.2 Analyse de régression

La pente de la droite de régression est calculée comme suit:

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}) \times (x_i - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (104)$$

L'ordonnée à l'origine de la droite de régression est calculée comme suit:

$$a_0 = \bar{y} - (a_1 \times \bar{x}) \quad (105)$$

L'erreur type d'estimation est calculée comme suit:

$$SEE = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n [y_i - a_0 - (a_1 \times x_i)]^2}}{n-2} \quad (106)$$

Le coefficient de détermination est calculé comme suit:

$$r^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n [y_i - a_0 - (a_1 \times x_i)]^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (107)$$

A.3.3 Détermination de l'équivalence d'un système

La détermination de l'équivalence d'un système conformément aux prescriptions du paragraphe 5.1.1 de la présente annexe doit être fondée sur une étude de corrélation portant sur sept paires (ou plus) d'échantillons entre le système à l'examen et l'un des systèmes de référence acceptés du présent RTM, par le moyen de cycles d'essai appropriés. Pour déterminer l'équivalence, le critère à appliquer doit être le test F et le test t à deux échantillons.

Cette méthode statistique permet d'évaluer l'hypothèse selon laquelle l'écart type et la valeur moyenne de l'échantillon pour telles ou telles émissions mesurées avec le système à l'examen ne s'écartent pas de l'écart type et de la valeur moyenne de l'échantillon pour ces mêmes émissions mesurées avec le système de référence. L'hypothèse est évaluée sur la base d'un niveau de signification de 10 % des valeurs F et t. Les valeurs critiques de F et t pour sept à 10 paires d'échantillons sont indiquées au tableau 9. Si les valeurs F et t calculées conformément à l'équation ci-dessous sont supérieures aux valeurs critiques de F et t, le système à l'examen est jugé non équivalent.

La méthode suivante doit être appliquée. Les indices R et C désignent respectivement le système de référence et le système à l'examen:

- a) Effectuer au moins sept essais dans lesquels le système à l'examen et le système de référence sont utilisés en parallèle. Le nombre d'essais est désigné par n_R et n_C , respectivement;

- b) Calculer les valeurs moyennes $\overline{x_R}$ et $\overline{x_C}$ les écarts types s_R et s_C ;

- c) Calculer la valeur F comme suit:

$$F = \frac{s_{\text{major}}^2}{s_{\text{minor}}^2} \quad (108)$$

(la plus grande des deux valeurs d'écart type s_R ou s_C doit figurer en numérateur);

- d) Calculer la valeur t comme suit:

$$t = \frac{\overline{x_C} - \overline{x_R}}{\sqrt{s_C^2/n_C + s_R^2/n_R}} \quad (109)$$

- e) Comparer les valeurs F et t avec les valeurs critiques F et t correspondant aux nombres respectifs d'essais indiqués au tableau 9. Si des échantillons de taille plus importante sont utilisés, on doit se reporter à des tables statistiques pour le niveau de signification 10 % (niveau de confiance: 90 %);

- f) Déterminer les degrés de liberté (df) comme suit:

$$\text{Pour le test F:} \quad d1f = n_R - 1, d2f = n_C - 1 \quad (110)$$

$$\text{Pour le test t:} \quad df = (n_C + n_R - 2)/2 \quad (111)$$

- g) Déterminer l'équivalence comme suit:
- i) Si $F < F_{\text{crit}}$ et $t < t_{\text{crit}}$, le système à l'examen est équivalent au système de référence de la présente annexe;
 - ii) Si $F \geq F_{\text{crit}}$ ou $t \geq t_{\text{crit}}$, le système à l'examen n'est pas équivalent au système de référence de la présente annexe.

Tableau 9
Valeurs de t et de F pour diverses tailles de l'échantillon

Taille de l'échantillon	Test F		Test t	
	df	Fcrit	df	tcrit
7	6/6	3,055	6	1,943
8	7/7	2,785	7	1,895
9	8/8	2,589	8	1,860
10	9/9	2,440	9	1,833

Annexe 4

Appendice 4

Contrôle du flux de carbone

A.4.1 Introduction

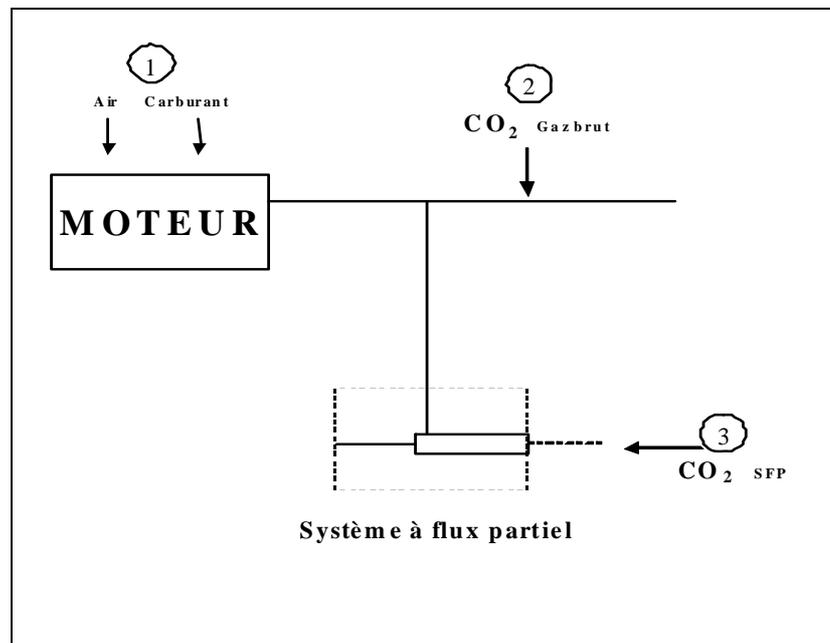
Tout le carbone des gaz d'échappement ou presque provient du carburant; tout ce carbone ou presque est présent dans les gaz d'échappement sous la forme de CO_2 . Le contrôle est par conséquent fondé sur la mesure du CO_2 .

Le flux de carbone dans les systèmes de mesure des gaz d'échappement est déterminé à partir du débit de carburant. Le flux de carbone aux différents points de prélèvement dans les systèmes de mesure des émissions et des particules est déterminé à partir des concentrations de CO_2 et des débits de gaz à ces points.

À cet égard, le moteur constitue une source connue de flux de carbone, et le suivi de ce flux dans le tuyau d'échappement et à la sortie du système de prélèvement des particules à flux partiel permet de vérifier l'étanchéité aux fuites et la précision de la mesure du débit. L'avantage de cette méthode de contrôle est que les composants fonctionnent dans les conditions normales de fonctionnement du moteur en ce qui concerne la température et le débit.

La figure 18 indique les points de prélèvement où les flux de carbone doivent être contrôlés. Les équations spécifiques pour les flux de carbone en chacun des points de prélèvement sont données ci-après.

Figure 18
Points de prélèvement pour le contrôle du flux de carbone



A.4.2 Débit de carbone entrant dans le moteur (point de prélèvement 1)

Le débit-masse de carbone entrant dans le moteur pour un carburant CH_aO_e s'obtient au moyen de la formule suivante:

$$q_{mCf} = \frac{12,011}{12,011 + 1,00794a + 15,9994e} \cdot q_{mf} \quad (112)$$

où:

q_{mf} est le débit-masse de carburant, en kg/s.

A.4.3 Débit de carbone dans les gaz d'échappement bruts (point de prélèvement 2)

Le débit-masse de carbone dans le tuyau d'échappement du moteur doit être déterminé à partir de la concentration de CO_2 dans les gaz d'échappement bruts et du débit-masse de gaz d'échappement:

$$q_{mCe} = \left(\frac{c_{\text{CO}_2, r} - c_{\text{CO}_2, a}}{100} \right) \times q_{mew} \times \frac{12,011}{M_{re}} \quad (113)$$

où:

$c_{\text{CO}_2, r}$ est la concentration de CO_2 en conditions humides dans les gaz d'échappement bruts, en pourcentage;

$c_{\text{CO}_2, a}$ est la concentration de CO_2 en conditions humides dans l'air ambiant, en pourcentage;

q_{mew} est le débit-masse de gaz d'échappement en conditions humides, en kg/s;

M_e est la masse molaire des gaz d'échappement, en g/mol.

Si le CO_2 est mesuré sur base sèche, les chiffres doivent être convertis en valeurs sur base humide conformément aux dispositions du paragraphe 8.1 de la présente annexe.

A.4.4 Débit de carbone dans le système de dilution (point de prélèvement 3)

Pour le système à dilution du flux partiel, le rapport de division doit aussi être pris en considération. Le débit de carbone doit être déterminé à partir de la concentration de CO_2 dans les gaz d'échappement dilués, du débit-masse de gaz d'échappement et du débit de prélèvement des gaz d'échappement:

$$q_{mCp} = \left(\frac{c_{\text{CO}_2, d} - c_{\text{CO}_2, a}}{100} \right) \times q_{mdew} \times \frac{12,011}{M_e} \times \frac{q_{mew}}{q_{mp}} \quad (114)$$

où:

$c_{\text{CO}_2, d}$ est la concentration de CO_2 en conditions humides dans les gaz d'échappement bruts, en pourcentage;

$c_{\text{CO}_2, a}$ est la concentration de CO_2 en conditions humides dans l'air ambiant, en pourcentage;

q_{mew} est le débit-masse de gaz d'échappement en conditions humides, en kg/s;

q_{mp} est le débit de prélèvement des gaz d'échappement entrant dans le système de dilution du flux partiel, en kg/s;

M_e est la masse molaire des gaz d'échappement, en g/mol.

Si le CO₂ est mesuré sur base sèche, les chiffres doivent être convertis en valeurs sur base humide conformément aux dispositions du paragraphe 8.1 de la présente annexe.

A.4.5 Calcul de la masse molaire des gaz d'échappement

La masse molaire des gaz d'échappement doit être calculée conformément à l'équation 41 (voir par. 8.4.2.4 de la présente annexe).

Les masses molaires suivantes peuvent également être utilisées pour les gaz d'échappement:

M_e (gazole) = 28,9 g/mol;

M_e (GPL) = 28,6 g/mol;

M_e (GN) = 28,3 g/mol.

Annexe 4

Appendice 5

Exemple de procédure de calcul

A.5.1 Opération de dénormalisation du régime et du couple

Il s'agit par exemple de dénormaliser le point d'essai suivant:

$$\% \text{ régime} = 43 \%$$

$$\% \text{ couple} = 82 \%$$

Sur la base des valeurs suivantes:

$$n_{lo} = 1\,015 \text{ min}^{-1}$$

$$n_{hi} = 2\,200 \text{ min}^{-1}$$

$$n_{pref} = 1\,300 \text{ min}^{-1}$$

$$n_{idle} = 600 \text{ min}^{-1}$$

Ce qui donne:

$$\text{Régime réel} = \frac{43 \times (0,45 \times 1\,015 + 0,45 \times 1\,300 + 0,1 \times 2\,200 - 600) \times 2,0327}{100} + 600 = 1,178 \text{ min}^{-1}$$

Compte tenu du couple maximal de 700 Nm déterminé d'après la courbe cartographique à 1 178 min⁻¹, on a:

$$\text{couple réel} = \frac{82 \times 700}{100} = 574 \text{ Nm}$$

A.5.2 Données de base pour les calculs stœchiométriques

Masse atomique de l'hydrogène	1,00794 g/atome
Masse atomique du carbone	12,011 g/atome
Masse atomique du soufre	32,065 g/atome
Masse atomique de l'azote	14,0067 g/atome
Masse atomique de l'oxygène	15,9994 g/atome
Masse atomique de l'argon	39,9 g/atome
Masse molaire de l'eau	18,01534 g/mol
Masse molaire du dioxyde de carbone	44,01 g/mol
Masse molaire du monoxyde de carbone	28,011 g/mol
Masse molaire de l'oxygène	31,9988 g/mol
Masse molaire de l'azote	28,011 g/mol
Masse molaire de l'oxyde nitrique	30,008 g/mol
Masse molaire du dioxyde d'azote	46,01 g/mol
Masse molaire du dioxyde de soufre	64,066 g/mol
Masse molaire de l'air sec	28,965 g/mol

Étant exclus les effets de compressibilité, tous les gaz à prendre en compte dans le processus admission/combustion/échappement du moteur peuvent être considérés comme idéaux et tous les calculs volumétriques peuvent donc être fondés sur un volume molaire de 22,414 l/mol selon l'hypothèse d'Avogadro.

A.5.3 Émissions gazeuses (gazole)

Les résultats de mesures en un point donné du cycle d'essai (fréquence d'échantillonnage des données de 1 Hz) pour le calcul des émissions massiques instantanées sont indiqués ci-dessous. Dans cet exemple, le CO et les NO_x sont mesurés sur base sèche, et les HC sur base humide. La concentration de HC est donnée en équivalent propane (C3) et doit être multipliée par 3 pour obtenir l'équivalent C1. La procédure de calcul est identique pour les autres points du cycle.

Dans l'exemple ci-après, on présente les résultats intermédiaires des différentes étapes sous forme arrondie pour plus de clarté. Il doit être noté cependant que, pour les calculs réels, il n'est pas permis d'arrondir les résultats intermédiaires (voir le paragraphe 8 de la présente annexe).

T _{a,i} (K)	H _{a,i} (g/kg)	W _{act} (kWh)	q _{mew,i} (kg/s)	q _{maw,i} (kg/s)	q _{mf,i} (kg/s)	c _{HC,i} (ppm)	c _{CO,i} (ppm)	c _{NOx,i} (ppm)
295	8,0	40	0,155	0,150	0,005	10	40	500

La composition du carburant est censée être la suivante:

Constituant	Rapport molaire	% masse
H	α = 1,8529	w _{ALF} = 13,45
C	β = 1,0000	w _{BET} = 86,50
S	γ = 0,0002	w _{GAM} = 0,050
N	δ = 0,0000	w _{DEL} = 0,000
O	ε = 0,0000	w _{EPS} = 0,000

Étape 1: Correction base sèche/base humide (par. 8.1 de la présente annexe):

Équation 16: $k_f = 0,055584 \times 13,45 - 0,0001083 \times 86,5 - 0,0001562 \times 0,05 = 0,7382$

Équation 13: $k_{w,a} = \left(1 - \frac{1,2434 \times 8 + 111,12 \times 13,45 \times \frac{0,005}{0,148}}{773,4 + 1,2434 \times 8 + \frac{0,005}{0,148} \times 0,7382 \times 1,000} \right) \times 1,008 = 0,9331$

Équation 12: $c_{CO,i}(\text{wet}) = 40 \times 0,9331 = 37,3 \text{ ppm}$

$c_{NOx,i}(\text{wet}) = 500 \times 0,9331 = 466,6 \text{ ppm}$

Étape 2: Correction des valeurs de NO_x pour la température et l'humidité (par. 8.2.1 de la présente annexe):

Équation 23: $k_{h,D} = \frac{15,698 \times 8,00}{1\,000} + 0,832 = 0,9576$

Étape 3: Calcul des émissions instantanées à chaque point donné du cycle (par. 8.4.2.3 de la présente annexe):

$$\begin{aligned}\text{Équation 36: } m_{\text{HC},i} &= 10 \times 3 \times 0,155 && = 4,650 \\ m_{\text{CO},i} &= 37,3 \times 0,155 && = 5,782 \\ m_{\text{NOx},i} &= 466,6 \times 0,9576 \times 0,155 && = 69,26\end{aligned}$$

Étape 4: Calcul des émissions massiques sur tout le cycle par intégration des valeurs d'émissions instantanées et des valeurs de u tirées du tableau 5 (par. 8.4.2.3 de la présente annexe):

Le calcul s'effectue comme suit pour le cycle WHTC (1 800 s) et les mêmes émissions à chaque point du cycle.

$$\begin{aligned}\text{Équation 36: } m_{\text{HC}} &= 0,000479 \times \sum_{i=1}^{1800} 4,650 = 4,01 \text{ g/essai} \\ m_{\text{CO}} &= 0,000966 \times \sum_{i=1}^{1800} 5,782 = 10,05 \text{ g/essai} \\ m_{\text{NOx}} &= 0,001586 \times \sum_{i=1}^{1800} 69,26 = 197,72 \text{ g/essai}\end{aligned}$$

Étape 5: Calcul des émissions spécifiques (par. 8.6.3 de la présente annexe):

$$\begin{aligned}\text{Équation 69: } e_{\text{HC}} &= 4,01/40 = 0,10 \text{ g/kWh} \\ e_{\text{CO}} &= 10,05/40 = 0,25 \text{ g/kWh} \\ e_{\text{NOx}} &= 197,72/40 = 4,94 \text{ g/kWh}\end{aligned}$$

A.5.4

Émission de particules (gazole)

P _{b,b} (kPa)	P _{h,a} (kPa)	W _{act} (kWh)	q _{mew,i} (kg/s)	q _{mf,i} (kg/s)	q _{mdw,i} (kg/s)	q _{mdew,i} (kg/s)	m _{uncor,b} (mg)	m _{uncor,a} (mg)	m _{sep} (kg)
99	100	40	0,155	0,005	0,0015	0,0020	90,0000	91,7000	1,515

Étape 1: Calcul de m_{edf} (par. 8.4.3.2.2 de la présente annexe):

$$\text{Équation 48: } r_{d,i} = \frac{0,002}{(0,002 - 0,0015)} = 4$$

$$\text{Équation 47: } q_{\text{medf},i} = 0,155 \times 4 = 0,620 \text{ kg/s}$$

$$\text{Équation 46: } m_{\text{edf}} = \sum_{i=1}^{1800} 0,620 = 1\,116 \text{ kg/essai}$$

Étape 2: Correction pour la flottabilité de la masse de particules (par. 8.3 de la présente annexe):

Avant l'essai:

$$\text{Équation 26: } \rho_{a,b} = \frac{99 \times 28,836}{8,3144 \times 295} = 1,164 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Équation 25: } m_{f,T} = 90,0000 \times \frac{(1 - 1,164 / 8\,000)}{(1 - 1,164 / 2\,300)} = 90,0325 \text{ mg}$$

Après l'essai:

$$\text{Équation 26: } \rho_{a,a} = \frac{100 \times 28,836}{8,3144 \times 295} = 1,176 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Équation 25: } m_{f,G} = 91,7000 \times \frac{(1 - 1,176 / 8\,000)}{(1 - 1,176 / 2\,300)} = 91,7334 \text{ mg}$$

$$\text{Équation 27: } m_p = 91,7334 \text{ mg} - 90,0325 \text{ mg} = 1,7009 \text{ mg}$$

Étape 3: Calcul des émissions massiques de particules (par. 8.4.3.2.2 de la présente annexe):

$$\text{Équation 45: } m_{PM} = \frac{1,7009 \times 1116}{1,515 \times 1000} = 1,253 \text{ g/essai}$$

Étape 4: Calcul des émissions spécifiques (par. 8.6.3 de la présente annexe):

$$\text{Équation 69: } e_{PM} = 1,253 / 40 = 0,031 \text{ g/kWh}$$

A.5.5 Facteur de recalage λ (S_λ)

A.5.5.1 Calcul du facteur de recalage λ (S_λ)¹¹

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert \%}}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}}$$

où:

S_λ est le facteur de recalage λ ;

inert % est le pourcentage en volume de gaz inerte dans le carburant (N_2 , CO_2 , He, etc.);

O_2^* est le pourcentage en volume d'oxygène originel dans le carburant;

n et m est l'indice moyen C_nH_m caractérisant les proportions en hydrocarbures du carburant, c'est-à-dire:

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4 \%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2 \%}{100}\right] + 3 \times \left[\frac{C_3 \%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{C_4 \%}{100}\right] + 5 \times \left[\frac{C_5 \%}{100}\right] + \dots}{\frac{1 - \text{diluent \%}}{100}}$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4 \%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{C_2H_4 \%}{100}\right] + 6 \times \left[\frac{C_2H_6 \%}{100}\right] + \dots + 8 \times \left[\frac{C_3H_8 \%}{100}\right] + \dots}{\frac{1 - \text{diluent \%}}{100}}$$

où:

CH_4 est le pourcentage en volume de méthane dans le carburant;

C_2 est le pourcentage en volume de tous les hydrocarbures C_2 (C_2H_6 , C_2H_4 , etc.) dans le carburant;

¹¹ Stoichiometric Air/Fuel ratios of automotive fuels - SAE J1829, June 1987. John B. Heywood, Internal combustion engine fundamentals, McGraw-Hill, 1988, Chapter 3.4 "Combustion stoichiometry" (pp. 68 to 72).

- C_3 est le pourcentage en volume de tous les hydrocarbures C_3 (C_3H_8 , C_3H_6 , etc.) dans le carburant;
- C_4 est le pourcentage en volume de tous les hydrocarbures C_4 (C_4H_{10} , C_4H_8 , etc.) dans le carburant;
- C_5 est le pourcentage en volume de tous les hydrocarbures C_5 (C_5H_{12} , C_5H_{10} , etc.) dans le carburant;
- diluent est le pourcentage en volume de gaz de dilution dans le carburant (O_2^* , N_2 , CO_2 , He, etc.).

A.5.5.2 Exemples de calcul du facteur de recalage λ (S_λ):

Exemple 1: G25: $CH_4 = 86 \%$, $N_2 = 14 \%$ (en volume)

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4 \%}{100} \right] + 2 \times \left[\frac{C_2 \%}{100} \right] + \dots}{\frac{1 - \text{diluent \%}}{100}} = \frac{1 \times 0,86}{1 - \frac{14}{100}} = \frac{0,86}{0,86} = 1$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4 \%}{100} \right] + 4 \times \left[\frac{C_2H_4 \%}{100} \right] + \dots}{\frac{1 - \text{diluent \%}}{100}} = \frac{4 \times 0,86}{0,86} = 4$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert \%}}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{14}{100}\right) \times \left(1 + \frac{4}{4}\right)} = 1,16$$

Exemple 2: GR: $CH_4 = 87 \%$, $C_2H_6 = 13 \%$ (en volume)

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4 \%}{100} \right] + 2 \times \left[\frac{C_2 \%}{100} \right] + \dots}{\frac{1 - \text{diluent \%}}{100}} = \frac{1 \times 0,87 + 2 \times 0,13}{1 - \frac{0}{100}} = \frac{1,13}{1} = 1,13$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4 \%}{100} \right] + 4 \times \left[\frac{C_2H_4 \%}{100} \right] + \dots}{\frac{1 - \text{diluent \%}}{100}} = \frac{4 \times 0,87 + 6 \times 0,13}{1} = 4,26$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert \%}}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{0}{100}\right) \times \left(1,13 + \frac{4,26}{4}\right)} = 0,911$$

Exemple 3: États-Unis: $CH_4 = 89 \%$, $C_2H_6 = 4,5 \%$, $C_3H_8 = 2,3 \%$, $C_6H_{14} = 0,2 \%$, $O_2 = 0,6 \%$, $N_2 = 4 \%$

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4 \%}{100} \right] + 2 \times \left[\frac{C_2 \%}{100} \right] + \dots}{\frac{1 - \text{diluent \%}}{100}} = \frac{1 \times 0,89 + 2 \times 0,045 + 3 \times 0,023 + 4 \times 0,002}{1 - \frac{(0,64 + 4)}{100}} = 1,11$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{\text{CH}_4 \%}{100} \right] + 4 \times \left[\frac{\text{C}_2\text{H}_4 \%}{100} \right] + 6 \times \left[\frac{\text{C}_2\text{H}_6 \%}{100} \right] + \dots + 8 \times \left[\frac{\text{C}_3\text{H}_8 \%}{100} \right]}{1 - \text{diluent\%}}$$

$$= \frac{4 \times 0,89 + 4 \times 0,045 + 8 \times 0,023 + 14 \times 0,002}{1 - \frac{0,6 + 4}{100}} = 4,24$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert \%}}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{\text{O}_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{14}{100}\right) \times \left(1,11 + \frac{4,24}{4}\right) - \frac{0,6}{100}} = 0,96$$

Annexe 4

Appendice 6

Installation des auxiliaires et des équipements pour l'essai de mesure des émissions

<i>Numéro</i>	<i>Équipements et auxiliaires</i>	<i>Installés pour l'essai de mesure des émissions</i>
1	Système d'admission Collecteur d'admission Circuit de recyclage des gaz de carter Dispositifs de commande pour double tubulure d'admission Débitmètre d'air Conduite d'entrée d'air Filtre à air Silencieux d'admission Limiteur de vitesse	Oui Oui Oui Oui Oui, ou équipement de la chambre d'essai Oui, ou équipement de la chambre d'essai Oui, ou équipement de la chambre d'essai Oui
2	Dispositif de réchauffage du collecteur d'admission	Oui; s'il est réglable, il doit être réglé dans la position la plus favorable.
3	Système d'échappement Collecteur d'échappement Tuyauteries de liaison Silencieux Tuyau de sortie Ralentisseur d'échappement Dispositif de suralimentation	Oui Oui Oui Oui Non, ou complètement ouvert Oui
4	Pompe d'alimentation en carburant	Oui
5	Équipement pour les moteurs à gaz Module de commande électronique, débitmètre d'air, etc. Détendeur Évaporateur Mélangeur	Oui Oui Oui Oui

Numéro	Équipements et auxiliaires	Installés pour l'essai de mesure des émissions
6	Équipement d'injection du carburant Préfiltre Filtre Pompe Tuyauterie haute pression Injecteur Volet d'admission d'air Module de commande électronique, capteurs, etc. Régulateur/limiteur Butée automatique de pleine charge de la crémaillère en fonction des conditions atmosphériques	Oui Oui Oui Oui Oui Oui Oui Oui
7	Refroidissement par liquide Radiateur Ventilateur Carénage du ventilateur Pompe à eau Thermostat	Non Non Non Oui Oui, peut être bloqué en position ouverte
8	Refroidissement par air Carénage Ventilateur ou soufflante Dispositif régulateur de température	Non Non Non
9	Équipement électrique Générateur Bobine ou bobines Câblage Module de commande électronique	Non Oui Oui Oui
10	Équipement de suralimentation Compresseur entraîné directement par le moteur et/ou par les gaz d'échappement Refroidisseur intermédiaire Pompe du liquide de refroidissement ou ventilateur (entraîné par le moteur) Dispositif de réglage du débit du fluide de refroidissement	Oui Oui, ou équipement de la chambre d'essai Non Oui

<i>Numéro</i>	<i>Équipements et auxiliaires</i>	<i>Installés pour l'essai de mesure des émissions</i>
11	Dispositif antipollution (système de traitement aval des gaz d'échappement)	Oui
12	Équipement de démarrage	Oui, ou équipement de la chambre d'essai
13	Pompe de lubrification	Oui

Annexe 4

Appendice 7

Procédure pour mesurer l'ammoniac

- A.7.1 Le présent appendice décrit la procédure pour mesurer l'ammoniac (NH₃). Pour les analyseurs non linéaires, l'utilisation de circuits de linéarisation est admise.
- A.7.2 Deux principes de mesure sont spécifiés pour la mesure du NH₃ et chacun de ces deux principes peut être utilisé pour autant qu'il satisfasse aux critères spécifiés au paragraphe A.7.2.1 ou A.7.2.2, respectivement. Les séchoirs à gaz ne sont pas admis pour la mesure du NH₃.
- A.7.2.1 Spectromètre à diode laser (LDS)
- A.7.2.1.1 Principe de mesure
- Le LDS fonctionne selon le principe de la spectroscopie à ligne unique. La ligne d'absorption du NH₃ est choisie dans la gamme spectrale de l'infrarouge proche et balayée par un laser à diode en mode unique.
- A.7.2.1.2 Installation
- L'analyseur doit être installé soit directement dans le tuyau d'échappement (*in situ*), soit dans un réceptacle d'analyseur utilisant le prélèvement extractif conformément aux instructions du fabricant de l'instrument. S'il est installé dans un cabinet d'analyseur, la voie de prélèvement (conduite de prélèvement, pré-filtre(s) et soupapes) doit être en acier inoxydable ou en PTFE et elle doit être chauffée à 463 ± 10 K (190 ± 10 °C) afin de minimiser 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 minimisée ou des techniques de compensation doivent être utilisées.
- Le cas échéant, l'air propre utilisé avec la mesure *in situ* pour la protection de l'instrument ne doit affecter la concentration d'aucun des composants des gaz d'échappement mesurés en aval du dispositif ou le prélèvement des autres composants 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 à $0,5 \text{ cm}^{-1}$ près afin de minimiser l'interférence réciproque d'autres gaz présents dans les gaz d'échappement.
- A.7.2.2 Analyseur infrarouge par transformation de Fourier (ci-après FTIR)
- A.7.2.2.1 Principe de mesure
- Le FTIR fonctionne selon le principe de la spectroscopie infrarouge à large bande. Il permet des mesures simultanées de composants des gaz d'échappement dont les spectres standardisés sont disponibles dans l'instrument. Le spectre d'absorption (intensité/longueur d'onde) est calculé à partir de l'interferogramme mesuré (intensité/temps) au moyen de la méthode de transformation de Fourier.

- 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 évaluation. La voie de prélèvement (conduite de prélèvement, pré-filtre(s) et soupapes) doit être en acier inoxydable ou en PTFE et elle doit être chauffée à 463 ± 10 K (190 ± 10 °C) afin de minimiser les pertes de NH₃ et les artefacts de prélèvement. En outre, la conduite de prélèvement doit être aussi courte que possible.
- A.7.2.2.3 Interférence réciproque
- La résolution spectrale de la longueur d'onde du NH₃ doit être à $0,5 \text{ cm}^{-1}$ près afin de minimiser l'interférence réciproque d'autres gaz présents dans les gaz d'échappement.
- A.7.3 Procédure d'essai des émissions et évaluation
- A.7.3.1 Contrôle des analyseurs
- Avant l'essai des émissions, la gamme de l'analyseur doit être sélectionnée. Les analyseurs d'émissions équipés d'un sélecteur de gamme automatique ou manuel sont admis. Durant le cycle d'essai, la gamme des analyseurs ne doit pas être changée.
- La réponse au gaz de mise à zéro et la réponse au gaz de réglage d'échelle doivent être déterminées, si les dispositions du point A.7.3.4.2 ne s'appliquent pas à l'instrument. Pour la réponse au gaz de réglage d'échelle, un gaz NH₃ répondant aux spécifications du point A.7.4.2.7 doit être utilisé. L'utilisation de cellules de référence qui contiennent le gaz de réglage d'échelle NH₃ est admise.
- A.7.3.2 Collecte des données pertinentes sur les émissions
- Au démarrage de la séquence d'essai, la collecte des données NH₃ doit être lancée, simultanément. La concentration de NH₃ doit être mesurée continuellement et mémorisée, à 1 Hz au moins, sur un système informatique.
- A.7.3.3 Opérations après l'essai
- À l'achèvement de l'essai, le prélèvement doit continuer jusqu'à ce que les temps de réponse du système se soient écoulés. La détermination de la dérive de l'analyseur conformément au point A.7.3.4.1 n'est requise que si les informations du point A.7.3.4.2 ne sont pas disponibles.
- A.7.3.4 Dérive de l'analyseur
- A.7.3.4.1 Dès que possible mais pas plus de 30 min après l'achèvement du cycle d'essai ou durant la période d'imprégnation, la réponse au gaz de mise à zéro et la réponse au gaz de réglage d'échelle de l'analyseur sont déterminées. La différence entre les résultats avant et après l'essai doit être inférieure à 2 % de la pleine échelle.
- A.7.3.4.2 La détermination de la dérive de l'analyseur n'est pas requise dans les situations suivantes:
- si la dérive pour la mise à zéro et la dérive pour le réglage d'échelle spécifiées par le fabricant de l'instrument aux points A.7.4.2.3 et A.7.4.2.4 satisfont aux prescriptions du point A.7.3.4.1;

- b) si l'intervalle de temps pour la dérive de mise à zéro et la dérive de réglage d'échelle spécifiées par le fabricant de l'instrument aux points A.7.4.2.3 et A.7.4.2.4 excède la durée de l'essai.

A.7.3.5 Évaluation des données

La concentration de NH₃ moyenne (ppm/essai) doit être déterminée en intégrant les valeurs instantanées sur le cycle. L'équation suivante doit être appliquée:

$$c_{\text{NH}_3} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} c_{\text{NH}_3,i} \text{ dans ppm/essai} \quad (115)$$

où:

$c_{\text{NH}_3,i}$ est la concentration de NH₃ instantanée dans les gaz d'échappement, en ppm;

n est le nombre de mesures.

Pour le cycle WHTC, le résultat final de l'essai doit être déterminé au moyen de l'équation suivante:

$$c_{\text{NH}_3} = (0,14 \times c_{\text{nh}_3,\text{cold}}) + (0,86 \times c_{\text{NH}_3,\text{not}}) \quad (116)$$

où:

$c_{\text{NH}_3,\text{cold}}$ est la concentration de NH₃ moyenne de l'essai en cas de démarrage à froid, en ppm;

$c_{\text{NH}_3,\text{hot}}$ est la concentration de NH₃ moyenne de l'essai en cas de démarrage à chaud, en ppm.

A.7.4 Spécification de l'analyseur et vérification

A.7.4.1 Prescriptions en matière de linéarité

L'analyseur doit satisfaire aux prescriptions en matière de linéarité spécifiées dans le tableau 7 de la présente annexe. La vérification de la linéarité conformément au paragraphe 9.2.1 de la présente annexe doit être effectuée au moins tous les 12 mois ou à chaque réparation ou modification du système qui pourrait influencer l'étalonnage. Avec l'accord préalable de l'autorité chargée de la réception, moins de 10 points de référence sont admis, si une précision équivalente peut être démontrée.

Pour la vérification de la linéarité, un gaz NH₃ répondant aux spécifications du paragraphe A.7.4.2.7 doit être utilisé. L'utilisation de cellules de référence qui contiennent un gaz de réglage d'échelle NH₃ est admise.

Les instruments dont les signaux sont utilisés pour les algorithmes de compensation doivent satisfaire aux prescriptions en matière de linéarité du tableau 7 de la présente annexe. La vérification de la linéarité doit être effectuée comme le requièrent les procédures d'audit interne, par le fabricant de l'instrument ou conformément aux prescriptions ISO 9000.

A.7.4.2 Spécifications de l'analyseur

L'analyseur doit avoir une plage de mesure et un temps de réponse appropriés à la précision requise pour mesurer la concentration de NH₃ dans des conditions transitoires ou stables.

- A.7.4.2.1 Limite de détection minimale
L'analyseur doit avoir une limite de détection minimale <2 ppm dans toutes les conditions d'essai.
- A.7.4.2.2 Précision
La précision, définie comme la déviation de la lecture de l'analyseur par rapport à la valeur de référence, ne doit pas excéder ± 3 % de la lecture ou ± 2 ppm, la valeur la plus importante étant prise en compte.
- A.7.4.2.3 Dérive du zéro
La dérive de la réponse au gaz de mise à zéro et l'intervalle de temps correspondant sont spécifiés par le fabricant de l'instrument.
- A.7.4.2.4 Dérive de l'étalonnage
La dérive de la réponse au gaz de réglage d'échelle et l'intervalle de temps correspondant sont spécifiés par le fabricant de l'instrument.
- A.7.4.2.5 Temps de réponse du système
Le temps de réponse du système doit être ≤ 20 s.
- A.7.4.2.6 Temps de montée
Le temps de montée de l'analyseur doit être ≤ 5 s.
- A.7.4.2.7 Gaz d'étalonnage NH_3
Un mélange de gaz ayant la composition chimique suivante doit être disponible:
 NH_3 et azote purifié.
La concentration réelle du gaz d'étalonnage doit être à ± 3 % près de la valeur nominale. La concentration de NH_3 doit être donnée sur la base du volume (% volume ou ppm volume).
La date limite d'utilisation des gaz d'étalonnage déclarée par le fabricant doit être enregistrée.
- A.7.5 Systèmes alternatifs
D'autres systèmes ou analyseurs peuvent être approuvés par l'autorité chargée de la réception pour autant qu'ils produisent des résultats équivalents conformément au paragraphe 5.1.1 de la présente annexe.
Les «résultats» font référence aux concentrations moyennes de NH_3 spécifiques au cycle.

Annexe 4

Appendice 8

Appareillage de mesure du nombre de particules émises

A.8.1 Description

A.8.1.1 Vue d'ensemble du système

A.8.1.1.1 Le système de prélèvement des particules comprend une sonde ou un point de prélèvement permettant d'extraire un échantillon d'un flux mélangé de façon homogène circulant dans un système de dilution comme décrit aux paragraphes A.2.2.1 et A.2.2.2, ou A.2.2.3 et A.2.2.4 de l'appendice 2, d'un séparateur de particules volatiles (VPR) situé en amont d'un compteur du nombre de particules (PNC), et d'un tube de transfert approprié.

A.8.1.1.2 Il est recommandé de placer, avant l'entrée du séparateur de particules volatiles, un séparateur primaire (type pot à poussières ou cyclone par exemple). Toutefois, on peut également utiliser une sonde de prélèvement fonctionnant comme un séparateur granulométrique primaire, comme montré à la figure 14 de l'appendice 2. Dans le cas d'un système de dilution du flux partiel, il est autorisé d'utiliser le même séparateur primaire pour le prélèvement de mesure de la masse des particules et le prélèvement de mesure du nombre de particules, l'échantillon de mesure du nombre de particules étant extrait du système de dilution en aval du séparateur primaire. Une autre solution admise est d'utiliser des séparateurs primaires distincts, l'échantillon de mesure du nombre de particules étant extrait du système de dilution en amont du séparateur primaire de mesure de la masse de particules.

A.8.1.2 Prescriptions générales

A.8.1.2.1 Le point de prélèvement des particules doit être situé dans un système de dilution.

La sonde ou le point de prélèvement (PSP) et le tube de transfert des particules (PTT) forment ensemble le système de transfert des particules (PTS). Le PTS achemine l'échantillon prélevé dans le tunnel de dilution jusqu'à l'entrée du VPR. Le PTS doit remplir les conditions suivantes:

Dans le cas d'un système de dilution du flux total et d'un système de dilution du flux partiel du type à prélèvement partiel (comme décrit au paragraphe A.2.2.1 de l'appendice 2), la sonde de prélèvement doit être installée à proximité de l'axe médian du tunnel à une distance égale à 10 à 20 diamètres de tunnel en aval de l'entrée des gaz, orientée vers l'amont dans le flux de gaz du tunnel, l'axe de la sonde à son extrémité étant parallèle à celui du tunnel de dilution. La sonde doit être positionnée dans la veine de dilution de telle manière que l'échantillon soit prélevé dans un mélange homogène gaz de dilution/gaz d'échappement.

Dans le cas d'un système de dilution du flux partiel du type à prélèvement total (comme décrit au paragraphe A.2.2.1 de l'appendice 2), le point ou la sonde de prélèvement des particules doit être situé(e) dans le tube de transfert des particules, en amont du porte-filtre à particules, du dispositif de mesure du débit et de tout point de bifurcation de prélèvement ou de contournement.

Le point ou la sonde de prélèvement doit être positionné de telle manière que l'échantillon soit prélevé dans un mélange homogène gaz de dilution/gaz d'échappement. La sonde de prélèvement des particules doit être dimensionnée pour ne pas perturber le fonctionnement du système de dilution du flux partiel.

L'échantillon de gaz prélevé dans le PTS doit remplir les conditions suivantes:

Dans le cas de systèmes de dilution du flux total, son écoulement turbulent (nombre de Reynolds) doit être $<1\ 700$;

Dans le cas de systèmes de dilution du flux partiel, son écoulement turbulent (nombre de Reynolds) doit être $<1\ 700$ en aval de la sonde ou du point de prélèvement des particules;

Son temps de séjour dans le PTS doit être ≤ 3 s.

Toute autre configuration de prélèvement du PTS pour laquelle il peut être démontré que la pénétration des particules de 30 nm est équivalente est considérée comme satisfaisante.

Le tuyau de sortie (OT) acheminant l'échantillon dilué du VPR vers l'entrée du PNC doit avoir les caractéristiques suivantes:

Son diamètre interne doit être ≥ 4 mm;

Le temps de séjour de l'échantillon dans le tuyau de sortie OT du gaz prélevé doit être $\leq 0,8$ s.

Toute autre configuration de prélèvement de l'OT pour laquelle il peut être démontré que la pénétration des particules de 30 nm est équivalente est considérée comme satisfaisante.

- A.8.1.2.2 Le VPR doit comprendre des équipements pour la dilution de l'échantillon et pour la capture des particules volatiles.
- A.8.1.2.3 Tous les éléments du système de dilution et du système de prélèvement compris entre le tuyau d'échappement et le PNC qui entrent en contact avec les gaz d'échappement bruts et dilués doivent être conçus de façon à réduire le plus possible les dépôts de particules. Ils doivent être réalisés en matériaux électriquement conducteurs qui ne réagissent pas avec les constituants des gaz d'échappement, et ils doivent être mis à la masse électriquement pour prévenir les effets électrostatiques.
- A.8.1.2.4 Le système de prélèvement des particules doit satisfaire aux règles de bonne pratique en ce qui concerne les prélèvements d'aérosols, et notamment ne pas comporter de coudes prononcés ni de changements brusques de section transversale, comporter des surfaces internes lisses et avoir une tuyauterie de prélèvement la plus courte possible. Des variations progressives de la section transversale sont acceptables.
- A.8.1.3 Prescriptions particulières
 - A.8.1.3.1 L'échantillon de particules ne doit pas passer à travers une pompe avant de passer à travers le PNC.
 - A.8.1.3.2 Il est recommandé d'utiliser un séparateur primaire.

- A.8.1.3.3 L'unité de préconditionnement de l'échantillon doit:
- A.8.1.3.3.1 Être capable de diluer l'échantillon en une ou plusieurs étapes pour, d'une part, abaisser la concentration en nombre de particules au-dessous du seuil à partir duquel le PNC ne peut plus fonctionner en mode de comptage particule par particule et, d'autre part, faire descendre la température du gaz au-dessous de 35 °C à l'entrée du PNC;
 - A.8.1.3.3.2 Comprendre un étage initial de dilution chauffé à la sortie duquel la température de l'échantillon est ≥ 150 °C et ≤ 400 °C et l'échantillon est dilué d'un facteur 10 au minimum;
 - A.8.1.3.3.3 Maintenir les étages chauffés à leur température nominale de fonctionnement, dans la plage spécifiée au paragraphe A.8.1.3.3.2, avec une tolérance de ± 10 °C. Fournir une indication permettant de savoir si les étages chauffés sont ou non à leur température correcte de fonctionnement.
 - A.8.1.3.3.4 Réaliser un facteur de réduction de la concentration des particules ($f_r(d_i)$), tel qu'il est défini au paragraphe A.8.2.2.2, pour des particules dont le diamètre de mobilité électrique est de 30 nm et 50 nm, qui ne soit pas supérieur de plus de 30 % et de plus de 20 % respectivement ni inférieur de plus de 5 % à celui obtenu pour des particules ayant un diamètre de mobilité électrique de 100 nm, pour l'ensemble du VPR.
 - A.8.1.3.3.5 Réaliser aussi une vaporisation >99,0 % de particules de tétracontane ($(\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{38}\text{CH}_3)$) de 30 nm, avec une concentration à l'entrée $\geq 10\,000$ cm⁻³, par chauffage et réduction des pressions partielles du tétracontane.
- A.8.1.3.4 Le PNC doit:
- A.8.1.3.4.1 Fonctionner en conditions de plein débit;
 - A.8.1.3.4.2 Effectuer le comptage avec une justesse de ± 10 % dans la plage comprise entre 1 cm⁻³ et le seuil à partir duquel le PNC ne fonctionne plus en mode comptage particule par particule selon une norme identifiable. À des concentrations inférieures à 100 cm⁻³, des mesures dont la moyenne est calculée sur des périodes de prélèvement de longue durée peuvent être exigées pour démontrer la précision du PNC avec un degré de fiabilité statistique élevé;
 - A.8.1.3.4.3 Avoir une résolution d'au moins 0,1 particule/cm⁻³ à des concentrations inférieures à 100 cm⁻³;
 - A.8.1.3.4.4 Avoir une réponse linéaire aux concentrations de particules sur toute la plage de mesure en mode comptage particule par particule;
 - A.8.1.3.4.5 Avoir une fréquence de transmission des données égale ou supérieure à 0,5 Hz;
 - A.8.1.3.4.6 Avoir un temps de réponse t_{90} sur la plage de mesure des concentrations de moins de 5 s;
 - A.8.1.3.4.7 Comporter une fonction de correction de coïncidence jusqu'à une correction maximale de 10 % et pouvoir appliquer un facteur d'étalonnage interne comme indiqué au paragraphe A.8.2.1.3 mais n'utiliser aucun autre algorithme de correction ou de définition en ce qui concerne l'efficacité du comptage;

- A.8.1.3.4.8 Avoir une efficacité de comptage de 50 % (± 12 %) pour les particules ayant un diamètre de mobilité électrique de 23 nm (± 1 nm) et de plus de 90 % pour les particules ayant un diamètre de mobilité électrique de 41 nm (± 1 nm). Ces efficacités de comptage peuvent être obtenues par des moyens internes (par exemple conception appropriée des instruments) ou externes (par exemple utilisation d'un séparateur granulométrique primaire).
- A.8.1.3.4.9 Si le PNC fonctionne avec un liquide, celui-ci doit être remplacé à la fréquence indiquée par le fabricant de l'instrument.
- A.8.1.3.5 Si elles ne sont pas maintenues à une valeur constante connue au point où le débit du PNC est réglé, la pression et/ou la température à l'entrée du PNC doivent être mesurées et transmises aux fins de la correction des concentrations mesurées de particules pour les ramener aux conditions normales.
- A.8.1.3.6 La somme du temps de séjour dans le PTS, le VPR et l'OT et du temps de réponse t_{90} du PNC ne doit pas dépasser 20 s.
- A.8.1.3.7 Le temps de transformation du système entier de prélèvement pour la mesure du nombre de particules (PTS, VPR, OT et PNC) doit être déterminé par permutation sur un flux d'aérosol envoyé directement à l'entrée du PTS. La permutation sur le flux d'aérosol doit s'effectuer en moins de 0,1 s. L'aérosol utilisé pour l'essai doit causer une variation de concentration au moins égale à 60 % de l'amplitude maximale.
- La trace de la concentration doit être enregistrée. Pour l'alignement dans le temps de la concentration du nombre de particules et des signaux de débit de gaz d'échappement, le temps de transformation est défini comme étant le temps écoulé à partir de l'instant de commutation t_0 jusqu'à ce que la réponse ait atteint 50 % de la valeur de lecture finale (t_{50}).
- A.8.1.4 Description du système de mesure recommandé
- Le présent paragraphe décrit le système recommandé pour la mesure du nombre de particules. Toutefois, il est possible d'utiliser un autre système à condition qu'il satisfasse aux prescriptions en matière d'efficacité énoncées aux paragraphes A.8.1.2 et A.8.1.3.
- Les figures 19 et 20 représentent les schémas de principe des systèmes recommandés pour le prélèvement des particules dans le cas du prélèvement du flux partiel et du prélèvement du flux total respectivement.

Figure 19
Schéma du système recommandé de prélèvement des particules – prélèvement du flux partiel

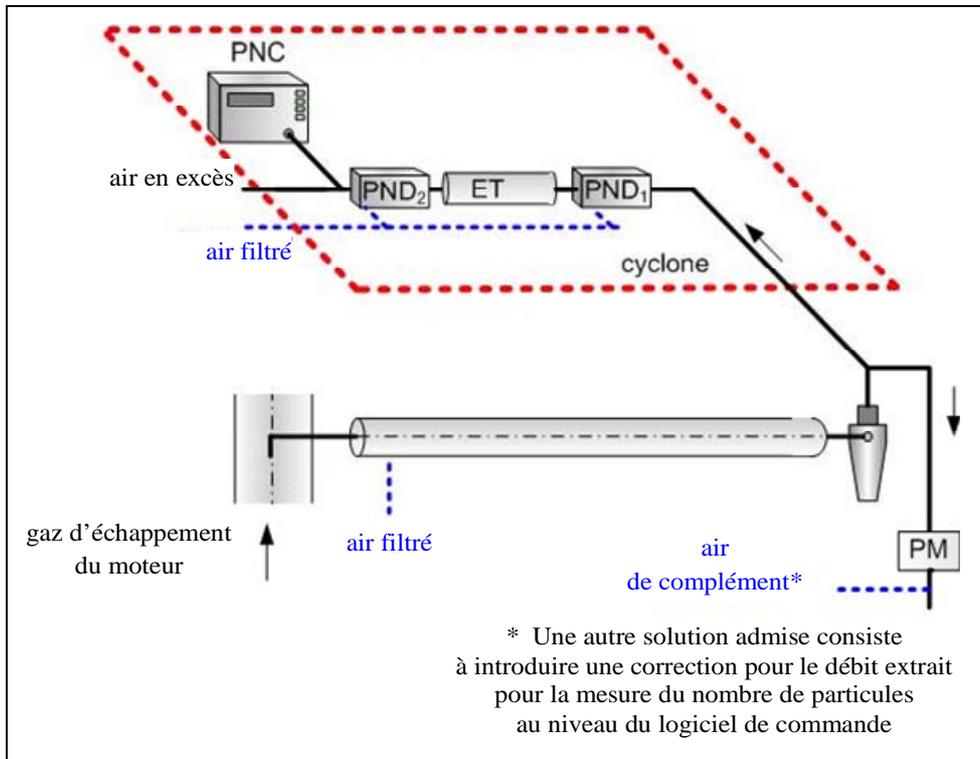
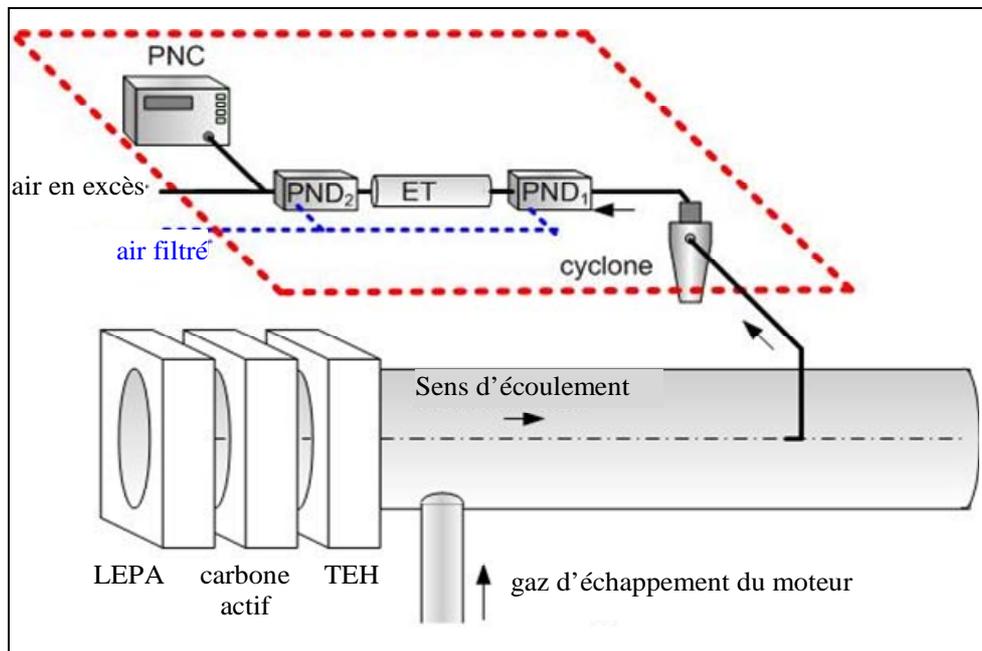


Figure 20

Schéma du système recommandé de prélèvement des particules – prélèvement du flux total



A.8.1.4.1 Description du système de prélèvement

Le système de prélèvement d'échantillons comprend la pointe d'une sonde de prélèvement ou un point de prélèvement dans le système de dilution, un tube de transfert des particules (PTT), un séparateur primaire (PCF) et un séparateur de particules volatiles (VPR) en amont du dispositif de mesure du nombre de particules (PNC). Le VPR doit comprendre des équipements de dilution de l'échantillon (PND₁ et PND₂) et d'évaporation des particules (tube d'évaporation, ET). La sonde ou le point de prélèvement de l'échantillon d'essai doit être positionné(e) dans la veine de dilution de façon à permettre le prélèvement d'un échantillon de gaz représentatif du mélange gaz de dilution/gaz d'échappement homogène. La somme du temps de séjour dans le système et du temps de réponse t_{90} du PNC ne doit pas dépasser 20 s.

A.8.1.4.2 Système de transfert des particules

La pointe de la sonde ou le point de prélèvement et le tube de transfert des particules (PTT) forment ensemble le système de transfert des particules (PTS). Le PTS achemine l'échantillon du tunnel de dilution jusqu'à l'entrée du premier dilueur du nombre de particules. Le PTS doit remplir les conditions suivantes:

Dans le cas d'un système de dilution du flux total et d'un système de dilution du flux partiel du type à prélèvement partiel (comme décrit au paragraphe A.2.2.1 de l'appendice 2), la sonde de prélèvement doit être installée à proximité de l'axe médian du tunnel à une distance égale à 10 à 20 diamètres de tunnel en aval de l'entrée des gaz, orientée vers l'amont dans le flux de gaz du tunnel, l'axe de la sonde à son extrémité étant parallèle à celui du tunnel de dilution. La sonde doit être positionnée dans la veine de dilution de telle manière que l'échantillon soit prélevé dans un mélange homogène gaz de dilution/gaz d'échappement.

Dans le cas d'un système de dilution du flux partiel du type à prélèvement total (comme décrit au paragraphe A.2.2.1 de l'appendice 2), le point ou la sonde de prélèvement des particules doit être situé(e) dans le tube de transfert des particules, en amont du porte-filtre à particules, du dispositif de mesure du débit et de tout point de bifurcation de prélèvement ou de contournement. Le point ou la sonde de prélèvement doit être positionné(e) de telle manière que l'échantillon soit prélevé dans un mélange homogène gaz de dilution/gaz d'échappement.

L'échantillon de gaz prélevé dans le PTS doit remplir les conditions suivantes:

Son écoulement turbulent (nombre de Reynolds) doit être $< 1\ 700$;

Son temps de séjour dans le PTS doit être ≤ 3 s.

Toute autre configuration de prélèvement du PTS pour laquelle il peut être démontré que la pénétration des particules ayant un diamètre de mobilité électrique de 30 nm est équivalente est considérée comme satisfaisante.

Le tuyau de sortie (OT) acheminant l'échantillon dilué du VPR vers l'entrée du PNC doit avoir les propriétés suivantes:

Son diamètre interne doit être ≥ 4 mm;

Le temps de séjour dans le tuyau de sortie OT du gaz prélevé doit être $\leq 0,8$ s.

Toute autre configuration de prélèvement de l'OT pour laquelle il peut être démontré que la pénétration des particules ayant un diamètre de mobilité électrique de 30 nm est équivalente est considérée comme satisfaisante.

A.8.1.4.3 Séparateur primaire granulométrique

Le séparateur primaire recommandé doit être installé en amont du VPR. Il doit avoir un point de coupure à 50 % compris entre 2,5 μm et 10 μm au débit volumique choisi pour le prélèvement des émissions de particules. Il doit laisser passer au moins 99 % des particules de 1 μm au débit volumique choisi pour le prélèvement des émissions de particules. Dans le cas d'un système de dilution du flux partiel, il est autorisé d'utiliser le même séparateur primaire pour le prélèvement de mesure de la masse des particules et le prélèvement de mesure du nombre de particules, l'échantillon de mesure du nombre de particules étant extrait du système de dilution en aval du séparateur primaire. Une autre solution admise consiste à utiliser des séparateurs primaires distincts, l'échantillon de mesure du nombre de particules étant extrait du système de dilution en amont du séparateur primaire de mesure de la masse de particules.

A.8.1.4.4 Séparateur de particules volatiles (VPR)

Le VPR se compose d'un dilueur permettant de réduire la concentration en nombre de particules (PND_1), d'un tube d'évaporation et d'un second dilueur (PND_2) montés en série. Cette fonction de dilution a pour objet d'abaisser la concentration en nombre des particules présentes dans l'échantillon entrant dans le dispositif de mesure de la concentration des particules au-dessous du seuil à partir duquel le PNC ne peut plus fonctionner en mode de comptage particule par particule et de supprimer la nucléation au sein de l'échantillon. Le VPR doit donner une indication si le PND_1 et le tube d'évaporation sont à leur température correcte de fonctionnement.

Le VPR doit également réaliser une vaporisation >99,0 % de particules de tétracontane ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{38}\text{CH}_3$) de 30 nm, avec une concentration à l'entrée $\geq 10\,000\text{ cm}^{-3}$, par chauffage et réduction des pressions partielles du tétracontane. Il doit aussi réaliser un facteur de réduction de la concentration des particules (f_r) pour des particules dont le diamètre de mobilité électrique est de 30 nm et 50 nm, qui ne soit pas supérieur de plus de 30 % et de plus de 20 % respectivement ni inférieur de plus de 5 % à celui obtenu pour des particules ayant un diamètre de mobilité électrique de 100 nm, pour l'ensemble du VPR.

A.8.1.4.4.1 Premier dispositif de dilution de la concentration en nombre de particules (PND₁)

Le PND₁ doit être spécialement conçu pour diluer la concentration en nombre de particules et pour fonctionner à une température (de paroi) comprise entre 150 °C et 400 °C. La valeur de consigne de la température de paroi ne doit pas dépasser la température de paroi du tube d'évaporation ET (par. A.8.1.4.4.2). Le dilueur doit être alimenté par de l'air de dilution filtré par un filtre TEH et être capable de diviser la concentration de l'échantillon d'un facteur compris entre 10 et 200.

A.8.1.4.4.2 Tube d'évaporation

Sur toute la longueur du tube d'évaporation, la température de paroi doit être supérieure ou égale à celle du premier dispositif de dilution de la concentration en nombre de particules et maintenue à une valeur fixe nominale comprise entre 300 °C et 400 °C, avec une tolérance de ± 10 °C.

A.8.1.4.4.3 Deuxième dispositif de dilution de la concentration en nombre de particules (PND₂)

Le PND₂ doit être spécialement conçu pour diluer la concentration en nombre de particules. Il doit être alimenté par de l'air filtré par un filtre TEH et doit être capable de maintenir un facteur de dilution unique compris entre 10 et 30. Le facteur de dilution doit être fixé entre 10 et 15 et être choisi de telle manière que la concentration en nombre de particules à l'aval du deuxième dilueur soit inférieure au seuil à partir duquel le PNC ne peut plus fonctionner en mode de comptage particule par particule, et que la température des gaz à l'entrée du PNC soit inférieure à 35 °C.

A.8.1.4.5 Compteur du nombre de particules (PNC)

Le PNC doit satisfaire aux prescriptions du paragraphe A.8.1.3.4.

A.8.2 Étalonnage/validation du système de prélèvement des particules¹²

A.8.2.1 Étalonnage du compteur du nombre de particules

A.8.2.1.1 Le service technique vérifie l'existence d'un certificat d'étalonnage du PNC attestant la conformité du PNC à une norme identifiable et établi dans les 12 mois précédant l'essai.

A.8.2.1.2 Après toute nouvelle opération d'entretien importante, le PNC doit être à nouveau étalonné et un nouveau certificat d'étalonnage doit être établi.

¹² On trouvera sur le site suivant des exemples de méthodes d'étalonnage/validation: <http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29grpe/pmpFCP.html>.

A.8.2.1.3 L'étalonnage doit être effectué conformément à une méthode d'étalonnage reconnue:

- a) Par comparaison de la réponse du PNC à étalonner avec celle d'un électromètre à aérosol étalonné analysant simultanément des particules étalons classées électrostatiquement; ou
- b) Par comparaison de la réponse du PNC à étalonner avec celle d'un deuxième PNC qui a été directement étalonné selon la méthode de référence.

Dans le cas de l'électromètre, on procède à l'étalonnage en utilisant au moins six concentrations étalons espacées le plus uniformément possible sur la plage de mesure du PNC. L'un de ces points est le point correspondant à une concentration nominale égale à zéro que l'on obtient en raccordant à l'entrée de chaque instrument un filtre TEH répondant au minimum à la classe H13 définie dans la norme EN 1822:2008. Aucun facteur d'étalonnage n'étant appliqué au PNC à étalonner, les concentrations mesurées ne doivent pas s'écarter de plus de $\pm 10\%$ de la concentration étalon pour chaque concentration utilisée, à l'exception du point zéro. Dans le cas contraire, le PNC doit être refusé. Le gradient obtenu par régression linéaire des deux ensembles de données doit être calculé et enregistré. Un facteur d'étalonnage égal à l'inverse du gradient est appliqué au PNC à étalonner. On calcule la linéarité de la réponse sur la base du carré du coefficient de corrélation de Pearson (R^2) des deux ensembles de données; elle doit être égale ou supérieure à 0,97. Pour le calcul du gradient et de R^2 , on doit faire passer la droite de régression linéaire par l'origine (correspondant à une concentration zéro pour les deux instruments).

Dans le cas du PNC de référence, on procède à l'étalonnage en utilisant au moins six concentrations étalons réparties sur la plage de mesure du PNC. Trois points au moins doivent être à des concentrations inférieures à $1\ 000\text{ cm}^{-3}$, les concentrations restantes devant être linéairement espacées entre $1\ 000\text{ cm}^{-3}$ et la concentration maximale à laquelle le PNC peut fonctionner en mode comptage particule par particule. L'un de ces points est le point correspondant à une concentration nominale égale à zéro que l'on obtient en raccordant à l'entrée de chaque instrument un filtre TEH répondant au minimum à la classe H13 définie dans la norme EN 1822:2008. Aucun facteur d'étalonnage n'étant appliqué au PNC à étalonner, les concentrations mesurées ne doivent pas s'écarter de plus de $\pm 10\%$ de la concentration étalon pour chaque concentration utilisée, à l'exception du point zéro. Dans le cas contraire, le PNC doit être rejeté. Le gradient obtenu par régression linéaire des deux ensembles de données doit être calculé et enregistré. Un facteur d'étalonnage égal à l'inverse du gradient est appliqué au PNC à étalonner. On calcule la linéarité de la réponse sur la base du carré du coefficient de corrélation de Pearson (R^2) des deux ensembles de données; elle doit être égale ou supérieure à 0,97. Pour le calcul du gradient et de R^2 , on doit faire passer la droite de régression linéaire par l'origine (correspondant à une concentration zéro pour les deux instruments).

A.8.2.1.4 Lors de l'étalonnage, on doit aussi vérifier qu'il est satisfait aux prescriptions du paragraphe A.8.1.3.4.8 concernant l'efficacité avec laquelle le PNC détecte les particules ayant un diamètre de mobilité électrique de 23 nm. Le contrôle de l'efficacité de comptage des particules de 41 nm n'est pas obligatoire.

A.8.2.2 Étalonnage/validation du séparateur de particules volatiles (VPR)

A.8.2.2.1 Il doit être procédé à l'étalonnage des facteurs de réduction de la concentration de particules applicable au VPR sur toute la plage de réglages de dilution, aux températures de fonctionnement de l'instrument recommandées par le fabricant, lorsque le dispositif est neuf ou après une opération d'entretien importante. La seule obligation concernant la validation périodique du facteur de réduction de la concentration de particules applicable au VPR consiste à effectuer un contrôle dans une seule station d'essai, caractéristique de celles où l'on procède aux mesures sur les véhicules diesel équipés d'un filtre à particules. Le service technique doit s'assurer qu'il existe un certificat d'étalonnage ou de validation du séparateur de particules volatiles, établi dans les 6 mois précédant l'essai d'émissions. Si l'instrument est équipé de dispositifs d'alerte pour la surveillance de la température, l'intervalle entre deux validations peut être de 12 mois.

Les caractéristiques du VPR doivent être déterminées quant au facteur de réduction de la concentration de particules avec des particules solides ayant un diamètre de mobilité électrique de 30 nm, 50 nm et 100 nm. Les facteurs de réduction de la concentration de particules ($f_r(d)$) pour les particules d'un diamètre de mobilité électrique de 30 nm et 50 nm ne doivent pas être supérieurs de plus de 30 % et de plus de 20 % respectivement ni inférieurs de plus de 5 % à ceux obtenus pour les particules d'un diamètre de mobilité électrique de 100 nm. Aux fins de validation, le facteur moyen de réduction de la concentration de particules ne doit pas s'écarter de plus de ± 10 % du facteur moyen de réduction (\bar{f}_r) déterminé lors du premier étalonnage du VPR.

A.8.2.2.2 L'aérosol d'essai utilisé pour ces mesures est constitué de particules solides d'un diamètre de mobilité électrique de 30, 50 et 100 nm, avec une concentration minimale de 5 000 particules cm^{-3} à l'entrée du VPR. Les concentrations de particules sont mesurées en amont et en aval des composants.

Le facteur de réduction de la concentration des particules pour chaque granulométrie ($f_r(d_i)$) est calculé comme suit:

$$f_r(d_i) = \frac{N_{\text{in}}(d_i)}{N_{\text{out}}(d_i)} \quad (117)$$

où:

$N_{\text{in}}(d_i)$ est la concentration en particules de diamètre d_i en amont;

$N_{\text{out}}(d_i)$ est la concentration en particules de diamètre d_i en aval; et

d_i est le diamètre de mobilité électrique des particules (30, 50 ou 100 nm).

$N_{\text{in}}(d_i)$ et $N_{\text{out}}(d_i)$ doivent être corrigés en fonction des mêmes conditions.

La réduction moyenne de la concentration en particules (\bar{f}_r) pour un niveau de dilution donné est calculée comme suit:

$$\bar{f}_r = \frac{f_r(30\text{nm}) + f_r(50\text{nm}) + f_r(100\text{nm})}{3} \quad (118)$$

Il est recommandé d'étalonner et de valider le VPR en tant qu'unité intégrée.

- A.8.2.2.3 Le service technique doit vérifier l'existence d'un certificat de validation du VPR attestant l'efficacité du séparateur de particules volatiles délivré dans les 6 mois précédant l'essai d'émissions. Si l'instrument est équipé de dispositifs d'alerte de surveillance de la température, l'intervalle maximal entre deux validations est porté à 12 mois. Le VPR doit retenir à plus de 99 % les particules de tétracontane ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{38}\text{CH}_3$) d'un diamètre de mobilité électrique d'au moins 30 nm, à une concentration d'entrée $\geq 10\,000\text{ cm}^{-3}$ et lorsque l'appareil fonctionne à son niveau de dilution minimale et à la température recommandée par le fabricant.
- A.8.2.3 Procédures de contrôle du système de comptage des particules
- A.8.2.3.1 Avant chaque essai, le compteur de particules doit afficher une concentration mesurée de moins de $0,5\text{ particule/cm}^{-3}$ lorsqu'un filtre TEH répondant au minimum à la classe H13 définie dans la norme EN 1822:2008 est raccordé à l'entrée du système de prélèvement des particules (VPR et PNC).
- A.8.2.3.2 Chaque mois, on vérifie que la valeur affichée du débit entrant dans le compteur de particules ne s'écarte pas de plus de 5 % du débit nominal du compteur lorsque le contrôle est effectué au moyen d'un débitmètre étalonné.
- A.8.2.3.3 Chaque jour, on vérifie, après avoir raccordé un filtre TEH répondant au minimum à la classe H13 définie dans la norme EN 1822:2008 à l'entrée du compteur de particules, que celui-ci affiche une concentration $\leq 0,2\text{ cm}^{-3}$. Ce filtre une fois déposé, le compteur, alimenté par l'air ambiant, doit indiquer une concentration d'au moins $100\text{ particules/cm}^{-3}$. Lorsqu'on remet le filtre TEH en place, la concentration doit de nouveau être $\leq 0,2\text{ cm}^{-3}$.
- A.8.2.3.4 Avant le début de chaque essai, il doit être confirmé que le tube d'évaporation, s'il fait partie de l'appareillage, a atteint sa température correcte de fonctionnement.
- A.8.2.3.5 Avant le début de chaque essai, il doit être confirmé que le dilueur PND_1 a atteint sa température correcte de fonctionnement.

Annexe 5

Spécifications des carburants de référence

Caractéristiques techniques des carburants à utiliser
pour l'essai de moteurs à allumage par compression

Type: Gazole (B7)

Paramètre	Unité	Limites ¹		Méthode d'essai
		Minimum	Maximum	
Indice de cétane		46,0		EN ISO 4264
Indice de cétane ²		52,0	56,0	EN-ISO 5165
Densité à 15 °C	kg/m ³	833	837	EN-ISO 3675 EN ISO 12185
Distillation:				
- point 50 % vol.	°C	245		EN-ISO 3405
- point 95 % vol.	°C	345	350	EN-ISO 3405
- point d'ébullition final	°C		360	EN-ISO 3405
Point d'éclair	°C	55		EN 22719
Température limite de filtrabilité	°C		5	EN 116
Viscosité à 40 °C	mm ² /s	2,3	3,3	EN-ISO 3104
Hydrocarbures aromatiques polycycliques	% m/m	2,0	4,0	EN 12916
Teneur en soufre	mg/kg		10	EN ISO 20846/ EN ISO 20884
Corrosion lame de cuivre (3 h à 50 °C)	classe		Classe 1	EN-ISO 2160
Résidu Conradson sur résidu 10 %	% m/m		0,2	EN-ISO 10370
Teneur en cendres	% m/m		0,01	EN-ISO 6245
Contamination totale	mg/kg		24	EN 12662
Teneur en eau	% m/m		0,02	EN-ISO 12937
Indice de neutralisation (acidité forte)	mg KOH/g		0,10	ASTM D 974
Stabilité à l'oxydation ³	mg/ml		0,025	EN-ISO 12205
Lubrifiante (diamètre de la marque d'usure à l'issue de l'essai HFRR à 60 °C)	µm		400	EN ISO 12156
Stabilité à l'oxydation à 110 °C ³	H	20,0		EN 15751

Paramètre	Unité	Limites ¹		Méthode d'essai
		Minimum	Maximum	
FAME ⁴	% v/v	6,0	7,0	EN 14078
<p><i>Notes:</i></p> <p>¹ Les valeurs indiquées dans les spécifications sont des valeurs vraies. Les valeurs limites ont été déterminées conformément à la norme ISO 4259 intitulée «Produits pétroliers – détermination et application des valeurs de fidélité relatives aux méthodes d'essai» et pour la fixation d'une valeur minimale, une différence minimale de 2R par rapport à la valeur zéro a été prise en compte; pour la fixation d'une valeur maximale et d'une valeur minimale, la différence minimale est de 4R (R = reproductibilité). Nonobstant cette mesure, qui est nécessaire pour des raisons techniques, le fabricant de carburants doit néanmoins viser à respecter une valeur zéro, lorsque la valeur maximale stipulée est de 2R, et une valeur moyenne, lorsque des limites maximale et minimale sont spécifiées. Au cas où il serait nécessaire de vérifier le respect des spécifications pour un carburant, les termes de la norme ISO 4259 doivent être appliqués.</p> <p>² La plage indiquée pour l'indice de cétane n'est pas conforme à la valeur spécifiée de 4R pour l'étendue minimale. Toutefois, pour trancher toute contestation éventuelle entre le fournisseur et l'utilisateur, la norme ISO 4259 peut être appliquée, à condition qu'un nombre suffisant de mesures soit effectué pour atteindre la précision nécessaire, ceci étant préférable à des mesures uniques.</p> <p>³ Malgré les mesures prises pour assurer la stabilité à l'oxydation, il est vraisemblable que la durée de conservation des produits sera limitée. Il est recommandé de demander conseil au fournisseur quant aux conditions de stockage et à la durée de vie.</p> <p>⁴ La teneur en FAME doit répondre aux spécifications de la norme EN 14214.</p>				

Type: Éthanol pour moteurs à allumage par compression dédiés (ED95)¹

Paramètre	Unité	Limites ²		Méthode d'essai ³
		Minimum	Maximum	
Alcool total (éthanol y compris la teneur en alcools saturés supérieurs)	% m/m	92,4		EN 15721
Autres mono-alcools saturés supérieurs (C ₃ -C ₅)	% m/m		2,0	EN 15721
Méthanol	% m/m		0,3	EN 15721
Densité à 15 °C	kg/m ³	793,0	815,0	EN ISO 12185
Acidité, calculée sous forme d'acide acétique	% m/m		0,0025	EN 15491
Apparence		Clair et limpide		
Point d'éclair	°C	10		EN 3679
Résidu sec	mg/kg		15	EN 15691
Teneur en eau	% m/m		6,5	EN 15489 ⁴ EN-ISO 12937 EN 15692
Aldéhydes calculés sous forme d'acétaldéhyde	% m/m		0,0050	ISO 1388-4
Esters, calculés sous forme d'acétate d'éthyle	% m/m		0,1	ASTM D1617
Teneur en soufre	mg/kg		10,0	EN 15485 EN 15486
Sulfates	mg/kg		4,0	EN 15492
Contamination particulaire	mg/kg		24	EN 12662
Phosphore	mg/l		0,20	EN 15487
Chlorure inorganique	mg/kg		1,0	EN 15484 ou EN 15492
Cuivre	mg/kg		0,100	EN 15488
Conductivité électrique	µS/cm		2,50	DIN 51627-4 ou prEN 15938

Notes:

¹ Des additifs, tels que des améliorants de l'indice de cétane spécifiés par le constructeur du moteur, peuvent être ajoutés au carburant éthanol pour autant qu'ils n'aient pas d'effets secondaires négatifs connus. Si ces conditions sont satisfaites, la quantité maximale autorisée est de 10 % m/m.

² Les valeurs indiquées dans les spécifications sont des valeurs vraies. Les valeurs limites ont été déterminées conformément à la norme ISO 4259 intitulée «Produits pétroliers – détermination et application des valeurs de fidélité relatives aux méthodes d'essai» et pour la fixation d'une valeur minimale, une différence minimale de 2R par rapport à la valeur zéro a été prise en compte; pour la fixation d'une valeur maximale et d'une valeur minimale, la différence minimale est de 4R (R = reproductibilité). Nonobstant cette mesure, qui est nécessaire pour des raisons techniques, le fabricant de carburants doit néanmoins viser à respecter une valeur zéro, lorsque la valeur maximale stipulée est de 2R, et une valeur moyenne, lorsque des limites maximale et minimale sont spécifiées. Au cas où il serait nécessaire de vérifier le respect des spécifications pour un carburant, les termes de la norme ISO 4259 doivent être appliqués.

³ Des méthodes EN/ISO équivalentes seront adoptées lorsqu'elles auront été publiées pour les caractéristiques susmentionnées.

⁴ Au cas où il serait nécessaire de vérifier le respect des spécifications pour un carburant, les termes de la norme EN 15489 doivent être appliqués.

Caractéristiques techniques des carburants à utiliser pour l'essai de moteurs à allumage commandé

Type: Essence (E10)

Paramètre	Unité	Limites ¹		Méthode d'essai
		Minimum	Maximum	
Indice d'octane recherché (RON)		95,0	97,0	EN ISO 5164:2005 ³
Indice d'octane moteur (MON)		84,0	86,0	EN ISO 5163:2005 ³
Densité à 15 °C	kg/m ³	743	756	EN ISO 3675 EN ISO 12185
Tension de vapeur	kPa	56,0	60,0	EN ISO 13016-1 (DVPE)
Teneur en eau	% v/v		0,015	ASTM E 1064
Distillation:				
- Évaporation à 70 °C	% v/v	24,0	44,0	EN-ISO 3405
- Évaporation à 100 °C	% v/v	56,0	60,0	EN-ISO 3405
- Évaporation à 150 °C	% v/v	88,0	90,0	EN-ISO 3405
- Point d'ébullition final	°C	190	210	EN-ISO 3405
Résidu	% v/v		2,0	EN-ISO 3405
Analyse des hydrocarbures:				
- Oléfines	% v/v	3,0	18,0	EN 14517 EN 15553
- Hydrocarbures aromatiques	% v/v	25,0	35,0	EN 14517 EN 15553
- Benzène	% v/v	0,4	1,0	EN 12177 EN 238 EN 14517
- Saturés	% v/v	Valeur déclarée		EN 14517 EN 15553
Rapport carbone/hydrogène		Valeur déclarée		
Rapport carbone/oxygène		Valeur déclarée		
Période d'induction ⁴	min	480		EN-ISO 7536
Teneur en oxygène ⁵	% m/m	3,7		EN 1601 EN 13132 EN 14517
Gomme existante	mg/ml		0,04	EN-ISO 6246
Teneur en soufre ⁶	mg/kg		10	EN ISO 20846 EN ISO 20884
Corrosion lame de cuivre	classe		Classe 1	EN-ISO 2160

Paramètre	Unité	Limites ¹		Méthode d'essai
		Minimum	Maximum	
(3 h à 50 °C)				
Teneur en plomb	mg/l		5	EN 237
Teneur en phosphore ⁷	mg/l		1,3	ASTM D 3231
Éthanol ⁴	% v/v	9,5	10,0	EN 1601 EN 13132 EN 14517

Notes:

¹ Les valeurs indiquées dans les spécifications sont des valeurs vraies. Les valeurs limites ont été déterminées conformément à la norme ISO 4259 intitulée «Produits pétroliers – détermination et application des valeurs de fidélité relatives aux méthodes d'essai» et pour la fixation d'une valeur minimale, une différence minimale de 2R par rapport à la valeur zéro a été prise en compte; pour la fixation d'une valeur maximale et d'une valeur minimale, la différence minimale est de 4R (R = reproductibilité). Nonobstant cette mesure, qui est nécessaire pour des raisons techniques, le fabricant de carburants doit néanmoins viser à respecter une valeur zéro, lorsque la valeur maximale stipulée est de 2R, et une valeur moyenne, lorsque des limites maximale et minimale sont spécifiées. Au cas où il serait nécessaire de vérifier le respect des spécifications pour un carburant, les termes de la norme ISO 4259 doivent être appliqués.

² Des méthodes EN/ISO équivalentes seront adoptées lorsqu'elles auront été publiées pour les caractéristiques susmentionnées.

³ Un facteur de correction de 0,2 pour MON et RON doit être soustrait pour le calcul du résultat final conformément à EN 228:2008.

⁴ Le carburant peut contenir des additifs antioxydants et des inhibiteurs de catalyse métallique normalement utilisés pour stabiliser les flux d'essence en raffinerie; il ne faut cependant pas y ajouter d'additifs détergents ou dispersants ni d'huiles solvantes.

⁵ L'éthanol conforme aux spécifications de la norme EN 15376 est le seul composé oxygéné ajouté intentionnellement au carburant de référence.

⁶ Il convient de communiquer la teneur en soufre effective du carburant utilisé pour les essais du type 1.

⁷ Il n'y a aucune adjonction délibérée de composés contenant du phosphore, du fer, du manganèse ou du plomb à ce carburant de référence.

Type: Éthanol (E85)

Paramètre	Unité	Limites ¹		Méthode d'essai
		Minimum	Maximum	
Indice d'octane recherché (RON)		95,0		EN ISO 5164
Indice d'octane moteur (MON)		85,0		EN ISO 5163
Densité à 15 °C	kg/m ³	Valeur déclarée		ISO 3675
Tension de vapeur	kPa	40,0	60,0	EN ISO 13016-1 (DVPE)
Teneur en soufre ²	mg/kg		10	EN 15485 ou EN 15486
Stabilité à l'oxydation	min	360		EN ISO 7536
Teneur en gomme existante (nettoyage avec un solvant)	mg/100 ml		5	EN-ISO 6246
Apparence Doit être déterminée à température ambiante ou à 15 °C, si la température ambiante est plus élevée		Clair et limpide, sans traces visibles de contaminants en suspension ou précipités		Examen visuel
Éthanol et alcools supérieurs ⁵	% v/v	83	85	EN 1601 EN 13132 EN 14517 E DIN 51627-3
Alcools supérieurs (C ₃ -C ₈)	% v/v		2,0	E DIN 51627-3
Méthanol	% v/v		1,00	E DIN 51627-3
Essence ³	% v/v	Reste		EN 228
Phosphore	mg/l	0,20 ⁴		EN 15487
Teneur en eau	% v/v		0,300	EN 15489 ou EN 15692
Teneur en chlorures inorganiques	mg/l		1	EN 15492
pHe		6,5	9,0	EN 15490
Corrosion sur lame de cuivre (3 h à 50 °C)	classe	Classe 1		EN ISO 2160
Acidité (sous forme d'acide acétique CH ₃ COOH)	% m/m (mg/l)		0,0050 (40)	EN 15491
Conductivité électrique	µS/cm	1,5		DIN 51627-4 ou prEN 15938
Rapport carbone/hydrogène		Valeur déclarée		
Rapport carbone/oxygène		Valeur déclarée		

Notes:

¹ Les valeurs indiquées dans les spécifications sont des valeurs vraies. Les valeurs limites ont été déterminées conformément à la norme ISO 4259 intitulée «Produits pétroliers – détermination et application des valeurs de fidélité relatives aux méthodes d’essai» et pour la fixation d’une valeur minimale, une différence minimale de 2R par rapport à la valeur zéro a été prise en compte; pour la fixation d’une valeur maximale et d’une valeur minimale, la différence minimale est de 4R (R = reproductibilité). Nonobstant cette mesure, qui est nécessaire pour des raisons techniques, le fabricant de carburants doit néanmoins viser à respecter une valeur zéro lorsque la valeur maximale stipulée est de 2R, et une valeur moyenne, lorsque des limites maximale et minimale sont spécifiées. Au cas où il serait nécessaire de vérifier le respect des spécifications pour un carburant, les termes de la norme ISO 4259 doivent être appliqués.

² Il convient de communiquer la teneur en soufre effective du carburant utilisé pour les essais d’émissions.

³ La teneur en essence sans plomb peut être déterminée comme 100 moins la somme de la teneur en pourcentage d’eau, d’alcools, de MTBE et de ETBE.

⁴ Il n’y a aucune adjonction délibérée de composés contenant du phosphore, du fer, du manganèse ou du plomb à ce carburant de référence.

⁵ L’éthanol conforme aux spécifications de la norme EN 15376 est le seul composé oxygéné qui est ajouté intentionnellement au carburant de référence.

Type: GPL

Paramètre	Unité	Carburant A	Carburant B	Méthode d'essai
Composition:				EN 27941
Teneur en C ₃	% v/v	30 ± 2	85 ± 2	
Teneur en C ₄	% v/v	Reste ¹	Reste ¹	
<C ₃ , >C ₄	% v/v	Maximum 2	Maximum 2	
Oléfines	% v/v	Maximum 12	Maximum 15	
Résidu d'évaporation	mg/kg	Maximum 50	Maximum 50	EN 15470
Eau à 0 °C		Exempt	Exempt	EN 15469
Teneur totale en soufre, y compris odorant	mg/kg	Maximum 10	Maximum 10	EN 24260, ASTM D 3246, ASTM 6667
Hydrogène sulfuré		Néant	Néant	EN ISO 8819
Corrosion à lame de cuivre (1 h à 40 °C)	classe	Classe 1	Classe 1	ISO 6251 ²
Odeur		Caractéristique	Caractéristique	
Indice d'octane moteur ³		Minimum 89,0	Minimum 89,0	EN 589 annexe B
<p><i>Notes:</i></p> <p>¹ «Reste» doit être lu comme suit: $\text{reste} = 100 - C_3 - <C_3 - >C_4$.</p> <p>² Avec cette méthode, il peut être impossible de déterminer de manière exacte la présence de substances corrosives si l'échantillon contient des inhibiteurs de corrosion ou d'autres agents chimiques qui réduisent la corrosivité de l'échantillon à l'égard de la lame de cuivre. L'ajout de tels composés à la seule fin de fausser les résultats est donc interdit.</p> <p>³ À la demande du constructeur du moteur, un MON plus élevé pourrait être utilisé pour effectuer les essais d'homologation de type.</p>				

Type: GN/biométhane

Caractéristiques	Unité	Base	Limites		Méthode d'essai
			Minimum	Maximum	
Carburant de référence G_R					
Composition:					
Méthane		87	84	89	
Éthane		13	11	15	
Reste ¹	% mole			1	ISO 6974
Teneur en soufre	mg/m ³²			10	ISO 6326-5
<i>Notes:</i> ¹ Inertes + C ₂₊ . ² Valeur à déterminer aux conditions normales, à savoir 293,2 K (20 °C) et 101,3 kPa.					
Carburant de référence G₂₃					
Composition:					
Méthane		92,5	91,5	93,5	
Reste ¹	% mole		-	1	ISO 6974
N ₂	% mole	7,5	6,5	8,5	
Teneur en soufre	mg/m ³²			10	ISO 6326-5
<i>Notes:</i> ¹ Inertes (autres que N ₂) + C ₂ + C ₂₊ . ² Valeur à déterminer à 293,2 K (20 °C) et 101,3 kPa.					
Carburant de référence G₂₅					
Méthane	% mole	86	84	88	
Reste ¹	% mole			1	ISO 6974
N ₂	% mole	14	12	16	
Teneur en soufre	mg/m ³²			10	ISO 6326-5
<i>Notes:</i> ¹ Inertes (autres que N ₂) + C ₂ + C ₂₊ . ² Valeur à déterminer à 293,2 K (20 °C) et 101,3 kPa.					

Annexe 6

Données d'émissions requises à l'homologation de type pour les besoins du contrôle technique

Mesure des émissions de monoxyde de carbone au ralenti

1. Introduction

- 1.1 La présente annexe décrit la procédure pour mesurer les émissions de monoxyde de carbone au ralenti (normal et accéléré) pour les moteurs à allumage commandé fonctionnant à l'essence ou à l'éthanol (E85) ou pour les moteurs à allumage commandé fonctionnant au GN/biométhane ou GPL montés sur des véhicules M₂, N₁ ou M₁ ayant une masse maximale autorisée ne dépassant pas 7,5 t.

2. Prescriptions générales

- 2.1 Les prescriptions générales sont celles indiquées au paragraphe 5.3.7 du Règlement n° 83, sous réserve des exceptions visées aux paragraphes 2.2, 2.3 et 2.4.

- 2.2 Les rapports atomiques spécifiés au paragraphe 5.3.7.3 du Règlement n° 83 se comprennent comme suit:

H _{cv} = Rapport atomique de l'hydrogène au carbone	- pour l'essence (E10) 1,93
	- pour le GPL 2,525
	- pour le GN/biométhane 4,0
	- pour l'éthanol (E85) 2,74

O _{cv} = Rapport atomique de l'oxygène au carbone	- pour l'essence (E10) 0,032
	- pour le GPL 0,0
	- pour le GN/biométhane 0,0
	- pour l'éthanol (E85) 0,385

- 2.3 Le tableau figurant au paragraphe 1.4.3 de l'annexe 2A (tableau 6) doit être complété sur la base des prescriptions énoncées aux paragraphes 2.2 et 2.4 de la présente annexe.

- 2.4 Le constructeur doit confirmer la précision de la valeur lambda enregistrée au moment de l'homologation au paragraphe 2.1 de la présente annexe comme étant représentative des véhicules de production standard dans les 24 mois à compter de la date de l'octroi de l'homologation. Une évaluation est réalisée sur la base d'enquêtes et d'études des véhicules de production.

3. Prescriptions techniques

- 3.1 Les prescriptions techniques sont celles définies à l'annexe 5 du Règlement n° 83, sous réserve de l'exception indiquée au paragraphe 3.2.
- 3.2 Les carburants de référence spécifiés au paragraphe 2.1 de l'annexe 5 du Règlement n° 83 s'entendent comme se rapportant aux spécifications des carburants de référence appropriés indiquées à l'annexe 5 du présent Règlement.

Annexe 7

Vérification de la durabilité des systèmes moteurs

1. Introduction

- 1.1 La présente annexe énonce les procédures pour sélectionner les moteurs à tester selon un programme d'accumulation d'heures de fonctionnement afin de déterminer les facteurs de détérioration. Les facteurs de détérioration doivent être appliqués, conformément aux prescriptions du paragraphe 3.6 de la présente annexe, aux émissions mesurées conformément à l'annexe 4.
- 1.2 La présente annexe décrit également l'entretien, en rapport ou non avec les émissions, effectué sur les moteurs soumis au programme d'accumulation d'heures de fonctionnement. Cet entretien doit être conforme à l'entretien effectué sur les moteurs en service et doit être communiqué aux propriétaires de nouveaux moteurs et véhicules.

2. Sélection de moteurs pour établir les facteurs de détérioration pendant la durée de vie utile

- 2.1 Des moteurs doivent être sélectionnés dans la famille de moteurs définie conformément au paragraphe 7 du présent Règlement pour les essais d'émissions afin d'établir les facteurs de détérioration pendant la durée de vie utile.
- 2.2 Des moteurs de différentes familles de moteurs peuvent être aussi combinés en familles fondées sur le type de système de traitement aval des gaz d'échappement utilisé. Afin de placer dans la même famille de moteurs/systèmes de traitement aval des moteurs dont le nombre et la configuration des cylindres diffèrent mais qui ont les mêmes spécifications techniques et la même installation en ce qui concerne les systèmes de traitement aval des gaz d'échappement, le constructeur doit fournir à l'autorité chargée de l'homologation des données qui démontrent que les performances de ces systèmes de moteurs en matière de réduction des émissions sont similaires.
- 2.3 Un moteur représentant la famille de moteurs/systèmes de traitement aval, telle que déterminée conformément au paragraphe 2.2, doit être sélectionné par le constructeur de moteurs pour être testé sur l'ensemble du programme d'accumulation d'heures de fonctionnement défini au paragraphe 3.2 et doit être désigné à l'autorité chargée de l'homologation avant le commencement des essais.
- 2.3.1 Si l'autorité chargée de l'homologation décide que la situation la plus défavorable en matière d'émissions de la famille de moteurs/systèmes de traitement aval peut être mieux caractérisée par un autre moteur, alors le moteur d'essai doit être sélectionné conjointement par l'autorité chargée de l'homologation et le constructeur de moteurs.

- 3. Détermination des facteurs de détérioration pendant la durée de vie utile**
- 3.1 Généralités
- Les facteurs de détérioration applicables à une famille de moteurs/systèmes de traitement aval sont établis à partir des moteurs sélectionnés sur la base d'un programme d'accumulation d'heures de fonctionnement qui inclut l'essai périodique des émissions gazeuses et particulaires au cours des essais WHTC et WHSC.
- 3.2 Programme d'accumulation d'heures de fonctionnement
- Les programmes d'accumulation d'heures de fonctionnement peuvent être exécutés, au choix du constructeur, en soumettant un véhicule équipé du moteur sélectionné à un programme d'accumulation d'heures de fonctionnement ou en soumettant le moteur sélectionné à un programme d'accumulation d'heures de fonctionnement sur banc de puissance.
- 3.2.1 Accumulation d'heures de fonctionnement en service ou sur banc de puissance
- 3.2.1.1 Le constructeur doit déterminer la configuration et la durée du parcours, de l'accumulation d'heures de fonctionnement et du cycle de vieillissement des moteurs conformément aux bonnes pratiques d'ingénierie.
- 3.2.1.2 Le constructeur doit déterminer les points de l'essai auxquels les émissions gazeuses et particulaires seront mesurées au cours des essais WHSC et WHTC à chaud. Le nombre minimum de points d'essai est de trois, un au début, un approximativement au milieu et un à la fin du programme d'accumulation d'heures de fonctionnement.
- 3.2.1.3 Les valeurs des émissions au point de départ et au point de fin de vie utile calculées conformément au paragraphe 3.5.2 doivent correspondre aux valeurs limites spécifiées au paragraphe 5.3 du présent Règlement mais les résultats individuels des émissions des points d'essai peuvent excéder ces valeurs limites.
- 3.2.1.4 À la demande du constructeur et avec l'accord de l'autorité chargée de l'homologation, un seul cycle d'essai (essai WHSC ou essai WHTC à chaud) doit être exécuté à chaque point d'essai, l'autre cycle d'essai étant exécuté seulement au début et à la fin du programme d'accumulation d'heures de fonctionnement.
- 3.2.1.5 Les programmes d'accumulation d'heures de fonctionnement peuvent être différents pour des familles de moteurs/systèmes de traitement aval différentes.
- 3.2.1.6 Les programmes d'accumulation d'heures de fonctionnement peuvent être plus courts que la durée de vie utile, mais leurs périodes ne peuvent être plus courtes que celles indiquées au tableau 1 du paragraphe 3.2.1.8.
- 3.2.1.7 En ce qui concerne l'accumulation d'heures de fonctionnement sur banc de puissance, le constructeur doit fournir la corrélation applicable entre la période d'accumulation d'heures de fonctionnement (distance parcourue) et les heures de fonctionnement du moteur sur le banc de puissance, par exemple, corrélation pour la consommation de carburant, corrélation vitesse du véhicule/révolutions du moteur, etc.

3.2.1.8 Période minimale d'accumulation d'heures de fonctionnement

Tableau 1
Période minimale d'accumulation d'heures de fonctionnement

Catégorie du véhicule sur lequel le moteur sera monté ¹³	Période minimale d'accumulation d'heures de fonctionnement	Durée de vie utile
Véhicules de catégorie N ₁	160 000 km	Voir par. 5.4 du présent Règlement
Véhicules de catégorie N ₂	188 000 km	Voir par. 5.4 du présent Règlement
Véhicules de catégorie N ₃ ayant une masse techniquement admissible maximale n'excédant pas 1	188 000 km	Voir par. 5.4 du présent Règlement
Véhicules de catégorie N ₃ ayant une masse techniquement admissible maximale excédant 16 t	233 000 km	Voir par. 5.4 du présent Règlement
Véhicules de catégorie M ₁	160 000 km	Voir par. 5.4 du présent Règlement
Véhicules de catégorie M ₂	160 000 km	Voir par. 5.4 du présent Règlement
Véhicules de catégorie M ₃ des classes I, II, A et B ayant une masse techniquement admissible maximale n'excédant pas 7,5 t	188 000 km	Voir par. 5.4 du présent Règlement
Véhicules de catégorie M ₃ des classes III et B ayant une masse techniquement admissible maximale excédant 7,5 t	233 000 km	Voir par. 5.4 du présent Règlement

3.2.1.9 Le vieillissement accéléré est permis en ajustant le programme d'accumulation d'heures de fonctionnement sur la base de la consommation de carburant. L'ajustement doit s'appuyer sur le ratio entre la consommation habituelle de carburant en service et la consommation de carburant sur le cycle de vieillissement, mais la consommation de carburant sur le cycle de vieillissement ne doit pas excéder la consommation habituelle en service de plus de 30 %.

3.2.1.10 Le programme d'accumulation d'heures de fonctionnement doit être entièrement décrit dans la demande d'homologation de type et communiqué à l'autorité chargée de l'homologation avant le début de tout essai.

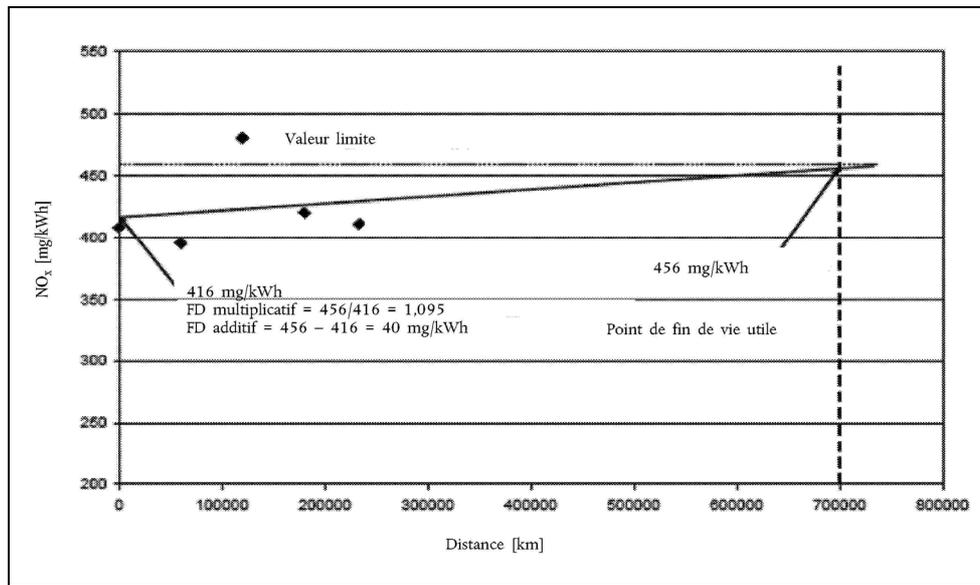
3.2.2 Si l'autorité chargée de l'homologation décide que des mesures additionnelles doivent être effectuées sur les essais WHSC et WHTC à chaud entre les points sélectionnés par le constructeur, elle en avise le constructeur. Le programme d'accumulation d'heures de fonctionnement révisé doit être établi par le constructeur et accepté par l'autorité chargée de l'homologation.

¹³ Telle que définie dans le document intitulé «Révision d'ensemble sur la construction des véhicules (R.E.3)», publié sous la cote ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.2.

- 3.3 Essai du moteur
 - 3.3.1 Stabilisation du système moteur
 - 3.3.1.1 Pour chaque famille de moteurs/systèmes de traitement aval, le constructeur doit déterminer le nombre d'heures de fonctionnement du véhicule ou du moteur après lequel le moteur/système de traitement aval s'est stabilisé. À la demande de l'autorité chargée de l'homologation, le constructeur communique les données et l'analyse utilisées pour déterminer ce paramètre. Le constructeur peut opter pour une autre solution consistant à faire tourner le moteur entre 60 et 125 h ou la distance équivalente sur le cycle de vieillissement pour stabiliser le moteur/système de traitement aval.
 - 3.3.1.2 La fin de la période de stabilisation déterminée au paragraphe 3.3.1.1 est considérée comme le point de départ du programme d'accumulation d'heures de fonctionnement.
 - 3.3.2 Essai d'accumulation d'heures de fonctionnement
 - 3.3.2.1 Après stabilisation, le moteur est soumis au programme d'accumulation d'heures de fonctionnement sélectionné par le constructeur, comme décrit au paragraphe 3.2. À intervalles réguliers pendant le déroulement du programme d'accumulation d'heures de fonctionnement déterminé par le constructeur et, le cas échéant, lorsque l'autorité chargée de l'homologation le stipule conformément au paragraphe 3.2.2, le moteur est soumis à des essais d'émissions gazeuses et particulaires sur les cycles WHSC et WHTC à chaud. Conformément au paragraphe 3.2.1.4, s'il a été convenu qu'un seul cycle d'essais (WHSC ou WHTC à chaud) doit être exécuté à chaque point d'essai, l'autre cycle d'essai (WHSC ou WHTC à chaud) doit être exécuté au début et à la fin du programme d'accumulation d'heures de fonctionnement.
 - 3.3.2.2 Durant le programme d'accumulation d'heures de fonctionnement, l'entretien du moteur doit être effectué conformément aux prescriptions du paragraphe 4.
 - 3.3.2.3 Durant le programme d'accumulation d'heures de fonctionnement, un entretien non programmé du moteur ou du véhicule peut être effectué, notamment si le système OBD a spécifiquement détecté un problème qui a entraîné l'activation de l'indicateur de défaillance (ci-après MI).
- 3.4 Communication des résultats
 - 3.4.1 Les résultats de l'ensemble des essais d'émissions (WHSC et WHTC à chaud) menés lors du programme d'accumulation d'heures de fonctionnement doivent être communiqués à l'autorité chargée de l'homologation. Si l'un des essais d'émissions est déclaré nul, le constructeur doit fournir une explication de la raison pour laquelle l'essai a été déclaré nul. Dans ce cas, une autre série d'essais d'émissions sur les cycles WHSC et WHTC à chaud doit être exécutée au cours des 100 h d'accumulation de service suivantes.
 - 3.4.2 Le constructeur doit conserver les enregistrements de toutes les informations concernant l'ensemble des essais d'émissions et des opérations d'entretien effectués sur le moteur durant le programme d'accumulation d'heures de fonctionnement. Ces informations doivent être soumises à l'autorité chargée de l'homologation en même temps que les résultats des essais d'émissions menés au cours du programme d'accumulation d'heures de fonctionnement.

- 3.5 Détermination des facteurs de détérioration
- 3.5.1 Pour chaque polluant mesuré sur les cycles d'essai WHSC et WHTC à chaud à chaque point d'essai durant le programme d'accumulation d'heures de fonctionnement, une analyse de régression linéaire donnant le meilleur ajustement est effectuée sur la base de l'ensemble des résultats des essais. Pour chaque polluant, les résultats de chaque essai doivent comporter une décimale de plus que le nombre de décimales de la valeur limite du polluant, comme indiqué au paragraphe 5.3 du présent Règlement. Conformément au paragraphe 3.2.1.4 de la présente annexe, s'il a été convenu qu'un seul cycle d'essais (WHSC ou WHTC à chaud) serait exécuté à chaque point d'essai et que l'autre cycle d'essais (WHSC ou WHTC à chaud) ne serait exécuté qu'au début et à la fin du programme d'accumulation d'heures de fonctionnement, l'analyse de régression ne doit être effectuée que sur la base des résultats du cycle d'essais exécuté à chaque point d'essai.
- À la demande du constructeur et sous réserve de l'accord préalable de l'autorité chargée de l'homologation, une régression non linéaire est permise.
- 3.5.2 Les valeurs d'émissions pour chaque polluant au point de départ du programme d'accumulation d'heures de fonctionnement et au point de fin de vie utile qui est applicable au moteur testé doivent être calculées à partir d'une équation de régression. Si le programme d'accumulation d'heures de fonctionnement est plus court que la durée de vie utile, les valeurs d'émissions au point de fin de vie utile doivent être déterminées par extrapolation de l'équation de régression comme déterminé au paragraphe 3.5.1.
- 3.5.3 Le facteur de détérioration pour chaque polluant est défini comme le ratio des valeurs d'émissions appliquées au point de fin de vie utile et au point de départ de l'accumulation d'heures de fonctionnement (facteur de détérioration multiplicatif).
- À la demande du constructeur et sous réserve de l'accord préalable de l'autorité chargée de l'homologation, un facteur de détérioration additif pour chaque polluant peut être appliqué. Le facteur de détérioration additif est considéré comme la différence entre les valeurs d'émissions calculées au point de fin de vie utile et au point de départ du programme d'accumulation d'heures de fonctionnement.
- Si le calcul a pour résultat une valeur de moins de 1,00 pour un facteur de détérioration multiplicatif ou de moins de 0,00 pour un facteur de détérioration additif, alors le facteur de détérioration est de 1,0 ou 0,00, respectivement.
- Un exemple de détermination des facteurs de détérioration par régression linéaire est présenté à la figure 1.
- Le mélange de facteurs de détérioration multiplicatifs et additifs au sein d'un même ensemble de polluants n'est pas admis.
- Conformément au paragraphe 3.2.1.4, s'il a été convenu qu'un seul cycle d'essais (WHSC ou WHTC à chaud) serait exécuté à chaque point d'essai et que l'autre cycle d'essais (WHSC ou WHTC à chaud) ne serait exécuté qu'au début et à la fin du programme d'accumulation d'heures de fonctionnement, le facteur de détérioration calculé pour le cycle d'essais qui a été exécuté à chaque point d'essai est également applicable pour l'autre cycle d'essais.

Figure 1
Exemple de détermination du facteur de détérioration



3.6 Facteurs de détérioration assignés

3.6.1 Au lieu d'utiliser un programme d'accumulation d'heures de fonctionnement pour déterminer les facteurs de détérioration, les constructeurs de moteurs peuvent choisir d'utiliser les facteurs de détérioration multiplicatifs assignés suivants:

Tableau 2
Facteurs de détérioration

Cycle d'essais	CO	THC ¹	NMHC ²	CH ₄ ²	NO _x	NH ₃	Masse PM	Nombre PM
WHTC	1,3	1,3	1,4	1,4	1,15	1,0	1,05	1,0
WHSC	1,3	1,3	1,4	1,4	1,15	1,0	1,05	1,0

Notes:

¹ S'applique dans le cas d'un moteur à allumage par compression.

² S'applique dans le cas d'un moteur à allumage commandé.

Il n'est pas donné de facteurs de détérioration additifs assignés. Il n'est pas permis de transformer les facteurs de détérioration multiplicatifs assignés en facteurs de détérioration additifs.

3.7 Application des facteurs de détérioration

3.7.1 Les moteurs doivent respecter les limites d'émissions pour chaque polluant, comme indiqué au paragraphe 5.3 du présent Règlement, après application des facteurs de détérioration au résultat de l'essai, mesuré conformément à l'annexe III (e_{gas} , e_{PM}). En fonction du type de facteur de détérioration (FD), les dispositions suivantes s'appliquent:

- a) Multiplicatif: (e_{gas} ou e_{PM}) * FD ≤ limite d'émissions;
- b) Additif: (e_{gas} ou e_{PM}) + FD ≤ limite d'émissions.

- 3.7.2 Le constructeur peut choisir de reporter les facteurs de détérioration déterminés pour une famille de moteurs/systèmes de traitement aval à un système moteur qui ne relève pas de la même famille de moteurs/systèmes de traitement aval. Dans de tels cas, le constructeur doit démontrer à l'autorité chargée de l'homologation que le système moteur pour lequel la famille de systèmes de traitement aval avait été initialement testée et le système moteur pour lequel les facteurs de détérioration sont reportés ont les mêmes spécifications techniques et prescriptions de montage sur le véhicule et que les émissions de ce moteur système moteur sont similaires.
- 3.7.3 Les facteurs de détérioration pour chaque polluant sur le cycle d'essais approprié doivent être consignés aux paragraphes 1.4.1 et 1.4.2 de l'additif de l'annexe 2A et aux paragraphes 1.4.1 et 1.4.2 de l'additif à la deuxième partie de l'annexe 2C.
- 3.8 Vérification de la conformité de la production
- 3.8.1 La conformité de la production en ce qui concerne le respect des valeurs d'émissions doit être vérifiée sur la base des prescriptions du paragraphe 8 du présent Règlement.
- 3.8.2 Le constructeur peut choisir de mesurer les émissions de polluants en amont de tout système de traitement aval des gaz d'échappement au moment où l'essai d'homologation de type est effectué. Ce faisant, le constructeur peut élaborer un facteur de détérioration informel séparément pour le moteur et le système de traitement aval qu'il peut alors utiliser comme auxiliaire pour les vérifications en fin de chaîne de production.
- 3.8.3 Pour les besoins de l'homologation de type, seuls les facteurs de détérioration calculés conformément aux paragraphes 3.5 ou 3.6 doivent être consignés aux paragraphes 1.4.1 et 1.4.2 de l'additif à l'annexe 2A et aux paragraphes 1.4.1 et 1.4.2 de l'additif à la deuxième partie de l'annexe 2C.
- 4. Entretien**
- Pour les besoins du programme d'accumulation d'heures de fonctionnement, les opérations d'entretien doivent être effectuées conformément au manuel du constructeur pour les entretiens et la maintenance.
- 4.1 Entretien programmé en rapport avec les émissions
- 4.1.1 Un entretien programmé en rapport avec les émissions, pour les besoins de l'exécution d'un programme d'accumulation d'heures de fonctionnement, est effectué aux mêmes intervalles que ceux qui seront spécifiés dans les instructions du constructeur au propriétaire pour l'entretien du moteur ou du véhicule. Ce programme d'entretien peut être actualisé si nécessaire tout au long du programme d'accumulation d'heures de fonctionnement pour autant qu'aucune opération d'entretien ne soit supprimée du programme d'entretien après que l'opération a été effectuée sur le moteur testé.
- 4.1.2 Le constructeur du moteur doit spécifier, pour le programme d'accumulation d'heures de fonctionnement, le réglage, le nettoyage et l'entretien (si nécessaire) ainsi que le remplacement programmé des éléments suivants:
- a) Filtres et refroidisseurs du système de recyclage des gaz d'échappement;
 - b) Soupape de réaspiration des gaz de carter, le cas échéant;
 - c) Têtes d'injection (uniquement nettoyage);

- d) Injecteurs;
 - e) Turbocompresseur;
 - f) Module de gestion électronique du moteur; capteurs et actionneurs connexes;
 - g) Système de traitement aval des particules (y compris les composants connexes);
 - h) Système de dénitrification;
 - i) Système de recyclage des gaz d'échappement, y compris toutes les soupapes de réglage et canalisations connexes;
 - j) Tout autre système de traitement aval des gaz d'échappement.
- 4.1.3 Les opérations d'entretien programmées en rapport avec les émissions qui portent sur des éléments critiques ne doivent être effectuées que si elles le sont aussi lorsque le véhicule est en service et que le propriétaire du véhicule en est informé.
- 4.2 Modifications des opérations d'entretien programmées
- 4.2.1 Le constructeur doit soumettre à l'autorité chargée de l'homologation une demande d'approbation de toute nouvelle opération d'entretien programmée qu'il souhaite effectuer au cours du programme d'accumulation d'heures de fonctionnement et recommander ensuite aux propriétaires de moteurs ou de véhicules. La demande doit être accompagnée de données étayant la nécessité de la nouvelle opération d'entretien programmée et spécifiant l'intervalle d'entretien.
- 4.3 Entretien programmé sans rapport avec les émissions
- 4.3.1 Les opérations d'entretien programmées sans rapport avec les émissions qui sont raisonnables et techniquement nécessaires (par exemple, vidange, remplacement du filtre à huile, remplacement du filtre à carburant, remplacement du filtre à air, entretien du système de refroidissement, réglage du ralenti, régulateur de vitesse, couple de serrage des boulons du moteur, jeu des soupapes, jeu des injecteurs, réglage des soupapes, réglage de la tension de toute courroie d'entraînement, etc.) peuvent être effectuées sur les moteurs ou véhicules choisis pour le programme d'accumulation d'heures de fonctionnement aux intervalles les moins fréquents recommandés par le constructeur au propriétaire.
- 4.4 Réparation
- 4.4.1 La réparation d'un composant autre que le moteur, le système de contrôle des émissions ou le système d'alimentation d'un moteur sélectionné pour être testé sur un programme d'accumulation d'heures de fonctionnement ne doit être effectuée qu'à la suite d'une défaillance du composant ou d'un mauvais fonctionnement du système moteur.
- 4.4.2 Si le moteur lui-même, le système de contrôle des émissions ou le système d'alimentation tombe en panne pendant le programme d'accumulation d'heures de fonctionnement, l'accumulation d'heures de fonctionnement doit être considérée comme non valide et recommencée avec un nouveau système moteur.

Annexe 8

Conformité des moteurs ou véhicules en service

1. Introduction

- 1.1 La présente annexe énonce des prescriptions pour vérifier et démontrer la conformité des moteurs et véhicules en service.

2. Procédure pour la conformité en service

- 2.1 La conformité des véhicules ou moteurs en service d'une famille de moteurs est démontrée en testant les véhicules sur route, avec leurs modes de conduite, conditions et charges habituelles. La conformité en service est représentative des véhicules utilisés sur leurs parcours réels, avec leur charge normale et avec le chauffeur professionnel habituel du véhicule. Lorsque le véhicule est conduit par un autre chauffeur que le chauffeur professionnel habituel du véhicule en question, cet autre chauffeur doit être expérimenté et formé à la conduite des véhicules de la catégorie faisant l'objet de l'essai.
- 2.2 Si les conditions en service habituelles d'un véhicule particulier sont considérées incompatibles avec l'exécution correcte des essais, le constructeur ou l'autorité chargée de l'homologation peut demander que des parcours et charges différents soient utilisés.
- 2.3 Le constructeur doit démontrer à l'autorité chargée de l'homologation que le véhicule choisi, les modes de conduite, les conditions et les charges sont représentatifs de la famille de moteurs. Les prescriptions spécifiées aux paragraphes 4.1 et 4.5 sont utilisées pour déterminer si les modes de conduite et charges sont acceptables pour les essais de conformité en service.
- 2.4 Le constructeur communique l'échéancier et le plan d'échantillonnage des essais de conformité au moment de l'homologation de type initiale d'une nouvelle famille de moteurs.
- 2.5 Les véhicules sans interface de communication permettant de recueillir les données ECU nécessaires comme spécifié aux paragraphes 9.4.2.1 et 9.4.2.2 du présent Règlement, avec des données manquantes ou avec un protocole de données non standard sont considérés comme non conformes.
- 2.6 Les véhicules pour lesquels la collecte des données ECU influence les émissions ou les performances du véhicule sont considérés comme non conformes.

3. Sélection de moteurs ou de véhicules

- 3.1 Après avoir obtenu la réception par type d'une famille de moteurs, le constructeur procède aux essais en service sur cette famille de moteurs dans les 18 mois suivant l'immatriculation d'un véhicule équipé d'un moteur de cette famille. Dans le cas d'une homologation de type en plusieurs étapes, la première immatriculation s'entend comme la première immatriculation d'un véhicule complet.

L'essai est répété périodiquement, au moins tous les deux ans, pour chaque famille de moteurs, pendant la durée de vie utile des véhicules concernés, comme spécifié au paragraphe 5.4 du présent Règlement.

À la demande du constructeur, les essais peuvent être arrêtés cinq ans après la fin de la production.

- 3.1.1 Avec une taille d'échantillon minimale de trois moteurs, la procédure d'échantillonnage est établie de telle sorte que la probabilité qu'un lot passant un test avec 20 % des véhicules ou moteurs défectueux soit de 0,90 (risque du producteur = 10 %) tandis que la probabilité qu'un lot soit accepté avec 60 % de véhicules ou moteurs défectueux soit de 0,10 (risque du consommateur = 10 %).
- 3.1.2 Le résultat statistique quantifiant le nombre cumulé d'essais non conformes au *n*ème essai est déterminé pour l'échantillon.
- 3.1.3 La décision d'acceptation ou de refus est prise conformément aux exigences suivantes:
- Si le résultat statistique est inférieur ou égal au nombre de décisions d'acceptation pour la taille d'échantillon indiquée au tableau 1, une décision d'acceptation est prise pour le lot;
 - Si le résultat statistique est supérieur ou égal au nombre de décisions de refus pour la taille d'échantillon indiquée au tableau 1, une décision de refus est prise pour le lot;
 - Sinon, un moteur supplémentaire est testé conformément à la présente annexe et la procédure de calcul est appliquée à l'échantillon incrémenté d'une unité.

Au tableau 1, les nombres de décisions d'acceptation et de refus sont calculés selon la norme internationale ISO 8422/1991.

Tableau 1

Nombre de décisions d'acceptation et de refus du plan d'échantillonnage
Taille minimale de l'échantillon: 3

Nombre cumulé de moteurs testés (taille de l'échantillon)	Nombre de décisions d'acceptation	Nombre de décisions de refus
3	-	3
4	0	4
5	0	4
6	1	4
7	1	4
8	2	4
9	2	4
10	3	4

L'autorité chargée de l'homologation approuve les moteurs et configurations de véhicule sélectionnés avant le lancement des procédures d'essai. La sélection est effectuée en présentant à l'autorité chargée de l'homologation les critères utilisés pour la sélection des véhicules particuliers.

- 3.2 Les moteurs et véhicules sélectionnés doivent être utilisés et immatriculés dans la région (par exemple, Union européenne). Le véhicule doit avoir parcouru au moins 25 000 km.

- 3.3 Un dossier d'entretien doit attester que le véhicule a été entretenu correctement et qu'il a subi les entretiens nécessaires selon les recommandations du constructeur.
- 3.4 Le système OBD doit être contrôlé pour vérifier le bon fonctionnement du moteur. Toutes les indications de défaut de fonctionnement et le code d'état de préparation dans la mémoire du système OBD doivent être enregistrés et les réparations nécessaires doivent être effectuées.
- Les moteurs présentant un défaut de fonctionnement de classe C ne doivent pas obligatoirement être réparés avant l'essai. Le Code d'anomalie diagnostic (DTC) ne doit pas être effacé.
- Les moteurs dont l'un des compteurs prescrits par les dispositions de l'annexe 11 n'est pas à «0» ne peuvent pas être testés. Le cas échéant, l'autorité chargée de l'homologation doit en être avertie.
- 3.5 Le moteur ou véhicule ne doit présenter aucune indication de mauvaise utilisation (par exemple, surcharge, utilisation d'un carburant non adapté ou autre utilisation incorrecte), ni d'autres facteurs (par exemple, manipulations non conformes) qui pourraient avoir une incidence sur le comportement du moteur ou du véhicule en matière d'émissions. Les informations concernant les codes de défaut du système OBD et les heures de fonctionnement du moteur qui sont mémorisées dans l'ordinateur doivent être prises en compte.
- 3.6 Tous les composants du système antipollution du véhicule doivent être conformes à ceux mentionnés dans les documents d'homologation applicables.
- 3.7 En accord avec l'autorité chargée de l'homologation, le constructeur peut effectuer des essais de conformité en service impliquant moins de moteurs ou véhicules que le nombre indiqué au paragraphe 3.1 si le nombre de moteurs fabriqués au sein d'une famille de moteurs est inférieur à 500 unités par an.

4. Conditions d'essai

4.1 Charge du véhicule

Pour les besoins des essais de conformité en service, la charge peut être reproduite et un chargement artificiel peut être utilisé.

En l'absence de statistiques pour démontrer que la charge est représentative du véhicule, la charge du véhicule doit correspondre à 50-60 % de la charge maximale du véhicule.

La charge maximale est la différence entre la masse chargée maximale techniquement admissible du véhicule et la masse du véhicule en ordre de marche, comme spécifié à l'annexe 3 de la Résolution spéciale n° 1 (TRANS/WP.29/1045).

4.2 Conditions ambiantes

L'essai est effectué dans des conditions ambiantes répondant aux conditions suivantes:

Pression atmosphérique supérieure ou égale à 82,5 kPa,

Température supérieure ou égale à 266 K (-7 °C) et inférieure ou égale à la température déterminée par l'équation suivante à la pression atmosphérique spécifiée:

$$T = -0,4514 \times (101,3 - p_b) + 311$$

où:

T est la température de l'air ambiant, en K;

p_b est la pression atmosphérique, en kPa.

- 4.3 Température du liquide de refroidissement du moteur
La température du liquide de refroidissement du moteur est conforme au paragraphe A.1.2.6.1 de l'appendice 1 de la présente annexe.
- 4.4 L'huile lubrifiante, le carburant et le réactif sont conformes aux spécifications du constructeur.
- 4.4.1 Huile lubrifiante
Des échantillons d'huile sont prélevés.
- 4.4.2 Carburant
Le carburant d'essai est un carburant commercial couvert par les normes pertinentes ou un carburant de référence comme spécifié à l'annexe 5 du présent Règlement. Des échantillons de carburant sont prélevés.
- 4.4.2.1 Si le constructeur, conformément au paragraphe 4 du présent Règlement, a déclaré la capacité de satisfaire aux prescriptions du présent Règlement en utilisant les carburants commerciaux déclarés au paragraphe 3.2.2.2.1 de la première partie de l'annexe 1 du présent Règlement, les essais sont effectués en utilisant au moins l'un des carburants commerciaux déclarés ou un mélange entre les carburants commerciaux déclarés et les carburants commerciaux inclus dans les normes pertinentes.
- 4.4.3 Réactif
Pour les systèmes de traitement aval des gaz d'échappement qui utilisent un réactif pour réduire les émissions, un échantillon du réactif est prélevé. Le réactif ne doit pas être gelé.
- 4.5 Prescriptions concernant le parcours
Les proportions d'utilisation sont exprimées en pourcentage de la durée totale du parcours.
Le parcours se compose d'une phase de conduite en circulation urbaine, suivie d'une phase de conduite hors agglomérations, suivie d'une phase de conduite sur autoroute, conformément aux proportions spécifiées aux paragraphes 4.5.1 à 4.5.4. Si des raisons pratiques le justifient et après accord de l'autorité chargée de l'homologation, les phases de conduite en circulation urbaine, hors agglomérations et sur autoroute peuvent se dérouler dans un autre ordre.
Pour les besoins du présent paragraphe: «approximativement» signifie la valeur cible $\pm 5\%$.
La conduite en circulation urbaine est caractérisée par des vitesses du véhicule situées entre 0 et 50 km/h,
La conduite hors agglomérations est caractérisée par des vitesses du véhicule situées entre 50 et 75 km/h,
La conduite sur autoroute est caractérisée par des vitesses du véhicule supérieures à 75 km/h.

- 4.5.1 Pour les véhicules M₁ et N₁, le parcours comprend approximativement 45 % de conduite urbaine, 25 % de conduite hors agglomérations et 30 % de conduite sur autoroute.
- 4.5.2 Pour les véhicules M₂ et M₃, le parcours comprend approximativement 45 % de conduite urbaine, 25 % de conduite hors agglomérations et 30 % de conduite sur autoroute. Les véhicules M₂ et M₃ des classes I et II, ou de la classe A sont testés sur un parcours comprenant approximativement 70 % de conduite urbaine et 30 % de conduite hors agglomérations.
- 4.5.3 Pour les véhicules N₂, le parcours comprend approximativement 45 % de conduite urbaine, 25 % de conduite hors agglomérations puis 30 % de conduite sur autoroute.
- 4.5.4 Pour les véhicules N₃, le parcours comprend approximativement 20 % de conduite urbaine, 25 % de conduite hors agglomérations puis 55 % de conduite sur autoroute.
- 4.5.5 La distribution suivante des valeurs caractéristiques du parcours de la base de données WHDC peut servir de guide supplémentaire pour l'évaluation du parcours:
- a) Accélération: 26,9 % du temps;
 - b) Décélération: 22,6 % du temps;
 - c) Croisière: 38,1 % du temps;
 - d) Arrêt (vitesse du véhicule = 0): 12,4 % du temps.
- 4.6 Prescriptions opérationnelles
- 4.6.1 Le parcours doit être sélectionné de telle manière que l'essai soit ininterrompu et les données continuellement prélevées pour atteindre la durée d'essai minimale définie au paragraphe 4.6.5.
- 4.6.2 L'échantillonnage des émissions et autres données commence avant le démarrage du moteur. Les émissions de démarrage à froid peuvent être retirées de l'évaluation des émissions, conformément au paragraphe A.1.2.6 de l'appendice 1 de la présente annexe.
- 4.6.3 Il n'est pas permis de combiner les données de différents parcours ou de modifier ou retirer des données d'un parcours.
- 4.6.4 Si le moteur cale, il peut être redémarré mais le prélèvement ne doit pas être interrompu.
- 4.6.5 La durée minimale de l'essai doit être suffisamment longue pour accomplir cinq fois le travail effectué durant le cycle WHTC ou produire cinq fois la masse de référence de CO₂ en kg/cycle du cycle WHTC, le cas échéant.
- 4.6.6 L'énergie électrique pour faire fonctionner le système PEMS est apportée par une unité d'alimentation externe et non pas par une source qui puise son énergie, directement ou indirectement, du moteur testé.
- 4.6.7 Le montage de l'équipement PEMS ne doit pas influencer les émissions et/ou les performances du véhicule.
- 4.6.8 Il est recommandé de faire fonctionner les véhicules dans des conditions de circulation diurnes normales.

4.6.9 Si l'autorité chargée de l'homologation n'est pas satisfaite des résultats de la vérification de la cohérence des données conformément au paragraphe A.1.3.2 de l'appendice 1 de la présente annexe, elle peut considérer l'essai comme nul.

4.6.10 Le même parcours doit être utilisé pour les essais des véhicules de l'échantillon décrits aux paragraphes 3.1.1 à 3.1.3.

5. Flux de données ECU

5.1 Vérification de la disponibilité et de la conformité des informations du flux de données ECU nécessaires pour l'essai en service

5.1.1 La disponibilité des informations du flux de données conformément aux prescriptions du paragraphe 9.4.2 du présent Règlement doit être démontrée avant les essais en service.

5.1.1.1 Si ces informations ne peuvent pas être récupérées par le système PEMS d'une manière appropriée, la disponibilité des informations doit être démontrée en utilisant l'analyseur OBD externe décrit à l'annexe 9B.

5.1.1.1.1 Si ces informations peuvent être récupérées par l'analyseur d'une manière correcte, le système PEMS est considéré comme défaillant et l'essai est annulé.

5.1.1.1.2 Si ces informations ne peuvent être récupérées de manière correcte de deux véhicules ayant des moteurs appartenant à la même famille de moteurs, alors que l'analyseur fonctionne correctement, le moteur est considéré comme non conforme.

5.1.2 La conformité du signal de couple calculé par l'équipement PEMS à partir des informations du flux de données ECU requises au paragraphe 9.4.2.1 du présent Règlement doit être vérifiée à pleine charge.

5.1.2.1 La méthode utilisée pour vérifier cette conformité est décrite à l'appendice 4.

5.1.2.2 La conformité du signal de couple ECU est considérée comme suffisante si le couple calculé reste dans les tolérances du couple à pleine charge indiquées au paragraphe 9.4.2.5 du présent Règlement.

5.1.2.3 Si le couple calculé sort des tolérances du couple à pleine charge spécifiées au paragraphe 9.4.2.5 du présent Règlement, le moteur est considéré comme ayant échoué à l'essai.

6. Évaluation des émissions

6.1 L'essai doit être effectué et ses résultats calculés conformément aux dispositions de l'appendice 1 de la présente annexe.

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/refus doit être prise en fonction des résultats de la méthode fondée sur le travail.

6.3 Le percentile cumulatif 90 % des facteurs de conformité des émissions d'échappement de chaque système moteur testé, déterminé conformément aux procédures de mesure et de calcul spécifiées à l'appendice 1, ne doit excéder aucune des valeurs indiquées dans le tableau 2.

Tableau 2
Facteurs de conformité maximaux autorisés pour le contrôle
des émissions de l'essai de conformité en service

Polluant	Facteur de conformité maximum autorisé
CO	1,50
THC	1,50
NMHC	1,50
CH ₄	1,50
NO _x	1,50
Masse PM	-
Nombre PM	-

7. Évaluation des résultats des essais de conformité en service

7.1 Sur la base du rapport des essais de conformité en service visé au paragraphe 10, l'autorité chargée de l'homologation:

- a) Décide que l'essai de conformité en service d'une famille de systèmes moteurs est satisfaisant et qu'il n'y a pas lieu de procéder à d'autres actions; ou
- b) Décide que les données fournies sont insuffisantes pour prendre une décision et demande des informations ou des données d'essais supplémentaires au constructeur; ou
- c) Décide que la conformité en service d'une famille de systèmes moteurs est insatisfaisante et procède aux mesures visées au paragraphe 9.3 du présent Règlement et au paragraphe 9 de la présente annexe.

8. Essais de véhicules pour confirmation

8.1 Des essais de confirmation sont effectués pour confirmer la fonctionnalité en service du système antipollution d'une famille de moteurs.

8.2 L'autorité chargée de l'homologation peut procéder à des essais de confirmation.

8.3 Les essais de confirmation sont effectués en testant des véhicules comme spécifié aux paragraphes 2.1 et 2.2. Des véhicules représentatifs sont sélectionnés et utilisés dans des conditions normales et testés conformément aux procédures définies dans la présente annexe.

8.4 Un résultat d'essais peut être considéré comme non satisfaisant lorsqu'à partir des essais de deux ou plusieurs véhicules représentant la même famille de moteurs, pour un composant polluant réglementé, la valeur limite déterminée conformément au paragraphe 6 est dépassée de façon importante.

9. Plan de mesures correctives

9.1 Le constructeur doit soumettre un rapport à l'autorité chargée de l'homologation de l'État membre dans lequel les moteurs ou véhicules sont immatriculés ou utilisés au moment où il envisage de procéder à une action corrective. Le rapport doit préciser les détails de l'action corrective et décrire les familles de moteurs à inclure dans l'action. Le constructeur rend régulièrement compte à l'autorité chargée de l'homologation après le début de l'action corrective.

- 9.2 Le constructeur fournit une copie de toutes les communications relatives au plan de mesures correctives. Il conserve un dossier de la campagne de rappel, et présente régulièrement des rapports sur son état d'avancement à l'autorité chargée de l'homologation.
- 9.3 Le constructeur attribue au plan de mesures correctives une dénomination ou un numéro d'identification unique.
- 9.4 Le constructeur présente un plan de mesures correctives qui comprend les informations spécifiées aux paragraphes 9.4.1 à 9.4.11.
- 9.4.1 Une description de chaque type de système moteur en jeu dans le plan de mesures correctives.
- 9.4.2 Une description des modifications, adaptations, réparations, corrections, ajustements ou autres changements à apporter pour mettre les moteurs en conformité, ainsi qu'un bref résumé des données et des études techniques sur lesquelles se fonde la décision du constructeur quant aux différentes mesures à prendre pour remédier à l'état de non-conformité.
- 9.4.3 Une description de la méthode par laquelle le constructeur informe les propriétaires de moteurs ou de véhicules des mesures correctives.
- 9.4.4 Une description de l'entretien ou de l'utilisation corrects auxquels le constructeur subordonne, le cas échéant, le droit aux réparations à effectuer dans le cadre du plan de mesures correctives, et une explication des raisons qui motivent ces conditions de la part du constructeur. Aucune condition relative à l'entretien ou à l'utilisation ne peut être imposée, sauf s'il peut être démontré qu'elle est liée à l'état de non-conformité et aux mesures correctives.
- 9.4.5 Une description de la procédure à suivre par les propriétaires de moteurs ou de véhicules pour obtenir la mise en conformité de leur moteur ou véhicule. Elle comprend la date à partir de laquelle des mesures correctives peuvent être prises, la durée estimée des réparations en atelier et l'indication du lieu où elles peuvent être faites. Les réparations sont effectuées de manière appropriée dans un délai raisonnable à compter de la remise du véhicule.
- 9.4.6 Une copie des informations transmises aux propriétaires de moteurs ou véhicules.
- 9.4.7 Une brève description du système que le constructeur utilise pour assurer un approvisionnement adéquat en composants ou systèmes afin de mener à bien l'action corrective. La date à laquelle un stock suffisant de composants ou systèmes aura été constitué pour lancer la campagne est indiquée.
- 9.4.8 Une copie de toutes les instructions à envoyer aux personnes qui sont chargées des réparations.
- 9.4.9 Une description de l'incidence des mesures correctives proposées sur les émissions, la consommation de carburant, l'agrément de conduite et la sécurité de chaque type de moteurs ou véhicules concerné par le plan de mesures correctives, accompagnée des données, études techniques, etc., étayant ces conclusions.
- 9.4.10 Tous les autres rapports, informations ou données que l'autorité chargée de l'homologation peut raisonnablement juger nécessaires pour évaluer le plan de mesures correctives.

9.4.11 Dans le cas où le plan de mesures correctives comprend un rappel de véhicules, une description de la méthode d'enregistrement des réparations est présentée à l'autorité chargée de l'homologation. Si une étiquette est utilisée, un exemplaire en est fourni.

9.5 Il peut être demandé au constructeur d'effectuer des essais raisonnablement conçus et nécessaires sur les composants et les véhicules auxquels ont été appliqués les modifications, réparations ou remplacements proposés, afin de faire la preuve de l'efficacité de ces modifications, réparations ou remplacements.

10. Procédures relatives à l'établissement de rapports

10.1 Un rapport technique est soumis à l'autorité chargée de l'homologation pour chaque famille de moteurs testée. Le rapport indique les activités et les résultats des essais de conformité en service. Le rapport comprend au moins les éléments suivants:

10.1.1 Généralités

10.1.1.1 Nom et adresse du constructeur:

10.1.1.2 Adresse(s) de ou des ateliers de montage:

10.1.1.3 Nom, adresse, numéros de téléphone et de télécopie et adresse électronique du représentant du constructeur:

10.1.1.4 Type et description commerciale (mentionner les variantes éventuelles):

10.1.1.5 Famille de moteurs:

10.1.1.6 Moteur parent:

10.1.1.7 Membres de la famille de moteurs:

10.1.1.8 Les codes d'identification du véhicule (VIN) applicables aux véhicules équipés d'un moteur qui fait partie de la vérification de la conformité en service.

10.1.1.9 Moyens d'identification du type et emplacement de la marque d'identification, si elle figure sur le véhicule:

10.1.1.10 Catégorie de véhicules:

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

10.1.1.12 Les numéros d'homologation applicables aux types de moteurs qui appartiennent à la famille en service, y compris, le cas échéant, les numéros de toutes les extensions et les corrections locales et/ou les rappels de véhicules en circulation (remises en fabrication):

10.1.1.13 Les détails des extensions de ces homologations et des corrections locales/rappels pour les véhicules couverts par les informations du constructeur.

10.1.1.14 La période de construction de moteurs couverte par les informations du constructeur (par exemple, «véhicules ou moteurs construits au cours de l'année civile 2014»).

10.1.2 Sélection de moteurs/véhicules

10.1.2.1 Méthode de localisation des véhicules ou moteurs;

10.1.2.2 Critères de sélection des véhicules, moteurs, familles en service;

10.1.2.3 Zones géographiques dans lesquelles le constructeur a recueilli les véhicules.

10.1.3 Équipement

- 10.1.3.1 Équipement PEMS, marque et type;
- 10.1.3.2 Étalonnage PEMS;
- 10.1.3.3 Alimentation PEMS;
- 10.1.3.4 Logiciel de calcul et version utilisée (par exemple, EMROAD 4.0).

10.1.4 Données d'essai

- 10.1.4.1 Date et heure de l'essai;
- 10.1.4.2 Lieu de l'essai, y compris des renseignements détaillés sur le parcours d'essai;
- 10.1.4.3 Conditions météorologiques/ambiantes (par exemple, température, humidité, altitude);
- 10.1.4.4 Distances couvertes par véhicule sur le parcours d'essai;
- 10.1.4.5 Caractéristiques des spécifications du carburant d'essai;
- 10.1.4.6 Spécification du réactif (le cas échéant);
- 10.1.4.7 Spécification de l'huile de lubrification;
- 10.1.4.8 Résultat des essais de contrôle des émissions conformément à l'appendice 1 de la présente annexe.

10.1.5 Informations concernant le moteur

- 10.1.5.1 Type de carburant du moteur (par exemple, gazole, éthanol ED95, GN, GPL, essence, E85);
- 10.1.5.2 Système de combustion du moteur (par exemple, allumage par compression ou allumage commandé);
- 10.1.5.3 Numéro d'homologation de type;
- 10.1.5.4 Reconstruction du moteur;
- 10.1.5.5 Constructeur du moteur;
- 10.1.5.6 Modèle du moteur;
- 10.1.5.7 Année et mois de production du moteur;
- 10.1.5.8 Numéro d'identification du moteur;
- 10.1.5.9 Cylindrée du moteur [litres];
- 10.1.5.10 Nombre de cylindres;
- 10.1.5.11 Puissance nominale du moteur: [kW @ tours/min.];
- 10.1.5.12 Couple maximum du moteur: [Nm @ tours/min.];
- 10.1.5.13 Ralenti [tours/min.];
- 10.1.5.14 Courbe de couple à pleine charge fournie par le constructeur disponible (oui/non);
- 10.1.5.15 Numéro de référence de la courbe de couple à pleine charge fournie par le constructeur;
- 10.1.5.16 Système de dénitrification (par exemple, EGR, SCR);

- 10.1.5.17 Type de convertisseur catalytique;
- 10.1.5.18 Type de piège à particules;
- 10.1.5.19 Traitement aval modifié par rapport à l'homologation par type? (oui/non);
- 10.1.5.20 Informations ECU du moteur (numéro de réglage du logiciel).

10.1.6 Renseignements sur le véhicule

- 10.1.6.1 Propriétaire du véhicule;
- 10.1.6.2 Type de véhicule (par exemple, M₃, N₃) et application (par exemple, tracteur rigide ou articulé, bus urbain);
- 10.1.6.3 Constructeur du véhicule;
- 10.1.6.4 Numéro d'identification du véhicule;
- 10.1.6.5 Numéro d'immatriculation du véhicule et pays d'immatriculation;
- 10.1.6.6 Modèle de véhicule;
- 10.1.6.7 Année et mois de production du véhicule;
- 10.1.6.8 Type de transmission (par exemple, manuelle, automatique ou autre);
- 10.1.6.9 Nombre de rapports en marche avant;
- 10.1.6.10 Lecture du compteur kilométrique au début de l'essai [km];
- 10.1.6.11 Poids total roulant autorisé (GVW) [kg];
- 10.1.6.12 Dimensions des pneumatiques [facultatif];
- 10.1.6.13 Diamètre du pot d'échappement [mm] [facultatif];
- 10.1.6.14 Nombre d'essieux;
- 10.1.6.15 Capacité du ou des réservoirs de carburant [litres] [facultatif];
- 10.1.6.16 Nombre de réservoirs de carburant [facultatif];
- 10.1.6.17 Capacité du ou des réservoirs de réactif [litres] [facultatif];
- 10.1.6.18 Nombre de réservoirs de réactif [facultatif].

10.1.7 Caractéristiques du parcours d'essai

- 10.1.7.1 Lecture du compteur kilométrique au début de l'essai [km];
- 10.1.7.2 Durée [s];
- 10.1.7.3 Conditions ambiantes moyennes (telles que calculées à partir des données mesurées instantanées);
- 10.1.7.4 Informations des capteurs de conditions ambiantes (type et emplacement des capteurs);
- 10.1.7.5 Informations sur la vitesse du véhicule (par exemple, distribution cumulative de la vitesse);
- 10.1.7.6 Parts de temps du parcours caractérisé par le fonctionnement en circulation urbaine, hors agglomérations et sur autoroute décrit au paragraphe 4.5;
- 10.1.7.7 Parts de temps du parcours caractérisé par des accélérations, des décélérations, des vitesses de croisière et des arrêts, décrit au paragraphe 4.5.5.

- 10.1.8 Données mesurées instantanées**
- 10.1.8.1 Concentration THC [ppm];
 - 10.1.8.2 Concentration CO [ppm];
 - 10.1.8.3 Concentration NO_x [ppm];
 - 10.1.8.4 Concentration CO₂ [ppm];
 - 10.1.8.5 Concentration CH₄ [ppm] pour moteurs à allumage commandé uniquement;
 - 10.1.8.6 Débit des gaz d'échappement [kg/h];
 - 10.1.8.7 Température des gaz d'échappement [°C];
 - 10.1.8.8 Température de l'air ambiant [°C];
 - 10.1.8.9 Pression ambiante [kPa];
 - 10.1.8.10 Humidité ambiante [g/kg] [facultatif];
 - 10.1.8.11 Couple moteur [Nm];
 - 10.1.8.12 Régime moteur [tours/min.];
 - 10.1.8.13 Débit de carburant du moteur [g/s];
 - 10.1.8.14 Température du liquide de refroidissement du moteur [°C];
 - 10.1.8.15 Vitesse au sol du véhicule [km/h] selon ECU et GPS;
 - 10.1.8.16 Latitude du véhicule [degrés] (la précision doit être suffisante pour permettre la traçabilité du parcours d'essai);
 - 10.1.8.17 Longitude du véhicule [degrés].
- 10.1.9 Données calculées instantanées**
- 10.1.9.1 Masse THC [g/s];
 - 10.1.9.2 Masse CO [g/s];
 - 10.1.9.3 Masse NO_x [g/s];
 - 10.1.9.4 Masse CO₂ [g/s];
 - 10.1.9.5 Masse CH₄ [g/s] pour moteurs à allumage commandé uniquement;
 - 10.1.9.6 Masse cumulée THC [g];
 - 10.1.9.7 Masse cumulée CO [g];
 - 10.1.9.8 Masse cumulée NO_x [g];
 - 10.1.9.9 Masse cumulée CO₂ [g];
 - 10.1.9.10 Masse cumulée CH₄ [g] pour moteurs à allumage commandé uniquement;
 - 10.1.9.11 Débit de carburant calculé [g/s];
 - 10.1.9.12 Puissance du moteur [kW];
 - 10.1.9.13 Travail du moteur [kWh];
 - 10.1.9.14 Durée de la fenêtre de travail [s];
 - 10.1.9.15 Puissance du moteur moyenne de la fenêtre de travail [%];
 - 10.1.9.16 Facteur de conformité THC de la fenêtre de travail [-];

- 10.1.9.17 Facteur de conformité CO de la fenêtre de travail [-];
- 10.1.9.18 Facteur de conformité NO_x de la fenêtre de travail [-];
- 10.1.9.19 Facteur de conformité CH₄ de la fenêtre de travail [-] pour les moteurs à allumage commandé uniquement;
- 10.1.9.20 Durée de la fenêtre de la masse CO₂ [s];
- 10.1.9.21 Facteur de conformité THC de la fenêtre de la masse CO₂ [-];
- 10.1.9.22 Facteur de conformité CO de la fenêtre de la masse CO₂ [-];
- 10.1.9.23 Facteur de conformité NO_x de la fenêtre de la masse CO₂ [-];
- 10.1.9.24 Facteur de conformité CH₄ de la fenêtre de la masse CO₂ [-] pour les moteurs à allumage commandé uniquement.

10.1.10 Données moyennes et intégrées

- 10.1.10.1 Concentration THC moyenne [ppm] [facultatif];
- 10.1.10.2 Concentration CO moyenne [ppm] [facultatif];
- 10.1.10.3 Concentration NO_x moyenne [ppm] [facultatif];
- 10.1.10.4 Concentration CO₂ moyenne [ppm] [facultatif];
- 10.1.10.5 Concentration CH₄ moyenne [ppm] pour les moteurs à allumage commandé uniquement [facultatif];
- 10.1.10.6 Débit des gaz d'échappement moyen [kg/h] [facultatif];
- 10.1.10.7 Température des gaz d'échappement moyenne [°C] [facultatif];
- 10.1.10.8 Émissions THC [g];
- 10.1.10.9 Émissions CO [g];
- 10.1.10.10 Émissions NO_x [g];
- 10.1.10.11 Émissions CO₂ [g];
- 10.1.10.12 Émissions CH₄ [g] pour les moteurs à allumage commandé uniquement.

10.1.11 Résultats acceptation-refus

- 10.1.11.1 Minimum, maximum et percentile cumulatif 90 % pour:
- 10.1.11.2 Facteur de conformité THC de la fenêtre de travail [-];
- 10.1.11.3 Facteur de conformité CO de la fenêtre de travail [-];
- 10.1.11.4 Facteur de conformité NO_x de la fenêtre de travail [-];
- 10.1.11.5 Facteur de conformité CH₄ de la fenêtre de travail [-] pour les moteurs à allumage commandé uniquement;
- 10.1.11.6 Facteur de conformité THC de la fenêtre de la masse CO₂ [-];
- 10.1.11.7 Facteur de conformité CO de la fenêtre de la masse CO₂ [-];
- 10.1.11.8 Facteur de conformité NO_x de la fenêtre de la masse CO₂ [-];
- 10.1.11.9 Facteur de conformité CH₄ de la fenêtre de la masse CO₂ [-] pour les moteurs à allumage commandé uniquement;
- 10.1.11.10 Fenêtre de travail: puissance de fenêtre moyenne minimum et maximum [%];

- 10.1.11.11 Fenêtre de masse CO₂: durée de fenêtre minimum et maximum [s];
 - 10.1.11.12 Fenêtre de travail: pourcentage de fenêtres valides;
 - 10.1.11.13 Fenêtre de masse CO₂: pourcentage de fenêtres valides.
- 10.1.12 Vérifications des essais**
- 10.1.12.1 Mise à zéro, réglage d'échelle et résultats de la vérification de l'analyseur THC, avant et après l'essai;
 - 10.1.12.2 Mise à zéro, réglage d'échelle et résultats de la vérification de l'analyseur CO, avant et après l'essai;
 - 10.1.12.3 Mise à zéro, réglage d'échelle et résultats de la vérification de l'analyseur NO_x, avant et après l'essai;
 - 10.1.12.4 Mise à zéro, réglage d'échelle et résultats de la vérification de l'analyseur CO₂, avant et après l'essai;
 - 10.1.12.5 Mise à zéro, réglage d'échelle et résultats de la vérification de l'analyseur CH₄ avant et après l'essai pour les moteurs à allumage commandé uniquement;
 - 10.1.12.6 Résultats de la vérification de la cohérence des données, conformément au paragraphe A.1.3.2 de l'appendice 1 de la présente annexe.
 - 10.1.12.6.1 Résultats de la régression linéaire décrite au paragraphe A.1.3.2.1 de l'appendice 1 de la présente annexe, y compris la pente de la droite de régression m , le coefficient de détermination r^2 , et l'ordonnée b à l'origine de la droite de régression.
 - 10.1.12.6.2 Résultat de la vérification de la cohérence des données de couple ECU conformément au paragraphe A.1.3.2.2 de l'appendice 1 de la présente annexe.
 - 10.1.12.6.3 Résultat de la vérification de la cohérence de la consommation de carburant spécifique (BSFC) conformément au paragraphe A.1.3.2.3 de l'appendice 1 de la présente annexe, y compris la BSFC calculée et le ratio de BSFC calculée à partir des mesures effectuées au moyen d'un PEMS, et la BSFC déclarée pour le test WHCT.
 - 10.1.12.6.4 Résultat de la vérification de la cohérence du compteur kilométrique conformément au paragraphe A.1.3.2.4 de l'appendice 1 de la présente annexe.
 - 10.1.12.6.5 Résultat de la vérification de la cohérence de la pression ambiante conformément au paragraphe A.1.3.2.5 de l'appendice 1 de la présente annexe.
 - 10.1.13 Liste des autres pièces jointes, le cas échéant.

Annexe 8

Appendice 1

Procédure d'essai pour le contrôle des émissions des véhicules au moyen de systèmes portables de mesure des émissions

A.1.1 Introduction

Le présent appendice décrit la procédure pour déterminer les émissions gazeuses à partir de mesures faites sur des véhicules en route au moyen de systèmes portables de mesure des émissions (ci-après «PEMS»). Les émissions gazeuses à mesurer de l'échappement du moteur comprennent les composants suivants: monoxyde de carbone, hydrocarbures totaux et oxydes d'azote pour les moteurs diesel, auxquels s'ajoute le méthane pour les moteurs à gaz.

Pour les moteurs alimentés à un gaz autre que le gaz naturel, le constructeur, les services techniques ou l'autorité chargée de l'homologation peuvent choisir de mesurer les émissions totales d'hydrocarbures (THC) plutôt que les émissions d'hydrocarbures non méthaniques (HCNM). Si c'est le cas, la limite pour les émissions totales d'hydrocarbures est celle indiquée au paragraphe 5.3 du présent Règlement pour les émissions d'hydrocarbures non méthaniques. La limite applicable dans le calcul des facteurs de conformité aux paragraphes A.1.4.2.3 et A.1.4.3.2 sera alors la limite d'émissions non méthaniques.

De plus, le dioxyde de carbone doit être mesuré afin de permettre les procédures de calcul décrites aux paragraphes A.1.3 et A.1.4.

A.1.2 Procédure d'essai

A.1.2.1 Prescriptions générales

Les essais sont effectués au moyen d'un PEMS comprenant:

- A.1.2.1.1 Des analyseurs de gaz pour mesurer les concentrations des polluants gazeux réglementés dans les gaz d'échappement;
- A.1.2.1.2 Un débitmètre pour mesurer la masse des gaz d'échappement reposant sur un tube de Pitot donnant une valeur moyenne, ou un principe équivalent;
- A.1.2.1.3 Un système de positionnement satellitaire (ci-après «GPS»);
- A.1.2.1.4 Des capteurs pour mesurer la température et la pression ambiantes;
- A.1.2.1.5 Une connexion à l'ECU du véhicule.

A.1.2.2 Paramètres d'essai

Les paramètres résumés au tableau 1 sont mesurés et enregistrés:

Tableau 1
Paramètres d'essai

Paramètre	Unité	Source
Concentration THC ¹	ppm	Analyseur
Concentration CO ¹	ppm	Analyseur
Concentration NO _x ¹	ppm	Analyseur
Concentration CO ₂ ¹	ppm	Analyseur
Concentration CH ₄ ^{1,2}	ppm	Analyseur
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	tours/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 du véhicule	degrés	GPS
Longitude du véhicule	degrés	GPS

Notes:

¹ Mesurée ou rapportée dans des conditions humides.

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, soit b) le couple net calculé à partir du couple réel en pour cent du moteur, du couple de friction et du couple de référence selon la norme SAE J1939-71.

A.1.2.3 Préparation du véhicule

La préparation du véhicule doit inclure les opérations suivantes:

- a) La vérification du système OBD: tout problème détecté, une fois résolu, est enregistré et présenté à l'autorité chargée de l'homologation;
- b) Le remplacement de l'huile, du carburant et du réactif, le cas échéant.

- A.1.2.4 Installation de l'équipement de mesure
- A.1.2.4.1 Unité principale
- Autant que possible, l'unité PEMS est installée à un endroit où elle sera exposée le moins possible aux éléments suivants:
- a) Variations de la température ambiante;
 - b) Variations de la pression ambiante;
 - c) Rayonnements électromagnétiques;
 - d) Chocs mécaniques et vibrations;
 - e) Hydrocarbures ambiants – en cas d'utilisation d'un analyseur FID qui utilise l'air ambiant pour le brûleur FID.
- L'installation doit être faite conformément aux instructions du fabricant de l'unité PEMS.
- A.1.2.4.2 Débitmètre des gaz d'échappement
- Le débitmètre des gaz d'échappement est fixé au pot d'échappement du véhicule. Les capteurs EFM doivent être placés entre deux pièces de tube droit dont la longueur doit être d'au moins deux fois le diamètre de l'EFM (en amont et en aval). Il est recommandé de placer l'EFM après le silencieux du véhicule, pour limiter l'effet des pulsations des gaz d'échappement sur les signaux de mesure.
- A.1.2.4.3 Système de positionnement satellitaire
- L'antenne doit être montée le plus haut possible, sans risquer d'interférer avec des obstacles rencontrés durant l'utilisation sur route.
- A.1.2.4.4 Connexion à l'unité ECU du véhicule
- Un enregistreur de données doit être utilisé pour enregistrer les paramètres du moteur énumérés au tableau 1. Cet enregistreur peut faire usage du bus CAN (Control Area Network) du véhicule pour accéder aux données ECU diffusées sur le CAN conformément à des protocoles standard tels que SAE J1939, J1708 ou ISO 15765-4.
- A.1.2.4.5 Prélèvement des émissions de gaz
- La conduite de prélèvement doit être chauffée conformément aux spécifications du paragraphe A.2.2.3 de l'appendice 2 de la présente annexe et correctement isolée aux points de connexion (sonde de prélèvement et arrière de l'unité principale), pour éviter la présence de points froids qui pourraient conduire à une contamination du système de prélèvement par des hydrocarbures concentrés.
- La sonde de prélèvement doit être installée dans le tuyau d'échappement conformément aux prescriptions du paragraphe 9.3.10 de l'annexe 4.
- Si la longueur de la conduite de prélèvement est modifiée, les temps de transport du système doivent être vérifiés et, si nécessaire, corrigés.

- A.1.2.5 Procédures avant l'essai
- A.1.2.5.1 Démarrage et stabilisation des instruments PEMS
- Les unités principales doivent être échauffées et stabilisées conformément aux spécifications du fabricant des instruments jusqu'à ce que les pressions, les températures et les débits aient atteint leurs points de fonctionnement fixés.
- A.1.2.5.2 Nettoyage du système de prélèvement
- Pour prévenir la contamination du système, les conduites de prélèvement des instruments PEMS doivent être purgées jusqu'à ce que le prélèvement commence, conformément aux spécifications du fabricant des instruments.
- A.1.2.5.3 Vérification et étalonnage des analyseurs
- L'étalonnage de la mise à zéro et du réglage d'échelle et les contrôles de linéarité des analyseurs doivent être effectués au moyen de gaz d'étalonnage satisfaisant aux prescriptions du paragraphe 9.3.3 de l'annexe 4.
- A.1.2.5.4 Nettoyage de l'EFM
- L'EFM doit être purgé aux connexions du transmetteur de pression conformément aux spécifications du fabricant de l'instrument. Cette opération doit éliminer la condensation et les particules de gazole des conduites sous pression et des ports associés de mesure de la pression des tubulures de circulation des gaz.
- A.1.2.6 Exécution de l'essai de mesure des émissions
- A.1.2.6.1 Démarrage de l'essai
- Le prélèvement d'émissions, la mesure des paramètres d'échappement et l'enregistrement des données sur le moteur et les conditions ambiantes doivent débiter avant le démarrage du moteur. L'évaluation des données doit commencer après que la température du liquide de refroidissement a atteint 343 K (70 °C) pour la première fois ou après que la température du liquide de refroidissement s'est stabilisée dans une fourchette de +/-2K durant une période de 5 min, la condition réalisée en premier étant retenue, mais pas plus de 20 min après le démarrage du moteur.
- A.1.2.6.2 Exécution de l'essai
- Le prélèvement d'émissions, la mesure des paramètres d'échappement et l'enregistrement des données sur le moteur et les conditions ambiantes doivent se poursuivre pendant toute la durée d'utilisation normale du moteur. Le moteur peut être arrêté et redémarré mais le prélèvement des émissions doit continuer pendant toute la durée de l'essai.
- Des vérifications périodiques des analyseurs de gaz PEMS doivent être effectuées au moins toutes les 2 h. Les données enregistrées pendant les vérifications doivent être signalées et ne doivent pas être utilisées pour les calculs des émissions.
- A.1.2.6.3 Fin de la séquence d'essai
- À l'achèvement de l'essai, le prélèvement doit continuer jusqu'à ce que les temps de réponse du système se soient écoulés. Le moteur peut être coupé avant ou après l'arrêt du prélèvement.

- A.1.2.7 Vérification des mesures
- A.1.2.7.1 Contrôle des analyseurs
- Les contrôles de la mise à zéro, du réglage d'échelle et de la linéarité des analyseurs décrits au paragraphe A.1.2.5.3 doivent être effectués au moyen de gaz d'étalonnage satisfaisant aux prescriptions du paragraphe 9.3.3 de l'annexe 4.
- A.1.2.7.2 Dérive du zéro
- La réponse au gaz de mise à zéro est définie comme étant la réponse moyenne, y compris le bruit, à un gaz de mise à zéro durant un intervalle d'au moins 30 s. La dérive de la réponse au gaz de mise à zéro doit être inférieure à 2 % de la pleine échelle sur la gamme la plus basse utilisée.
- A.1.2.7.3 Dérive de l'échelle
- La réponse au gaz de réglage d'échelle est définie comme étant la réponse moyenne, y compris le bruit, à un gaz d'étalonnage durant un intervalle d'au moins 30 s. La dérive de la réponse au gaz de réglage d'échelle doit être inférieure à 2 % de la pleine échelle sur la gamme la plus basse utilisée.
- A.1.2.7.4 Vérification de la dérive
- Celle-ci ne s'applique que si, durant l'essai, aucune correction de la dérive du zéro n'a été effectuée.
- Dès que possible mais pas plus tard que 30 min après l'achèvement de l'essai, on procède à un réglage du zéro et de l'échelle sur l'analyseur utilisé afin de vérifier leur dérive par rapport aux résultats avant l'essai.
- Les dispositions suivantes s'appliquent à la dérive de l'analyseur:
- Si la différence entre les résultats avant et après l'essai est inférieure à 2 % comme spécifié aux paragraphes A.1.2.7.2 et A.1.2.7.3, les concentrations mesurées peuvent être utilisées sans correction ou peuvent être corrigées de la dérive conformément au paragraphe A.1.2.7.5;
 - Si la différence entre les résultats avant et après l'essai est égale ou supérieure à 2 % comme spécifié aux paragraphes A.1.2.7.2 et A.1.2.7.3, l'essai est annulé ou les concentrations mesurées sont corrigées de la dérive conformément au paragraphe A.1.2.7.5.
- A.1.2.7.5 Correction de la dérive
- Si une correction de la dérive est appliquée conformément au paragraphe A.1.2.7.4, les valeurs de concentration corrigées doivent être calculées conformément au paragraphe 8.6.1 de l'annexe 4.
- La différence entre les valeurs d'émissions non corrigées et les valeurs d'émissions spécifiques corrigées doit se situer dans une fourchette de ± 6 % des valeurs d'émissions spécifiques non corrigées. Si la dérive est supérieure à 6 %, l'essai est annulé. Si une correction de la dérive est appliquée, seuls les résultats des émissions corrigées de la dérive doivent être utilisés pour rapporter les valeurs d'émissions.

A.1.3 Calcul des émissions

Le résultat final de l'essai doit être arrondi en une étape au nombre de décimales à droite de la virgule indiqué par la norme d'émission 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 des émissions spécifiques.

A.1.3.1 Synchronisation des données

Pour minimiser l'effet de décalage de l'intervalle entre les différents signaux sur le calcul des émissions massiques, les données pertinentes pour le calcul des émissions doivent être synchronisées, comme décrit aux paragraphes A.1.3.1.1 à A.1.3.1.4.

A.1.3.1.1 Données des analyseurs de gaz

Les données des analyseurs de gaz doivent être correctement alignées en utilisant la procédure indiquée au paragraphe 9.3.5 de l'annexe 4.

A.1.3.1.2 Analyseurs de gaz et données EFM

Les données des analyseurs de gaz doivent être correctement alignées avec les données de l'EFM en utilisant la procédure indiquée au paragraphe A.1.3.1.4.

A.1.3.1.3 Données des PEMS et données du moteur

Les données des PEMS (analyseurs de gaz et EFM) doivent être correctement alignées avec les données de l'unité ECU du moteur en utilisant la procédure indiquée au paragraphe A.1.3.1.4.

A.1.3.1.4 Procédure pour une synchronisation améliorée des données PEMS

Les données d'essai énumérées au tableau 1 sont subdivisées en trois catégories différentes:

- 1: Analyseurs de gaz (concentrations THC, le cas échéant CH₄, CO, CO₂, NO_x);
- 2: Débitmètre des gaz d'échappement (débit massique et température des gaz d'échappement);
- 3: Moteur (couple, vitesse, températures, débit de carburant, régime du moteur mesurés par l'ECU).

La synchronisation de chaque catégorie avec les autres catégories doit être vérifiée en trouvant le coefficient de corrélation le plus élevé entre deux séries de paramètres. Tous les paramètres d'une catégorie doivent être décalés pour maximiser le facteur de corrélation. Les paramètres suivants doivent être utilisés pour calculer les coefficients de corrélation:

Pour synchroniser:

- a) Les catégories 1 et 2 (données des analyseurs et de l'EFM) avec la catégorie 3 (données du moteur): la vitesse du véhicule mesurée par le GPS et l'ECU;
- b) La catégorie 1 avec la catégorie 2: la concentration de CO₂ et la masse des gaz d'échappement;
- c) La catégorie 2 avec la catégorie 3: la concentration de CO₂ et le débit de carburant du moteur.

A.1.3.2 Vérifications de la cohérence des données

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 8.4.1.6 de l'annexe 4. Une régression linéaire doit être appliquée pour les valeurs mesurées et calculées du débit de carburant. On applique à cette fin la méthode des moindres carrés, l'équation de meilleur ajustement ayant la forme:

$$y = mx + b$$

où:

y est le débit de carburant du moteur calculé [g/s];

m est la pente de la droite de régression;

x est le débit de carburant du moteur mesuré [g/s];

b est l'ordonnée à l'origine de la droite de régression.

La pente (m) et le coefficient de détermination (r^2) doivent être calculés pour chaque ligne de régression. Il est recommandé d'effectuer cette analyse dans la plage de 15 % de la valeur maximale à la valeur maximale et à une fréquence supérieure ou égale à 1 Hz. Pour qu'un essai soit considéré comme valable, les deux critères suivants doivent être évalués:

Tableau 2
Tolérances

Pente de la droite de régression, m	0,9 à 1,1 – Recommandé
Coefficient de détermination r^2	min. 0,90 – Obligatoire

A.1.3.2.2 Données de couple ECU

La cohérence des données de couple ECU doit être vérifiée en comparant les valeurs de couple ECU maximales à différents régimes moteur avec les valeurs correspondantes de la courbe de couple officielle du moteur à pleine charge conformément au paragraphe 5 de la présente annexe.

A.1.3.2.3 Consommation de carburant spécifique

La consommation de carburant spécifique (BSFC) doit être vérifiée en utilisant:

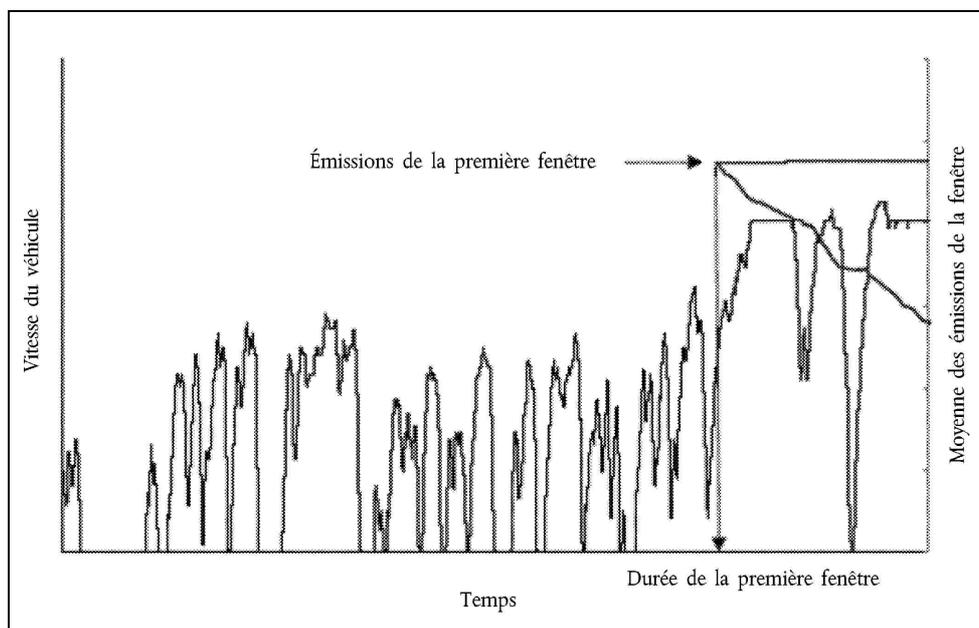
- a) La consommation de carburant calculée à partir des données d'émissions (données de concentrations et de débit massique des gaz d'échappement des analyseurs de gaz), selon la formule indiquée au paragraphe 8.4.1.6 de l'annexe 4;
- b) Le travail calculé en utilisant les données de l'ECU (coupe et régime du moteur).

A.1.3.2.4 Compteur kilométrique

La distance indiquée par le compteur kilométrique du véhicule doit être contrôlée par rapport aux données GPS et vérifiée.

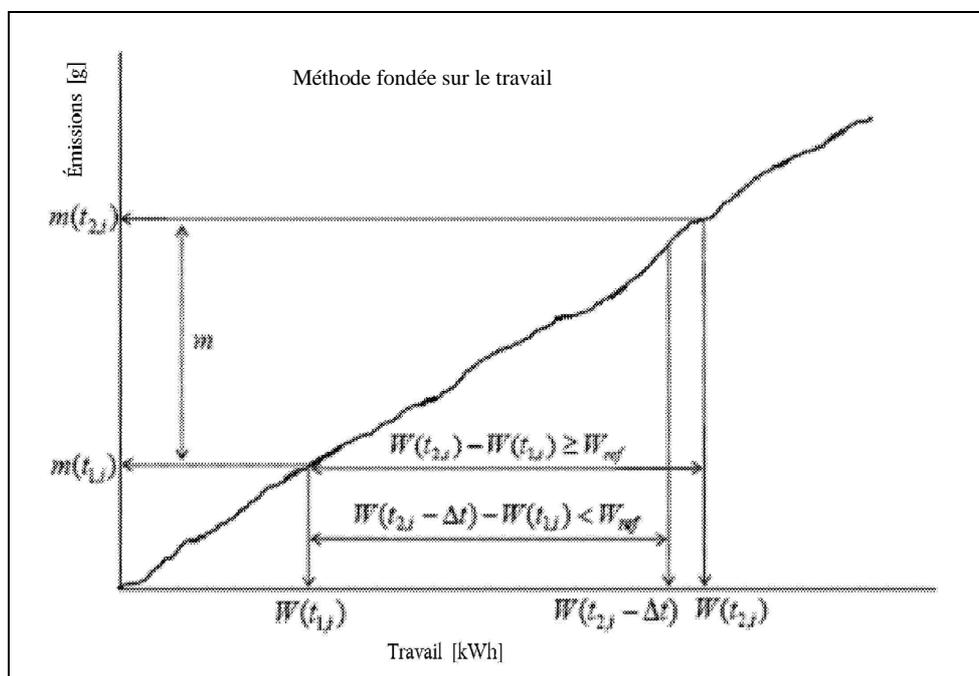
- A.1.3.2.5 Pression ambiante
La valeur de la pression ambiante doit être contrôlée par rapport à l'altitude indiquée par les données GPS.
- A.1.3.3 Corrections pour conditions sèches ou conditions humides
Si la concentration est mesurée sur une base sèche, elle doit être convertie en base humide conformément à la formule indiquée au paragraphe 8.1 de l'annexe 4.
- A.1.3.4 Correction des émissions de NO_x pour l'humidité et la température
Les concentrations de NO_x mesurées par les PEMS ne doivent pas être corrigées pour tenir compte de la température et de l'humidité de l'air ambiant.
- A.1.3.5 Calcul des émissions gazeuses instantanées
Les émissions massiques doivent être déterminées de la manière décrite au paragraphe 8.4.2.3 de l'annexe 4.
- A.1.4 Détermination des émissions et facteurs de conformité**
- A.1.4.1 Principe de la fenêtre de centrage
Les émissions doivent être intégrées en utilisant une méthode de fenêtre mobile de calcul de moyenne, fondée sur la masse de CO₂ de référence ou sur le travail de référence. Le principe du calcul est le suivant: les émissions massiques ne sont pas calculées pour l'ensemble de données complet mais pour des sous-ensembles de l'ensemble de données complet, la longueur de ces sous-ensembles étant déterminée de manière à correspondre à la masse de CO₂ du moteur ou au travail mesurés sur le cycle transitoire du laboratoire de référence. Les calculs de moyenne mobile sont effectués avec un incrément de temps Δt égal à la période de prélèvement de données. Ces sous-ensembles utilisés pour calculer la moyenne des données d'émissions sont appelés «fenêtres de calcul de moyenne» dans les sections suivantes.
- Toute section de données invalidées ne doit pas être considérée pour le calcul du travail ou de la masse de CO₂ et les émissions de la fenêtre de calcul de moyenne.
- Les données suivantes doivent être considérées comme des données invalidées:
- La vérification périodique des instruments et/ou après les vérifications de la dérive du zéro;
 - Les données extérieures aux conditions spécifiées aux paragraphes 4.2 et 4.3 de la présente annexe.
- Les émissions massiques (mg/fenêtre) doivent être déterminées de la manière décrite au paragraphe 8.4.2.3 de l'annexe 4.

Figure 1
Vitesse du véhicule et temps et émissions moyennes du véhicule,
à partir de la première fenêtre de calcul de moyenne, et temps



A.1.4.2 Méthode fondée sur le travail

Figure 2
Méthode fondée sur le travail



La durée $(t_{2,i} - t_{1,i})$ de la i^e fenêtre de calcul de moyenne est déterminée par:

$$W(t_{2,i}) - W(t_{1,i}) \geq W_{\text{ref}}$$

où:

$W(t_{j,i})$ est le travail du moteur mesuré entre le point de départ et le temps $t_{j,i}$, en kWh;

W_{ref} est le travail du moteur pour le cycle WHTC, en kWh.

$t_{2,i}$ est sélectionné de telle sorte que:

$$W(t_{2,i} - \Delta t) - W(t_{1,i}) < W_{ref} \leq W(t_{2,i}) - W(t_{1,i})$$

où Δt est la période de prélèvement de données, égale à 1 seconde ou moins.

A.1.4.2.1 Calcul des émissions spécifiques

Les émissions spécifiques e_{gas} (mg/kWh) doivent être calculées pour chaque fenêtre et chaque polluant de la manière suivante:

$$e_{gas} = \frac{m}{W(t_{2,i}) - W(t_{1,i})}$$

où:

m est l'émission massique du composant, en mg/fenêtre;

$W(t_{2,i}) - W(t_{1,i})$ est le travail du moteur durant la i^e fenêtre de calcul de moyenne, en kWh.

A.1.4.2.2 Sélection de fenêtres valides

Les fenêtres valides sont les fenêtres dont la puissance moyenne excède le seuil de puissance de 20 % de la puissance maximale du moteur. Le pourcentage de fenêtres valides doit être égal ou supérieur à 50 %.

A.1.4.2.2.1 Si le pourcentage de fenêtres valides est inférieur à 50 %, l'évaluation des données doit être répétée en utilisant des seuils de puissance plus faibles. Le seuil de puissance doit être réduit par incréments de 1 % jusqu'à ce que le pourcentage de fenêtres valides soit égal ou supérieur à 50 %.

A.1.4.2.2.2 En tout état de cause, le seuil inférieur ne doit pas être inférieur à 15 %.

A.1.4.2.2.3 L'essai doit être annulé si le pourcentage de fenêtres valides est inférieur à 50 % à un seuil de puissance de 15 %.

A.1.4.2.3 Calcul des facteurs de conformité

Les facteurs de conformité doivent être calculés pour chaque fenêtre valide individuelle et chaque polluant individuel de la manière suivante:

$$CF = \frac{e}{L}$$

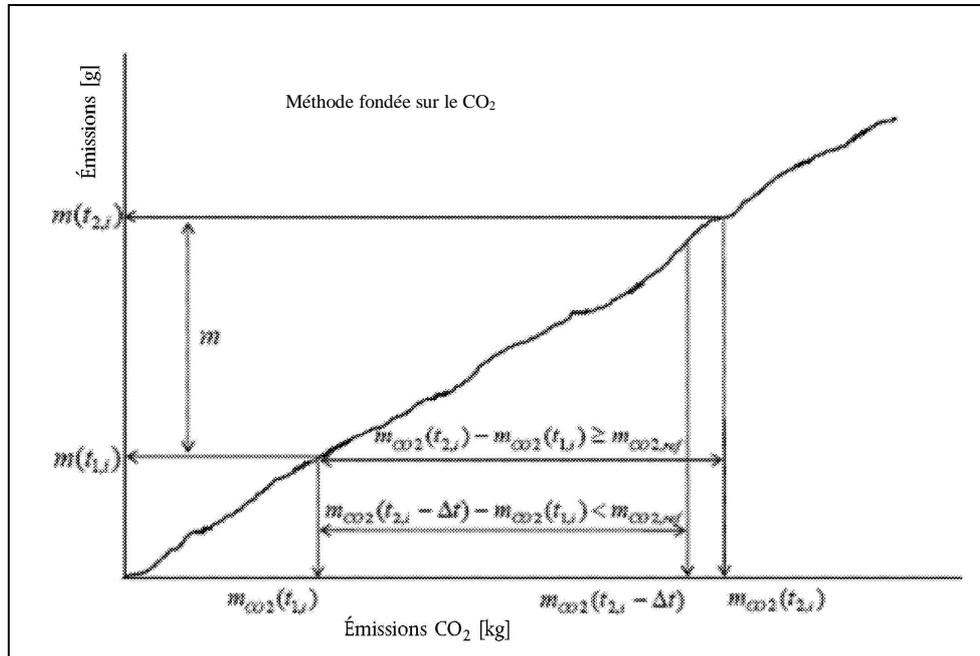
où:

e est l'émission spécifique du composant, en mg/kWh;

L est la limite applicable, en mg/kWh.

A.1.4.3 Méthode fondée sur la masse de CO₂

Figure 3
Méthode fondée sur la masse de CO₂



La durée $(t_{2,i} - t_{1,i})$ de la i° fenêtre de centrage est déterminée par:

$$m_{\text{CO}_2}(t_{2,i}) - m_{\text{CO}_2}(t_{1,i}) \geq m_{\text{CO}_2,\text{ref}}$$

où:

$m_{\text{CO}_2}(t_{j,i})$ est la masse de CO₂ mesurée entre le point de départ de l'essai et le temps $t_{j,i}$, en kg;

$m_{\text{CO}_2,\text{ref}}$ est la masse de CO₂ déterminée pour le WHTC, en kg.

$t_{2,i}$ doit être sélectionné de telle sorte que:

$$m_{\text{CO}_2}(t_{2,i} - \Delta t) - m_{\text{CO}_2}(t_{1,i}) < m_{\text{CO}_2,\text{ref}} \leq m_{\text{CO}_2}(t_{2,i}) - m_{\text{CO}_2}(t_{1,i})$$

où Δt est la période de prélèvement de données, égale à 1 seconde ou moins.

Les masses de CO₂ sont calculées dans les fenêtres en intégrant les émissions instantanées calculées conformément aux prescriptions introduites au paragraphe A.1.3.5.

A.1.4.3.1 Sélection de fenêtres valides

Les fenêtres valides sont les fenêtres dont la durée n'excède pas la durée maximum calculée à partir de:

$$D_{\text{max}} = 3600 \cdot \frac{W_{\text{ref}}}{0.2 \cdot P_{\text{max}}}$$

où:

D_{\max} est la durée maximum de la fenêtre, en s;

P_{\max} est la puissance maximum du moteur, en kW.

A.1.4.3.1.1 Si le pourcentage de fenêtres valides est inférieur à 50 %, l'évaluation des données doit être répétée en recourant à des durées de fenêtre plus longues. Pour cela, on diminue la valeur de 0,2 dans la formule indiquée au paragraphe A.1.4.3.1, par incréments de 0,01 jusqu'à ce que le pourcentage de fenêtres valides soit égal ou supérieur à 50 %.

A.1.4.3.1.2 En tout état de cause, la valeur diminuée dans la formule ci-dessus ne doit pas descendre sous 0,15.

A.1.4.3.1.3 L'essai est annulé si le pourcentage de fenêtres valides est inférieur à 50 % à une durée maximum de fenêtre calculée conformément aux paragraphes A.1.4.3.1, A.1.4.3.1.1 et A.1.4.3.1.2.

A.1.4.3.2 Calcul des facteurs de conformité

Les facteurs de conformité doivent être calculés pour chaque fenêtre individuelle et chaque polluant individuel de la manière suivante:

$$CF = \frac{CF_1}{CF_C}$$

avec $CF_1 = \frac{m}{m_{CO_2}(t_{2,i}) - m_{CO_2}(t_{1,i})}$ (ratio en service) et

$$CF_C = \frac{m_L}{m_{CO_2,ref}}$$
 (ratio de certification)

où:

m est l'émission massique du composant, en mg/fenêtre;

$m_{CO_2}(t_{2,i}) - m_{CO_2}(t_{1,i})$ est la masse de CO_2 durant la i^e fenêtre de centrage, en kg;

$m_{CO_2,ref}$ est la masse de CO_2 du moteur déterminée pour le WHTC, en kg;

m_L est l'émission massique du composant correspondant à la limite applicable sur le cycle WHTC, en mg.

Annexe 8

Appendice 2

Équipement de mesure portable

A.2.1 Généralités

Les émissions gazeuses doivent être mesurées conformément à la procédure énoncée à l'appendice 1 de la présente annexe. Le présent appendice décrit les caractéristiques de l'équipement de mesure portable qui doit être utilisé pour effectuer ces essais.

A.2.2 Équipement de mesure

A.2.2.1 Spécifications générales des analyseurs de gaz

Les spécifications des analyseurs de gaz PEMS doivent satisfaire aux prescriptions énoncées au paragraphe 9.3.1 de l'annexe 4.

A.2.2.2 Technologie des analyseurs de gaz

Les gaz doivent être analysés en utilisant les technologies spécifiées au paragraphe 9.3.1 de l'annexe 4.

L'analyseur d'oxydes d'azote peut également être du type ultraviolet non dispersif (NDUV).

A.2.2.3 Prélèvement des émissions de gaz

Les sondes de prélèvement doivent satisfaire aux prescriptions définies au paragraphe A.2.1.2 de l'appendice 2 de l'annexe 4. La conduite de prélèvement doit être chauffée à 190 °C (+/- 10 °C).

A.2.2.4 Autres instruments

Les instruments de mesure doivent satisfaire aux prescriptions indiquées au tableau 7 et au paragraphe 9.3.1 de l'annexe 4.

A.2.3 Équipement auxiliaire

A.2.3.1 Connexion au tuyau d'échappement du débitmètre des gaz d'échappement (EFM)

La pose de l'EFM ne doit pas accroître la contre-pression de plus de la valeur recommandée par le constructeur du moteur, ni accroître la longueur du tuyau d'échappement de plus de 1,2 m. Comme pour tous les composants de l'équipement PEMS, la pose de l'EFM doit satisfaire aux règles de sécurité routière localement applicables et aux prescriptions en matière d'assurance.

A.2.3.2 Emplacement du PEMS et matériel de montage

L'équipement PEMS doit être placé comme indiqué au paragraphe A.1.2.4 de l'appendice 1.

A.2.3.3 Énergie électrique

L'équipement PEMS doit être alimenté en utilisant la méthode décrite au paragraphe 4.6.6 de la présente annexe.

Annexe 8

Appendice 3

Étalonnage de l'équipement de mesure portable

A.3.1 Étalonnage et vérification de l'équipement

A.3.1.1 Gaz d'étalonnage

Les analyseurs de gaz PEMS doivent être étalonnés en utilisant des gaz satisfaisant aux prescriptions énoncées au paragraphe 9.3.3 de l'annexe 4.

A.3.1.2 Essai d'étanchéité

Les essais d'étanchéité des PEMS doivent être menés conformément aux prescriptions énoncées au paragraphe 9.3.4 de l'annexe 4.

A.3.1.3 Vérification du temps de réponse du système analytique

La vérification du temps de réponse du système analytique des PEMS doit être effectuée conformément aux prescriptions énoncées au paragraphe 9.3.5 de l'annexe 4.

Annexe 8

Appendice 4

Méthode de vérification de la conformité du signal de couple de l'ECU

A.4.1 Introduction

Le présent appendice décrit de façon non détaillée la méthode utilisée pour vérifier la conformité du signal de couple de l'ECU durant l'essai ISC-PEMS.

La procédure applicable détaillée est laissée au constructeur du moteur, sous réserve d'approbation par l'autorité chargée de l'homologation.

A.4.2 La méthode du «couple maximum»

A.4.2.1 La méthode du «couple maximum» consiste à démontrer qu'un point sur la courbe de couple maximum de référence en fonction du régime du moteur a été atteint pendant l'essai du véhicule.

A.4.2.2 Si un point sur la courbe de couple maximum de référence en fonction du régime du moteur n'a pas été atteint pendant l'essai d'émissions ISC PEMS, le constructeur est autorisé à modifier la charge du véhicule et/ou le parcours d'essai si nécessaire pour effectuer cette démonstration après l'essai d'émissions ISC PEMS.

Annexe 9A

Système de diagnostic embarqué (OBD)

1. Introduction

1.1 La présente annexe décrit les aspects fonctionnels des systèmes de diagnostic embarqués (OBD) pour la maîtrise des émissions des systèmes moteurs couverts par le présent Règlement.

2. Prescriptions générales

2.1 Les prescriptions générales, y compris les prescriptions ayant spécifiquement trait à la sécurité des systèmes électroniques, sont celles énoncées au paragraphe 4 de l'annexe 9B et celles décrites au paragraphe 2 de la présente annexe.

2.2 Réservé

2.3 Dispositions supplémentaires concernant les prescriptions en matière de surveillance

2.3.1 Injecteurs défaillants

2.3.1.1 Le constructeur doit soumettre à l'autorité chargée de l'homologation une analyse des effets à long terme sur le système de contrôle des émissions d'injecteurs de carburant défaillants (par exemple, obstrués ou encrassés) même si les valeurs limites OBD (OTL) ne sont pas dépassées par suite de ces défaillances.

2.3.1.2 Après la période visée au paragraphe 4.10.7 du présent Règlement, le constructeur doit soumettre à l'autorité chargée de l'homologation un plan des techniques de surveillance qu'il compte utiliser en plus de celles prescrites à l'appendice 3 de l'annexe 9B afin de diagnostiquer les effets dont il est question au paragraphe 2.3.1.1.

2.3.1.2.1 Après approbation de ce plan par l'autorité, le constructeur doit mettre ces techniques en œuvre dans le système OBD pour obtenir une homologation.

2.3.2 Prescription en matière de surveillance concernant les dispositifs de traitement aval des particules.

2.3.2.1 L'efficacité du dispositif de traitement aval des particules, y compris les processus de filtrage et de régénération continue, doit être surveillée sur la base des seuils OBD applicables indiqués au tableau 1.

2.3.2.2 Dans le cas d'un filtre à particules à parois filtrantes pour moteur diesel, le constructeur peut choisir de respecter les prescriptions en matière de surveillance de l'efficacité énoncées à l'appendice 8 de l'annexe 9B plutôt que celles énoncées au paragraphe 2.3.2.1, s'il peut montrer avec documents techniques à l'appui que, lorsqu'il y a dégradation, il existe une corrélation positive entre la perte d'efficacité de la filtration et la perte de pression («différence de pression») entre l'entrée et la sortie du filtre à particules pour moteur diesel dans les conditions de fonctionnement du moteur précisées dans l'essai décrit à l'appendice 8 de l'annexe 9B.

- 2.4 Autre possibilité d'homologation
- 2.4.1 Réserve¹⁴.
- 2.4.2 À la place des prescriptions énoncées au paragraphe 4 de l'annexe 9B et de celles décrites dans la présente annexe, les constructeurs de moteurs dont la production annuelle mondiale de moteurs correspondant au type de moteurs soumis au présent Règlement est inférieure à 500 moteurs par an peuvent obtenir l'homologation de type sur la base des autres prescriptions du présent Règlement lorsque les composants de contrôle des émissions du système moteur font au moins l'objet d'une surveillance de la continuité du circuit et de la rationalité et de la plausibilité des données fournies par les capteurs et lorsque le système de traitement aval fait au moins l'objet d'une surveillance en cas de défaillance fonctionnelle totale. Les constructeurs de moteurs dont la production annuelle mondiale de moteurs correspondant au type de moteurs soumis au présent Règlement est inférieure à 50 moteurs par an peuvent obtenir l'homologation de type sur la base des prescriptions du présent Règlement lorsque les composants de contrôle des émissions du système moteur font au moins l'objet d'une surveillance de la continuité du circuit, et de la rationalité et de la plausibilité des données fournies par les capteurs («surveillance des composants»).
- Un constructeur n'est pas autorisé à utiliser les dispositions alternatives spécifiées dans le présent paragraphe pour plus de 500 moteurs par an.
- 2.4.3 L'autorité chargée de l'homologation doit informer les autres Parties contractantes des circonstances de chaque homologation de type accordée au titre du [des] paragraphe [s 2.4.1 et] 2.4.2.
- 2.5 Conformité de la production
- Le système OBD est soumis aux prescriptions en matière de conformité de la production énoncées au paragraphe 8.4 du présent Règlement.
- Si l'autorité chargée de l'homologation décide que la vérification de la conformité de la production du système OBD est nécessaire, la vérification doit être effectuée conformément aux prescriptions énoncées au paragraphe 8.4 du présent Règlement.
- 3. Prescriptions en matière d'efficacité**
- 3.1 Les prescriptions en matière d'efficacité sont celles énoncées au paragraphe 5 de l'annexe 9B.
- 3.2 Valeurs seuils OBD
- 3.2.1 Les valeurs seuils OBD (ci-après «OTL») applicables au système OBD sont celles spécifiées à la ligne «prescriptions générales» du tableau 1 pour les moteurs à allumage par compression et du tableau 2 pour les moteurs à gaz et les moteurs à allumage commandé équipant des véhicules appartenant aux catégories M₃ à N₂ dont la masse maximale admissible excède 7,5 t ou des véhicules de catégorie N₃.

¹⁴ Le présent paragraphe a été réservé pour les autres possibilités d'homologation ultérieures (par exemple, transposition de la norme Euro VI en Règlement 83).

- 3.2.2 Jusqu'à la fin de la période transitoire visée au paragraphe 4.10.7 du présent Règlement, seules s'appliquent les valeurs seuils OBD spécifiées à la ligne «phase transitoire» du tableau 1 pour les moteurs à allumage par compression et du tableau 2 pour les moteurs à gaz et les moteurs à allumage commandé équipant des véhicules appartenant aux catégories M₃ à N₂ dont la masse maximale admissible excède 7,5 t ou des véhicules de catégorie N₃.

Tableau 1
OTL (Moteurs à allumage par compression)

	Limite en mg/kWh	
	NO _x	Masse PM
Phase transitoire	1 500	25
Prescriptions générales	1 200	25

Tableau 2
OTL (Tous moteurs à gaz et moteurs à allumage commandé équipant des véhicules appartenant aux catégories M₃ à N₂ dont la masse maximale admissible excède 7,5 t et des véhicules de catégorie N₃)

	Limite en mg/kWh	
	NO _x	CO ¹
Phase transitoire	1 500	
Prescriptions générales	1 200	

¹ Les OTL pour CO seront fixées à un stade ultérieur.

4. Prescriptions en matière de justification

- 4.1 Les prescriptions en matière de justification sont celles énoncées aux paragraphes 6 et 7 de l'annexe 9B.

5. Prescriptions en matière de documentation

- 5.1 Les prescriptions en matière de documentation sont celles énoncées au paragraphe 8 de l'annexe 9B.

6. Prescriptions en matière d'efficacité en service

Les prescriptions du présent paragraphe s'appliquent aux moniteurs OBD conformément aux dispositions de l'annexe 9C.

6.1 Prescriptions techniques

- 6.1.1 Les prescriptions techniques pour l'évaluation de l'efficacité en service des systèmes OBD, y compris les prescriptions concernant les protocoles de communication, les numérateurs, les dénominateurs et leur incrément sont celles énoncées à l'annexe 9C.

- 6.1.2 En particulier, le rapport d'efficacité en service IUPR_m d'un moniteur m spécifique du système OBD se calcule par la formule suivante:

$$\text{IUPR}_m = \text{Numérateur}_m / \text{Dénominateur}_m$$

où:

«Numérateur_m» désigne le numérateur d'un moniteur spécifique m; c'est un compteur indiquant le nombre de fois qu'un véhicule a été utilisé de telle manière que toutes les conditions de surveillance nécessaires pour que ce moniteur spécifique détecte un défaut ont été rencontrées; et

«Dénominateur_m» désigne le dénominateur d'un moniteur spécifique m; c'est un compteur indiquant le nombre de cycles de conduite du véhicule qui sont pertinents pour ce moniteur spécifique [ou «au cours desquels se produisent des événements qui sont pertinents pour ce moniteur spécifique.»].

- 6.1.3 Le rapport d'efficacité en service (IUPR_g) d'un groupe g de moniteurs à bord d'un véhicule se calcule par la formule suivante:

$$\text{IUPR}_g = \text{Numérateur}_g / \text{Dénominateur}_g$$

où:

«Numérateur_g» désigne le numérateur d'un groupe g de moniteurs; c'est la valeur effective (Numérateur_m) du moniteur spécifique m qui a le plus faible rapport d'efficacité en service, comme défini au paragraphe 6.1.2, de tous les moniteurs faisant partie de ce groupe g de moniteurs à bord d'un véhicule particulier; et

«Dénominateur_g» désigne le dénominateur d'un groupe g de moniteurs; c'est la valeur effective (Dénominateur_m) du moniteur spécifique m qui a le plus faible rapport d'efficacité en service, comme défini au paragraphe 6.1.2, de tous les moniteurs faisant partie de ce groupe g de moniteurs à bord d'un véhicule particulier.

- 6.2 Rapport d'efficacité en service minimum
- 6.2.1 Le rapport d'efficacité en service IUPR_m d'un moniteur m du système OBD tel que défini au paragraphe 5 de l'annexe 9C doit être supérieur ou égal au rapport d'efficacité en service minimum IUPR_m(min) applicable au moniteur m pendant la durée de vie utile du moteur spécifiée au paragraphe 5.4 du présent Règlement.
- 6.2.2 La valeur du rapport d'efficacité en service minimum IUPR(min) est 0,1 pour tous les moniteurs.
- 6.2.3 Les prescriptions au paragraphe 6.2.1 sont considérées comme satisfaites si, pour tous les groupes de moniteurs g, les conditions suivantes sont remplies:
- 6.2.3.1 La valeur moyenne $\overline{\text{IUPR}}_g$ des valeurs IUPR_g de tous les véhicules équipés de moteurs appartenant à la famille de moteurs OBD considérée est égale ou supérieure à IUPR(min), et
- 6.2.3.2 Plus de 50 % de tous les moteurs considérés au paragraphe 6.2.3.1 ont un IUPR_g égal ou supérieur à IUPR(min).
- 6.3 Prescriptions en matière de documentation
- 6.3.1 La documentation associée à chaque composant ou système surveillé et requise par le paragraphe 8 de l'annexe 9B doit inclure les informations suivantes concernant les données relatives à l'efficacité en service:
- a) Les critères utilisés pour incrémenter le numérateur et le dénominateur;
 - b) Tout critère pour invalider l'incrémenter du numérateur ou du dénominateur.

- 6.3.1.1 Tout critère pour invalider l'incrémentation du dénominateur général doit être ajouté à la documentation visée au paragraphe 6.3.1.
- 6.4 Déclaration de conformité du système OBD en ce qui concerne l'efficacité en service
- 6.4.1 Dans la demande d'homologation de type, le constructeur doit fournir une déclaration de conformité du système OBD en ce qui concerne l'efficacité en service conformément au modèle présenté à l'appendice 2 de la présente annexe. En plus de cette déclaration, le respect des prescriptions du paragraphe 6.1 doit être vérifié à l'aide des règles d'évaluation supplémentaires spécifiées au paragraphe 6.5.
- 6.4.2 Cette déclaration visée au paragraphe 6.4.1 doit être jointe à la documentation relative à la famille de moteurs OBD requise par les paragraphes 5 et 6.3 de la présente annexe.
- 6.4.3 Le constructeur doit conserver des enregistrements qui contiennent toutes les données d'essais, analyses techniques et de fabrication et autres informations servant de base à la déclaration de conformité en matière d'efficacité en service du système OBD. Sur demande, le constructeur doit mettre ces informations à la disposition de l'autorité chargée de l'homologation.
- 6.4.4 Durant la phase transitoire visée au paragraphe 4.10.7 du présent Règlement, le constructeur est dispensé de fournir la déclaration requise par le paragraphe 6.4.1.
- 6.5 Évaluation de l'efficacité en service
- 6.5.1 L'efficacité en service du système OBD et la conformité au paragraphe 6.2.3 de la présente annexe doivent être démontrées au moins conformément à la procédure énoncée à l'appendice 1 de la présente annexe.
- 6.5.2 Les autorités nationales et leurs délégués peuvent procéder à d'autres essais pour vérifier la conformité au paragraphe 6.2.3 de la présente annexe.
- 6.5.2.1 Pour démontrer la non-conformité aux prescriptions du paragraphe 6.2.3 de la présente annexe, sur la base des dispositions du paragraphe 6.5.2 de la présente annexe, les autorités doivent montrer, pour au moins une des prescriptions du paragraphe 6.2.3 de la présente annexe, la non-conformité avec un niveau de confiance statistique de 95 %, sur la base d'un échantillon d'au moins 30 véhicules.
- 6.5.2.2 Le constructeur doit avoir la possibilité d'établir la conformité aux prescriptions du paragraphe 6.2.3 de la présente annexe, pour lesquelles la non-conformité a été démontrée conformément au paragraphe 6.5.2.1 de la présente annexe, en utilisant un essai fondé sur un échantillon d'au moins 30 véhicules, avec une meilleure confiance statistique que dans l'essai mentionné au paragraphe 6.5.2.1.
- 6.5.2.3 Pour les essais réalisés conformément aux paragraphes 6.5.2.1 et 6.5.2.2, tant les autorités que les constructeurs sont tenus de divulguer à l'autre partie les détails pertinents tels que ceux relatifs à la sélection des véhicules.
- 6.5.3 Si la non-conformité aux prescriptions du paragraphe 6.2.3 de la présente annexe est établie conformément aux paragraphes 6.5.1 ou 6.5.2 de la présente annexe, des mesures correctives, conformément au paragraphe 9.3 du présent Règlement doivent être prises.

Annexe 9A

Appendice 1

Évaluation de l'efficacité en service du système de diagnostic embarqué

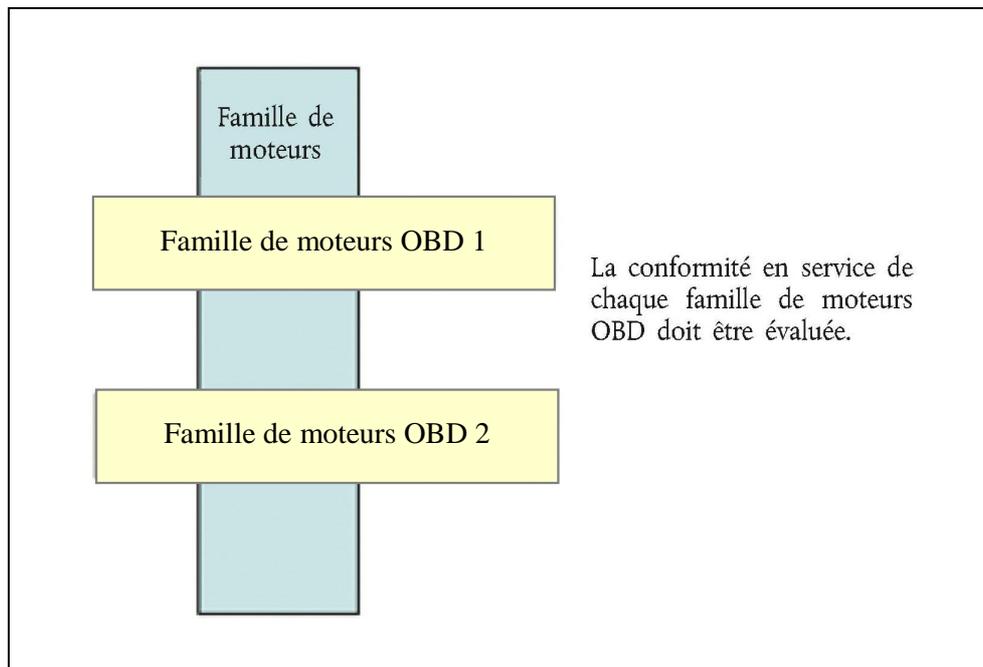
A.1.1 Généralités

A.1.1.1 Le présent appendice énonce la procédure à suivre pour démontrer l'efficacité en service du système OBD par rapport aux dispositions énoncées au paragraphe 6 de la présente annexe.

A.1.2 Procédure pour démontrer l'efficacité en service du système OBD

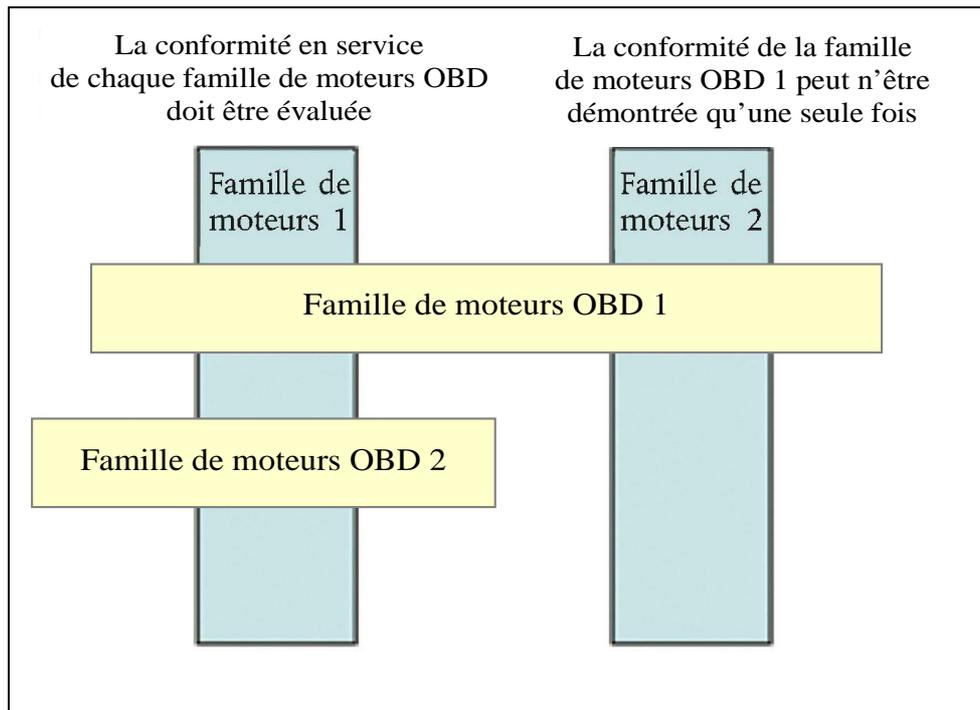
A.1.2.1 L'efficacité en service du système OBD d'une famille de moteurs doit être démontrée par le constructeur à l'autorité chargée de l'homologation qui a accordé l'homologation de type des véhicules ou moteurs concernés. La démonstration implique que l'on prenne en considération l'efficacité en service du système OBD de l'ensemble des familles de moteurs OBD au sein de la famille de moteurs en question (fig. 1).

Figure 1
Deux familles de moteurs OBD au sein d'une famille de moteurs



A.1.2.1.1 La démonstration de l'efficacité en service du système OBD doit être organisée et conduite par le constructeur, en coopération étroite avec l'autorité chargée de l'homologation.

- A.1.2.1.2 Le constructeur peut utiliser, dans la démonstration de la conformité, des éléments pertinents qui avaient été utilisés pour démontrer la conformité d'une famille de moteurs OBD au sein d'une autre famille de moteurs pour autant que cette démonstration antérieure n'ait pas eu lieu plus de deux ans avant la démonstration actuelle (fig. 2).
- A.1.2.1.2.1 Un constructeur ne peut toutefois pas utiliser ces éléments pour démontrer la conformité d'une troisième famille ou d'autres familles de moteurs à moins que chacune de ces démonstrations ait lieu dans les deux ans de la première utilisation des éléments dans une démonstration de conformité.

Figure 2**Conformité précédemment démontrée d'une famille de moteurs OBD**

- A.1.2.2 La démonstration de l'efficacité en service d'un système OBD doit être effectuée au même moment et à la même fréquence que la démonstration de la conformité en service spécifiée à l'annexe 8.
- A.1.2.3 Le constructeur communique à l'autorité chargée de l'homologation l'échéancier et le plan d'échantillonnage des essais de conformité au moment de l'homologation de type initiale d'une nouvelle famille de moteurs.
- A.1.2.4 Les types de véhicules sans interface de communication permettant de recueillir les données nécessaires sur l'efficacité en service comme spécifié à l'annexe 9C, avec des données manquantes ou avec un protocole de données non standard, sont considérés comme non conformes.
- A.1.2.4.1 Les véhicules individuels présentant des pannes mécaniques ou électriques qui empêchent de recueillir les données nécessaires sur l'efficacité en service, comme spécifié à l'annexe 9C, doivent être exclus de l'enquête d'essai de conformité et le type de véhicule ne doit pas être considéré comme non conforme à moins qu'il ne soit pas possible de trouver suffisamment de véhicules satisfaisant aux exigences de l'échantillonnage pour permettre de mener l'enquête correctement.

A.1.2.5 Les types de moteurs ou de véhicules pour lesquels la collecte de données sur l'efficacité en service influence l'efficacité de la surveillance du système OBD doivent être considérés comme non conformes.

A.1.3 Données sur l'efficacité en service du système OBD

A.1.3.1 Les données sur l'efficacité en service du système OBD à prendre en compte pour évaluer la conformité d'une famille de moteurs OBD sont celles enregistrées par le système OBD conformément au paragraphe 6 de l'annexe 9C et obtenues conformément au paragraphe 7 de cette annexe.

A.1.4 Sélection de moteurs ou de véhicules

A.1.4.1 Sélection de moteurs

A.1.4.1.1 Dans le cas où une famille de moteurs OBD est utilisée dans plusieurs familles de moteurs (fig. 2), des moteurs de chacune de ces familles de moteurs doivent être sélectionnés par le constructeur pour démontrer l'efficacité en service de la famille de moteurs OBD.

A.1.4.1.2 Tout moteur d'une famille de moteurs OBD particulière peut être inclus dans la même démonstration, même si les systèmes de surveillance dont ils sont équipés sont de générations différentes ou à des stades de modification différents.

A.1.4.2 Sélection de véhicules

A.1.4.2.1 Segments de véhicules

A.1.4.2.1.1 Pour classer les véhicules devant faire l'objet d'une démonstration, 6 segments de véhicules sont pris en considération:

- a) Pour les véhicules de classe N: véhicules long-courrier, véhicules de distribution, et autres (par exemple, véhicules de construction);
- b) Pour les véhicules de classe M: autocars et autobus interurbains, autobus urbains et autres (par exemple, les véhicules M₁).

A.1.4.2.1.2 Si possible, des véhicules de chaque segment sont sélectionnés dans une enquête.

A.1.4.2.1.3 Il doit y avoir au minimum 15 véhicules par segment.

A.1.4.2.1.4 Dans le cas où une famille de moteurs OBD est utilisée dans plusieurs familles de moteurs (fig. 2), le nombre de moteurs de chacune de ces familles de moteurs au sein d'un segment de véhicules doit être aussi représentatif que possible de leur part du volume, en termes de véhicules vendus et en service, pour ce segment de véhicules.

A.1.4.2.2 Qualification des véhicules

A.1.4.2.2.1 Les moteurs sélectionnés doivent équiper des véhicules immatriculés et utilisés dans un pays des Parties contractantes.

A.1.4.2.2.2 Un dossier d'entretien doit attester que le véhicule sélectionné a été entretenu correctement et qu'il a subi les entretiens nécessaires selon les recommandations du constructeur.

A.1.4.2.2.3 Le bon fonctionnement du système OBD est vérifié. Toute indication de défaut de fonctionnement pertinente pour le système OBD lui-même qui est stockée dans la mémoire OBD doit être consignée et les réparations requises doivent être effectuées.

- A.1.4.2.2.4 Le moteur et le véhicule ne doivent présenter aucune indication de mauvaise utilisation (par exemple, surcharge, utilisation d'un carburant non adapté ou autre utilisation incorrecte), ni d'autres facteurs (par exemple, manipulations non conformes) qui pourraient avoir une incidence sur l'efficacité du système OBD. Les codes d'anomalie du système OBD et les informations sur les heures de fonctionnement stockées dans la mémoire de l'ordinateur doivent faire partie des éléments pris en compte pour déterminer si le véhicule a été malmené ou est autrement inéligible pour une inclusion dans une enquête.
- A.1.4.2.2.5 Tous les composants du système antipollution et du système OBD du véhicule doivent être mentionnés dans les documents d'homologation de type applicables.

A.1.5 Enquêtes concernant l'efficacité en service

- A.1.5.1 Collecte des données concernant l'efficacité en service
- A.1.5.1.1 Conformément aux dispositions du paragraphe A.1.6, le constructeur doit recueillir les informations suivantes du système OBD de chaque véhicule examiné dans le cadre de l'enquête:
- a) Le numéro d'identification du véhicule (VIN);
 - b) Le numérateur_g et le dénominateur_g pour chaque groupe de moniteurs enregistrés par le système conformément aux prescriptions du paragraphe 6 de l'annexe 9C;
 - c) Le dénominateur général;
 - d) La valeur du compteur de cycles d'allumage;
 - e) Le nombre total d'heures de fonctionnement du moteur.
- A.1.5.1.2 Les résultats du groupe de moniteurs évalués doivent être ignorés si la valeur minimale de 25 n'a pas été atteinte pour son dénominateur.
- A.1.5.2 Évaluation de l'efficacité en service
- A.1.5.2.1 Le rapport d'efficacité réel par groupe de moniteurs d'un moteur individuel (IUPR_g) doit être calculé à partir du numérateur_g et du dénominateur_g recueillis du système OBD du véhicule concerné.
- A.1.5.2.2 L'évaluation de l'efficacité en service de la famille de moteurs OBD conformément aux prescriptions du paragraphe 6.5.1 de la présente annexe doit être faite pour chaque groupe de moniteurs au sein de la famille de moteurs OBD considérée dans un segment de véhicules.
- A.1.5.2.3 Pour tout segment de véhicules défini au paragraphe A.1.4.2.1 du présent appendice, l'efficacité en service du système OBD est considérée comme démontrée pour les besoins du paragraphe 6.5.1 de la présente annexe si, et seulement si, pour tout groupe g de moniteurs, les conditions suivantes sont remplies:
- a) La valeur moyenne $\overline{\text{IUPR}}_g$ des valeurs IUPR_g de l'échantillon considéré est supérieure à 88 % de IUPR(min); et
 - b) Plus de 34 % de tous les moteurs de l'échantillon considéré ont une valeur IUPR_g supérieure ou égale à IUPR(min).

A.1.6 Rapport à l'autorité chargée de l'homologation

Le constructeur doit présenter à l'autorité chargée de l'homologation un rapport sur l'efficacité en service de la famille de moteurs OBD, qui contient les informations suivantes:

- A.1.6.1 La liste des familles de moteurs au sein de la famille de moteurs OBD considérée (fig. 1)
- A.1.6.2 Les informations suivantes concernant les véhicules examinés dans la démonstration:
- a) Le nombre total de véhicules examinés dans la démonstration;
 - b) Le nombre et le type de segments de véhicules;
 - c) Le numéro d'identification VIN et une description succincte (type-variante-version) de chaque véhicule.
- A.1.6.3 Des informations sur l'efficacité en service pour chaque véhicule:
- a) Le numérateur_g, le dénominateur_g, et le rapport d'efficacité en service (IUPR_g) pour chaque groupe de moteurs;
 - b) Le dénominateur général, la valeur du compteur de cycles d'allumage, le nombre total d'heures de fonctionnement du moteur.
- A.1.6.4 Les résultats des statistiques d'efficacité en service pour chaque groupe de moteurs:
- a) La valeur moyenne $\overline{IUPR_g}$ des valeurs IUPR_g de l'échantillon;
 - b) Le nombre et le pourcentage de moteurs de l'échantillon pour lesquels la valeur IUPR_g est égale ou supérieure à IUPR_m(min).

Annexe 9A

Appendice 2

Modèle de déclaration de conformité de l'efficacité en service d'un système OBD

«(Nom du constructeur) atteste que les moteurs faisant partie de cette famille de moteurs OBD ont été conçus et fabriqués de manière à satisfaire à l'ensemble des prescriptions des paragraphes 6.1 et 6.2 de l'annexe 9A.

(Nom du constructeur) fait cette déclaration de bonne foi, après avoir effectué une évaluation technique appropriée de l'efficacité en service du système OBD des moteurs faisant partie de la famille de moteurs OBD dans l'ensemble des conditions ambiantes et modes d'utilisation applicables.

[date]»

Annexe 9B

Prescriptions techniques applicables aux systèmes d'autodiagnostic (OBD)

1. Introduction

La présente annexe énonce les prescriptions techniques applicables aux systèmes d'autodiagnostic (OBD) pour les dispositifs antipollution des moteurs qui sont visés par le présent Règlement.

La présente annexe repose sur le Règlement technique mondial applicable aux systèmes de diagnostic embarqué pour véhicules routiers (Règlement technique mondial (OBD (RTM) n° 5).

2. Réserve¹⁵

3. Définitions

3.1 Par «*système d'alarme*», on entend un système embarqué qui informe le conducteur du véhicule ou toute autre personne intéressée que le système OBD a détecté un défaut de fonctionnement.

3.2 Par «*numéro d'identification de l'étalonnage*», on entend le numéro calculé et communiqué par le système de gestion moteur pour valider l'étalonnage et/ou l'intégrité du logiciel.

3.3 Par «*surveillance des composants*», on entend la surveillance des composants amont pour détecter les défaillances du circuit électrique, et les défauts de capteur et des composants aval pour détecter les défaillances du circuit électrique et les défauts d'actionneur. Les composants visés sont reliés électriquement au ou aux calculateur(s) du système de gestion moteur.

3.4 Par «*code défaut confirmé et actif*», on entend le code défaut qui est enregistré lorsque le système OBD conclut à l'existence d'un défaut de fonctionnement.

3.5 Par «*état permanent*», on entend l'état continu dans lequel se trouve l'indicateur de défaut aussi longtemps que le contact est mis et que le moteur est en marche.

3.6 Par «*défaut mineur*», on entend une stratégie de surveillance ou tout autre aspect d'un système OBD qui ne satisfait pas aux prescriptions détaillées de la présente annexe.

3.7 Par «*défaillance d'un circuit électrique*», on entend un défaut de fonctionnement (circuit ouvert ou court-circuit) qui fait que le signal mesuré (tension, intensité, fréquences, etc.) sort des limites normales de la fonction de transfert de la sonde.

¹⁵ La numérotation des paragraphes de la présente annexe correspond à celle du RTM n° 5 sur les WWH-OBD, sauf que certains paragraphes du RTM n'ont pas été repris dans la présente annexe.

- 3.8 Par «*famille de systèmes OBD*», on entend des systèmes de gestion moteur provenant d'un seul et même constructeur et faisant appel aux mêmes méthodes de surveillance et/ou de détection des défauts de fonctionnement des dispositifs antipollution.
- 3.9 Par «*surveillance des valeurs limites d'émission*», on entend la surveillance d'un défaut de fonctionnement conduisant à un dépassement des OTL. Elle consiste à:
- a) Mesurer directement les émissions au moyen d'une ou de plusieurs sondes placées en sortie d'échappement et d'un modèle mettant en corrélation les émissions directes et les émissions prescrites pour le cycle d'essais; et/ou
 - b) Indiquer les augmentations d'émissions au moyen d'une corrélation entre les données d'entrée et/ou de sortie et les émissions prescrites pour le cycle d'essais.
- 3.10 Par «*système de gestion moteur*», on entend le moteur tel qu'il se présenterait pour que ses émissions d'échappement soient soumises à des essais au banc.
- 3.11 Par «*stratégie antipollution en cas de défaut de fonctionnement (MECS)*», on entend une stratégie du système de gestion moteur qui est activée en cas de défaut de fonctionnement du dispositif antipollution.
- 3.12 Par «*état de l'indicateur de défaut*», on entend l'état de commande de l'indicateur de défaut, qui peut être soit permanent, soit demandé, soit provisoire, soit coupé.
- 3.13 «*surveillance*» (voir «*surveillance des valeurs limites d'émission*», «*surveillance de l'efficacité*» et «*surveillance d'un défaut complet de fonctionnement*»).
- 3.14 Par «*cycle d'essais OBD*», on entend le cycle auquel est soumis un système de gestion moteur, au banc d'essai, afin d'évaluer le comportement d'un système OBD en présence d'un composant volontairement détérioré.
- 3.15 Par «*système de gestion moteur de base*», on entend un système de gestion moteur dont la plupart des composants OBD sont représentatifs d'une famille de systèmes de gestion moteur.
- 3.16 Par «*état demandé*», on entend l'état continu dans lequel se trouve l'indicateur de défaut en cas de demande provenant du poste de conduite, contact mis et moteur coupé.
- 3.17 Par «*code défaut d'attente*», on entend le code défaut enregistré par le système OBD lorsqu'un capteur détecte qu'un défaut de fonctionnement a pu se produire pendant la séquence opératoire en cours ou la précédente.
- 3.18 Par «*code défaut provisoire*», on entend un code défaut qui est enregistré par le système OBD lorsqu'un capteur détecte qu'un défaut de fonctionnement a pu se produire, sous réserve d'une évaluation ultérieure. Un code défaut provisoire est un code défaut d'attente qui n'est ni confirmé ni actif.
- 3.19 Par «*code défaut précédemment actif*», on entend un code défaut précédemment confirmé et actif qui reste enregistré une fois que le système OBD conclut que le défaut de fonctionnement qui avait provoqué le code défaut a disparu.

- 3.20 Par «*défaut de capteur*», on entend un défaut de fonctionnement dans lequel le signal émis par un capteur ou un composant diverge de la valeur prévue lorsqu'il est comparé aux signaux provenant d'autres sondes ou composants du système de gestion moteur. Les défauts de capteur incluent les défauts de fonctionnement dans lesquels le signal mesuré (tension, intensité ou fréquence) se situe à l'intérieur des limites nominales de la fonction de transfert de la sonde.
- 3.21 Par «*état de préparation*», on entend l'état dans lequel se trouvent le ou les moniteurs s'ils n'ont pas été réutilisés depuis le dernier effacement sur demande ou ordre externe (par exemple émis par un outil de diagnostic OBD externe).
- 3.22 Par «*état provisoire*», on entend l'état continu dans lequel se trouve l'indicateur de défaut entre le moment où le contact est mis et le moteur mis en marche et le moment où le contact est coupé, qui ne dépasse pas 15 s.
- 3.23 Par «*identification de l'étalonnage du logiciel*», on entend une série de caractères alphanumériques permettant de reconnaître l'étalonnage de la ou des versions du logiciel installé dans le système de gestion moteur.
- 3.24 Par «*surveillance d'un défaut complet de fonctionnement*», on entend la détection d'un défaut de fonctionnement aboutissant à la perte complète d'une fonction.
- 3.25 Par «*cycle de mise en température*», on entend le temps nécessaire au moteur pour que la température du liquide de refroidissement s'élève d'au moins 22 K (22 °C ou 40 °F) et atteigne au moins la température de 333 K (60 °C ou 140 °F)¹⁶.
- 3.26 Abréviations
- | | |
|-----------------|---|
| AES | Stratégie auxiliaire en matière d'émissions |
| CV | Ventilation du carter |
| DOC | Catalyseur à oxydation pour moteur diesel |
| DPF | Filtre à particules, notamment filtre à catalyse ou à régénération continue (CRT) |
| DTC | Code défaut |
| EGR | 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 |
| PM | Particules |
| SCR | Réduction catalytique sélective |

¹⁶ Cela ne signifie pas qu'une sonde de température soit nécessaire pour mesurer la température du liquide de refroidissement.

SW	Essuie-glaces
TFF	Surveillance tout défaut de fonctionnement
VGT	Turbocompresseur à géométrie variable
VVT	Diagramme de distribution variable.

4. Prescriptions générales

Aux termes de la présente annexe, le système OBD doit être capable de détecter les défauts de fonctionnement, de les signaler au moyen d'un indicateur, de les localiser grâce aux données enregistrées dans la mémoire de l'ordinateur et de communiquer lesdites données à une centrale extérieure.

Le système OBD doit être conçu et construit de façon à pouvoir identifier les défauts de fonctionnement pendant toute la durée de vie du véhicule ou du moteur. Pour atteindre cet objectif, les services d'homologation doivent admettre que les systèmes OBD des moteurs ayant dépassé leur durée de vie programmée risquent de perdre de leur efficacité et de leur sensibilité, de telle sorte que les valeurs limites OBD risquent d'être dépassées avant que le système OBD signale tout défaut de fonctionnement au conducteur du véhicule.

Le paragraphe ci-dessus ne prétend pas prolonger la responsabilité du constructeur au-delà de la durée de vie programmée du moteur (c'est-à-dire le temps ou le kilométrage pendant lequel les normes ou limites d'émission continuent de s'appliquer).

4.1 Demande d'homologation d'un système OBD

4.1.1 Homologation initiale

Le constructeur d'un système de gestion moteur peut demander l'homologation d'un système OBD de trois façons:

- a) Il peut demander l'homologation d'un système OBD en apportant la preuve que ce dernier satisfait à toutes les dispositions de la présente annexe;
- b) Il peut demander l'homologation d'une famille de systèmes OBD en apportant la preuve que le système de base satisfait à toutes les dispositions de la présente annexe.

Il peut aussi demander l'homologation d'un système OBD en apportant la preuve qu'il appartient effectivement à la famille de systèmes OBD déjà au bénéfice d'une homologation.

4.1.2 Extension ou modification d'une homologation existante

4.1.2.1 Inclusion d'un nouveau système de gestion moteur dans une famille de systèmes OBD

À la demande du constructeur et sous réserve de l'accord des services d'homologation, un nouveau système de gestion moteur peut être inclus dans une famille de systèmes OBD homologuée, à condition que tous les systèmes de gestion moteur faisant désormais partie de ladite famille utilisent tous les mêmes méthodes de détection des défauts de fonctionnement des dispositifs antipollution.

Si tous les composants OBD du système de gestion moteur de base sont représentatifs du nouveau système de gestion moteur, le système de gestion moteur de base doit rester tel quel et le constructeur doit modifier le dossier d'information conformément au paragraphe 8 de la présente annexe.

Si le nouveau système de gestion moteur contient des composants non représentés dans le système de base mais représente à lui seul l'ensemble de la famille de systèmes, il devrait devenir le nouveau système de gestion moteur de base. Dans cette hypothèse, il faut apporter la preuve que les nouveaux composants satisfont aux prescriptions de la présente annexe et le dossier d'information doit être modifié conformément au paragraphe 8 de la présente annexe.

4.1.2.2 Extension d'homologation pour une modification de conception du système OBD

À la demande du constructeur et sous réserve de l'accord des services d'homologation, l'extension d'une homologation peut être accordée en cas de modification de la conception du système OBD si le constructeur apporte la preuve que les modifications de conception satisfont aux prescriptions de la présente annexe.

Le dossier d'information doit être modifié conformément au paragraphe 8 de la présente annexe.

Si l'homologation existante porte sur une famille de systèmes OBD, le constructeur doit apporter la preuve aux services d'homologation que les méthodes de détection des défauts de fonctionnement des dispositifs antipollution restent les mêmes et que le système de gestion moteur de base reste représentatif de la famille.

4.1.2.3 Modification de l'homologation en cas de reclassement d'un défaut de fonctionnement

Les dispositions du présent paragraphe s'appliquent lorsque, sur demande du service ayant accordé l'homologation, ou de sa propre initiative, le constructeur demande la modification d'une homologation existante afin de faire reclasser un ou plusieurs défauts de fonctionnement.

La conformité du nouveau classement doit ensuite être démontrée conformément aux prescriptions de la présente annexe et le dossier d'information doit être modifié conformément au paragraphe 8 de la présente annexe.

4.2 Prescriptions en matière de surveillance

Tous les composants et les sous-systèmes des dispositifs antipollution faisant partie d'un système de gestion moteur doivent être surveillés par le système OBD conformément aux prescriptions énoncées à l'appendice 3. Le système OBD n'est cependant pas tenu d'utiliser un seul et même moniteur pour détecter chacun des défauts de fonctionnement mentionnés à l'appendice 3.

Le système OBD doit en outre surveiller ses propres composants.

L'appendice 3 dresse la liste des sous-ensembles et des composants qui doivent être surveillés par le système OBD et définissent le mode de surveillance adapté à chacun d'eux (c'est-à-dire surveillance des valeurs limites d'émission, surveillance de l'efficacité, surveillance d'un défaut complet de fonctionnement ou surveillance d'un seul composant).

Le constructeur peut lui aussi décider de soumettre à une surveillance d'autres sous-systèmes et composants.

4.2.1 Choix de la méthode de surveillance

Les services d'homologation peuvent autoriser un constructeur à utiliser une autre méthode de surveillance que celle prescrite à l'appendice 3. Le constructeur doit apporter la preuve que la méthode qu'il a choisie est fiable, opportune et efficace, en faisant valoir notamment des considérations techniques, des résultats d'essai ou encore des accords précédents.

Si un système et/ou un composant n'est pas couvert par l'appendice 3, le constructeur doit soumettre aux autorités d'homologation un concept de surveillance. Celles-ci approuvent le type et la méthode de surveillance choisis (surveillance des valeurs limites d'émission, surveillance de l'efficacité, surveillance d'un défaut complet de fonctionnement ou surveillance d'un seul composant) si le constructeur apporte la preuve que, par rapport à la méthode prescrite à l'appendice 3, la méthode de surveillance retenue est à la fois robuste, opportune et efficace, en faisant valoir des considérations techniques, des résultats d'essai ou encore des accords précédents.

4.2.1.1 Corrélation avec les émissions réelles

Dans le cas de la surveillance des valeurs limites d'émission, une corrélation avec les émissions propres au cycle d'essais doit être exigée. Cette corrélation devrait normalement être démontrée sur un moteur d'essai, en laboratoire.

Dans tous les autres types de surveillance (surveillance de l'efficacité, surveillance d'un défaut complet de fonctionnement ou surveillance d'un seul composant), aucune corrélation avec les émissions réelles n'est nécessaire. Cependant, les services d'homologation peuvent exiger des données d'essai pour vérifier le classement des effets des défauts de fonctionnement comme indiqué au paragraphe 6.2 de la présente annexe.

Exemples:

Un défaut de fonctionnement électrique ne nécessite pas forcément une corrélation car il s'agit d'une défaillance par tout ou rien. Une différence de pression entre l'entrée et la sortie du filtre à particules ne nécessite pas non plus forcément une corrélation car elle ne fait qu'annoncer un défaut de fonctionnement.

Si le constructeur apporte la preuve, conformément aux prescriptions de la présente annexe, que les émissions ne dépasseraient pas les valeurs limites OTL en cas de défaillance complète ou de retrait d'un composant ou d'un système, la surveillance de l'efficacité dudit composant ou système est acceptée.

Lorsqu'un capteur aval sert à surveiller les émissions d'un polluant précis, tous les autres moniteurs peuvent être dispensés d'une nouvelle corrélation avec les émissions réelles du polluant en question. Néanmoins, cette exemption ne dispense pas de la nécessité d'inclure lesdits moniteurs, à l'aide d'autres techniques de surveillance, dans le système OBD, puisque lesdits programmes de surveillance restent nécessaires pour pouvoir localiser le défaut de fonctionnement.

Un défaut de fonctionnement doit toujours être classé conformément au paragraphe 4.5, en fonction de son incidence sur les émissions, quelle que soit la méthode de surveillance utilisée pour déceler ce défaut.

4.2.2 Surveillance des composants (composants ou systèmes d'entrée/sortie)

Dans le cas des composants d'entrée qui appartiennent au système de gestion moteur, le système OBD doit au minimum déceler les défauts de fonctionnement du circuit électrique et, dans la mesure du possible, les défauts de la sonde.

En cas de défaut de la sonde, il faut s'assurer qu'elle n'est réglée ni trop haut ni trop bas.

Dans la mesure du possible, et avec l'accord des services d'homologation, le système OBD doit déceler séparément les défauts de la sonde (dus par exemple à un réglage trop haut ou trop bas) et les défauts de fonctionnement du circuit électrique (tension excessive ou tension insuffisante par exemple). De plus, un code défaut propre à chaque défaut de fonctionnement (par exemple tension insuffisante ou excessive ou réglage trop haut ou trop bas) doit être enregistré.

Dans le cas des composants de sortie qui appartiennent au système de gestion moteur, le système OBD doit au minimum déceler les défauts de fonctionnement électriques et, dans la mesure du possible, tout défaut d'actionneur.

Dans la mesure du possible, et avec l'accord des services d'homologation, le système OBD doit déceler séparément les défauts d'actionneur et les défauts de fonctionnement du circuit électrique (tension excessive ou tension insuffisante par exemple) et enregistrer les codes défaut propres à chaque défaut de fonctionnement (par exemple tension insuffisante ou tension excessive ou défaut d'actionneur).

Le système OBD doit aussi déceler les défauts de capteur au sujet des données provenant de composants qui n'appartiennent pas au système de gestion moteur ou qui leur sont destinées, lorsque ces données mettent en danger le bon fonctionnement des dispositifs antipollution et/ou du système de gestion moteur.

4.2.2.1 Dispense de surveillance des composants

La détection des défauts de fonctionnement du circuit électrique et, dans la mesure du possible, des défauts d'actionneur et de capteur du système de gestion moteur n'est pas nécessaire si toutes les conditions ci-dessous sont réunies:

- a) Le défaut de fonctionnement se traduit par une augmentation d'un polluant inférieure à la moitié des valeurs limites; et
- b) Le défaut de fonctionnement ne provoque pas d'émissions supérieures aux valeurs limites¹⁷; et
- c) Le défaut de fonctionnement n'affecte pas un composant ou un système indispensable au bon fonctionnement du système OBD; et
- d) Le défaut de fonctionnement ne retarde ni n'affecte notablement le fonctionnement du dispositif antipollution tel qu'il est prévu à l'origine (ainsi, par exemple, une panne du système de réchauffage du réactif par temps froid ne suffit pas à justifier une dérogation).

¹⁷ La valeur mesurée doit être considérée compte tenu de la précision du banc dynamométrique et du surcroît de variabilité des résultats des essais dû au défaut de fonctionnement.

La détermination de l'incidence sur les émissions doit être effectuée sur un système de gestion moteur à l'état stabilisé, placé dans une chambre d'essai à banc dynamométrique, conformément aux procédures définies dans la présente annexe.

Dans les cas où une telle démonstration ne serait pas concluante en ce qui concerne le critère d), le constructeur doit soumettre à l'autorité d'homologation des éléments de conception utiles, comme des règles de bonne pratique, des analyses techniques, des exercices de simulation, des résultats d'essais, etc.

4.2.3 Fréquence des contrôles

Les moniteurs doivent fonctionner en continu, chaque fois que les conditions de surveillance sont remplies, ou encore une seule fois par séquence (par exemple dans le cas des moniteurs qui provoquent une augmentation des émissions, lorsqu'ils sont en fonctionnement).

À la demande du constructeur, l'autorité d'homologation peut homologuer des programmes de surveillance qui ne fonctionnent pas en continu. Dans ce cas, le constructeur doit donner à l'autorité d'homologation des informations claires sur les modalités de leur fonctionnement et justifier la proposition en l'appuyant sur des éléments de conception utiles (par exemple des règles de bonne pratique).

Les moniteurs doivent fonctionner pendant le cycle d'essais OBD pertinent tel que défini au paragraphe 7.2.2.

Un programme de surveillance est considéré comme fonctionnant en continu s'il quantifie les données à la fréquence d'au moins deux fois par seconde et s'il conclut à la présence ou à l'absence de défaut intéressant ce programme de surveillance dans un délai de 15 s. Si le composant d'entrée ou de sortie d'un ordinateur est quantifié à une fréquence de moins de deux fois par seconde aux fins de la gestion moteur, le programme de surveillance est aussi considéré comme fonctionnant en continu si le système conclut à la présence ou à l'absence de défaut intéressant ce programme de surveillance à chaque opération de quantification.

Dans le cas des composants ou des systèmes soumis à une surveillance en continu, il n'est pas obligatoire d'activer un composant ou un système de sortie à la seule fin de surveiller ledit composant ou système.

4.3 Prescriptions applicables à l'enregistrement de données OBD

Lorsqu'un défaut de fonctionnement a été décelé mais n'est pas confirmé, il est considéré comme un «code défaut provisoire» et doit donc être enregistré comme un «code défaut d'attente». Un «code défaut provisoire» ne doit pas entraîner l'activation du système d'alerte comme prévu au paragraphe 4.6.

Pendant la première séquence opératoire, un défaut de fonctionnement peut être directement considéré comme «confirmé et actif», sans avoir été préalablement considéré comme un «code défaut provisoire». Il doit recevoir le statut de «code défaut d'attente» et le statut de «code défaut confirmé et actif».

Si un défaut de fonctionnement ayant l'état «précédemment actif» se reproduit, il peut, au choix du constructeur, être directement affecté soit d'un «code défaut instantané» soit d'un «code défaut confirmé et actif» sans avoir été affecté d'un «code défaut potentiel». Si ce défaut de fonctionnement est affecté d'un «code défaut potentiel», il doit continuer à être considéré comme précédemment actif pendant la durée où il n'est pas encore à l'état confirmé et actif.

Le système de surveillance doit conclure s'il existe un défaut de fonctionnement avant la fin de la séquence suivant immédiatement sa première détection. À ce moment-là, l'état «code défaut confirmé et actif» doit être mis en mémoire et le système d'alarme être activé conformément au paragraphe 4.6.

En cas de MECS réversible (c'est-à-dire lorsque tout revient automatiquement à la normale et que la MECS est désactivée dès le redémarrage du moteur), un «code défaut confirmé et actif» ne doit pas être mis en mémoire sauf si la MECS est réactivée avant la fin de la séquence suivante. Au contraire, s'il s'agit d'une MECS non réversible, le «code défaut confirmé et actif» doit être mis en mémoire dès que la MECS est activée.

Dans certains cas précis, les moniteurs peuvent nécessiter plus de deux séquences pour pouvoir déceler avec précision un défaut de fonctionnement et le confirmer (par exemple les moniteurs utilisant des modèles statistiques ou lorsqu'il s'agit de la consommation du véhicule) et les services d'homologation peuvent autoriser l'utilisation de plus de deux séquences à condition que le constructeur en justifie la nécessité à long terme, par exemple en faisant valoir des arguments techniques, les résultats d'expériences ou l'usage.

Lorsqu'un défaut de fonctionnement confirmé et actif n'est plus décelé par le système pendant la durée totale d'une séquence opératoire, on doit lui donner le statut de précédemment actif dès le début de la séquence suivante jusqu'à ce que les données OBD liées à ce défaut de fonctionnement soient effacées par un analyseur ou effacées de la mémoire de l'ordinateur comme indiqué au paragraphe 4.4.

Note: Les prescriptions énoncées dans le présent paragraphe sont illustrées à l'appendice 2.

4.4 Prescriptions applicables à l'effacement de données OBD

Le code défaut et les informations pertinentes (y compris la trame fixe) ne doivent pas être effacés de la mémoire de l'ordinateur par le système OBD aussi longtemps que le code défaut n'a pas eu le statut de précédemment actif pendant au moins 40 cycles de mise en température ou pendant 200 h de fonctionnement moteur, si cette échéance est atteinte plus tôt. Le système OBD doit effacer tous les codes défaut et les informations correspondantes (y compris la trame fixe) à la demande d'un analyseur ou d'un instrument d'entretien.

4.5 Prescriptions applicables au classement des défauts de fonctionnement

Le classement des défauts de fonctionnement attribue une classe à chacun d'eux au moment de sa détection, conformément aux prescriptions du paragraphe 4.2 de la présente annexe.

Les défauts sont affectés à une classe pour toute la durée de vie du véhicule, à moins que les services d'homologation ou le constructeur ne décide qu'un reclassement est nécessaire.

Si un défaut de fonctionnement est classé différemment en fonction du polluant considéré ou de son incidence sur d'autres moniteurs, le défaut est affecté à la classe qui l'emporte compte tenu de l'affichage sélectif.

En cas de déclenchement de la stratégie MECS suite à la détection d'un défaut de fonctionnement, ce défaut doit être classé en fonction de son incidence soit sur les émissions soit sur les autres capacités de surveillance. Ensuite, le défaut de fonctionnement est affecté à la classe qui l'emporte conformément à l'affichage sélectif.

4.5.1 Défauts de classe A

Un défaut de fonctionnement est affecté à la classe A lorsque les valeurs limites OBD (OTL) sont considérées comme franchies.

Il est admis que les émissions ne doivent pas dépasser les OTL lorsqu'il s'agit d'un défaut de classe A.

4.5.2 Défauts de classe B1

Un défaut de fonctionnement est affecté à la classe B1 lorsqu'il risque de provoquer des émissions supérieures aux OTL sans que l'on puisse déterminer exactement leur incidence sur les émissions, qui peuvent être supérieures ou inférieures aux valeurs limites selon les cas.

Comme défauts de classe B1, on peut citer par exemple ceux décelés par des moniteurs qui induisent des niveaux d'émission fondés sur les données relevées ou une réduction de la capacité de surveillance.

Les défauts de classe B1 comprennent les défauts qui restreignent la capacité du système OBD à surveiller les défauts de classe A ou B1.

4.5.3 Défauts de classe B2

Un défaut de fonctionnement est affecté à la classe B2 lorsque les émissions peuvent en être affectées mais pas au point de dépasser les OTL.

Les défauts de fonctionnement qui restreignent la capacité du système OBD à surveiller les défauts de classe B2 doivent être considérés comme relevant de la classe B1 ou B2.

4.5.4 Défauts de classe C

Un défaut de fonctionnement est affecté à la classe C s'il a une incidence sur les émissions mais pas au point de dépasser les valeurs limites.

Les défauts de fonctionnement qui empêchent le système OBD de surveiller les défauts de fonctionnement de classe C doivent être considérés comme relevant de la classe B1 ou B2.

4.6 Système d'alarme

La défaillance d'un des composants du système d'alarme ne doit pas provoquer l'arrêt du système OBD.

4.6.1 Caractéristiques du témoin de défaut

Le témoin de défaut doit émettre un signal optique perceptible quelle que soit l'intensité de la lumière ambiante. Il s'agit d'un voyant d'alarme de couleur jaune ou de couleur jaune-auto (selon la définition du Règlement n° 37), correspondant au symbole 0640 défini dans la norme ISO 7000:2004.

4.6.2 Allumage de l'indicateur de défaut

En fonction du ou des défauts de fonctionnement décelés par le système OBD, l'indicateur doit s'allumer selon l'un des modes d'activation décrits dans le tableau ci-dessous:

	<i>Mode d'activation 1</i>	<i>Mode d'activation 2</i>	<i>Mode d'activation 3</i>	<i>Mode d'activation 4</i>
Conditions d'activation	Pas de défaut	Défaut de classe C	Défaut de classe B ou B1 < 200 h	Défaut de classe A ou B1 > 200 h
Contact mis, moteur en marche	Pas d'affichage	Affichage sélectif	Affichage sélectif	Affichage sélectif
Contact mis, moteur coupé	Affichage harmonisé	Affichage harmonisé	Affichage harmonisé	Affichage harmonisé

L'affichage prévoit que l'indicateur doit être activé en fonction de la classe à laquelle le défaut de fonctionnement appartient. L'affichage est verrouillé par un codage du logiciel normalement non accessible au moyen de l'analyseur.

La stratégie d'activation de l'indicateur contact mis et moteur coupé est décrite au paragraphe 4.6.4.

Les figures B1 et B2 illustrent les différentes stratégies d'activation contact mis, et moteur en marche ou moteur coupé.

Figure B1
Lampe témoin et état de préparation

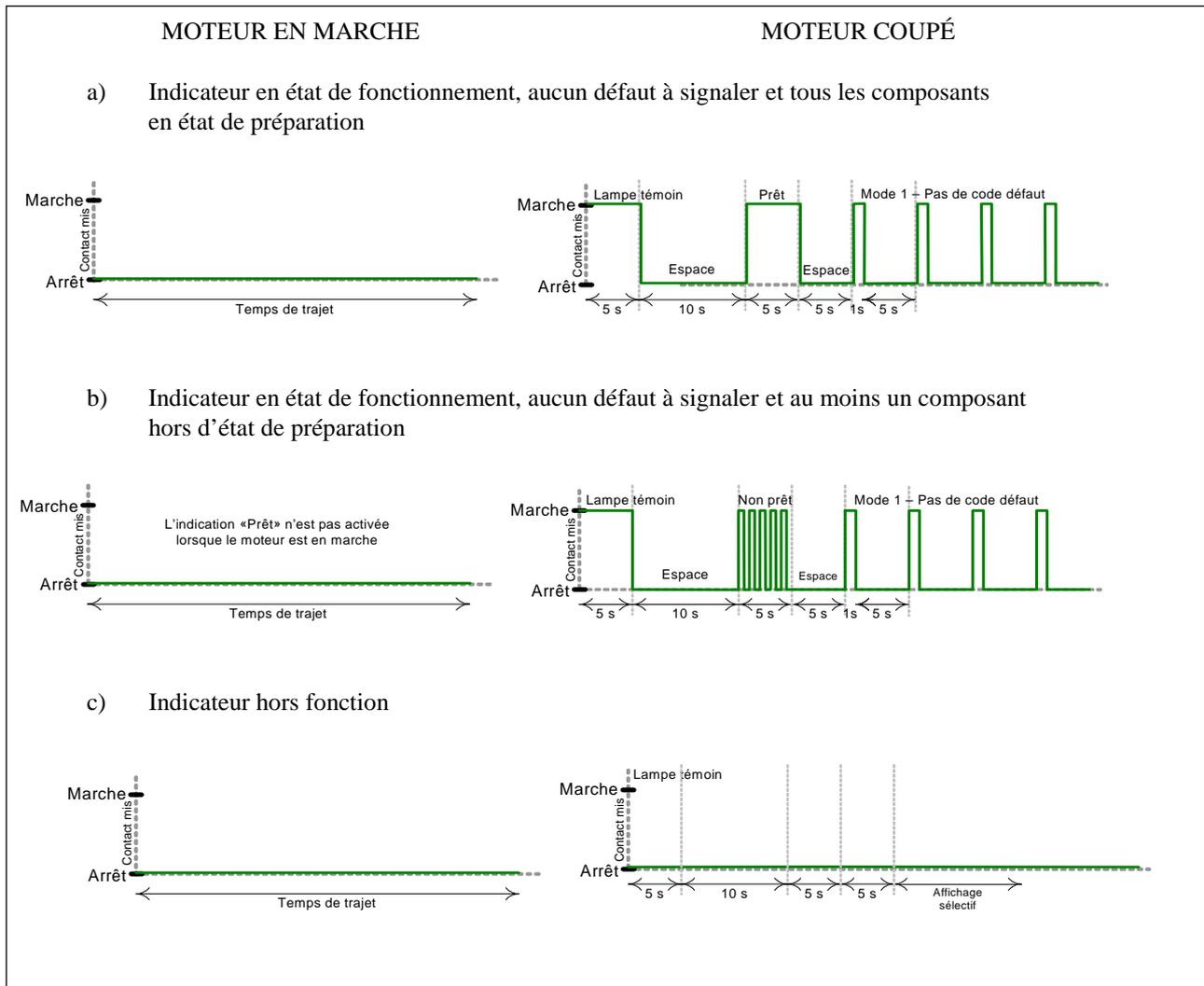
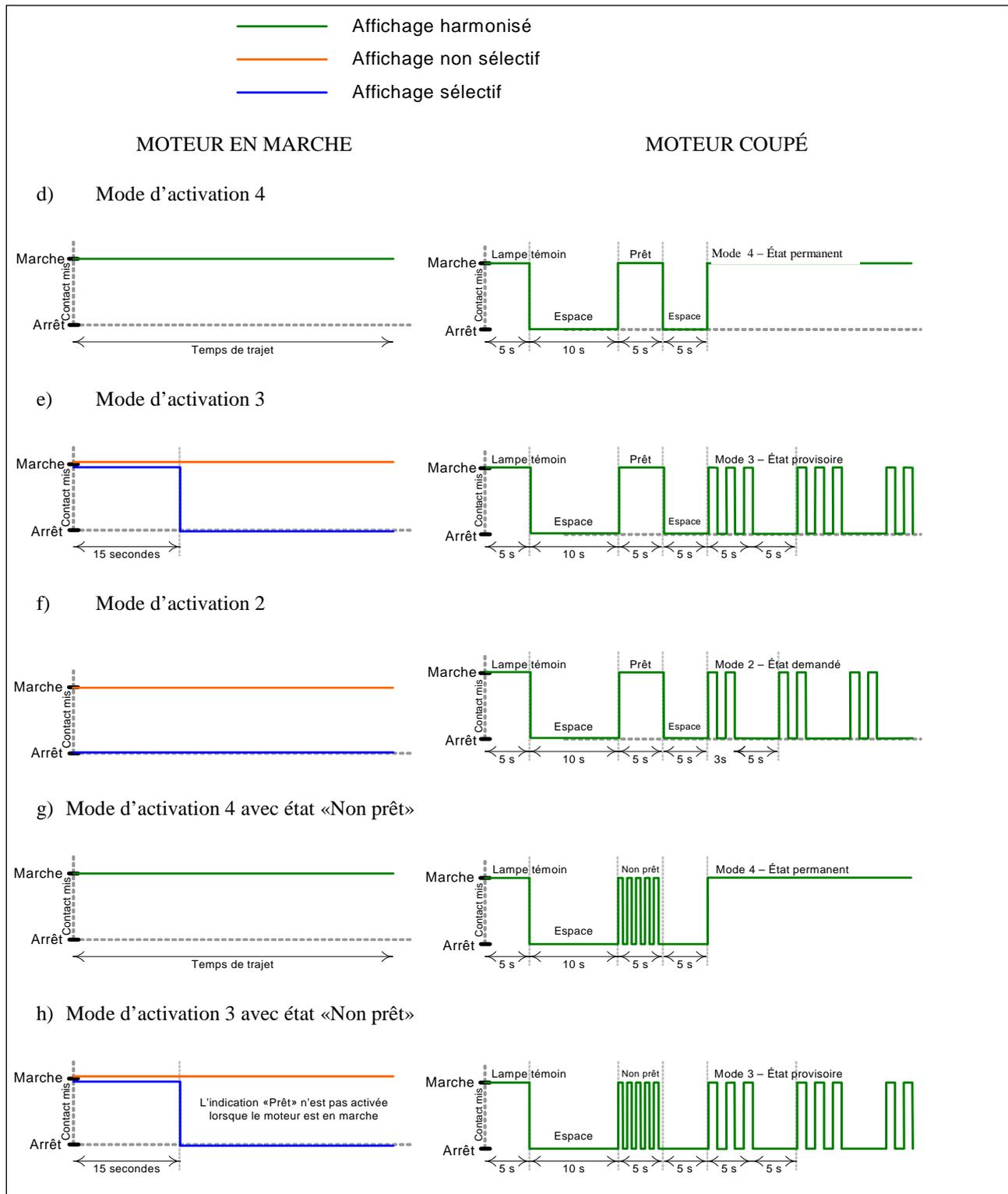


Figure B2**Affichage des défauts de fonctionnement (seul l'affichage sélectif est possible)**

- 4.6.3 Activation du témoin à la mise en marche du moteur
- Lorsque le contact est mis et le moteur mis en marche, le témoin doit être désactivé, sauf si les conditions du paragraphe 4.6.3.1 sont remplies.
- 4.6.3.1 Affichage sélectif
- Aux fins de l'activation de l'indicateur, l'état permanent doit l'emporter sur l'état provisoire et sur l'état demandé, et l'état provisoire sur l'état demandé.
- 4.6.3.1.1 Défauts de classe A
- Le système OBD doit activer un état permanent en cas d'enregistrement d'un code défaut confirmé et d'un défaut de classe A.
- 4.6.3.1.2 Défauts de classe B
- Le système OBD doit activer un état bref lorsque le contact est remis après enregistrement d'un code défaut confirmé et actif associé à un défaut de classe B.
- Dès qu'un défaut de classe B1 atteint 200 h, le système OBD doit activer un état permanent.
- 4.6.3.1.3 Défauts de classe C
- Le constructeur peut communiquer des renseignements sur les défauts de classe C par l'intermédiaire de l'état demandé, lesquels doivent rester disponibles jusqu'à la mise en marche du moteur.
- 4.6.3.1.4 Programme de désactivation de l'indicateur
- L'état permanent doit passer à l'état bref s'il s'agit d'un acte de surveillance unique, si le défaut à l'origine de l'activation de l'état permanent n'est pas décelé pendant la séquence en cours et si l'état permanent n'est pas activé en raison d'un autre défaut de fonctionnement.
- L'allumage court du témoin doit être désactivé si le défaut n'est pas décelé lors des trois séquences successives suivant la séquence de fonctionnement pendant laquelle le programme de surveillance a conclu à l'absence du défaut considéré et si le témoin n'a pas été activé en raison d'un autre défaut de classe A ou B.
- Les figures 1, 4A et 4B de l'appendice 2 de la présente annexe illustrent respectivement les principes de désactivation de l'allumage court et continu du témoin dans différentes conditions d'utilisation.
- 4.6.4 Activation du témoin lorsque le contact est mis moteur coupé
- L'activation du témoin contact mis et moteur coupé doit comprendre deux séquences séparées par un intervalle de 5 s pendant lesquelles le témoin est éteint:
- a) La première séquence indique que le témoin est en état de fonctionnement et que les composants sont sous surveillance;
 - b) La seconde séquence signale la présence d'un défaut de fonctionnement.

La seconde séquence est répétée jusqu'au démarrage¹⁸ du moteur ou jusqu'à la coupure du contact.

À la demande du constructeur, cette activation peut se produire une seule fois par séquence de fonctionnement (par exemple dans le cas d'un système arrêt-démarrage automatique).

4.6.4.1 État de fonction/état de préparation de l'indicateur de défaut

L'indicateur de défaut émet un signal ininterrompu pendant 5 s pour montrer qu'il est en état de fonctionnement.

L'indicateur de défaut reste éteint pendant 10 s.

Il reste ensuite en fonction pendant 5 s pour indiquer que tous les composants sous surveillance sont en état de préparation.

L'indicateur clignote toutes les secondes pendant 5 s pour signifier que l'état de préparation d'un ou de plusieurs composants sous surveillance est insuffisant.

L'indicateur de défaut reste ensuite éteint pendant 5 s.

4.6.4.2 Présence/absence d'un défaut de fonctionnement

À l'issue de la séquence décrite au paragraphe 4.6.4.1, le témoin de défaut doit signaler la présence d'un défaut de fonctionnement par une série d'allumages courts ou un allumage continu, en fonction du mode d'activation applicable, comme décrit dans les paragraphes ci-après, ou l'absence de défaut de fonctionnement par des clignotements d'une durée de 1 seconde, séparés par un intervalle de 1 seconde, la série de clignotements étant suivie d'une période de 4 s pendant laquelle le témoin est éteint.

Quatre modes d'activation sont possibles; le mode d'activation 4 l'emporte sur les modes d'activation 1, 2 et 3; le mode d'activation 3 l'emporte sur les modes d'activation 1 et 2; et le mode d'activation 2 l'emporte sur le mode d'activation 1.

4.6.4.2.1 Mode d'activation 1 – Absence de défaut de fonctionnement

L'indicateur de défaut clignote une seule fois.

4.6.4.2.2 Mode d'activation 2 – État demandé

L'indicateur de défaut clignote deux fois si le système OBD exige un état demandé conformément à l'affichage sélectif décrit au paragraphe 4.6.3.1.

4.6.4.2.3 Mode d'activation 3 – État provisoire

L'indicateur de défaut clignote trois fois si le système OBD exige un état provisoire conformément à l'affichage sélectif défini au paragraphe 4.6.3.1.

4.6.4.2.4 Mode d'activation 4 – État permanent

L'indicateur de défaut doit demeurer en état permanent si le système OBD exige cet état conformément à la stratégie d'affichage sélectif définie au paragraphe 4.6.3.1.

¹⁸ Un moteur peut être considéré comme étant démarré au cours de la phase de lancement.

4.6.5 Comptage des défauts de fonctionnement

4.6.5.1 Compteurs de l'indicateur de défaut

4.6.5.1.1 Compteur état permanent

Le système OBD doit comptabiliser le nombre d'heures pendant lesquelles le moteur a fonctionné alors que l'indicateur était en état permanent.

Le comptage état permanent doit aller jusqu'à la valeur maximale prévue dans un compteur à 2 octets et 1 h de résolution et maintenir cette valeur, sauf si les conditions permettant la remise du compteur à zéro sont remplies.

Le compteur état permanent doit fonctionner comme suit:

- a) S'il part de zéro, il doit commencer à compter dès qu'un état permanent est activé;
- b) Il doit s'arrêter et maintenir sa valeur du moment lorsque l'état permanent n'est plus activé;
- c) Il doit continuer à compter à partir du moment où il s'était arrêté si un défaut de fonctionnement se traduisant par un état permanent de l'indicateur est décelé en l'espace de trois séquences de fonctionnement;
- d) Il doit être remis à zéro si un défaut de fonctionnement se traduisant par un état permanent est décelé au bout de trois séquences de fonctionnement depuis le dernier arrêt du compteur;
- e) Il doit être remis à zéro dans les cas suivants:
 - i) Lorsque aucun défaut de fonctionnement se traduisant par l'activation d'un état permanent n'est décelé pendant 40 cycles de mise en température ou 200 h de fonctionnement, si cette seconde échéance intervient plus tôt, à partir du dernier arrêt du compteur; ou
 - ii) L'analyseur OBD donne l'ordre au système OBD d'effacer les données de diagnostic.

Figure C1
Illustration des principes d'activation des compteurs de l'indicateur de défaut

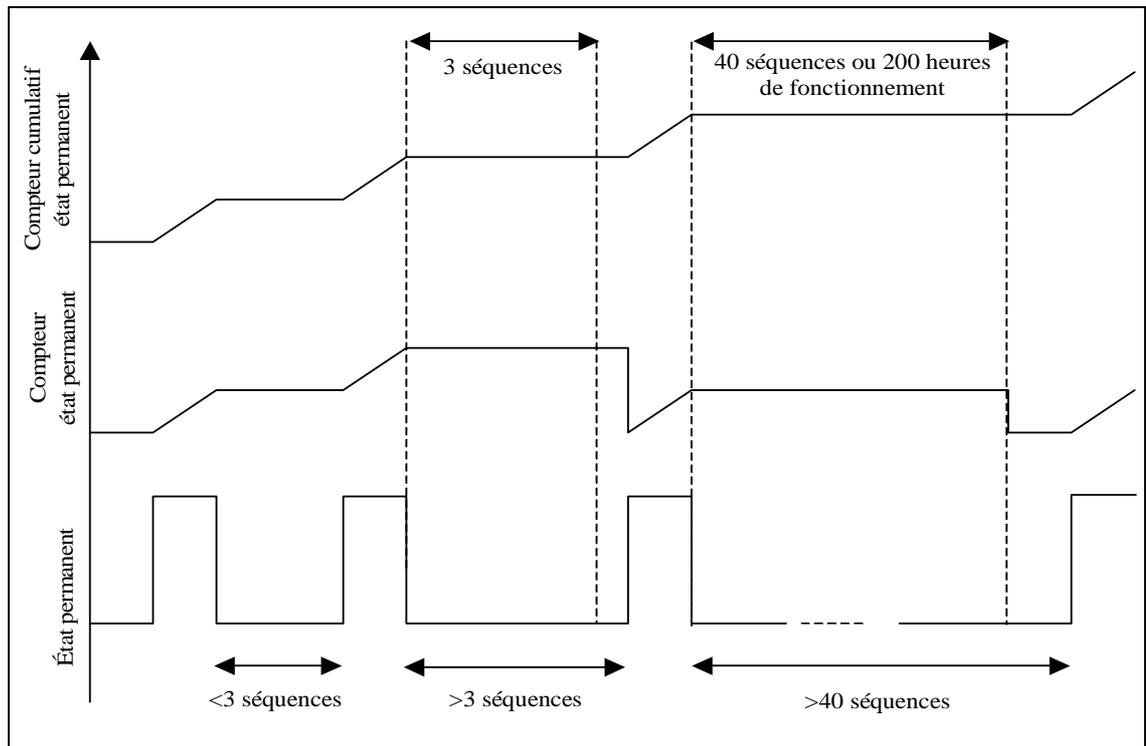
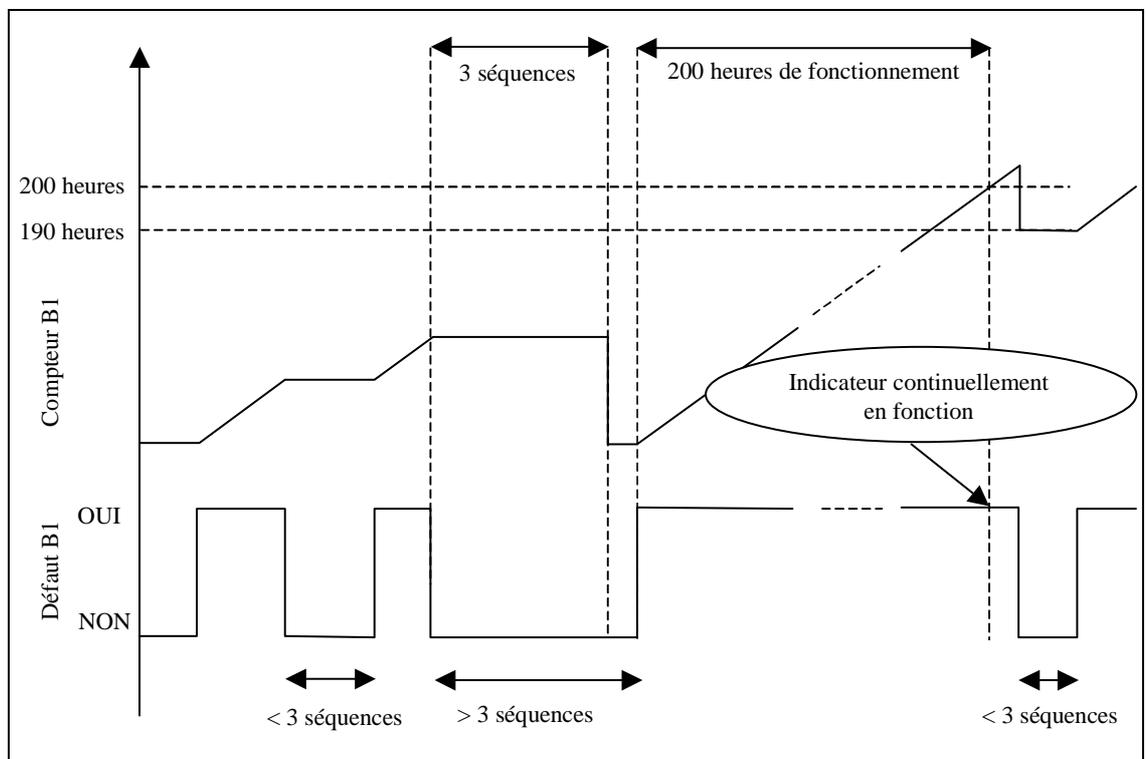


Figure C2
Illustration des principes d'activation du compteur B1



4.6.5.1.2 Compteur cumulatif état permanent

Le système OBD doit comprendre un système de comptage cumulatif du nombre d'heures pendant lesquelles le moteur a fonctionné alors qu'un état permanent était activé.

Le compteur cumulatif état permanent va jusqu'à la valeur maximale prévue dans un compteur à 2 octets et 1 h de résolution, et reste sur cette valeur.

Le compteur cumulatif état permanent n'est remis à zéro ni par le système de gestion du moteur, ni par l'analyseur, ni par le débranchement de la batterie.

Le compteur cumulatif état permanent fonctionne comme suit:

- a) Il commence à compter dès que l'état permanent est activé;
- b) Il s'arrête de compter et se bloque sur sa valeur du moment lorsque l'état permanent n'est plus activé;
- c) Il continue à compter à partir du point auquel il s'était arrêté lorsqu'un état permanent est activé.

La figure C1 illustre le principe de fonctionnement du compteur cumulatif état permanent, tandis que l'appendice 2 contient des exemples qui en illustrent la logique.

4.6.5.2 Compteurs B1

4.6.5.2.1 Compteur B1 unique

Le système OBD doit comprendre un compteur B1 pour enregistrer le nombre d'heures pendant lesquelles le moteur a fonctionné avec un défaut de classe B1.

Le compteur B1 fonctionne comme suit:

- a) Il commence à compter dès qu'un défaut de classe B1 est décelé et qu'un code défaut confirmé et actif a été enregistré;
- b) Il s'arrête et se bloque sur la valeur du moment si aucun défaut de classe B1 ne se produit ou si tous les défauts de classe B1 ont été effacés par l'analyseur;
- c) Il continue à compter à partir du point où il s'était arrêté si un nouveau défaut de classe B1 est décelé en l'espace de trois séquences successives.

Lorsque le compteur dépasse 200 h de fonctionnement moteur, le système OBD le ramène à 190 h s'il détermine qu'il n'existe plus de défaut de classe B1 (plus de code défaut confirmé et actif) ou que tous les défauts de classe B1 ont été effacés par l'analyseur. Le compteur commence à compter à partir de 190 h de fonctionnement moteur au cas où un nouveau défaut de fonctionnement de classe B1 se produit en l'espace de trois séquences successives.

Le compteur est remis à zéro si aucun nouveau défaut de classe B1 n'est décelé pendant trois séquences consécutives.

Note: Le compteur B1 n'indique pas le nombre d'heures pendant lesquelles le moteur a marché avec un seul défaut de classe B1.

Le nombre d'heures comptabilisé par le compteur B1 peut représenter la somme des heures pendant lesquelles le moteur a tourné avec deux défauts de classe B1, voire plus.

Le compteur B1 sert uniquement à déterminer à quel moment l'état permanent doit être activé.

La figure C2 illustre le principe de fonctionnement du compteur B1, et l'appendice 2 contient des exemples qui en illustrent la logique.

4.6.5.2.2 Compteurs B1 multiples

Un constructeur peut utiliser plusieurs compteurs B1. Si tel est le cas, le système de gestion du moteur doit être capable d'attribuer un compteur B1 à chaque défaut de classe B1.

Chaque compteur fonctionne de la même façon que le compteur unique, c'est-à-dire qu'il commence à compter dès que le défaut de classe B1 qui lui est associé est détecté.

4.7 Données de diagnostic

4.7.1 Données enregistrées

Les données enregistrées par le système OBD doivent pouvoir être consultées de l'extérieur. Ces données sont les suivantes:

- a) Données concernant l'état du moteur;
- b) Données concernant les défauts de fonctionnement des dispositifs antipollution;
- c) Données concernant les réparations.

4.7.1.1 Données concernant l'état du moteur

Ces données permettent à un organisme de contrôle¹⁹ de connaître l'état de l'indicateur et les données y relatives (par exemple, compteur état permanent ou état de préparation).

Le système OBD fournit toutes les informations (conformément à la norme indiquée à l'appendice 6) permettant au système d'analyse extérieur d'assimiler les données et de communiquer à l'inspecteur les renseignements ci-après:

- a) Affichage sélectif ou non sélectif;
- b) Numéro d'identification du véhicule;
- c) Présence d'un état permanent;
- d) État de préparation du système OBD;
- e) Nombre d'heures de fonctionnement du moteur pendant lesquelles un état permanent a été activé en dernier (compteur état permanent).

Ces données ne peuvent être que consultées (pas de mise à jour).

¹⁹ Ces données servent habituellement à définir l'aptitude à la circulation du système de gestion du moteur compte tenu de ses émissions.

4.7.1.2 Données concernant les défauts de fonctionnement des dispositifs antipollution

Ces données permettent à tout centre de contrôle²⁰ de disposer d'un premier jeu de renseignements sur la gestion du moteur, notamment l'état de l'indicateur et les renseignements connexes (compteurs de l'indicateur de défaut), ainsi qu'une liste des défauts de fonctionnement actifs/confirmés des classes A et B et des renseignements connexes (par exemple compteur B1).

Le système OBD fournit tous les renseignements nécessaires (conformément à la norme indiquée à l'appendice 6) au matériel extérieur de mesure pour que celui-ci puisse assimiler les données et donner à l'inspecteur les renseignements ci-après:

- a) Numéro du RTM (et de sa version révisée), à faire figurer dans la marque d'homologation de type en vertu du Règlement n° 49;
- b) Affichage sélectif ou non sélectif;
- c) Numéro d'identification du véhicule;
- d) État de l'indicateur de défaut;
- e) État de préparation du système OBD;
- f) Nombre de cycles de mise en température et nombre d'heures pendant lesquelles le moteur a fonctionné depuis la dernière mise à jour des données OBD enregistrées;
- g) Nombre d'heures pendant lesquelles le moteur a fonctionné depuis la dernière activation de l'état permanent (compteur état permanent);
- h) Nombre total d'heures pendant lesquelles le moteur a fonctionné alors que l'indicateur était à l'état permanent (compteur cumulatif état permanent);
- i) Valeur du compteur B1 affichant le plus grand nombre d'heures de fonctionnement du moteur;
- j) Codes défaut confirmés et actifs pour les défauts de classe A;
- k) Codes défaut confirmés et actifs pour les défauts des classes B1 et B2;
- l) Codes défaut confirmés et actifs pour les défauts de classe B1;
- m) Numéro(s) d'identification de l'étalonnage du logiciel;
- n) Numéro(s) de vérification de l'étalonnage.

Ces données ne peuvent être que consultées (pas de mise à jour).

4.7.1.3 Données concernant les réparations

Ces données permettent aux réparateurs de disposer de toutes les données OBD spécifiées dans la présente annexe (données de la trame fixe, par exemple).

²⁰ Ces renseignements devraient normalement servir à définir dans le détail l'aptitude du système de gestion du moteur à la circulation.

Le système OBD fournit tous les renseignements nécessaires (conformément à la norme pertinente indiquée à l'appendice 6) au matériel extérieur de réparation pour que celui-ci puisse assimiler les données et mettre à la disposition des réparateurs les renseignements ci-après:

- a) Numéro du RTM (et de sa version révisée), à faire figurer dans la marque d'homologation de type en vertu du Règlement n° 49;
- b) Numéro d'identification du véhicule;
- c) État de l'indicateur de défaut;
- d) État de préparation du système OBD;
- e) Nombre de cycles de mise en température et nombre d'heures de fonctionnement du moteur depuis la dernière mise à jour des données OBD enregistrées;
- f) État du moniteur (hors d'état de fonctionner pour le reste du cycle, ou en état de terminer le cycle en cours ou non) depuis le dernier arrêt du moteur pour chacun des moniteurs utilisés pour déterminer l'état de préparation;
- g) Nombre d'heures pendant lesquelles le moteur a tourné depuis l'activation de l'indicateur de défaut (compteur état permanent);
- h) Codes défaut confirmés et actifs pour les défauts de classe A;
- i) Codes défaut confirmés et actifs pour les défauts des classes B1 et B2;
- j) Nombre d'heures pendant lesquelles le moteur a fonctionné alors que l'indicateur de défaut était à l'état permanent (compteur cumulatif état permanent);
- k) Valeur du compteur B1 affichant le plus grand nombre d'heures de fonctionnement du moteur;
- l) Codes défaut confirmés et actifs pour des défauts de classe B1 et nombre d'heures de fonctionnement du moteur affiché par le ou les compteurs B1;
- m) Codes défaut confirmés et actifs pour des défauts de classe C;
- n) Codes défaut en attente et classe des défauts détectés;
- o) Codes défaut précédemment actifs et classe des défauts détectés;
- p) Renseignements en temps réel sur les signaux capteur nominaux et compatibles des constructeurs et les signaux d'entrée et de sortie (voir par. 4.7.2 et appendice 5);
- q) Données de la trame fixe requises dans la présente annexe (voir par. 4.7.1.4 et appendice 5);
- r) Numéro(s) d'identification de l'étalonnage du logiciel;
- s) Numéro(s) de vérification de l'étalonnage.

Le système OBD doit effacer tous les défauts de fonctionnement du système de gestion du moteur enregistrés (durée de fonctionnement, trame fixe, etc.), conformément aux dispositions de la présente annexe, lorsque la demande en est faite par le matériel extérieur de réparation conformément à la norme pertinente indiquée à l'appendice 6.

4.7.1.4 Renseignements enregistrés dans une trame fixe

Au moins une trame fixe d'informations doit être enregistrée au moment où un code défaut provisoire ou un code défaut confirmé et actif est enregistré sur décision du constructeur. Ce dernier est autorisé à mettre à jour ces informations chaque fois qu'un code défaut en attente est détecté.

La trame fixe doit indiquer les conditions de fonctionnement du véhicule au moment de la détection du défaut de fonctionnement, ainsi que le code défaut correspondant aux données enregistrées. Elle doit comprendre les informations présentées au tableau 1 de l'appendice 5 de la présente annexe. Elle doit aussi inclure toutes les informations contenues dans les tableaux 2 et 3 de l'appendice 5, utilisées aux fins de surveillance ou de commande dans le module de commande qui a enregistré le code défaut.

L'enregistrement d'informations relatives à un défaut de fonctionnement de classe A a priorité sur celui des informations relatives à un défaut de fonctionnement de classe B1, qui a priorité sur celui des informations relatives à un défaut de fonctionnement de classe B2, et ainsi de suite pour les informations relatives à un défaut de fonctionnement de classe C. Le défaut de fonctionnement détecté en premier l'emporte sur celui qui est détecté en dernier, sauf si celui-ci relève d'une classe supérieure.

Lorsqu'un dispositif est surveillé par le système OBD mais n'est pas visé par l'appendice 5, les renseignements enregistrés dans la trame fixe doivent comprendre des éléments d'information pour les capteurs et les actionneurs du dispositif en question comparables à ceux décrits dans l'appendice 5. Une demande d'homologation doit en outre être déposée auprès des services d'homologation.

4.7.1.5 État de préparation

Sous réserve des dérogations visées aux paragraphes 4.7.1.5.1, 4.7.1.5.2 et 4.7.1.5.3, un programme de surveillance ou un groupe de programmes de surveillance peuvent uniquement être considérés à l'état prêt lorsqu'ils ont fonctionné et conclu à la présence d'un défaut (et donc mémorisé un code défaut confirmé et actif) ou à l'absence d'un défaut intéressant le programme de surveillance depuis le dernier effacement sur demande ou ordre externe (par exemple émis par un outil de diagnostic OBD). Ils sont mis à l'état non prêt lorsque les codes défaut enregistrés sont effacés de la mémoire (voir par. 4.7.4) sur demande ou ordre externe (par exemple émis par un outil de diagnostic OBD).

La coupure normale du moteur ne doit pas modifier l'état de préparation.

4.7.1.5.1

Le constructeur peut demander, sous réserve de l'accord de l'autorité d'homologation, qu'un programme de surveillance soit considéré comme prêt même s'il n'a pas fonctionné et conclu à la présence ou à l'absence de défaut intéressant ledit programme si la surveillance a été désactivée pendant un certain nombre de séquences de fonctionnement (au minimum 9 séquences ou 72 h de fonctionnement) par suite de conditions extrêmes prolongées (par exemple froid ou altitude). Toute demande à cette fin doit définir les conditions dans lesquelles le système de surveillance peut être désactivé et le nombre de séquences de fonctionnement possibles sans exécution du programme avant que l'état puisse être considéré comme prêt. Les conditions extrêmes de température ou d'altitude considérées dans la demande du constructeur ne doivent jamais être moins rigoureuses que celles spécifiées dans la présente annexe pour la désactivation temporaire du système OBD.

- 4.7.1.5.2 Programmes de surveillance concernés par l'état de préparation
- L'état de préparation doit être indiqué pour chacun des programmes ou groupes de programmes de surveillance cités dans la présente annexe, qui doivent être présents comme prescrit dans cette annexe, sauf dans le cas des points 11 et 12 de l'appendice 3.
- 4.7.1.5.3 État de préparation des programmes de surveillance fonctionnant en continu
- L'état de préparation de chacun des programmes ou groupes de programmes de surveillance cités aux points 1, 7 et 10 de l'appendice 3 de la présente annexe, qui doivent être présents comme prescrit dans cette annexe et qui sont considérés comme fonctionnant en continu, doit toujours être «prêt».
- 4.7.2 Informations du flux de données
- Le système OBD doit communiquer en temps réel à un analyseur les informations indiquées aux tableaux 1 à 4 de l'appendice 5 de la présente annexe, sur demande (les valeurs de signal réelles devraient être préférées aux valeurs de signal de substitution).
- Pour le calcul des paramètres de charge et de couple, le système OBD doit indiquer les valeurs les plus précises possibles, calculées par le module électronique de gestion approprié (par exemple l'ordinateur de commande du moteur).
- Le tableau 1 de l'appendice 5 dresse la liste des informations OBD obligatoires en ce qui concerne la charge et le régime du moteur.
- Le tableau 3 de l'appendice 5 indique les autres informations OBD qui doivent être indiquées si elles sont utilisées par le dispositif antipollution ou le système OBD pour activer ou désactiver un moniteur OBD.
- Le tableau 4 de l'appendice 5 précise les informations qui doivent être indiquées si le moteur est conçu pour détecter ou calculer ces informations²¹. Le constructeur peut décider d'y ajouter d'autres informations provenant de la trame fixe ou du flux de données.
- Lorsqu'un dispositif est surveillé par le système OBD mais n'est pas visé par l'appendice 5 (par exemple un réducteur catalytique sélectif), les renseignements enregistrés dans le flux de données doivent comprendre des éléments d'information pour les capteurs et les actionneurs du dispositif en question comparables à ceux décrits dans l'appendice 5. Une homologation doit en outre être demandée au service d'homologation.
- 4.7.3 Accès aux informations OBD
- Les informations OBD doivent exclusivement être communiquées conformément aux normes indiquées à l'appendice 6 de la présente annexe et dans les paragraphes ci-après²².

²¹ Il n'est pas obligatoire d'équiper le moteur à la seule fin de fournir les informations mentionnées aux tableaux 3 et 4 de l'appendice 5.

²² Le constructeur est autorisé à utiliser un écran d'affichage d'autodiagnostic supplémentaire, par exemple un écran vidéo monté sur le tableau de bord, pour avoir accès aux informations d'autodiagnostic. Ce dispositif supplémentaire n'est pas soumis aux prescriptions de la présente annexe.

L'accès aux informations OBD ne doit nécessiter aucun code, dispositif ou méthode pouvant être obtenu uniquement auprès du constructeur ou de ses fournisseurs. L'interprétation des informations OBD ne doit nécessiter aucun décodage, sauf si le moyen de décodage est accessible au public.

Il doit exister une méthode d'accès unique aux informations d'autodiagnostic, par exemple un point ou un nœud d'accès unique. Cette méthode doit permettre d'avoir accès à toutes les informations de diagnostic prescrites par la présente annexe. Elle doit aussi permettre d'avoir accès aux sous-registres d'information définis dans la présente annexe (par exemple en ce qui concerne l'aptitude d'un véhicule à la circulation dans le cas d'un système d'autodiagnostic relatif au dispositif antipollution).

Les informations OBD doivent être communiquées conformément à l'une des séries suivantes de normes citées à l'appendice 6 au minimum:

- a) ISO 27145 et ISO 15765-4 (Protocole CAN);
- b) ISO 27145 et ISO 13400 (Protocole TCP/IP);
- c) SAE J1939-73.

Le constructeur doit utiliser les codes défaut ISO ou SAE appropriés (par exemple P0xxx ou P2xxx) chaque fois que possible. Si tel n'est pas le cas, le constructeur peut utiliser les codes d'anomalie de diagnostic conformément aux dispositions pertinentes de la norme ISO 27145 ou SAE J1939. Les codes défaut doivent être accessibles sans restriction au moyen d'un appareillage de diagnostic normalisé conforme aux dispositions de la présente annexe.

Le constructeur doit communiquer aux organismes de normalisation ISO ou SAE, conformément à la procédure applicable, les données de diagnostic relatives aux émissions non définies par les normes ISO 27145 ou SAE J1939 mais en rapport avec la présente annexe.

L'accès aux informations OBD doit se faire au moyen d'une connexion câblée.

Les informations OBD doivent être communiquées par le système OBD sur demande, au moyen d'un analyseur conforme aux prescriptions des normes pertinentes indiquées à l'appendice 6 (communication avec l'analyseur extérieur).

4.7.3.1 Communication câblée selon le protocole CAN

La vitesse de transmission sur la liaison de données câblée du système OBD doit être de 250 ou de 500 kbps.

Il incombe au constructeur de choisir la vitesse en bauds et de concevoir le système OBD conformément aux prescriptions énoncées dans les normes mentionnées à l'appendice 6 et auxquelles il est fait référence dans la présente annexe. Le système OBD doit être compatible avec la détection automatique entre ces deux vitesses de transmission de données effectuée par l'appareillage d'essai externe.

L'interface de raccordement entre le véhicule et les instruments de diagnostic externes (tels que l'analyseur) doit être normalisée et satisfaire à toutes les prescriptions de la norme ISO 15031-3 type A (12 volts continu) ou type B (24 volts continu) ou de la norme SAE J1939-13 (12 ou 24 volts continu).

4.7.3.2 (Réservé aux communications câblées TCP/IP (Ethernet))

4.7.3.3 Emplacement du connecteur

Le connecteur doit être situé à l'intérieur du véhicule, dans l'espace en dessous du tableau de bord du côté du conducteur, cet espace étant délimité latéralement par la paroi du véhicule côté conducteur et la paroi de la console centrale côté conducteur (ou le plan médian du véhicule si le véhicule n'a pas de console centrale). Il ne doit pas être placé plus haut que le bas de la jante du volant lorsque celui-ci est réglé à sa position la plus basse. Il ne doit pas être situé sur la console centrale ni dans celle-ci (c'est-à-dire ni sur les surfaces horizontales situées à proximité d'un levier de vitesse monté au plancher, du levier de frein à main ou des porte-gobelets, ni sur les surfaces verticales situées à proximité des commandes de l'installation radio, du système de climatisation ou du système de navigation). Il doit être placé de manière à être facilement identifiable et accessible (par exemple pour le branchement d'un appareil de diagnostic externe). Sur les véhicules équipés d'une porte latérale du conducteur, le connecteur doit être facilement identifiable et accessible pour une personne se tenant debout (ou en position accroupie) à l'extérieur de la porte du conducteur, cette dernière étant ouverte.

À la demande du constructeur, les services d'homologation peuvent approuver un autre emplacement, à condition qu'il soit facilement accessible et protégé contre toute détérioration accidentelle dans des conditions normales d'utilisation (par exemple, l'emplacement indiqué dans la série de normes ISO 15031).

Si le connecteur est muni d'un couvercle ou est placé dans un compartiment spécial, le couvercle ou la trappe du compartiment doivent pouvoir être ouverts à la main sans usage d'outils et doivent porter l'indication bien lisible «Autodiagnostic (OBD)».

Le constructeur peut équiper les véhicules d'autres connecteurs de diagnostic et prises de transmission de données pour des usages constructeur autres que les fonctions d'autodiagnostic prescrites. Si le connecteur supplémentaire est de même modèle que l'un des connecteurs de diagnostic normalisés autorisés à l'appendice 6, seul celui prescrit par la présente annexe doit porter la mention bien lisible «Autodiagnostic (OBD)» pour qu'il soit possible de le distinguer des autres connecteurs semblables.

4.7.4 Effacement/réinitialisation des informations OBD au moyen d'un analyseur

À la demande de l'analyseur, les données ci-après peuvent être effacées ou remises à la valeur enregistrée dans la mémoire de l'ordinateur conformément aux dispositions de la présente annexe.

<i>Informations OBD</i>	<i>Effaçables</i>	<i>Réinitialisables²³</i>
État de l'indicateur de défaut		X
État de préparation du système OBD		X
Nombre d'heures pendant lesquelles le moteur a fonctionné depuis l'activation de l'indicateur de défaut (compteur état permanent)	X	

²³ À la valeur définie dans la section pertinente de la présente annexe.

<i>Informations OBD</i>	<i>Effaçables</i>	<i>Réinitialisables²³</i>
Tous codes défaut	X	
Valeur du compteur B1 affichant le plus grand nombre d'heures de fonctionnement du moteur		X
Nombre d'heures de fonctionnement du moteur affiché au(x) compteur(s) B1		X
Données de trame fixe prescrites par la présente annexe	X	

Les informations OBD ne doivent pas être effacées du fait du débranchement de la (des) batterie(s) du véhicule.

4.8 Sécurité électronique

Tout véhicule équipé d'un dispositif antipollution doit aussi être équipé de dispositifs empêchant sa modification, sauf si elle est autorisée par le constructeur. Le constructeur peut autoriser des modifications, à condition que celles-ci soient nécessaires au contrôle, à l'entretien, à l'inspection, à la mise en conformité ou à la réparation du véhicule.

Tous les codes informatiques et les paramètres d'exploitation reprogrammables doivent être protégés contre toute modification non autorisée et bénéficier d'un niveau de protection au moins égal à celui prévu dans les dispositions de la norme ISO 15031-7 (SAE J2186) ou J1939-73, à condition que l'échange de données sur la sécurité soit effectué à l'aide des protocoles et de la prise de diagnostic prescrits dans la présente annexe. Toutes les puces à mémoire amovibles doivent être moulées, enfermées dans un boîtier scellé ou protégées par des algorithmes électroniques, et ne doivent pas pouvoir être remplacées sans l'aide d'outils et de procédures spécialisés.

Les paramètres d'exploitation du moteur à code informatique ne doivent pas pouvoir être modifiés sans l'aide d'outils et de procédures spécialisés (par exemple, les éléments informatiques doivent être soudés ou moulés, ou encore enfermés dans des boîtiers scellés).

Les constructeurs doivent prendre les mesures nécessaires pour protéger au maximum les dispositifs d'alimentation en carburant contre toute manipulation non autorisée sur les véhicules en circulation.

Les constructeurs peuvent demander aux services d'homologation à être exemptés de l'une de ces prescriptions pour les véhicules peu susceptibles de nécessiter une protection. Les services d'homologation se fonderont pour cela sur la présence sur le véhicule en question d'un microcircuit d'amélioration des performances, sur les performances du véhicule et sur le volume de vente escompté, entre autres.

Les constructeurs utilisant des systèmes de codage informatique programmables (par exemple une mémoire morte programmable effaçable électroniquement) doivent empêcher toute reprogrammation non autorisée. Ils doivent mettre en place des dispositifs perfectionnés contre une utilisation non autorisée et concevoir des protections nécessitant un accès électronique à un ordinateur extérieur dont ils auront la maîtrise. Toute autre méthode assurant un niveau de protection équivalent pourra être homologuée par les services d'homologation.

- 4.9 Durabilité du système d'autodiagnostic
- Le système d'autodiagnostic doit être conçu et construit de manière à permettre d'identifier les différents types de défauts de fonctionnement pendant toute la durée de service du véhicule ou du système de gestion du moteur.
- Toutes les dispositions supplémentaires traitant de la durabilité des systèmes d'autodiagnostic sont énoncées dans la présente annexe.
- Un système d'autodiagnostic ne doit pas pouvoir être programmé ni conçu d'une autre manière pour se désactiver partiellement ou totalement en fonction de l'âge et/ou du kilométrage du véhicule pendant la durée de service de ce dernier; il ne doit pas non plus comprendre dans sa programmation d'algorithmes ou de stratégies visant à réduire son efficacité dans le temps.
- 5. Prescriptions en matière d'efficacité**
- 5.1 Valeurs limites
- Les OTL relatives aux critères de surveillance pertinents fixés à l'appendice 3 sont définies dans le corps principal du présent Règlement.
- 5.2 Mise hors fonction provisoire du système OBD
- Les autorités d'homologation peuvent accepter la désactivation provisoire d'un système OBD dans les conditions définies dans les paragraphes ci-dessous.
- Au moment de l'homologation de type, le constructeur doit remettre aux services d'homologation une description détaillée de chacune des méthodes de mise hors fonction provisoire de l'OBD, ainsi que les données techniques montrant que dans ces conditions-là une surveillance ne serait ni fiable ni pratique.
- Dans tous les cas, la surveillance doit reprendre dès que les conditions justifiant une mise hors fonction provisoire n'existent plus.
- 5.2.1 Sûreté du moteur et/ou du véhicule
- Les constructeurs peuvent demander l'autorisation de mettre hors fonction les systèmes de surveillance OBD en cas d'activation d'opérations de sûreté.
- Le système de surveillance OBD n'est pas censé évaluer les composants en cas de défaut de fonctionnement si cette évaluation présente un danger pour la sûreté du véhicule.
- 5.2.2 Température ambiante et altitude
- Les constructeurs peuvent demander l'autorisation de mettre hors fonction les programmes de surveillance OBD:
- a) Lorsque la température ambiante est inférieure à 266 K (-7° Celsius) et si la température du liquide de refroidissement n'a pas atteint au moins 333 K (60° Celsius); ou
 - b) Lorsque la température ambiante est inférieure à 266 K (-7° Celsius) et si le réactif est gelé; ou
 - c) Lorsque la température ambiante est supérieure à 308 K (35° Celsius); ou
 - d) Aux altitudes supérieures à 2 500 m au-dessus du niveau de la mer.

Un constructeur peut aussi demander qu'un programme de surveillance OBD soit mis provisoirement hors fonction dans d'autres conditions de température ambiante et d'altitude sous réserve qu'il apporte la preuve, étayée par des données ou une analyse techniques, qu'une erreur de diagnostic pourrait se produire dans ces conditions ambiantes à cause de leur effet sur le composant lui-même (par exemple gel ou compatibilité avec les tolérances des capteurs).

Note: Les conditions ambiantes peuvent être évaluées au moyen de méthodes indirectes; la température ambiante, par exemple, peut être celle de l'air d'admission.

5.2.3 Bas niveau du carburant dans le réservoir

Les constructeurs peuvent demander l'autorisation de mettre hors fonction les systèmes de surveillance affectés par le bas niveau/la faible pression du carburant dans le réservoir ou la panne sèche (par exemple, en cas de détection d'un défaut de fonctionnement du système d'alimentation ou de ratés d'allumage), comme suit:

	<i>Gazole</i>	<i>Gaz</i>	
		<i>Gaz naturel</i>	<i>GPL</i>
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		X
b) La pression de carburant dans le réservoir est considérée comme faible si elle ne dépasse pas 20 % de la pression nominale de carburant dans le réservoir.		X	

5.2.4 Tension de la batterie ou du circuit électrique

Les constructeurs peuvent demander l'autorisation de mettre hors fonction les systèmes de surveillance qui risquent d'être affectés par une tension insuffisante ou excessive de la batterie ou du circuit électrique du véhicule.

5.2.4.1 Tension insuffisant

Lorsqu'un système de surveillance est affecté par une tension insuffisante de la batterie ou du circuit électrique du véhicule, les constructeurs peuvent demander l'autorisation de le mettre hors fonction lorsque cette tension est inférieure à 90 % de la tension nominale (soit 11 volts pour une batterie de 12 volts, ou 22 volts pour une batterie de 24 volts). Les constructeurs peuvent demander l'autorisation de fixer ce seuil plus haut.

Le constructeur doit prouver qu'aux tensions ci-dessus le système OBD ne serait pas fiable et qu'un véhicule ne pourrait pas durablement fonctionner dans ces conditions, ou alors que le système OBD devrait être capable de détecter un défaut de fonctionnement à la tension de mise hors fonction des autres moniteurs.

5.2.4.2 Tension excessive

Dans le cas des systèmes de surveillance affectés par une tension excessive de la batterie ou du circuit électrique du véhicule, les constructeurs peuvent demander l'autorisation de mise hors fonction du système lorsque la tension de la batterie ou du circuit électrique dépasse un certain seuil.

Le constructeur doit prouver qu'aux tensions ci-dessus le système OBD ne serait pas fiable, et que soit le système d'alarme du circuit de charge ou de l'alternateur serait allumé (ou le témoin de charge serait dans la zone rouge), soit le système OBD censé surveiller la tension devrait détecter un défaut de fonctionnement à la tension utilisée pour mettre les autres moniteurs hors fonction.

5.2.5 Prises de force actives

Le constructeur peut demander l'autorisation de provisoirement mettre hors fonction le système de surveillance de véhicules équipés d'une prise de force, à condition que celle-ci soit provisoirement active.

5.2.6 Régénération forcée

Le constructeur peut demander l'autorisation de mettre hors fonction un système de surveillance OBD lors de la régénération forcée d'un dispositif antipollution en aval du moteur (par exemple filtre à particules).

5.2.7 Stratégie auxiliaire de réduction des émissions (AECS)

Le constructeur peut demander l'autorisation de mettre hors fonction les moniteurs du système OBD lors de l'activation d'une stratégie auxiliaire de réduction des émissions (AECS), y compris une stratégie antipollution en cas de défaut de fonctionnement (MECS), dans des conditions qui ne sont pas encore visées dans le paragraphe 5.2 si la capacité de surveillance d'un des moniteurs est amoindrie par l'activation de l'AECS.

5.2.8 Ravitaillement

Après un plein de carburant, le constructeur d'un véhicule fonctionnant au gaz peut temporairement mettre hors fonction le système OBD lorsque celui-ci doit s'adapter à la reconnaissance par le module de gestion d'un changement intervenu dans la qualité et la composition du carburant.

Le système OBD est remis en fonction dès que le nouveau carburant est reconnu et que les paramètres du moteur sont réajustés. La mise hors fonction doit être limitée à un maximum de 10 min.

6. Prescriptions en matière de justification

Pour être conforme aux prescriptions de la présente annexe, un système OBD est soumis aux procédures suivantes:

- a) Sélection du système de gestion moteur de base. Celui-ci est choisi par le constructeur en accord avec les services d'homologation;
- b) Justification du classement d'un défaut de fonctionnement. Le constructeur soumet aux services d'homologation le classement de chaque défaut de fonctionnement du système de gestion moteur de base ainsi que les données connexes permettant de justifier chaque classement;

- c) Sélection d'un composant détérioré. Le constructeur remet, à la demande des services d'homologation, des composants détériorés aux fins d'essai. Ces composants sont choisis sur la base de données communiquées par le constructeur;
- d) Sélection du carburant de référence dans le cas d'un moteur à gaz.

6.1 Famille de systèmes OBD

Le constructeur est chargé de déterminer la composition d'une famille de systèmes OBD. Le regroupement de systèmes de gestion du moteur dans une même famille requiert de bonnes connaissances techniques et doit être soumis à l'approbation des services d'homologation.

Des moteurs n'appartenant pas à la même famille de moteurs peuvent néanmoins appartenir à la même famille de systèmes OBD.

6.1.1 Paramètres définissant une famille de systèmes OBD

Une famille de systèmes OBD se caractérise par un certain nombre de paramètres techniques de base communs à tous les systèmes de gestion du moteur de ladite famille.

Pour que les systèmes de gestion du moteur appartiennent à la même famille, il faut que les paramètres de base ci-dessous soient comparables:

- a) Dispositifs antipollution;
- b) Méthodes de surveillance OBD;
- c) Critères d'efficacité et surveillance des composants;
- d) Paramètres de surveillance (par exemple la fréquence).

Ces similitudes doivent être prouvées par le constructeur au moyen de démonstrations techniques appropriées ou d'autres procédures et doivent être soumises à l'approbation des services d'homologation.

Le constructeur peut demander aux services d'homologation d'autoriser de légères différences entre les méthodes de surveillance et/ou de diagnostic des dispositifs antipollution en raison de configurations variables, lorsqu'il estime qu'elles sont semblables parce qu'elles:

- a) Ne diffèrent que pour répondre à des particularités des éléments considérés (par exemple taille, débit d'échappement, etc.); ou
- b) Se fondent sur de bonnes connaissances techniques.

6.1.2 Système de gestion moteur de base

Pour qu'une famille de systèmes OBD satisfasse aux prescriptions de la présente annexe, il suffit que le système OBD de base y satisfasse.

Le système de base est choisi par le constructeur et soumis à l'approbation des services d'homologation.

Avant l'essai, les services d'homologation peuvent demander au constructeur de choisir un moteur supplémentaire aux fins de démonstration.

Le constructeur peut en outre proposer aux services d'homologation de soumettre à des essais des moteurs supplémentaires représentatifs de la famille de systèmes OBD.

6.2 Justification du classement d'un défaut de fonctionnement

Le constructeur doit remettre aux services d'homologation les documents prouvant le bon classement de chaque défaut de fonctionnement. Ces documents doivent comprendre une analyse du défaut de fonctionnement (par exemple les éléments d'un mode défaut et d'une analyse d'effet). Ils peuvent aussi comprendre:

- a) Les résultats d'une simulation;
- b) Les résultats d'essais;
- c) Le renvoi à un classement précédemment approuvé.

On trouvera dans les paragraphes suivants les prescriptions relatives à la justification du bon classement des défauts de fonctionnement, ainsi que des prescriptions relatives aux essais. Le nombre minimum d'essais est de quatre et le nombre maximum d'essais est égal à quatre fois le nombre de systèmes de gestion moteur faisant partie de la famille de systèmes OBD. Les services d'homologation peuvent décider d'interrompre les essais à tout moment avant que le nombre maximum d'essais n'ait été atteint.

Dans les cas où il n'est pas possible de procéder à des essais de classement (par exemple parce qu'une MECS est activée et que le moteur ne peut être soumis à l'essai prévu, etc.), le défaut peut être classé sur la base de considérations techniques. Cette exception doit être justifiée par le constructeur et doit être approuvée par les services d'homologation.

6.2.1 Justification d'une affectation à la classe A

L'affectation par le constructeur d'un défaut à la classe A n'est pas soumise à un essai de justification.

Si les services d'homologation désapprouvent l'affectation par le constructeur d'un défaut de fonctionnement à la classe A, ils peuvent demander à ce que ce défaut soit reclassé dans la classe B1, B2 ou C, selon le cas.

Dans ce cas, il doit être consigné dans le document d'homologation que le défaut de fonctionnement a été classé comme le demandaient les services d'homologation.

6.2.2 Justification d'une affectation à la classe B1 (distinction entre la classe A et la classe B1)

Pour permettre de justifier l'affectation d'un défaut de fonctionnement à la classe B1, les documents présentés doivent clairement apporter la preuve que, dans certaines conditions²⁴, le défaut en question provoque des émissions inférieures aux OTL.

Si les services d'homologation exigent une analyse des émissions pour justifier l'affectation d'un défaut à la classe B1, le constructeur doit apporter la preuve que les émissions provoquées par le défaut en question sont, dans certains cas, inférieures aux OTL:

- a) Le constructeur choisit, en accord avec les services d'homologation, les conditions de l'essai;

²⁴ Comme cause d'un dépassement des OTL, on peut citer l'âge du système de gestion du moteur ou d'un composant.

- b) Le constructeur n'est pas obligé d'apporter la preuve que, dans d'autres conditions, les émissions dues à ce défaut de fonctionnement seraient supérieures aux OTL.

Si le constructeur ne peut justifier le bien-fondé de l'affectation du défaut en question à la classe B1, ce défaut est affecté à la classe A.

6.2.3 Justification d'une affectation à la classe B1 (distinction entre la classe B2 et la classe B1)

Si les services d'homologation contestent l'affectation par le constructeur d'un défaut de fonctionnement à la classe B1 parce qu'ils estiment que les OTL ne sont pas dépassées, ils peuvent exiger sa réaffectation à la classe B2 ou C. Dans ce cas, il doit être consigné dans les documents d'homologation que le défaut de fonctionnement en question a été classé comme le demandaient les services d'homologation.

6.2.4 Justification d'une affectation à la classe B2 (distinction entre B2 et B1)

Pour justifier l'affectation d'un défaut de fonctionnement à la classe B2, le constructeur doit apporter la preuve que les émissions sont inférieures aux OTL.

Si les services d'homologation contestent l'affectation d'un défaut de fonctionnement à la classe B2 parce qu'ils estiment que les OTL sont dépassées, il peut être exigé du constructeur d'apporter la preuve au moyen d'essais que les émissions dues au défaut de fonctionnement sont inférieures aux OTL. Si les essais ne sont pas concluants, les services d'homologation exigent la réaffectation de ce défaut de fonctionnement à la classe A ou B1, et le constructeur doit par la suite justifier le bien-fondé de ce classement et la documentation doit être mise à jour.

6.2.5 Justification d'une affectation à la classe B2 (distinction entre la classe B2 et la classe C)

Si les services d'homologation contestent l'affectation par le constructeur d'un défaut de fonctionnement à la classe B2 parce qu'ils estiment que les valeurs limites n'ont pas été dépassées, ils peuvent en exiger la réaffectation à la classe C. Dans ce cas, il doit être consigné dans le document d'homologation que le défaut de fonctionnement a été classé comme le demandaient les services d'homologation.

6.2.6 Justification d'une affectation à la classe C

Pour justifier le bien-fondé de l'affectation d'un défaut à la classe C, le constructeur doit apporter la preuve que les émissions sont inférieures aux valeurs limites.

Si les services d'homologation contestent l'affectation d'un défaut de fonctionnement à la classe C, il peut être exigé du constructeur d'apporter la preuve par des essais que les émissions dues à ce défaut sont inférieures aux valeurs limites.

Si les essais ne sont pas concluants, les services d'homologation demandent le reclassement de ce défaut et le constructeur doit ensuite justifier le bien-fondé de cette réaffectation et les documents pertinents doivent être mis à jour.

6.3 Procédure à suivre pour faire la preuve de l'efficacité d'un système OBD

Le constructeur doit soumettre aux services d'homologation un dossier d'information complet apportant la preuve de l'efficacité du système OBD et comprenant entre autres:

- a) Des algorithmes et des diagrammes de décision;
- b) Les résultats d'essais et/ou de simulations;
- c) Des renvois à des systèmes précédemment homologués, par exemple.

Dans les paragraphes qui suivent, on trouvera les prescriptions relatives à la démonstration de l'efficacité du système d'autodiagnostic, notamment les prescriptions relatives aux essais. Le nombre d'essais doit être égal à quatre fois le nombre de systèmes de gestion moteur considérés au sein de la famille de systèmes OBD, sans toutefois être inférieur à huit.

Les moniteurs choisis doivent refléter les différents types de moniteurs mentionnés au paragraphe 4.2 (surveillance du seuil d'émission, surveillance de l'efficacité, surveillance pour tout défaut de fonctionnement ou surveillance des éléments) de façon équilibrée. Ils doivent aussi refléter les différents points énumérés à l'appendice 3 de la présente annexe de façon équilibrée.

6.3.1 Procédure à suivre pour faire la preuve de l'efficacité d'un système OBD au moyen d'essais

Outre les justificatifs mentionnés au paragraphe 6.3 ci-dessus, le constructeur doit apporter la preuve de l'efficacité des systèmes antipollution ou de leurs composants en les soumettant à des essais au banc, conformément aux procédures prescrites au paragraphe 7.2 de la présente annexe.

Dans ce cas, le constructeur doit produire les composants détériorés retenus ou le dispositif électrique choisi pour simuler un défaut de fonctionnement.

La détection d'un défaut de fonctionnement par le système OBD et la réaction appropriée du système (état de l'indicateur de défaut, enregistrement du code défaut, etc.) doivent être justifiées conformément au paragraphe 7.2.

6.3.2 Choix d'un élément (ou d'un système) détérioré

Le présent paragraphe s'applique aux cas dans lesquels le défaut de fonctionnement choisi pour l'essai OBD est évalué en fonction des émissions aval²⁵ (surveillance des valeurs limites – voir par. 4.2) et le constructeur doit justifier, au moyen d'un essai, le choix de cet élément détérioré.

Dans des cas très particuliers, la justification du choix d'un composant ou d'un système détérioré au moyen d'un essai n'est pas possible (par exemple, en cas d'activation d'une MECS, si le moteur ne peut être soumis à aucun essai). Dans ces cas-là, le composant détérioré doit être choisi sans essai. Cette exception doit être justifiée par le constructeur et doit être approuvée par les services d'homologation.

²⁵ Le présent paragraphe sera ultérieurement étendu à d'autres moniteurs que ceux censés mesurer les valeurs limites.

- 6.3.2.1 Choix d'un composant détérioré servant à démontrer la détection de défauts des classes A et B1
- 6.3.2.1.1 Surveillance des valeurs limites d'émissions
- Si le défaut de fonctionnement choisi par l'autorité d'homologation se traduit par des émissions d'échappement susceptibles de dépasser les valeurs limites OTL, le constructeur doit apporter la preuve, par un essai de mesure des émissions conforme au paragraphe 7, que le composant ou le dispositif détérioré ne donne pas lieu à des émissions dépassant les valeurs limites OTL de plus de 20 %.
- 6.3.2.1.2 Surveillance de l'efficacité
- À la demande du constructeur et sous réserve de l'accord de l'autorité d'homologation, dans le cas de la surveillance de l'efficacité, il peut être admis que les valeurs limites OTL soient dépassées de plus de 20 %. Une telle demande doit faire l'objet d'une justification au cas par cas.
- 6.3.2.1.3 Surveillance des composants
- Dans le cas de la surveillance des composants, un composant détérioré est considéré comme acceptable sans qu'il soit nécessaire de se référer aux valeurs limites OTL.
- 6.3.2.2 Choix de composants détériorés servant à démontrer la détection de défauts de classe B2
- Dans le cas de défauts de classe B2, et à la demande des services d'homologation, le constructeur doit apporter la preuve au moyen d'essais conformes au paragraphe 7 que le composant ou le dispositif détérioré ne provoque pas des émissions supérieures aux valeurs limites OTL.
- 6.3.2.3 Choix de composants détériorés servant à démontrer la détection de défauts de classe C
- Dans le cas de défauts de classe C, et à la demande des services d'homologation, le constructeur doit apporter la preuve au moyen d'essais conformes au paragraphe 7 que le composant ou le dispositif détérioré ne provoque pas des émissions supérieures aux valeurs limites.
- 6.3.3 Procès-verbal d'essai
- Le procès-verbal d'essai doit contenir au minimum les renseignements indiqués à l'appendice 4.
- 6.4 Homologation d'un système OBD présentant des défauts de fonctionnement
- 6.4.1 Les services d'homologation peuvent approuver, à la demande d'un constructeur, un système OBD présentant un ou plusieurs défauts de fonctionnement.
- Lors de l'examen de cette requête, les services d'homologation déterminent si les prescriptions énoncées dans la présente annexe peuvent être respectées.
- Les services d'homologation prennent en considération les données fournies par le constructeur, entre autres en ce qui concerne la faisabilité technique, les délais de fabrication et les cycles de production, y compris l'introduction et le retrait progressif de moteurs ainsi que la mise à niveau des logiciels, afin de voir si le système OBD pourra respecter les dispositions de la présente annexe et si le constructeur a fait suffisamment d'efforts pour satisfaire aux prescriptions de ladite annexe.

Les services d'homologation rejettent toutes les demandes de ce type dans lesquelles un moniteur de diagnostic requis fait défaut (absence de l'un des moniteurs prescrits à l'appendice 3).

6.4.2 Période pendant laquelle les défauts de fonctionnement sont admis

Un défaut de fonctionnement peut subsister pendant un an après la date d'homologation du système de gestion du moteur.

Si le constructeur peut prouver aux services d'homologation qu'il faut apporter de profondes modifications au moteur et allonger le délai de fabrication pour corriger le défaut de fonctionnement, celui-ci peut subsister pendant une année supplémentaire, à condition que la durée totale du défaut ne dépasse pas trois ans (c'est-à-dire trois fois un an).

Le constructeur ne peut pas demander de prolongation de la période en question.

6.5 Procédure de sélection du carburant de référence dans le cas d'un moteur à gaz

Pour démontrer l'efficacité du système OBD et justifier le classement d'un défaut de fonctionnement, on utilise les carburants de référence qui sont mentionnés à l'annexe 5 et avec lesquels le moteur est censé fonctionner.

La sélection de ce carburant de référence est effectuée par le service d'homologation de type, qui doit donner au laboratoire d'essai suffisamment de temps pour fournir le carburant de référence sélectionné.

7. Procédures d'essai

7.1 Modalités d'essai

La justification au moyen d'essais du classement d'un défaut de fonctionnement et la démonstration au moyen d'essais de l'efficacité d'un système OBD sont deux points qui sont examinés séparément dans le cadre des essais. Par exemple, un défaut de classe A ne nécessite pas d'essai de classement mais peut fort bien nécessiter des essais d'efficacité sur le système OBD.

Le cas échéant, le même essai peut servir à justifier le classement d'un défaut de fonctionnement et le choix d'un composant détérioré fourni par le constructeur, et à prouver l'efficacité d'un système OBD.

Le système de gestion du moteur sur lequel le système OBD est soumis aux essais doit satisfaire aux prescriptions en matière d'émissions énoncées dans le présent Règlement.

7.1.1 Procédure d'essai servant à justifier le classement d'un défaut de fonctionnement

Lorsque, conformément au paragraphe 6.2, les services d'homologation exigent du constructeur qu'il justifie, au moyen d'essais, le classement d'un défaut de fonctionnement, ce dernier doit procéder à une série d'essais des systèmes antipollution.

Conformément au paragraphe 6.2.2, lorsque les services d'homologation exigent que des essais soient effectués pour justifier l'affectation d'un défaut à la classe B1 plutôt qu'à la classe A, le constructeur doit apporter la preuve que les émissions provoquées par le défaut de fonctionnement en question sont, dans certains cas, inférieures aux valeurs limites OTL:

- a) Le constructeur définit lesdites conditions d'essai de concert avec les services d'homologation;
- b) Le constructeur n'est pas tenu d'apporter la preuve que, dans d'autres conditions, les émissions dues à ce défaut de fonctionnement seraient effectivement supérieures aux valeurs limites OTL.

Les essais d'émission peuvent être répétés, à la demande du constructeur, jusqu'à trois fois.

Si l'un de ces essais donne des émissions inférieures à la valeur limite OTL considérée, l'affectation du défaut à la classe B1 est approuvée.

Lorsque les services d'homologation exigent des essais pour justifier l'affectation d'un défaut de fonctionnement à la classe B2 plutôt qu'à la classe B1, ou encore à la classe C plutôt qu'à la classe B2, les essais d'émission n'ont pas besoin d'être répétés. Si les niveaux d'émission relevés pendant l'essai sont supérieurs à la valeur limite OTL considérée ou aux limites fixées, le défaut de fonctionnement doit être reclassé.

Note: Conformément au paragraphe 6.2.1, le présent paragraphe ne s'applique pas aux défauts de classe A.

7.1.2 Procédure d'essai visant à démontrer l'efficacité d'un système OBD

Si les services d'homologation demandent, en application du paragraphe 6.3, qu'un système OBD soit soumis à des essais d'efficacité, ceux-ci doivent se dérouler comme suit:

- a) Un défaut de fonctionnement est sélectionné par les services d'homologation et le constructeur doit fournir l'élément ou le système détérioré correspondant;
- b) Le cas échéant et si les services d'homologation en font la demande, le constructeur doit apporter la preuve, au moyen d'un essai, que l'élément détérioré se prête à une démonstration d'efficacité de la surveillance;
- c) Le constructeur doit apporter la preuve que le comportement du système OBD est conforme aux dispositions de la présente annexe (état de l'indicateur de défaut, enregistrement du code défaut, etc.) au plus tard à la fin de la série des cycles d'essais.

7.1.2.1 Choix du composant détérioré

Si les services d'homologation demandent au constructeur de choisir un élément détérioré en procédant à des essais conformes au paragraphe 6.3.2, il doit s'agir d'essais portant sur les émissions.

S'il apparaît que l'installation d'un élément ou d'un dispositif détérioré dans un système de gestion du moteur rend impossible toute comparaison avec les valeurs limites (par exemple, parce que les conditions statistiques de validation du cycle d'essais d'émissions applicables ne sont pas remplies), cet élément ou ce dispositif peut être retenu dès lors que les services d'homologation donnent leur accord sur la foi d'arguments techniques fournis par le constructeur.

Lorsque l'installation d'un élément ou d'un dispositif détérioré dans un système de gestion du moteur a pour effet que la courbe de pleine charge (que doit atteindre un moteur fonctionnant correctement) ne peut être atteinte pendant l'essai, cet élément ou dispositif peut être retenu si les services d'homologation donnent leur accord sur la foi d'arguments techniques apportés par le constructeur.

7.1.2.2 Détection d'un défaut de fonctionnement

Tous les moniteurs choisis par les services d'homologation pour faire l'objet d'un essai au banc doivent réagir à l'introduction de l'élément détérioré, choisi conformément aux prescriptions de la présente annexe, à l'issue de deux cycles d'essais consécutifs, conformément au paragraphe 7.2.2 de la présente annexe.

S'il est prévu dans le protocole de surveillance et accepté par les services d'homologation qu'un moniteur a besoin de plus de deux séquences, le nombre de cycles d'essais peut être augmenté à la demande du constructeur.

Lors de l'essai de justification, chaque cycle d'essais doit être séparé du suivant par un arrêt du moteur. Le temps s'écoulant jusqu'au redémarrage doit permettre l'exécution de toute opération de surveillance requise après l'arrêt du moteur et la réalisation des conditions nécessaires à la reprise de la surveillance au redémarrage.

L'essai peut être considéré comme achevé dès que le système OBD a réagi conformément aux prescriptions de la présente annexe.

7.2 Essais applicables

Dans le contexte de la présente annexe:

- a) Le cycle d'essais d'émission est le cycle d'essais qui sert à mesurer les émissions lors de la sélection d'un composant ou d'un système détérioré;
- b) Le cycle d'essais OBD est le cycle d'essais servant à démontrer la capacité des moniteurs OBD à détecter des défauts de fonctionnement.

7.2.1 Cycle d'essais d'émission

Le cycle d'essais visé dans la présente annexe pour mesurer les émissions est le cycle d'essais WHTC décrit à l'annexe 4.

7.2.2 Cycle d'essais OBD

Le cycle d'essais OBD visé dans la présente annexe est la partie démarrage à chaud du cycle d'essais WHTC décrit à l'annexe 4.

À la demande du constructeur et sous réserve de l'accord des services d'homologation de type, un autre cycle d'essais OBD peut être utilisé (par exemple, la partie démarrage à froid du cycle WHTC) pour un moniteur spécifique. La demande est alors accompagnée d'une documentation (considérations techniques, résultats de simulation ou d'essais, etc.) montrant:

- a) Que le cycle d'essais demandé est approprié pour prouver qu'une surveillance a lieu en situation de conduite réelle et,
- b) Que la partie démarrage à chaud du cycle WHTC convient moins au travail de surveillance requis (par exemple, surveillance de la consommation de carburant).

- 7.2.3 Conditions de conduite des essais
- Les conditions (à savoir la température, l'altitude, la qualité du carburant, etc.) dans lesquelles les essais prescrits aux paragraphes 7.2.1 et 7.2.2 doivent être conduits sont les mêmes que celles prescrites pour le cycle d'essais WHTC, énoncées à l'annexe 4.
- Dans le cas d'un essai d'émission destiné à justifier l'affectation d'un défaut de fonctionnement à la classe B1, les conditions d'essai peuvent s'écarter, si le constructeur en décide ainsi, de celles prescrites dans les paragraphes ci-dessus, conformément au paragraphe 6.2.2.
- 7.3 Exercice de démonstration aux fins de la surveillance de l'efficacité
- Le constructeur peut recourir aux prescriptions en matière de justification telles qu'énoncées à l'appendice 7 aux fins de la surveillance de l'efficacité.
- Les autorités chargées de l'homologation peuvent approuver l'utilisation par le constructeur d'un type de technique de surveillance de l'efficacité autre que celui visé à l'appendice 7. Le type de surveillance choisi doit être démontré par le constructeur au moyen d'un dossier technique solide fondé sur les caractéristiques de conception ou en présentant des résultats d'essais ou en se référant à des réceptions antérieures ou en recourant à une autre méthode acceptable, qui soit au moins aussi solide, opportune et efficace que celles mentionnées à l'appendice 7.
- 7.4 Procès-verbaux d'essai
- Les procès-verbaux d'essai contiennent au minimum les renseignements énoncés à l'appendice 4.
- 8. Prescriptions en matière de documentation**
- 8.1 Documentation aux fins de l'homologation
- Le constructeur présente un dossier d'information qui décrit en détail le système OBD. Le dossier doit comporter deux parties:
- a) Une première partie, qui peut être concise, à condition qu'elle mette en évidence les relations entre les moniteurs, les capteurs/actionneurs et les conditions d'utilisation (c'est-à-dire qu'elle décrive les conditions dans lesquelles les moniteurs peuvent fonctionner et celles dans lesquelles ils ne peuvent pas fonctionner). Elle doit décrire le fonctionnement du système OBD, notamment le classement des défauts. Les documents correspondants sont conservés par les services d'homologation et peuvent être mis à la disposition des parties intéressées qui en font la demande;
 - b) Une seconde partie, qui contient des données, notamment des détails sur les composants ou les systèmes volontairement détériorés, ainsi que les résultats des essais correspondants pour justifier les décisions ci-dessus, ainsi que la liste de tous les signaux d'entrée et de sortie à la disposition du système de gestion du moteur et surveillés par le système OBD. La seconde partie doit en outre décrire chacune des stratégies de surveillance ainsi que le processus de décision.

Le contenu de la seconde partie est strictement confidentiel. Les renseignements correspondants peuvent être conservés par les services d'homologation ou, à la discrétion des services d'homologation, par le constructeur, tout en restant à la disposition des services d'homologation au moment de l'homologation et à tout moment pendant la durée de validité de l'homologation.

8.1.1 Documentation concernant chaque composant ou système soumis à une surveillance

La deuxième partie du dossier d'information doit comprendre, pour chaque composant ou système soumis à une surveillance, les éléments suivants entre autres:

- a) Les défauts de fonctionnement et les codes défaut correspondants;
- b) La méthode de surveillance utilisée pour déceler les défauts de fonctionnement;
- c) Les paramètres utilisés et les conditions nécessaires pour déceler les défauts de fonctionnement et, le cas échéant, les valeurs limites OTL utilisées (surveillance de l'efficacité et des composants);
- d) Les critères d'enregistrement d'un code défaut;
- e) Le temps que prend la surveillance (temps qui s'écoule jusqu'à la fin de la procédure) et la fréquence des contrôles (en continu ou une fois par trajet par exemple).

8.1.2 Documentation concernant le classement des défauts de fonctionnement

La deuxième partie du dossier d'information doit comprendre, pour le classement des défauts, les éléments suivants entre autres:

Le classement de chaque code défaut doit être documenté. Ce classement peut varier selon le type de moteur (par exemple en fonction de la puissance du moteur) à l'intérieur d'une même famille de systèmes OBD.

Ces renseignements doivent comprendre les justifications techniques requises au paragraphe 4.2 de la présente annexe, concernant l'affectation aux classes A, B1 ou B2.

8.1.3 Documentation concernant la famille de systèmes OBD

La deuxième partie du dossier d'information doit comprendre, pour la famille de systèmes OBD, les éléments suivants entre autres:

Une description de la famille de systèmes OBD doit être fournie. Elle doit comprendre la liste des types de moteurs faisant partie de la famille, ainsi qu'une description de ceux-ci, une description du système de gestion moteur de base ainsi que tous les éléments caractéristiques de cette famille conformément au paragraphe 6.1.1 de la présente annexe.

Si la famille de systèmes OBD comprend des systèmes de gestion moteur appartenant à d'autres familles, une description concise de ces familles doit être fournie.

De plus, le constructeur doit fournir la liste de tous les éléments électroniques d'entrée, de sortie et d'identification du protocole de communication utilisé pour chacune des familles de systèmes OBD.

8.2 Documentation nécessaire au montage d'un système de gestion moteur équipé d'un système OBD

Le constructeur doit indiquer dans la notice de montage de ses systèmes de gestion moteur les renseignements qui garantiront que le véhicule, s'il est correctement utilisé, que ce soit sur la route ou autrement, satisfera aux prescriptions de la présente annexe. Cette notice doit comprendre entre autres:

- a) Les prescriptions techniques détaillées, notamment les dispositions garantissant la compatibilité du système de gestion du moteur avec le système OBD;
- b) La procédure de vérification à effectuer.

L'existence et la pertinence de ces prescriptions d'installation peuvent être vérifiées lors de l'homologation du système de gestion du moteur.

Note: Si le constructeur demande l'homologation directe du système OBD pour son montage sur le véhicule, cette documentation n'est pas obligatoire.

Annexe 9B

Appendice 1

Homologation du montage des systèmes OBD

Le présent appendice traite du cas dans lequel le constructeur demande l'homologation du montage sur un véhicule d'un (de) système(s) OBD faisant partie d'une famille de systèmes OBD et conforme(s) aux prescriptions de la présente annexe.

Dans ce cas, outre les prescriptions générales énoncées dans la présente annexe, le constructeur doit faire la preuve de la bonne installation du système de gestion du moteur. Pour ce faire, le constructeur doit se fonder sur une conception appropriée et les résultats d'essais de vérification, notamment, et s'assurer que les éléments ci-dessous sont conformes aux prescriptions de la présente annexe:

- a) Le montage du système de gestion du moteur sur le véhicule en ce qui concerne sa compatibilité avec le système OBD;
- b) Les indicateurs de défaut (pictogrammes, modes d'activation, etc.);
- c) L'interface de communication câblée.

L'allumage correct des indicateurs de défaut, l'enregistrement des informations et l'échange de données OBD entre le véhicule et l'extérieur doivent être vérifiés. Aucune vérification ne devrait toutefois nécessiter le démontage du système de gestion du moteur; une mise hors tension, par exemple, devrait suffire.

Annexe 9B

Appendice 2

Défauts de fonctionnement

Illustration de l'état du code défaut

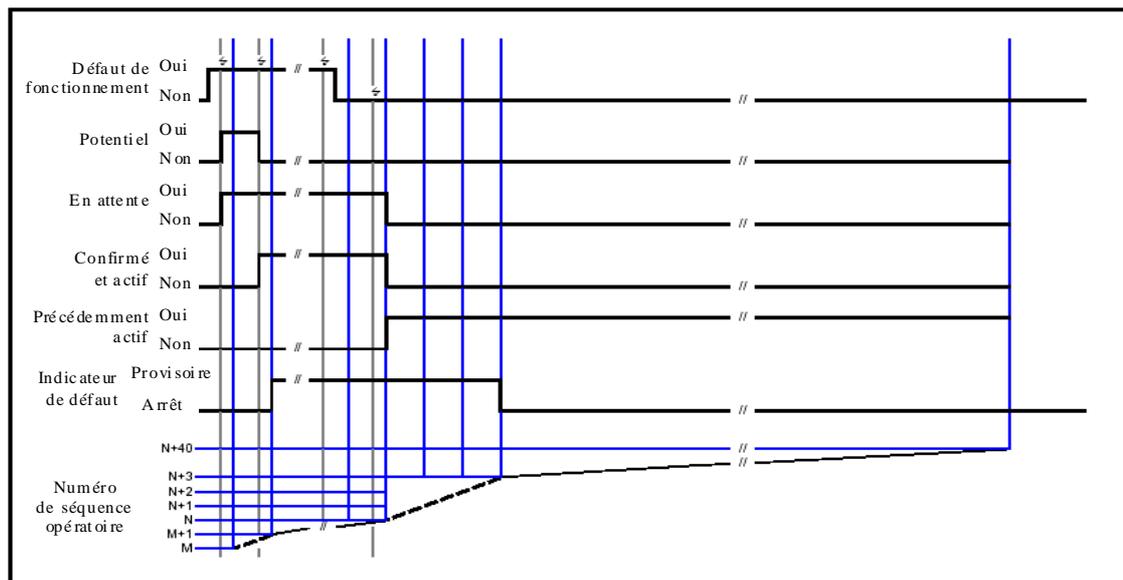
Illustration de l'indicateur de défaut et des modes d'activation des compteurs

Le présent appendice vise à illustrer les prescriptions énoncées aux paragraphes 4.3 et 4.6.5 de la présente annexe.

Il contient les figures suivantes:

- Figure 1: Code défaut correspondant à un défaut de fonctionnement de classe B1;
- Figure 2: Code défaut correspondant à deux défauts de fonctionnement consécutifs de classe B1;
- Figure 3: Code défaut correspondant à la répétition d'un défaut de fonctionnement de classe B1;
- Figure 4A: Défaut de fonctionnement de classe A – activation de l'indicateur de défaut et des compteurs de défaut;
- Figure 4B: Illustration du principe de désactivation de l'indicateur de défaut permanent;
- Figure 5: Défaut de fonctionnement de classe B1 – activation du compteur B1 dans cinq cas.

Figure 1
Code défaut correspondant à un défaut de fonctionnement de classe B1



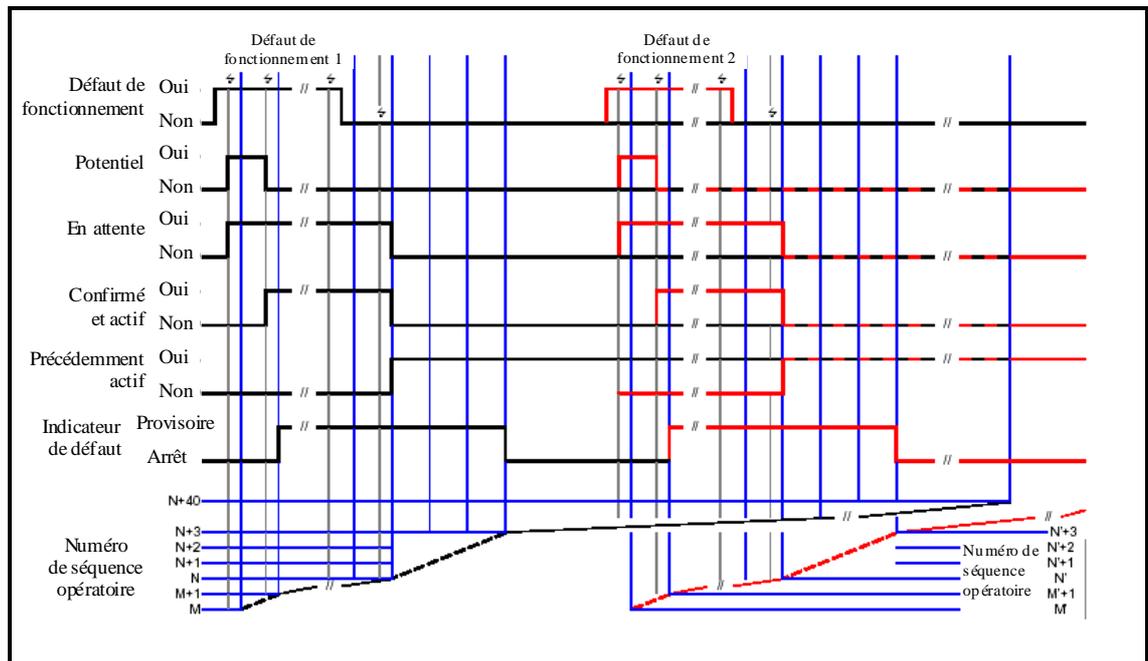
Notes:

z Point où commence la surveillance du défaut de fonctionnement en question.

N, M La présente annexe prescrit d'identifier les séquences opératoires clefs au cours desquelles se produisent des événements et de compter les séquences opératoires suivantes. Aux fins d'illustration, les séquences opératoires clefs correspondent aux valeurs N et M.

Par exemple, M représente la première séquence opératoire suivant la détection d'un éventuel défaut de fonctionnement, alors que N représente la séquence opératoire au cours de laquelle l'indicateur de défaut est à l'arrêt.

Figure 2
Code défaut correspondant à deux défauts de fonctionnement consécutifs de classe B1



Notes:

⚡ Point où commence la surveillance du défaut de fonctionnement en question.

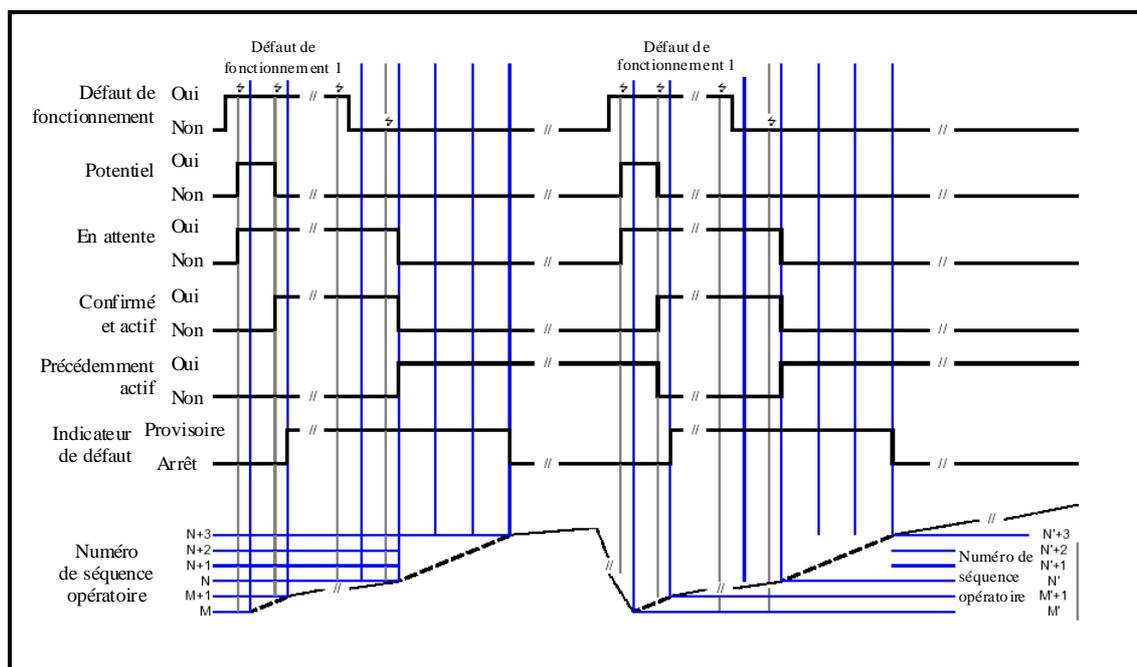
N, M

N', M' La présente annexe prescrit d'identifier les séquences opératoires clefs au cours desquelles se produisent des événements et de compter les séquences opératoires suivantes. Aux fins d'illustration, les séquences opératoires clefs correspondent aux valeurs N et M dans le cas du premier défaut de fonctionnement et aux valeurs N' et M' dans le cas du second.

Par exemple, M représente la première séquence opératoire suivant la détection d'un éventuel défaut de fonctionnement, alors que N représente la séquence opératoire au cours de laquelle l'indicateur de défaut est à l'arrêt.

N + 40 La quarantième séquence opératoire après la première désactivation de l'indicateur de défaut ou 200 h de fonctionnement du moteur si cette échéance intervient plus tôt.

Figure 3
Code défaut correspondant à la répétition d'un défaut de fonctionnement de classe B1



Notes:

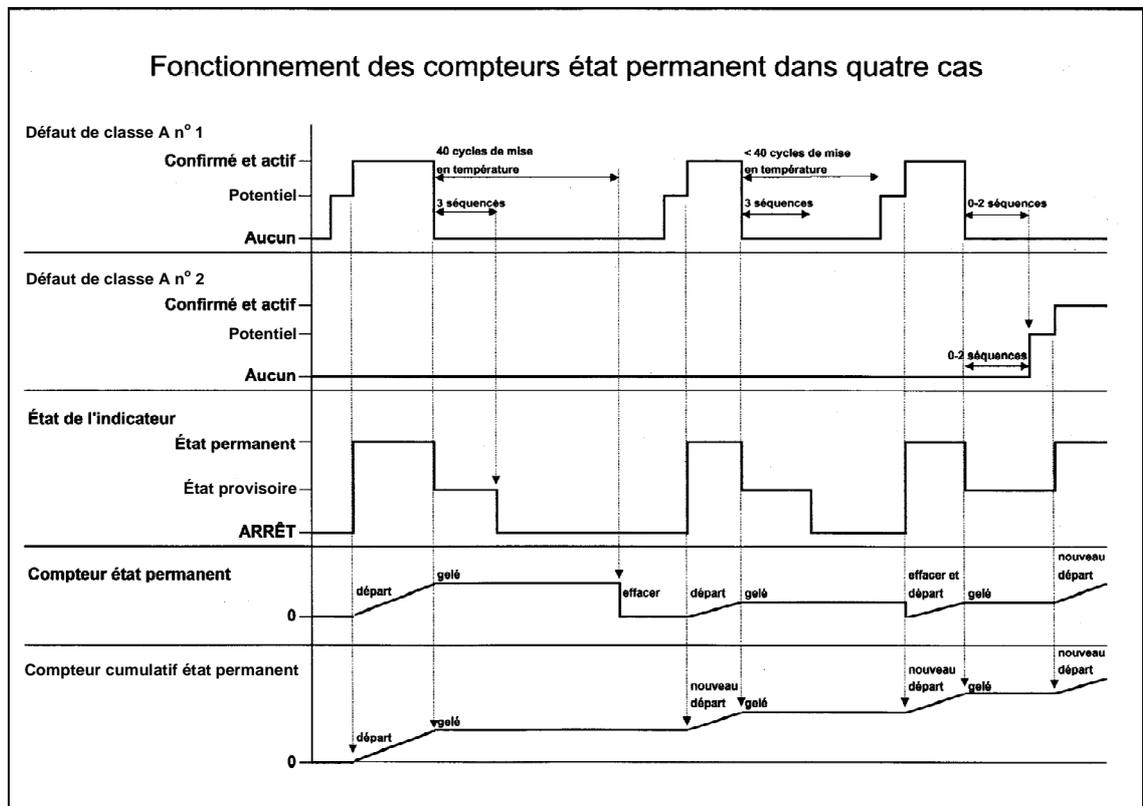
⚡ Point où commence la surveillance du défaut de fonctionnement en question.

N, M

N', M' La présente annexe prescrit d'identifier les séquences opératoires clefs au cours desquelles se produisent des événements et de compter les séquences opératoires suivantes. Aux fins d'illustration, les séquences opératoires clefs correspondent aux valeurs N et M dans le cas du premier défaut de fonctionnement et aux valeurs N' et M' dans le cas du second.

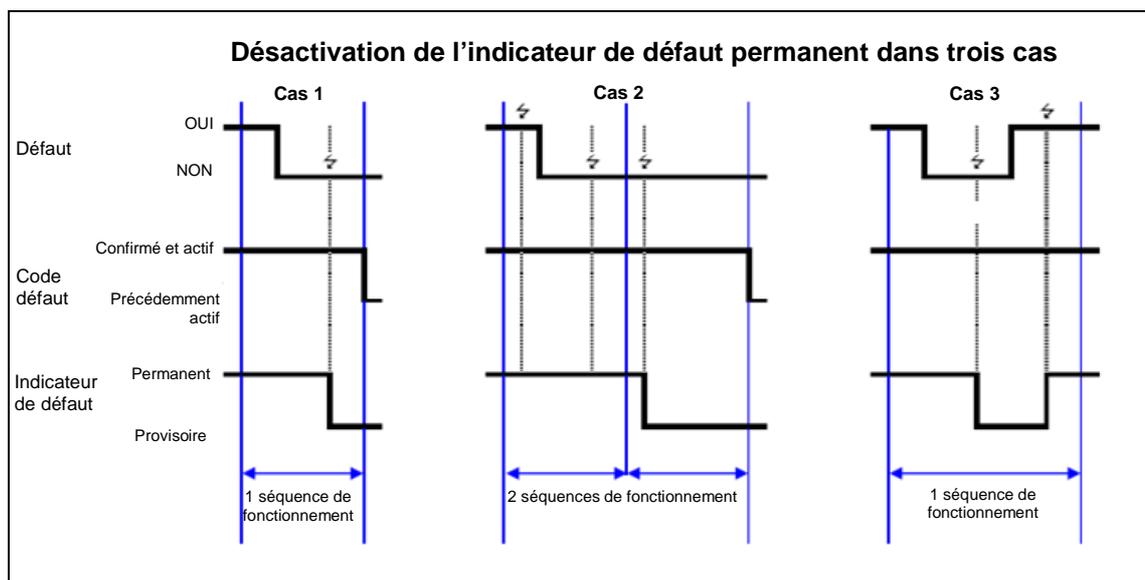
Par exemple, M représente la première séquence opératoire suivant la détection d'un éventuel défaut de fonctionnement, alors que N représente la séquence opératoire au cours de laquelle l'indicateur de défaut est à l'arrêt.

Figure 4A
Défaut de fonctionnement de classe A – activation de l'indicateur de défaut
et des compteurs de défaut



Note: Des informations détaillées relatives à la désactivation de l'indicateur de défaut permanent sont données dans la figure 4B ci-dessous en cas d'état potentiel.

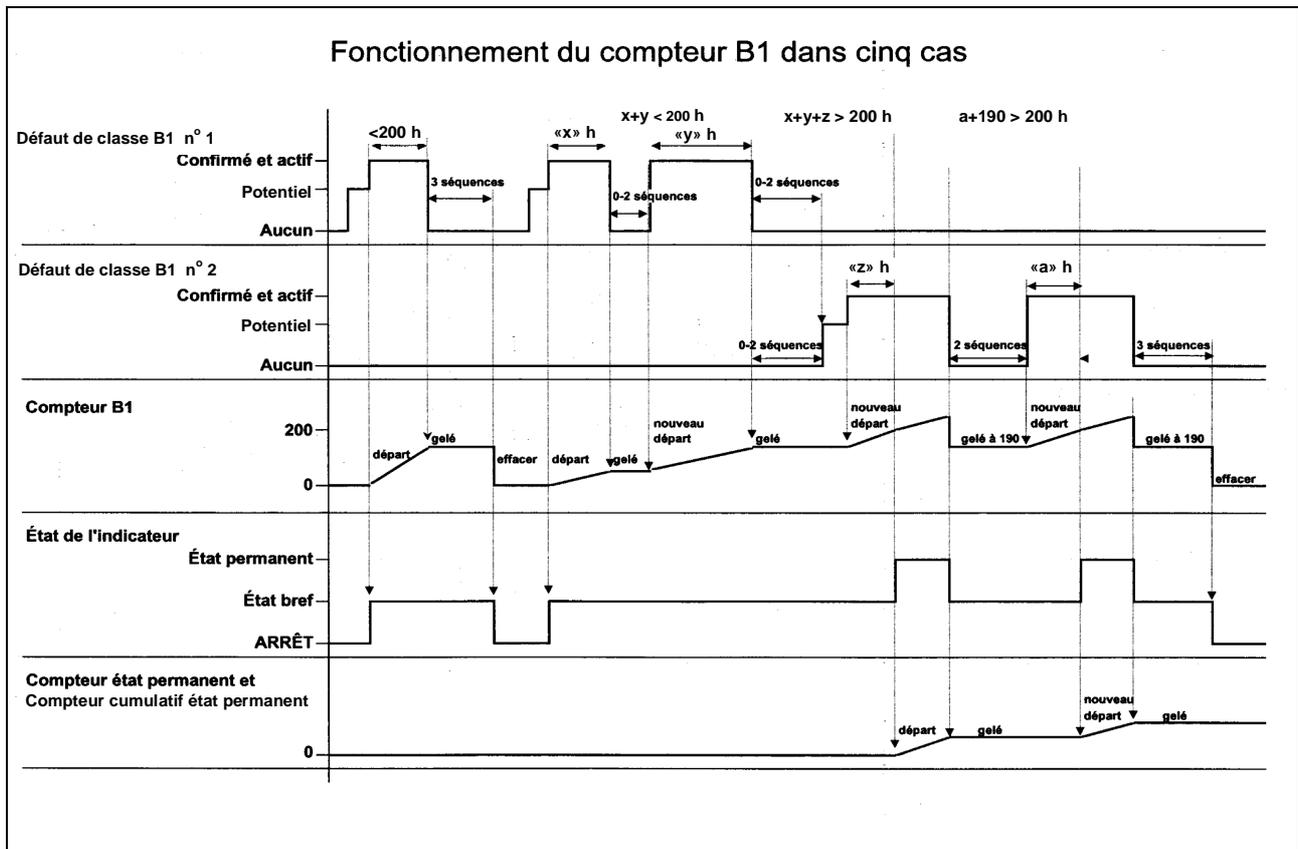
Figure 4B
Illustration du principe de désactivation de l'indicateur de défaut permanent



Notes:

- z Point où commence la surveillance du défaut de fonctionnement en question.
- M Séquence de fonctionnement lors de laquelle le programme de surveillance conclut pour la première fois qu'un défaut confirmé et actif n'est plus présent.
- Cas 1 Cas où le programme de surveillance ne conclut pas à la présence d'un défaut lors de la séquence de fonctionnement M.
- Cas 2 Cas où le programme de surveillance a précédemment conclu à la présence d'un défaut lors de la séquence de fonctionnement M.
- Cas 3 Cas où le programme de surveillance conclut, lors de la séquence de fonctionnement M, à la présence d'un défaut après avoir d'abord conclu à son absence.

Figure 5
Défaut de fonctionnement de classe B1 – activation du compteur B1 dans cinq cas



Note: Dans cet exemple, on suppose qu'il y a un seul compteur B1.

Annexe 9B

Appendice 3

Prescriptions relatives à la surveillance

Le présent appendice dresse la liste des sous-ensembles ou des composants qui doivent être surveillés par le système OBD, conformément au paragraphe 4.2 de la présente annexe. Sauf indication contraire, les prescriptions s'appliquent à tous les types de moteurs.

Appendice 3 – Point 1

Surveillance des composants électriques/électroniques

Les composants électriques/électroniques servant à commander ou à surveiller les systèmes antipollution décrits dans le présent appendice sont soumis à la surveillance définie au paragraphe 4.2 de la présente annexe. Il s'agit, notamment, des sondes de pression, des capteurs de température, des capteurs de gaz d'échappement et des capteurs d'oxygène s'il y en a, des détecteurs de cliquetis, des injecteurs de carburant dans l'échappement ou des injecteurs de réactif, des brûleurs de postcombustion ou des éléments chauffants, des bougies de préchauffage ou encore des préchauffeurs d'air d'admission.

Chaque fois qu'il existe une boucle de rétroaction, le système OBD doit surveiller la capacité du système de gestion du moteur à maintenir la rétroaction telle qu'elle a été conçue (par exemple, instaurer une rétroaction dans le temps imparti par le constructeur, incapacité du système à assurer la rétroaction, ou la rétroaction est allée au bout des tolérances prévues par le constructeur) – surveillance des composants.

Dans le cas particulier où la commande d'injection de réactif est exécutée par un système à circuit fermé, les prescriptions de surveillance énoncées ici sont applicables, mais les défauts de fonctionnement détectés ne sont pas classés parmi les défauts de classe C.

Note: Ces dispositions s'appliquent à tous les composants électriques/électroniques, même s'ils appartiennent à l'un quelconque des moniteurs décrits au titre des autres points du présent appendice.

Appendice 3 – Point 2

Système de filtre à particules

Le système OBD surveille, sur les moteurs équipés, les propriétés ci-dessous du filtre à particules:

- a) La présence du substrat du filtre à particules – surveillance d'une défaillance totale;
- b) Le colmatage du filtre à particules – défaillance totale;
- c1) Le filtrage et la régénération continue par le filtre à particules. Cette prescription s'applique uniquement aux émissions de particules – surveillance des valeurs limites d'émission.

Le système OBD peut également surveiller, selon qu'il convient²⁶:

c2) Le filtrage et la régénération (par exemple, accumulation de particules et retrait de ces particules lors de la régénération forcée) – surveillance de l'efficacité conformément à l'appendice 8 de la présente annexe.

Note: La capacité de régénération périodique conformément à ce qui est prévu doit être contrôlée (par exemple, capacité de régénération dans un délai fixé par le constructeur, de régénération à la demande, etc.). Il s'agit là d'un aspect de la surveillance des composants par le dispositif visé.

Appendice 3 – Point 3

Surveillance de la réduction catalytique sélective (RCS)

Aux fins du présent point, on entend par RCS la réduction catalytique sélective ou tout autre dispositif de catalyse des NO_x en régime pauvre. Le système OBD surveille, sur les moteurs équipés, les propriétés ci-dessous du système RCS:

a) La capacité du système à régler correctement l'injection de réactif, qu'il s'agisse d'une injection dans le système d'échappement ou dans les cylindres – surveillance de l'efficacité;

b) La disponibilité du réactif sur le véhicule et la consommation du réactif en cas d'utilisation d'un réactif autre que le carburant (par exemple l'urée) – surveillance de l'efficacité;

c) Dans la mesure du possible, la qualité du réactif en cas d'utilisation d'un réactif autre que le carburant (par exemple l'urée) – surveillance de l'efficacité;

d) La capacité du catalyseur à convertir les émissions de NO_x – surveillance des valeurs limites d'émission.

Appendice 3 – Point 4

Piège à NO_x (ou absorbeur de NO_x)

Le système OBD surveille, sur les moteurs équipés, les propriétés ci-dessous du piège à NO_x:

a) La capacité du système à absorber/stocker et transformer les NO_x – surveillance de l'efficacité;

b) La capacité du système à régler correctement l'injection de réactif, qu'il s'agisse d'une injection dans le système d'échappement ou dans les cylindres – surveillance de l'efficacité.

Appendice 3 – Point 5

Surveillance des catalyseurs à oxydation (y compris le catalyseur à oxydation pour moteurs diesel)

Le présent point s'applique aux catalyseurs à oxydation qui ne font pas partie d'autres systèmes de traitement aval. Les catalyseurs à oxydation faisant partie d'un système de traitement aval font l'objet du point pertinent du présent appendice.

²⁶ La surveillance C1 s'applique aux phases B et C, comme indiqué dans le tableau 1 de l'annexe 3. La surveillance C2 s'applique à la phase A, comme indiqué dans ce même tableau.

Le système OBD surveille, sur les moteurs équipés, les propriétés ci-dessous des catalyseurs à oxydation:

a) La capacité des catalyseurs à oxydation à transformer les HC en amont des autres dispositifs de traitement aval – surveillance d’une défaillance totale;

b) La capacité des catalyseurs à oxydation à transformer les HC en aval des autres dispositifs de traitement aval – surveillance d’une défaillance totale.

Appendice 3 – Point 6

Surveillance du système de recyclage des gaz d’échappement (RGE)

Le système OBD surveille, sur les moteurs équipés, les propriétés ci-dessous du système de recyclage des gaz d’échappement:

	<i>Gazole</i>	<i>Gaz</i>
a1) La capacité du système à maintenir le débit prescrit, en décelant ses insuffisances ou ses excès – surveillance des valeurs limites d’émission.	X	
a2) La capacité du système à maintenir le débit prescrit, en décelant ses insuffisances ou ses excès – surveillance de l’efficacité.		X
a3) La capacité du système à maintenir le débit prescrit, en décelant ses insuffisances – détection d’une défaillance totale ou surveillance de l’efficacité, selon ce qui est spécifié ici.	X	X
b) La capacité du système à produire le débit prescrit dans le délai prévu par le constructeur à partir du moment de la commande – surveillance de l’efficacité.	X	X
c1) La capacité du système à produire le refroidissement prescrit par le constructeur – surveillance de l’efficacité.	X	X
c2) La capacité du système à produire le refroidissement prescrit par le constructeur – détection d’une défaillance totale, comme indiqué ici.	X	X

a3) Débit insuffisant du système RGE (détection d’une défaillance totale ou surveillance de l’efficacité)

Dans le cas où les émissions ne dépasseraient pas les valeurs limites OTL, même en tenant compte d’une incapacité totale du système RGE à maintenir le débit prescrit (en raison, par exemple, du fonctionnement correct d’un dispositif RCS en aval du moteur):

1. Si le débit est commandé au moyen d’un système à circuit fermé, le système OBD doit déceler un défaut de fonctionnement lorsque le système RGE ne peut pas augmenter le débit pour produire le débit demandé.

Ce défaut de fonctionnement ne doit pas être affecté à la classe C.

2. Si le débit est commandé au moyen d’un système à circuit ouvert, le système OBD doit déceler un défaut de fonctionnement lorsque le système RGE ne permet pas de déterminer le débit en dépit de la demande qui est faite.

Ce défaut de fonctionnement ne doit pas être affecté à la classe C.

c2) Refroidissement insuffisant de l'échangeur RGE (détection d'une défaillance totale)

Dans le cas où une incapacité totale de l'échangeur RGE à produire le refroidissement prescrit par le constructeur ne provoquerait pas la détection d'un défaut de fonctionnement (parce que l'accroissement résultant des émissions ne permettrait pas d'atteindre la valeur limite d'émissions pour l'un ou l'autre des polluants), le système OBD doit déceler un défaut de fonctionnement lorsque le système RGE ne permet pas de déterminer le refroidissement produit.

Ce défaut de fonctionnement ne doit pas être affecté à la classe C.

Appendice 3 – Point 7

Surveillance du système d'alimentation en carburant

Le système OBD surveille, sur les moteurs équipés, les propriétés ci-dessous du système d'alimentation en carburant:

	<i>Gazole</i>	<i>Gaz</i>
a) La capacité du système d'alimentation en carburant à parvenir à la pression prescrite dans un circuit fermé – surveillance de l'efficacité.	X	
b) La capacité du système à parvenir à la pression prescrite dans un circuit fermé 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 air-carburant souhaité (y compris les caractéristiques d'auto-adaptation) – surveillance de l'efficacité.		X

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 équipés, les propriétés ci-dessous du système de commande de l'admission d'air et de la pression de suralimentation dans le turbocompresseur:

	<i>Gazole</i>	<i>Gaz</i>
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.		X

	<i>Gazole</i>	<i>Gaz</i>
a3) La capacité du turbocompresseur à maintenir la pression de suralimentation prescrite et à détecter les pressions insuffisantes – détection d’une défaillance totale ou surveillance de l’efficacité, comme indiqué ici.	X	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

a3) Pression de suralimentation insuffisante (détection d’une défaillance totale)

1. Dans le cas où les émissions ne dépasseraient pas les valeurs limites OTL, même en tenant compte d’une incapacité totale du turbocompresseur à maintenir la pression de suralimentation demandée, et si cette pression est commandée au moyen d’un système à circuit fermé, le système OBD doit déceler un défaut de fonctionnement lorsque le turbocompresseur ne peut pas accroître la pression de façon à produire la pression demandée.

Ce défaut de fonctionnement ne doit pas être affecté à la classe C.

2. Dans le cas où les émissions ne dépasseraient pas les valeurs limites OBD, même en tenant compte d’une incapacité totale du turbocompresseur à maintenir la pression de suralimentation demandée, et si cette pression est commandée au moyen d’un système à circuit ouvert, le système OBD doit déceler un défaut de fonctionnement lorsqu’il n’est pas possible de déterminer la pression produite.

Ce défaut de fonctionnement ne doit pas être affecté à la classe C.

Appendice 3 – Point 9

Système de distribution à calage variable

Le système OBD surveille, sur les moteurs équipés, les propriétés ci-dessous du système de distribution à calage variable:

- a) La capacité du système de distribution à obtenir le calage prescrit de la distribution – surveillance de l’efficacité;
- b) La capacité du système de distribution à obtenir le calage prescrit de la distribution dans le délai imparti par le constructeur, à partir du moment de la commande – surveillance de l’efficacité.

Appendice 3 – Point 10

Surveillance des ratés d’allumage

	<i>Gazole</i>	<i>Gaz</i>
a) Aucune prescription.	X	
b) Raté d’allumage qui peut endommager le catalyseur (par exemple, surveillance du nombre de ratés d’allumage durant une période donnée) – surveillance de l’efficacité.		X

Appendice 3 – Point 11

Surveillance du système de ventilation du carter

Aucune prescription.

Appendice 3 – Point 12

Surveillance du système de refroidissement du moteur

Le système OBD surveille les propriétés ci-dessous du système de refroidissement du moteur:

a) La température du liquide de refroidissement (thermostat) – thermostats bloqués en position ouverte. Les constructeurs ne sont pas tenus de surveiller le thermostat si sa défaillance ne risque pas de mettre hors fonction d'autres moniteurs du système OBD – défaillance totale.

Les constructeurs ne sont pas tenus de surveiller la température du liquide de refroidissement ni le capteur censé la mesurer si cette température ou le capteur en question ne sert pas à activer la commande de la mise en circuit fermé des systèmes antipollution et/ou ne met hors fonction aucun autre moniteur.

Les constructeurs ont le droit de retarder le temps que met le moniteur pour atteindre la température d'activation de la régulation en circuit fermé si le moteur se trouve dans des conditions susceptibles de fausser les résultats du diagnostic (par exemple, si le moteur du véhicule tourne au ralenti pendant plus de 50 à 75 % du temps fixé pour la mise en température).

Appendice 3 – Point 13

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

Le système OBD surveille:

		<i>Gazole</i>	<i>Gaz</i>
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 primaire et secondaire (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

Appendice 3 – Point 14

Surveillance du système de commande du ralenti

Le système OBD surveille, sur les moteurs qui en sont équipés, la bonne marche des composants électriques du système de commande du ralenti conformément au point 1 du présent appendice.

Appendice 3 – Point 15

Catalyseur à trois voies

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

	<i>Gazole</i>	<i>Gaz</i>
a) La capacité du catalyseur à trois voies à transformer les NO _x et le CO – surveillance de l'efficacité.		X

Annexe 9B

Appendice 4

Rapport de conformité technique

Le présent rapport est délivré par les services d'homologation, conformément aux paragraphes 6.3.3 et 7.3 de la présente annexe, à l'issue d'un examen d'un système OBD ou d'une famille de systèmes OBD, lorsque le système ou la famille en question est conforme aux prescriptions du présent appendice.

La référence exacte (y compris le numéro de la version) du présent appendice doit figurer dans le rapport.

La référence exacte (y compris le numéro de la version) du présent Règlement doit aussi apparaître dans le rapport.

Le rapport contient une page de couverture indiquant la conformité finale du système OBD ou de la famille de systèmes OBD, ainsi que les cinq sections suivantes:

- Section 1 Informations concernant le système OBD
- Section 2 Informations concernant la conformité du système OBD
- Section 3 Informations concernant les défauts de fonctionnement
- Section 4 Informations concernant les essais de démonstration du système OBD
- Section 5 Protocole d'essai.

Le rapport technique, y compris ses appendices, doit au minimum englober les éléments indiqués dans les exemples ci-après.

Il doit être précisé dans le rapport que la reproduction ou la publication d'extraits de celui-ci ne peut se faire sans l'autorisation écrite des services d'homologation qui l'ont signée.

Rapport de conformité final

Le dossier d'information et le système OBD ou la famille de systèmes OBD décrits ci-après sont conformes aux prescriptions du Règlement suivant:

N° du Règlement .../n° de la version .../date d'entrée en vigueur .../type de carburant ...

Le présent Règlement est une transposition du Règlement technique mondial (RTM) suivant:

RTM .../A + B/version .../date ...

Le rapport de conformité technique comprend ... pages

Lieu et date ...

Auteur (nom et signature)

Services d'homologation (nom et cachet)

Section 1 du rapport de conformité technique (exemple)

Informations concernant le système OBD

1. Type d'homologation demandé

<i>Homologation demandée</i>	
• Homologation d'un seul système OBD	OUI/NON
• Homologation d'une famille de systèmes OBD	OUI/NON
• Homologation d'un système OBD faisant partie d'une famille de systèmes OBD homologuée	OUI/NON
• Extension d'homologation pour inclusion d'un nouveau système de gestion moteur dans une famille de systèmes OBD	OUI/NON
• Extension d'homologation pour une modification de conception du système OBD	OUI/NON
• Extension d'homologation pour reclassement d'un défaut de fonctionnement	OUI/NON

2. Informations concernant le système OBD

<i>Homologation d'un seul système OBD</i>	
• Type(s) ²⁷ de la famille de systèmes de gestion moteur (le cas échéant, voir par. 6.1 de la présente annexe) ou type(s) ¹ du (des) système(s) de gestion moteur individuel(s)	...
• Description du système OBD (fournie par le constructeur): référence et date	...
<i>Homologation d'une famille de systèmes OBD</i>	
• Liste des familles de moteurs englobées dans la famille de systèmes OBD (le cas échéant, voir par. 6.1)	...
• Type ¹ du système de gestion moteur de base représentant la famille de systèmes OBD	...
• Liste des types de moteurs ¹ englobés dans la famille de systèmes OBD	...
• Description du système OBD (fournie par le constructeur): référence et date	...
<i>Homologation d'un système OBD faisant partie d'une famille de systèmes OBD homologuée</i>	
• Liste des familles de moteurs englobées dans la famille de systèmes OBD (le cas échéant, voir par. 6.1)	...
• Type ¹ du système de gestion moteur de base représentant la famille de systèmes OBD	...
• Liste des types de moteurs ¹ englobés dans la famille de systèmes OBD	...
• Nom de la famille de systèmes de gestion moteur concernée par le nouveau système OBD (le cas échéant)	...

²⁷ Tel qu'il figure dans le certificat d'homologation.

<ul style="list-style-type: none"> Type¹ du système de gestion moteur concerné par le nouveau système OBD Description détaillée du système OBD (fournie par le constructeur): référence et date 	...
<p><i>Extension d'homologation pour inclusion d'un nouveau système de gestion moteur dans une famille de systèmes OBD</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Liste (détaillée, le cas échéant) des familles de moteurs concernées par la famille de systèmes OBD (le cas échéant, voir par. 6.1) Liste (détaillée, le cas échéant) des types de moteurs¹ faisant partie de la famille de systèmes OBD Type mis à jour (nouveau ou inchangé)¹ du système de gestion moteur de base faisant partie de la famille de systèmes OBD Description détaillée du système OBD (fournie par le constructeur): référence et date 	...
<p><i>Extension d'homologation pour une modification de conception du système OBD</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Liste des familles de moteurs (le cas échéant) concernées par la modification de conception Liste des types de moteurs¹ concernés par la modification de conception Type actualisé (le cas échéant, nouveau ou inchangé)¹ du système de gestion moteur de base faisant partie de la famille de systèmes OBD Description du système OBD modifié (fournie par le constructeur): référence et date 	...
<p><i>Extension d'homologation pour reclassement d'un défaut de fonctionnement</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Liste des familles de moteurs (le cas échéant) concernées par le reclassement Liste des types de moteurs¹ concernés par le reclassement Description du système OBD modifié (fournie par le constructeur): référence et date 	...

Section 2 du rapport de conformité technique (exemple)

Informations concernant la conformité du système OBD

1. Dossier d'information

Les éléments communiqués par le constructeur dans le dossier d'information concernant la famille de systèmes OBD sont complets et conformes aux prescriptions du paragraphe 8 de la présente annexe en ce qui concerne les points suivants:	
<ul style="list-style-type: none"> Documents relatifs à chaque composant ou système soumis à une surveillance 	OUI/NON
<ul style="list-style-type: none"> Documents relatifs à chaque code défaut 	OUI/NON
<ul style="list-style-type: none"> Documents relatifs au classement des défauts de fonctionnement 	OUI/NON

Les éléments communiqués par le constructeur dans le dossier d'information concernant la famille de systèmes OBD sont complets et conformes aux prescriptions du paragraphe 8 de la présente annexe en ce qui concerne les points suivants:	
• Documents relatifs à la famille de systèmes OBD	OUI/NON
• Les documents prescrits au paragraphe 8.2 de la présente annexe relatifs au montage sur un véhicule d'un système OBD fournis par le constructeur dans le dossier d'information sont complets et conformes aux prescriptions de la présente annexe:	OUI/NON
• Le montage du système de gestion moteur équipé du système OBD est conforme aux prescriptions de l'appendice 1 de la présente annexe:	OUI/NON

2. Contenu de la documentation

<i>Surveillance</i> Les moniteurs sont conformes aux prescriptions du paragraphe 4.2 de la présente annexe:	OUI/NON
<i>Classement</i> Le classement des défauts de fonctionnement est conforme aux prescriptions du paragraphe 4.5 de la présente annexe:	OUI/NON
<i>Activation de l'indicateur de défaut</i> Conformément au paragraphe 4.6.3 de la présente annexe, l'activation de l'indicateur de défaut est: L'allumage et l'extinction du témoin de défaut sont conformes aux prescriptions du paragraphe 4.6 de la présente annexe:	Sélective/non sélective OUI/NON
<i>Enregistrement et effacement des codes défaut</i> L'enregistrement et l'effacement des codes défaut sont conformes aux prescriptions des paragraphes 4.3 et 4.4 de la présente annexe:	OUI/NON
<i>Mise hors fonction du système OBD</i> Les stratégies décrites dans le dossier d'information pour la déconnexion ou mise hors fonction momentanée du système OBD sont conformes aux prescriptions du paragraphe 5.2 de la présente annexe:	OUI/NON
<i>Sécurité des systèmes électroniques</i> Les mesures décrites par le constructeur pour la sécurité des systèmes électroniques sont conformes aux prescriptions du paragraphe 4.8 de la présente annexe:	OUI/NON

Section 3 du rapport de conformité technique (exemple)

Informations concernant les défauts de fonctionnement

Nombre de défauts de fonctionnement du système OBD	(Par exemple: 4 défauts)
Les défauts de fonctionnement sont conformes aux prescriptions du paragraphe 6.4 de la présente annexe:	OUI/NON
<i>Défaut n° 1</i> <ul style="list-style-type: none"> • Nature du défaut • Période pendant laquelle le défaut est admis 	<p>par exemple: mesure de la concentration en urée (RCS) en fonction des tolérances prescrites</p> <p>par exemple: pendant un an ou six mois après la date d'homologation</p>
(Description des défauts n°s 2 à n-1)	
<i>Défaut n°</i> <ul style="list-style-type: none"> • Nature du défaut • Période pendant laquelle le défaut est admis 	<p>par exemple: mesure de la concentration en NH3 en aval du système RCS</p> <p>par exemple: pendant un an ou six mois après la date d'homologation</p>

Section 4 du rapport de conformité technique (exemple)

Informations concernant les essais de démonstration du système OBD

1. Résultats des essais de démonstration du système OBD

<i>Résultats des essais</i> Le système OBD décrit dans le dossier d'information ci-dessus a subi avec succès les essais prescrits au paragraphe 6 de la présente annexe, essais visant à justifier le choix des moniteurs et le classement des défauts conformément au point 5:	OUI/NON
--	---------

Les essais de démonstration sont présentés en détail à la section 5.

1.1 Système OBD soumis à l'essai au banc

<i>Moteur</i> <ul style="list-style-type: none"> • Nom du moteur (constructeur et nom commercial): • Type de moteur (tel qu'il figure sur le document d'homologation): • Numéro du moteur (numéro de série): 	...
<i>Modules de commande visés par la présente annexe (y compris les modules électroniques de gestion du moteur)</i> <ul style="list-style-type: none"> • Principale fonction: • Numéro d'identification (logiciel et étalonnage): 	...

<i>Instrument de diagnostic (analyseur utilisé pour les essais)</i>	
• Fabricant:	...
• Type:	...
• Logiciel/version:	...
<i>Renseignements concernant les essais</i>	
• Conditions ambiantes (température, humidité, pression):	...
• Lieu de l'essai (indication de l'altitude):	...
• Carburant de référence:	...
• Huile moteur utilisée:	...
• Date de l'essai:	...

2. Essais de démonstration du montage du système OBD

Outre l'essai de démonstration du système OBD ou de la famille de systèmes OBD, le système OBD ou les systèmes OBD de la famille de systèmes OBD ont été soumis à un essai de montage sur un véhicule conformément aux dispositions de l'appendice 1 de la présente annexe:	OUI/NON
---	---------

2.1 Résultat de l'essai de montage du système OBD

<i>Résultats des essais</i>	
Si le montage du système OBD a été essayé sur un véhicule, il a subi avec succès les essais prescrits à l'appendice 1 de la présente annexe:	OUI/NON

2.2 Montage soumis à essai

Si le montage du système OBD a été soumis à un essai sur un véhicule:

<i>Véhicule soumis à l'essai</i>	
• Nom du véhicule (constructeur et nom commercial):	...
• Type de véhicule:	...
• Numéro d'identification du véhicule:	...
<i>Instrument de diagnostic (analyseur utilisé pour l'essai)</i>	
• Fabricant:	...
• Type:	...
• Logiciel/version:	...
<i>Informations concernant l'essai</i>	
• Lieu et date:	...

Section 5 du rapport de conformité technique (exemple)

Protocole d'essai

Essai de démonstration du système OBD																
Généralités		Justification du classement des défauts de fonctionnement							Justification de l'efficacité du système OBD							
		Essai		Niveau d'émission			Classement		Composant volontairement détérioré			Activation de l'indicateur de défaut				
Mode dégradé	Code défaut	Essai conformément au paragraphe	Cycle d'essais	Supérieur aux OTL	Inférieur aux OTL	Inférieur à EL + X	Classement proposé par le constructeur	Classement retenu 1)	Essai conformément au paragraphe	Cycle d'essais	Remplit les conditions requises	Essai conformément au paragraphe	Cycle d'essais	État permanent après ... cycle	État provisoire après ... cycle	État demandé après ... cycle
Soupape de dosage RCS	P2...	pas d'essai		-	-	-	A	A	6.3.2.1	WHTC	oui	6.3.1	WHTC	2 ^e		
Soupape RGE, électrique	P1...	pas d'essai					A	B1	6.3.2.1	WHTC	oui	6.3.1	WHTC		1 ^{er}	
Soupape RGE, mécanique	P1...	pas d'essai					B1	B1	6.3.2.1	WHTC	oui	6.3.1	WHTC		2 ^e	
Soupape RGE, mécanique	P1...	6.2.2	WHTC		×		B1	B1	pas d'essai		oui					
Soupape RGE, mécanique	P1...	6.2.2	WHTC		×		B1	B1	6.3.2.1	WHTC	oui	6.3.1	WHTC		2 ^e	
Sonde électrique de la température de l'air	P1...	pas d'essai					B2	B2	6.3.2.2	WHTC	oui	6.3.1	WHTC		1 ^{er}	
Sonde électrique de la température de l'huile	P1...	6.2.6	ETC			×	C	C	pas d'essai		oui					

Observations: 1) À la demande des services d'homologation, un défaut de fonctionnement peut être affecté à une autre classe que celle proposée par le constructeur.

Seuls figurent dans le présent tableau les défauts de fonctionnement qui ont été soumis à des essais aux fins de classement ou d'évaluation de l'efficacité et ceux qui ont été reclassés à la demande des services d'homologation.

Un défaut de fonctionnement peut être soumis à des essais aux fins de classement ou de vérification d'efficacité, ou pour les deux. L'exemple de la soupape RGE de type mécanique illustre ces trois cas dans le tableau.

Annexe 9B

Appendice 5

Informations de la trame fixe et du flux de données

Les tableaux ci-dessous dressent la liste des éléments d'information dont il est question aux paragraphes 4.7.1.4 et 4.7.2 de la présente annexe.

Tableau 1
Prescriptions obligatoires

	<i>Trame fixe</i>	<i>Flux de données</i>
Charge calculée (couple du moteur exprimé en pourcentage du couple maximum disponible, au régime moteur considéré)	X	X
Régime moteur	X	X
Température du liquide de refroidissement (ou équivalent)	X	X
Pression barométrique (mesurée directement ou estimée)	X	X

Tableau 2
Informations facultatives concernant le régime et la charge du moteur

	<i>Trame fixe</i>	<i>Flux de données</i>
Couple moteur demandé par le conducteur (exprimé en pourcentage du couple maximum)	X	X
Couple réel du moteur (calculé en pourcentage du couple maximum, par exemple d'après la quantité de carburant injectée)	X	X
Couple maximum du moteur de référence		X
Couple maximum du moteur de référence exprimé en fonction du régime moteur		X
Temps écoulé depuis le démarrage du moteur	X	X

Tableau 3
Informations facultatives, si elles sont utilisées par le dispositif antipollution ou le système OBD pour activer ou désactiver une information OBD

	<i>Trame fixe</i>	<i>Flux de données</i>
Niveau du carburant ou pression du carburant dans le réservoir (selon qu'il convient)	X	X
Température de l'huile moteur	X	X
Vitesse du véhicule	X	X
État du système d'adaptation de la qualité du carburant (actif/non actif) dans le cas de moteurs à gaz		X
Tension du système informatique de gestion du moteur (microprocesseur principal)	X	X

Tableau 4
Informations facultatives (à condition que le moteur possède les équipements nécessaires pour les recueillir ou les mesurer)

	<i>Trame fixe</i>	<i>Flux de données</i>
Valeur absolue de la position du papillon des gaz ou du clapet de l'air d'admission (position du clapet servant à réguler l'admission d'air)	X	X
État du système de commande de l'alimentation en gazole dans un système fonctionnant en circuit fermé (par exemple en cas de régulation en circuit fermé)	X	X
Pression dans la rampe commune d'injection	X	X
Pression de commande de l'injection	X	X
Point d'injection représentatif (début de la première injection principale)	X	X
Pression prescrite dans la rampe commune d'injection	X	X
Pression prescrite d'ouverture des injecteurs (pression du fluide commandant l'injection)	X	X
Température de l'air d'admission	X	X
Température de l'air ambiant	X	X
Température de l'air d'entrée et de sortie du turbocompresseur (compresseur et turbine)	X	X
Pression d'entrée et de sortie du turbocompresseur (compresseur et turbine)	X	X
Température de l'air d'admission (en aval du refroidisseur intermédiaire s'il en existe un)	X	X
Pression réelle de suralimentation	X	X
Débit d'air mesuré par la sonde de débit-masse	X	X
Position ou cycle de fonctionnement prescrit de la soupape RGE (à condition qu'elle soit ainsi pilotée)	X	X
Position ou cycle de fonctionnement réel de la soupape RGE	X	X
État de la prise de force (activée ou désactivée)	X	X
Position de la pédale d'accélérateur	X	X
Valeur absolue de la position de la pédale d'accélérateur	X	si mesurée
Consommation de carburant instantanée	X	X
Pression de suralimentation prescrite ou recherchée (si elle sert à commander le turbocompresseur)	X	X
Pression à l'entrée du filtre à particules	X	X
Pression à la sortie du filtre à particules	X	X
Pression différentielle du filtre à particules	X	X
Pression d'échappement à la sortie du moteur	X	X

	<i>Trame fixe</i>	<i>Flux de données</i>
Température à l'entrée du filtre à particules	X	X
Température à la sortie du filtre à particules	X	X
Température des gaz d'échappement à la sortie du moteur	X	X
Vitesse du turbocompresseur ou de la turbine	X	X
Position du turbocompresseur à géométrie variable	X	X
Position prescrite du turbocompresseur à géométrie variable	X	X
Position de la soupape de décharge	X	X
Signal de la sonde servant à mesurer le rapport air/carburant		X
Signal de la sonde à oxygène		X
Signal de la sonde à oxygène secondaire (si le moteur en est équipé)		X
Signal de la sonde à NO _x		X

Annexe 9B

Appendice 6

Normes de référence

Le présent appendice renvoie aux normes de l'industrie qui doivent être appliquées conformément aux dispositions de la présente annexe pour l'interface de communication série avec les véhicules et les moteurs. Deux cas sont possibles:

- a) Norme ISO 27145 et, soit ISO 15765-4 (Protocole CAN), soit ISO 13400 (Protocole TCP/IP);
- b) Norme SAE J1939-73.

D'autres normes ISO ou SAE peuvent être applicables en fonction des dispositions de la présente annexe.

Toute référence dans la présente annexe à la norme ISO 27145 renvoie aux normes ci-après:

- a) ISO 27145-1 Véhicules routiers – Mise en application des exigences de communication WWH-OBD – Partie 1: Informations générales et définition de cas d'usage;
- b) ISO 27145-2 Véhicules routiers – Mise en application des exigences de communication WWH-OBD – Partie 2: Dictionnaire de données liées aux émissions communes;
- c) ISO 27145-3 Véhicules routiers – Mise en application des exigences de communication WWH-OBD – Partie 3: Dictionnaire de messages communs;
- d) ISO 27145-4 Véhicules routiers – Mise en application des exigences de communication WWH-OBD – Partie 4: Connexion entre véhicule et équipement d'essai.

Toute référence dans la présente annexe à la norme J1939-73 renvoie à la norme ci-après:

J1939-73 «APPLICATION LAYER – DIAGNOSTICS», 2011.

Toute référence dans la présente annexe à la norme ISO 13400 renvoie aux normes ci-après:

- a) FDIS 13400-1: 2011 Véhicules routiers – Communication de diagnostic au travers du protocole Internet (DoIP) – Partie 1: Informations générales et définition de cas d'usage;
- b) FDIS 13400-2: 2011 Véhicules routiers – Communication de diagnostic au travers du protocole Internet (DoIP) – Partie 2 – Protocole de transport et services de la couche réseau;
- c) FDIS 13400-3: 2011 Véhicules routiers – Communication de diagnostic au travers du protocole Internet (DoIP) – Partie 3: Interface du véhicule câblé sur la base de l'IEEE 802.3;
- d) (Pas encore finalisé) 13400-4: 2011 Véhicules routiers – Communication de diagnostic au travers du protocole Internet (DoIP) – Partie 4: Connecteur de liaison de transmission de données ultrarapide basé sur Ethernet.

Annexe 9B

Appendice 7

Surveillance de l'efficacité

A.7.1 Généralités

A.7.1.1 Le présent appendice énonce des dispositions relatives au processus de démonstration applicable dans certains cas de surveillance de l'efficacité.

A.7.2 Démonstration de la surveillance de l'efficacité

A.7.2.1 Approbation du classement des défauts

A.7.2.1.1 Comme spécifié au paragraphe 4.2.1.1 de la présente annexe, dans le cas de la surveillance de l'efficacité, aucune corrélation avec les émissions réelles n'est nécessaire. Cependant, l'autorité d'homologation peut demander des données d'essai afin de vérifier le classement des effets des défauts de fonctionnement, comme indiqué au paragraphe 6.2 de la présente annexe.

A.7.2.2 Approbation des critères d'efficacité sélectionnés par le constructeur

A.7.2.2.1 Pour pouvoir approuver le choix des critères d'efficacité fait par le constructeur, l'autorité d'homologation doit examiner les informations techniques fournies par ce dernier.

A.7.2.2.2 Le seuil d'efficacité sélectionné par le constructeur pour la surveillance en question doit être déterminé sur le moteur de base de la famille de moteurs OBD lors d'un essai de qualification effectué comme suit:

A.7.2.2.2.1 L'essai de qualification est effectué comme indiqué au paragraphe 6.3.2 de la présente annexe.

A.7.2.2.2.2 La baisse d'efficacité du composant examiné est mesurée et sert par la suite de seuil d'efficacité pour le moteur de base de la famille de moteurs OBD.

A.7.2.2.3 Les critères d'efficacité approuvés pour le moteur de base sont considérés comme applicables à tous les autres membres de la famille de moteurs OBD sans autre démonstration.

A.7.2.2.4 Sous réserve d'un accord entre le constructeur et l'autorité d'homologation, il doit être possible d'adapter le seuil d'efficacité aux différents membres d'une famille de moteurs OBD afin de tenir compte des différents paramètres de conception (capacité de l'échangeur RGE, par exemple). Cet accord doit être fondé sur des considérations techniques démontrant la pertinence de la démarche.

A.7.2.2.4.1 À la demande de l'autorité d'homologation, un deuxième membre de la famille de moteurs OBD peut être soumis à la procédure d'homologation décrite au paragraphe A.7.2.2.2.

- A.7.2.3 Qualification d'un composant détérioré
 - A.7.2.3.1 Aux fins de la démonstration de l'efficacité d'un moniteur sélectionné dans une famille de moteurs OBD, il convient de qualifier un composant détérioré sur le moteur de base de la famille conformément aux dispositions du paragraphe 6.3.2 de la présente annexe.
 - A.7.2.3.2 En cas d'essai d'un deuxième moteur, conformément aux dispositions du paragraphe A.7.2.2.4.1, il convient d'effectuer la qualification du composant détérioré sur ce moteur conformément aux dispositions du paragraphe 6.3.2 de la présente annexe.
- A.7.2.4 Démonstration de l'efficacité du système OBD
 - A.7.2.4.1 La démonstration de l'efficacité du système OBD doit s'effectuer conformément aux prescriptions du paragraphe 7.1.2 de la présente annexe, au moyen du composant détérioré qualifié pour être utilisé avec le moteur de base.

Annexe 9B

Appendice 8

Prescriptions de démonstration en cas de surveillance de l'efficacité d'un filtre à particule diesel de type «wall-flow»

A.8.1 Généralités

A.8.1.1 Le présent appendice précise le processus de démonstration OBD applicable dans le cas où le processus de filtrage d'un filtre à particules diesel (FAP) de type «wall-flow» est soumis à une surveillance de son efficacité.

Un FAP de type «wall-flow» détérioré peut être obtenu, par exemple, en forant des trous dans le substrat du filtre ou en limant les capuchons du substrat du filtre.

A.8.2 Essai de qualification

A.8.2.1 Principe

A.8.2.1.1 Un FAP de type «wall-flow» détérioré est considéré comme «composant volontairement détérioré qualifié» si, dans les conditions de fonctionnement du moteur spécifiées pour les besoins de cet essai, la dépression («pression delta») à travers ce FAP de type «wall-flow» détérioré excède ou n'est pas inférieure à 60 % de la dépression mesurée à travers un FAP de type «wall-flow» du même type, propre et non détérioré.

A.8.2.1.1.1 Le constructeur doit démontrer que ce FAP de type «wall-flow» propre et non détérioré conduit à la même contre-pression que le filtre détérioré avant sa détérioration.

A.8.2.2 Processus de qualification

A.8.2.2.1 Pour qualifier un FAP de type «wall-flow» détérioré, le moteur équipé de ce FAP de type «wall-flow» doit tourner dans des conditions de fonctionnement stabilisées, avec les valeurs de vitesse et de charge spécifiées pour le mode 9 dans le cycle d'essai WHSC spécifié à l'annexe 4 du présent Règlement (vitesse normalisée de 55 % et couple normalisé de 50 %).

A.8.2.2.2 Pour qualifier un FAP de type «wall-flow» détérioré de «composant volontairement détérioré qualifié», le constructeur doit démontrer que la dépression à travers ce FAP de type «wall-flow» détérioré, mesurée alors que le système moteur fonctionne dans les conditions spécifiées au paragraphe A.8.2.2.1, n'est pas inférieure au pourcentage de la dépression à travers un FAP propre et non détérioré dans les mêmes conditions qui est applicable conformément aux paragraphes A.8.2.1.1 et A.8.2.1.2 du présent appendice.

A.8.2.3 Démonstration de l'efficacité du système OBD

A.8.2.3.1 La démonstration de l'efficacité du système OBD doit être effectuée conformément aux prescriptions du paragraphe 7.1.2 de la présente annexe avec le FAP de type «wall-flow» volontairement détérioré qualifié monté sur le système moteur parent.

Annexe 9C

Prescriptions techniques applicables à l'évaluation de l'efficacité en service des systèmes diagnostic (OBD)

1. Applicabilité

Dans sa version actuelle, la présente annexe ne s'applique qu'aux véhicules routiers équipés d'un moteur à allumage par compression.

2. Réserve.

3. Définitions

3.1 «Rapport d'efficacité en service»

Le rapport d'efficacité en service (IUPR) d'un moniteur spécifique m du système OBD s'établit comme suit: $IUPR_m = \text{Numérateur}_m / \text{Dénominateur}_m$.

3.2 «Numérateur»

Le numérateur d'un moniteur spécifique m (numérateur _{m}) est un compteur mesurant le nombre de fonctionnements du véhicule qui réunissent toutes les conditions nécessaires à la surveillance spécifique destinée à détecter un défaut de fonctionnement.

3.3 «Dénominateur»

Le dénominateur d'un moniteur spécifique m (dénominateur _{m}) est un compteur indiquant le nombre d'événements de conduite du véhicule, compte tenu des conditions propres audit moniteur spécifique.

3.4 «Dénominateur général»

Le dénominateur général est un compteur indiquant le nombre d'événements de conduite du véhicule, compte tenu des conditions générales.

3.5 Abréviations

IUPR Rapport d'efficacité en service

$IUPR_m$ Rapport d'efficacité en service d'un moniteur spécifique m

4. Prescriptions générales

Le système OBD doit avoir la capacité de relever et d'enregistrer les données d'efficacité en service (par. 6) des moniteurs OBD visés dans le présent paragraphe, de stocker ces données dans la mémoire de l'ordinateur et, sur demande, de les communiquer à un équipement extérieur (par. 7).

Les données d'efficacité en service d'un moniteur se composent du numérateur et du dénominateur permettant le calcul de l'IUPR.

4.1 Moniteurs IUPR

4.1.1 Groupes de moniteurs

Les constructeurs exécutent des algorithmes logiciels dans le système OBD pour surveiller et communiquer, individuellement, les données d'efficacité en service des groupes de moniteurs visés à l'appendice 1 de la présente annexe.

Les constructeurs ne sont pas tenus d'exécuter des algorithmes logiciels dans le système OBD pour surveiller et communiquer, individuellement, les données d'efficacité en service des moniteurs fonctionnant en continu, selon la définition donnée au paragraphe 4.2.3 de l'annexe 9B, si ces moniteurs font déjà partie d'un des groupes de moniteurs visés à l'appendice 1 de la présente annexe.

Les données d'efficacité en service des moniteurs associés à différentes lignes d'échappement ou différents ensembles de moteurs au sein d'un groupe de moniteurs devront être surveillées et enregistrées séparément conformément au paragraphe 6 et communiquées conformément au paragraphe 7.

4.1.2 Moniteurs multiples

Pour chaque groupe de moniteurs dont il faut communiquer les données conformément au paragraphe 4.1.1, le système OBD doit, séparément, surveiller les données d'efficacité en service, telles qu'elles sont spécifiées au paragraphe 6, pour chacun des moniteurs spécifiques appartenant audit groupe.

4.2 Limitation de l'utilisation des données d'efficacité en service

Les données d'efficacité en service d'un véhicule unique servent à l'évaluation statistique de l'efficacité en service du système OBD d'un grand groupe de véhicules.

Contrairement aux autres données OBD, les données d'efficacité en service ne peuvent pas être utilisées pour le contrôle technique d'un véhicule donné.

5. Prescriptions applicables au calcul des rapports d'efficacité en service

5.1 Calcul du rapport d'efficacité en service

Pour chaque moniteur m considéré dans la présente annexe, le rapport d'efficacité en service est calculé au moyen de la formule suivante:

$$IUPR_m = \text{Numérateur}_m / \text{Dénominateur}_m$$

où le numérateur _{m} et le dénominateur _{m} sont augmentés conformément aux prescriptions du présent paragraphe.

5.1.1 Prescriptions applicables au rapport lorsqu'il est calculé et stocké par le système

Chaque rapport $IUPR_m$ a une valeur minimale de zéro et une valeur maximale de 7,99527, avec une résolution de 0,000122²⁸.

Le rapport d'un composant spécifique doit être considéré comme égal à zéro chaque fois que le numérateur correspondant est égal à zéro et que le dénominateur correspondant est différent de zéro.

Le rapport d'un composant spécifique doit être considéré comme égal à la valeur maximale de 7,99527 si le dénominateur correspondant est égal à zéro ou si la valeur réelle du numérateur divisé par le dénominateur excède la valeur maximale de 7,99527.

²⁸ Cette valeur correspond à une valeur hexadécimale maximale de 0xFFFF avec une résolution de 0x1.

5.2 Prescriptions applicables à l'augmentation du numérateur

Le numérateur n'est pas augmenté plus d'une fois par cycle de conduite.

Le numérateur d'un moniteur spécifique doit être augmenté dans les 10 s si et seulement si les critères suivants sont remplis durant un cycle de conduite unique:

- a) Chaque critère de surveillance nécessaire au moniteur du composant spécifique pour détecter un défaut de fonctionnement et stocker un code défaut potentiel a été rempli, notamment les critères de déclenchement, la présence ou l'absence de code défaut connexe, la durée suffisante de la surveillance et l'ordre de priorité des diagnostics (par exemple, le diagnostic A doit être exécuté avant le diagnostic B);

Note: Aux fins de l'augmentation du numérateur d'un moniteur spécifique, le fait de remplir tous les critères de surveillance nécessaires au moniteur pour déterminer l'absence d'un défaut de fonctionnement peut se révéler insuffisant;

- b) Dans le cas des moniteurs qui, pour détecter un défaut de fonctionnement, nécessitent des phases ou des événements multiples au cours d'un cycle de conduite unique, il faudra satisfaire chaque critère de surveillance nécessaire à la réalisation complète de tous les événements;
- c) Dans le cas des programmes de surveillance qui sont utilisés pour l'identification d'une panne et qui ne fonctionnent qu'après mémorisation d'un code défaut potentiel, le numérateur et le dénominateur pourront être les mêmes que ceux du programme de surveillance détectant le défaut de fonctionnement initial;
- d) Dans le cas des moniteurs qui nécessitent un fonctionnement intrusif pour rechercher plus avant la présence d'un défaut de fonctionnement, le constructeur peut soumettre aux services d'homologation de type une autre méthode pour augmenter le numérateur. Cette méthode de rechange doit être équivalente à celle qui aurait permis, en cas de présence d'un défaut de fonctionnement, d'augmenter le numérateur.

Dans le cas des moniteurs qui fonctionnent ou dont la surveillance se termine durant une opération moteur coupé, le numérateur doit être augmenté dans les 10 s qui suivent la fin de la surveillance durant une opération moteur coupé ou dans les 10 premières s qui suivent le démarrage du moteur lors du cycle de conduite suivant.

5.3 Prescriptions applicables à l'augmentation du dénominateur

5.3.1 Règles générales régissant l'augmentation

Le dénominateur devra être augmenté une fois par cycle de conduite, si lors de ce cycle de conduite:

- a) Le dénominateur général est augmenté conformément aux prescriptions du paragraphe 5.4; et
- b) Le dénominateur n'est pas mis hors fonction conformément au paragraphe 5.6; et
- c) Le cas échéant, il est satisfait aux règles supplémentaires spécifiées au paragraphe 5.3.2.

- 5.3.2 Règles supplémentaires d'augmentation propres à un moniteur
- 5.3.2.1 Dénominateur spécifique pour le système d'évaporation (réservé)
- 5.3.2.2 Dénominateur spécifique pour les systèmes d'air secondaires (réservé)
- 5.3.2.3 Dénominateur spécifique pour des composants ou systèmes qui ne fonctionnent qu'au démarrage du moteur
- Outre les prescriptions des alinéas *a* et *b* du paragraphe 5.3.1, le ou les dénominateurs des moniteurs de composants ou de systèmes fonctionnant uniquement au démarrage du moteur doivent être augmentés si le composant ou le système est sur «on» pendant une période supérieure ou égale à 10 s.
- Pour déterminer cette durée active, le système OBD peut ne pas inclure la durée du fonctionnement intrusif de l'un quelconque des composants ou systèmes à un stade ultérieur du même cycle de conduite aux seules fins de surveillance.
- 5.3.2.4 Dénominateur spécifique pour des composants ou systèmes qui ne fonctionnent pas en continu
- Outre les exigences des alinéas *a* et *b* du paragraphe 5.3.1, le ou les dénominateurs des moniteurs de composants ou de systèmes qui ne fonctionnent pas en continu (diagrammes de distribution variables – VVT – ou soupapes EGR, par exemple) doivent être augmentés si le composant ou système fonctionne (par exemple, position «on», «ouvert», «fermé», «verrouillé») à deux reprises ou plus au cours du cycle de conduite ou pendant au moins 10 s, selon ce qui intervient le plus tôt.
- 5.3.2.5 Dénominateur spécifique pour filtre à particules
- Outre les prescriptions des alinéas *a* et *b* du paragraphe 5.3.1, le ou les dénominateurs du filtre à particules diesel doivent être augmentés durant au moins un cycle de conduite si le véhicule a parcouru au moins 800 km cumulés ou, à défaut, si le moteur a tourné pendant au moins 750 min depuis la dernière augmentation du dénominateur.
- 5.3.2.6 Dénominateur spécifique pour les catalyseurs à oxydation
- Outre les prescriptions des alinéas *a* et *b* du paragraphe 5.3.1, le ou les dénominateurs des moniteurs des catalyseurs à oxydation utilisés aux fins de la régénération active des filtres à particules diesel doivent être augmentés durant au moins un cycle de conduite si une régénération intervient pendant une durée supérieure ou égale à 10 s.
- 5.3.2.7 Dénominateur spécifique pour les hybrides (réservé)
- 5.4 Prescriptions applicables à l'augmentation du dénominateur général
- Le dénominateur général est augmenté dans les 10 s si et seulement si tous les critères ci-après sont remplis au cours d'un cycle de conduite unique:
- a) Le temps cumulé depuis le démarrage du moteur est supérieur ou égal à 600 s:
 - i) À une altitude de moins de 2 500 m au-dessus du niveau de la mer; et
 - ii) À une température ambiante supérieure ou égale à 266 K (-7°C); et
 - iii) À une température ambiante inférieure ou égale à 308 K (35 °C);

- b) Le fonctionnement cumulé du moteur à 1 150 min⁻¹ ou au-dessus de ce seuil pendant une durée supérieure ou égale à 300 s dans les conditions spécifiées à l'alinéa *a* ci-dessus; comme solutions de rechange offertes aux constructeurs, le fonctionnement du moteur à une charge calculée égale ou supérieure à 15 % ou le fonctionnement du véhicule à une vitesse égale ou supérieure à 40 km/h peut être utilisé en lieu et place du critère de 1 150 min⁻¹;
- c) Le fonctionnement continu du véhicule au ralenti (c'est-à-dire pédale d'accélérateur relâchée par le conducteur et vitesse du véhicule ne dépassant pas 1,6 km/h ou régime du moteur inférieur ou égal à 200 min⁻¹ au-dessus du ralenti normal après mise en température du moteur) pendant au moins 30 s aux conditions spécifiées à l'alinéa *a* ci-dessus.
- 5.5 Prescriptions applicables à l'augmentation du compteur de cycles d'allumage
Le compteur de cycles d'allumage est augmenté une fois et une fois seulement par démarrage du moteur.
- 5.6 Désactivation de l'augmentation des numérateurs, des dénominateurs et du dénominateur général
- 5.6.1 Dans les 10 s qui suivent la détection d'un défaut de fonctionnement (c'est-à-dire enregistrement d'un code défaut potentiel ou d'un code défaut confirmé et actif) qui met hors fonction un moniteur, le système OBD désactive l'augmentation suivante du numérateur et du dénominateur correspondants pour chaque moniteur désactivé.

Lorsque le défaut de fonctionnement n'est plus détecté (par exemple, le code défaut potentiel est effacé par autonettoyage ou activation d'un outil d'analyse), l'augmentation de l'ensemble des numérateurs et des dénominateurs correspondants recommence dans les 10 s.
- 5.6.2 Dans les 10 s qui suivent le démarrage de la prise de force (PTO) qui désactive un moniteur dans les conditions autorisées par le paragraphe 5.2.5 de l'annexe 9B, le système OBD désactive l'augmentation suivante du numérateur et du dénominateur correspondants pour chaque moniteur désactivé.

Lorsque la prise de force prend fin, l'augmentation de l'ensemble des numérateurs et des dénominateurs correspondants reprend dans les 10 s.
- 5.6.3 Dans le cas d'un défaut de fonctionnement (c'est-à-dire enregistrement d'un code défaut potentiel ou d'un code défaut confirmé et actif) qui empêche de déterminer si les critères applicables au dénominateur_m visé au paragraphe 5.3 sont remplis²⁹, le système OBD désactive l'augmentation suivante du numérateur_m et du dénominateur_m dans les 10 s.

L'augmentation du numérateur_m et du dénominateur_m reprend dans les 10 s une fois que le défaut de fonctionnement a disparu (par exemple, le code en attente est effacé par autonettoyage ou activation d'un outil d'analyse).

²⁹ Par exemple, vitesse du véhicule, régime du moteur, charge calculée, température ambiante, altitude, ralenti ou temps de fonctionnement.

- 5.6.4 Dans le cas d'un défaut de fonctionnement (enregistrement d'un code défaut potentiel ou d'un code défaut confirmé et actif) qui empêche de déterminer si les critères applicables au dénominateur général visé au paragraphe 5.4 sont remplis³⁰, le système OBD désactive l'augmentation suivante du dénominateur général dans les 10 s.

L'augmentation du dénominateur général reprend dans les 10 s une fois que le défaut de fonctionnement a disparu (par exemple, le code en attente est effacé par autonettoyage ou activation d'un outil d'analyse).

L'augmentation du dénominateur général ne peut pas être désactivée dans d'autres conditions.

6. **Prescriptions applicables à la surveillance et à l'enregistrement des données d'efficacité en service**

Pour chaque groupe de moniteurs énuméré à l'appendice 1 de la présente annexe, le système OBD surveille séparément les numérateurs et les dénominateurs de chacun des moniteurs spécifiques énumérés à l'appendice 3 de l'annexe 9B et appartenant audit groupe.

Il relève uniquement le numérateur et le dénominateur correspondants du moniteur spécifique présentant le rapport numérique le plus faible.

Si deux moniteurs spécifiques ou plus ont des rapports identiques, le numérateur et le dénominateur correspondants du moniteur spécifique ayant le dénominateur le plus élevé sont relevés pour le groupe spécifique de moniteurs.

Pour déterminer sans parti pris le rapport le plus faible d'un groupe, on prend en compte uniquement les moniteurs spécifiquement mentionnés dans ce groupe (par exemple, un capteur de NO_x, lorsqu'il est utilisé pour faire fonctionner un des moniteurs énumérés au point 3 «SCR» de l'appendice 3 de l'annexe 9B, sera pris en considération dans le groupe des moniteurs «capteurs de gaz d'échappement» et non pas dans le groupe de moniteurs «SCR»).

Le système OBD surveille et relève également le dénominateur général et le compteur de cycles d'allumage.

Note: Selon le paragraphe 4.1.1, les constructeurs ne sont pas tenus d'exécuter des algorithmes logiciels dans le système OBD pour surveiller et relever, individuellement, les numérateurs et les dénominateurs des moniteurs en fonctionnement continu.

7. **Prescriptions applicables à la mise en mémoire et à la communication des données d'efficacité en service**

La communication des données d'efficacité en service constitue un nouveau cas d'utilisation qui vient s'ajouter aux trois cas actuels, qui sont consacrés à la présence d'éventuels défauts de fonctionnement.

³⁰ Le constructeur est autorisé à utiliser un système d'affichage additionnel de l'autodiagnostic, notamment un dispositif d'affichage vidéo monté sur le tableau de bord, pour permettre l'accès aux données d'efficacité en service. Un tel dispositif additionnel n'est pas soumis aux prescriptions de la présente annexe.

7.1 Informations relatives aux données d'efficacité en service

Les informations relatives aux données d'efficacité en service enregistrées par le système OBD doivent être disponibles sur demande émanant d'une source extérieure, conformément au paragraphe 7.2.

Ces informations permettront aux services d'homologation de type de disposer des données d'efficacité en service.

Le système OBD fournit toutes les informations (conformément à l'ensemble de normes applicables figurant à l'appendice 6 de l'annexe 9B) pour que l'appareillage d'essai IUPR extérieur puisse assimiler les données et fournir à un inspecteur les renseignements ci-après:

- a) Le VIN (numéro d'identification du véhicule);
- b) Le numérateur et le dénominateur de chaque groupe de moniteurs enregistrés par le système conformément au paragraphe 6;
- c) Le dénominateur général;
- d) La valeur du compteur de cycles d'allumage;
- e) Le nombre total d'heures de fonctionnement du moteur;
- f) Les codes défaut confirmés et actifs pour les défauts de la classe A;
- g) Les codes défaut confirmés et actifs pour les défauts de la classe B (B1 et B2).

Ces renseignements doivent être disponibles en mode «lecture seule» (c'est-à-dire aucun nettoyage).

7.2 Accès aux données d'efficacité en service

L'accès aux données d'efficacité en service ne sera permis que selon les normes mentionnées à l'appendice 6 de l'annexe 9B et conformément aux alinéas ci-après³¹.

L'accès aux données d'efficacité en service ne doit pas dépendre d'un code d'accès, d'un autre dispositif ou d'une autre méthode pouvant être fournis uniquement par le constructeur ou ses fournisseurs. L'interprétation des données d'efficacité en service ne doit nécessiter aucune information de décodage unique, à moins que cette information ne soit rendue publique.

La méthode d'accès (c'est-à-dire le point/nœud d'accès) aux données d'efficacité en service doit être la même que celle qui est utilisée pour recueillir l'ensemble des informations OBD. Cette méthode doit permettre l'accès à toutes les données d'efficacité en service requises par la présente annexe.

7.3 Réinitialisation des données d'efficacité en service

7.3.1 Remise à zéro

Chaque compteur est remis à zéro seulement en cas d'effacement de la mémoire rémanente (incident de reprogrammation, par exemple). Les compteurs ne peuvent être remis à zéro dans d'autres circonstances, y compris en cas d'activation d'un outil d'analyse servant à nettoyer les codes défaut.

³¹ Il est permis au constructeur de recourir à un système d'affichage supplémentaire de l'autodiagnostic, notamment un dispositif d'affichage vidéo monté sur le tableau de bord, pour l'accès aux données d'efficacité en service. Ledit dispositif supplémentaire n'est pas soumis aux prescriptions de la présente annexe.

7.3.2 Remise à zéro en cas de débordement de mémoire

Si le numérateur ou le dénominateur d'un moniteur spécifique atteint la valeur de $65\,535 \pm 2$, les deux compteurs sont divisés par deux avant d'être augmentés une nouvelle fois pour éviter des problèmes de débordement.

Si le compteur de cycles d'allumage atteint la valeur maximale de $65\,535 \pm 2$, le compteur peut être renouvelé et augmenté à zéro durant le cycle d'allumage suivant pour éviter des problèmes de débordement.

Si le dénominateur général atteint la valeur maximale de $65\,535 \pm 2$, il peut être renouvelé et augmenté à zéro durant le cycle de conduite suivant, à condition que celui-ci soit conforme à la définition du dénominateur général, pour éviter des problèmes de débordement.

Annexe 9C

Appendice 1

Groupes de moniteurs

Les groupes de moniteurs pris en compte dans la présente annexe sont les suivants:

- A. Catalyseurs à oxydation
Les moniteurs propres à ce groupe sont ceux qui sont énumérés au point 5 de l'appendice 3 de l'annexe 9B.
- B. Systèmes de réduction catalytique sélective (SCR)
Les moniteurs propres à ce groupe sont ceux qui sont énumérés au point 3 de l'appendice 3 de l'annexe 9B.
- C. Capteurs de gaz d'échappement et d'oxygène
Les moniteurs propres à ce groupe sont ceux qui sont énumérés au point 13 de l'appendice 3 de l'annexe 9B.
- D. Systèmes de recirculation des gaz d'échappement (EGR) et diagramme de distribution variable (VVT)
Les moniteurs propres à ce groupe sont ceux qui sont énumérés aux points 6 et 9 de l'appendice 3 de l'annexe 9B.
- E. Filtres à particules
Les moniteurs propres à ce groupe sont ceux qui sont énumérés au point 2 de l'appendice 3 de l'annexe 9B.
- F. Système de commande de la pression de suralimentation
Les moniteurs propres à ce groupe sont ceux qui sont énumérés au point 8 de l'appendice 3 de l'annexe 9B.
- G. Adsorbants de NO_x
Les moniteurs propres à ce groupe sont ceux qui sont énumérés au point 4 de l'appendice 3 de l'annexe 9B.
- H. Catalyseur trois voies
Les moniteurs propres à ce groupe sont ceux qui sont énumérés au point 15 de l'appendice 3 de l'annexe 9B.
- I. Systèmes d'évaporation (réservé)
- J. Système d'air secondaire (réservé)

Un moniteur spécifique ne doit appartenir qu'à un seul de ces groupes.

Annexe 10

Prescriptions techniques applicables aux émissions hors cycle (OCE) et aux émissions en service

1. Applicabilité

La présente annexe énonce les prescriptions en matière de performances et d'interdiction des stratégies d'invalidation pour les moteurs et véhicules homologués conformément au présent Règlement, afin de parvenir à un contrôle efficace des émissions dans un large éventail de modes de fonctionnement du moteur et de conditions ambiantes rencontrés lors du fonctionnement normal des véhicules en service. La présente annexe prescrit également les procédures d'essai pour tester les émissions hors cycle lors de l'homologation de type et durant l'utilisation effective du véhicule.

La présente annexe est fondée sur le Règlement technique mondial (RTM) n° 10 sur les émissions hors cycle.

2. Réserve³².

3. Définitions

Aux fins du présent Règlement on entend par:

- 3.1 «*Démarrage du moteur*», le processus débutant par le lancement du moteur et s'achevant au moment où celui-ci atteint un régime inférieur de 150 tr/min⁻¹ au régime normal de ralenti du moteur réchauffé au préalable (comme il est déterminé pour la boîte de vitesses en position «D» sur les véhicules à transmission automatique).
- 3.2 «*Échauffement du moteur*», le fonctionnement du véhicule pendant une durée suffisante pour que la température du liquide de refroidissement atteigne au minimum 70 °C.
- 3.3 «*Régime nominal*», le régime maximal à pleine charge autorisé par le régulateur, comme indiqué par le constructeur dans sa documentation de vente et de service ou, en l'absence de régulateur, le régime auquel le moteur fournit la puissance maximale, comme indiqué par le constructeur dans sa documentation de vente et de service.
- 3.4 «*Émissions réglementées*», les «gaz polluants» et les «matières particulaires» (PM), tels que définis au paragraphe 2 du présent Règlement.

4. Prescriptions générales

Tout système moteur et tout élément de conception susceptibles d'influer sur les émissions de polluants réglementés doivent être conçus, construits, assemblés et montés de telle façon que le moteur et le véhicule continuent de satisfaire aux dispositions de la présente annexe.

³² La numérotation des paragraphes de la présente annexe est conforme à celle du RTM n° 10 relatif aux émissions OCE. Certains paragraphes du RTM OCE n'ont toutefois pas leur place dans la présente annexe.

- 4.1 Interdiction des stratégies d'invalidation
- Les stratégies d'invalidation ne doivent pas être utilisées sur les systèmes moteurs et les véhicules.
- 4.2 Réserve³³.
- 5. Prescriptions en matière d'efficacité**
- 5.1 Stratégies en matière d'émissions
- Les stratégies en matière d'émissions doivent être conçues de telle façon que, dans les conditions normales d'utilisation, le système moteur continue de satisfaire aux dispositions de la présente annexe. L'utilisation normale n'est pas restreinte aux conditions d'utilisation spécifiées au paragraphe 6.
- 5.1.1 Prescriptions relatives aux stratégies de base en matière d'émissions (BES)
- Une stratégie BES ne doit pas s'appliquer différemment selon que le fonctionnement a lieu lors d'un essai d'homologation ou d'homologation de type en vigueur ou a lieu dans d'autres conditions et ne doit pas non plus se traduire par un niveau de réduction des émissions moindre lorsque les conditions diffèrent sensiblement de celles prises en compte dans les essais d'homologation ou d'homologation de type en vigueur.
- 5.1.2 Prescriptions relatives aux stratégies auxiliaires en matière d'émissions (AES)
- Une stratégie AES ne doit pas diminuer l'efficacité de la réduction des émissions par la BES dans des conditions susceptibles d'être rencontrées lors du fonctionnement et de l'usage normal du véhicule, à moins qu'elle ne corresponde à l'une des exceptions spécifiques suivantes:
- a) Elle opère pour l'essentiel dans le cadre des essais d'homologation ou d'homologation de type en vigueur, y compris les procédures d'essai hors cycle relevant du paragraphe 7 de la présente annexe et des dispositions énoncées au paragraphe 9 du présent Règlement;
 - b) Elle est activée pour protéger le moteur et/ou le véhicule contre les avaries ou les accidents;
 - c) Elle n'est activée que pendant le démarrage ou l'échauffement du moteur, tels qu'ils sont définis dans la présente annexe;
 - d) Elle opère pour faire contrepoids à la réduction d'un type d'émissions réglementées et maintenir la réduction d'un autre type d'émissions réglementées lorsque les conditions ambiantes ou les conditions de fonctionnement spécifiques diffèrent sensiblement de celles prises en compte dans les essais d'homologation ou d'homologation de type. L'effet résultant d'une telle AES doit compenser les effets des conditions ambiantes extrêmes de façon à assurer des niveaux de réduction acceptables pour l'ensemble des émissions réglementées.
- 5.2 Limites mondiales harmonisées à ne pas dépasser (WNTE) pour les émissions gazeuses et particulaires d'échappement
- 5.2.1 Les émissions d'échappement ne doivent pas dépasser les limites d'émission applicables spécifiées au paragraphe 5.2.2.

³³ Paragraphe conservé afin de préserver la numérotation adoptée dans le RTM OCE.

5.2.2 Les limites d'émission applicables sont les suivantes:

- a) Pour le CO: 2 000 mg/kWh;
- b) Pour les THC: 220 mg/kWh;
- c) Pour les NO_x: 600 mg/kWh;
- d) Pour les PM: 16 mg/kWh.

6. Conditions ambiantes et conditions de fonctionnement applicables

Les limites d'émission WNTÉ doivent s'appliquer:

- a) À toutes les pressions atmosphériques supérieures ou égales à 82,5 kPa;
- b) À toutes les températures inférieures ou égales à la température obtenue à l'aide de l'équation 5 pour la pression atmosphérique spécifiée:

$$T = -0,4514 \times (101,3 - p_b) + 311 \quad (5)$$

où:

T est la température de l'air ambiant (K)

p_b est la pression atmosphérique (kPa);

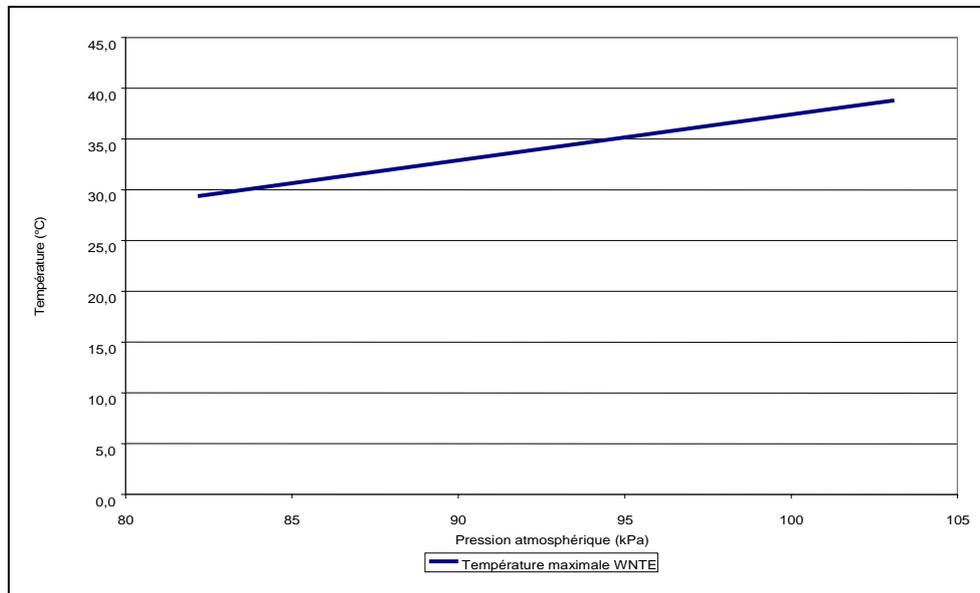
- c) À toutes les températures du liquide de refroidissement du moteur au-dessus de 343 K (70 °C).

Les conditions de pression atmosphérique et de température ambiantes applicables sont illustrées à la figure 1.

Plage de pressions atmosphériques et de températures WNTÉ

Figure 1

Illustration des conditions de pression atmosphérique et de température



7. Essais en laboratoire des émissions hors cycle lors de l'homologation

Les prescriptions en matière d'essais de laboratoire des émissions hors cycle ne s'appliquent pas à l'homologation de type des moteurs à allumage commandé en vertu du présent Règlement.

7.1 Zone de contrôle WNTÉ

La zone de contrôle WNTÉ couvre le régime du moteur et les points de charge définis aux paragraphes 7.1.1 à 7.1.6. La figure 2 présente un exemple de zone de contrôle WNTÉ.

7.1.1 Plage de régimes du moteur

La zone de contrôle WNTÉ doit comprendre tous les régimes de fonctionnement entre la distribution cumulative des régimes du 30^e centile au cours d'un cycle d'essai mondial harmonisé en conditions transitoires (WHTC), y compris le point mort (n_{30}), et le régime le plus élevé pour lequel la puissance est égale à 70 % de sa valeur maximale (n_{hi}). La figure 3 présente un exemple de la distribution cumulative des fréquences des régimes pour un moteur particulier.

7.1.2 Plage de couples du moteur

La zone de contrôle WNTÉ doit comprendre tous les points de charge du moteur pour lesquels le couple est supérieur ou égal à 30 % du couple maximal développé par le moteur.

7.1.3 Plage de puissances du moteur

Nonobstant les dispositions des paragraphes 7.1.1 et 7.1.2, le régime et les points de charge pour lesquels la puissance est inférieure à 30 % de la puissance maximale développée par le moteur doivent être exclus de la zone de contrôle WNTÉ pour toutes les émissions.

7.1.4 Application du concept de famille de moteurs

En principe, tout moteur au sein d'une famille qui présente une courbe unique couple/puissance a sa propre zone de contrôle WNTÉ. Pour les essais en service, la zone individuelle de contrôle WNTÉ du moteur concerné doit être utilisée. Pour les essais d'homologation ou d'homologation de type faisant appel au concept de famille de moteurs du RTM WHDC, le constructeur peut éventuellement employer une zone unique de contrôle WNTÉ pour la famille de moteurs à condition de satisfaire aux dispositions suivantes:

- a) Une plage unique de régimes de la zone de contrôle WNTÉ peut être employée, si les régimes mesurés n_{30} et n_{hi} se situent à ± 3 % des régimes déclarés par le constructeur. Si la tolérance est dépassée pour l'un quelconque de ces régimes, les régimes mesurés doivent être employés pour définir la zone de contrôle WNTÉ;
- b) Une plage unique de couples/puissances de la zone de contrôle WNTÉ peut être employée, si elle couvre la plage entière, de la puissance la plus élevée jusqu'à la puissance la plus faible de la famille. Sinon, le regroupement des puissances du moteur en différentes zones de contrôle WNTÉ est autorisé.

Figure 2
Exemple de zone de contrôle WNTÉ

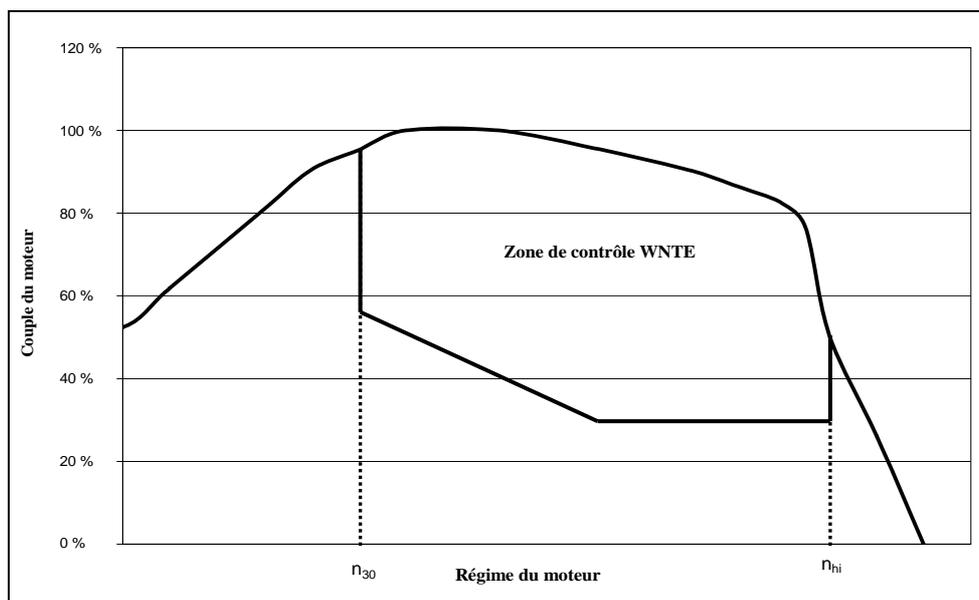
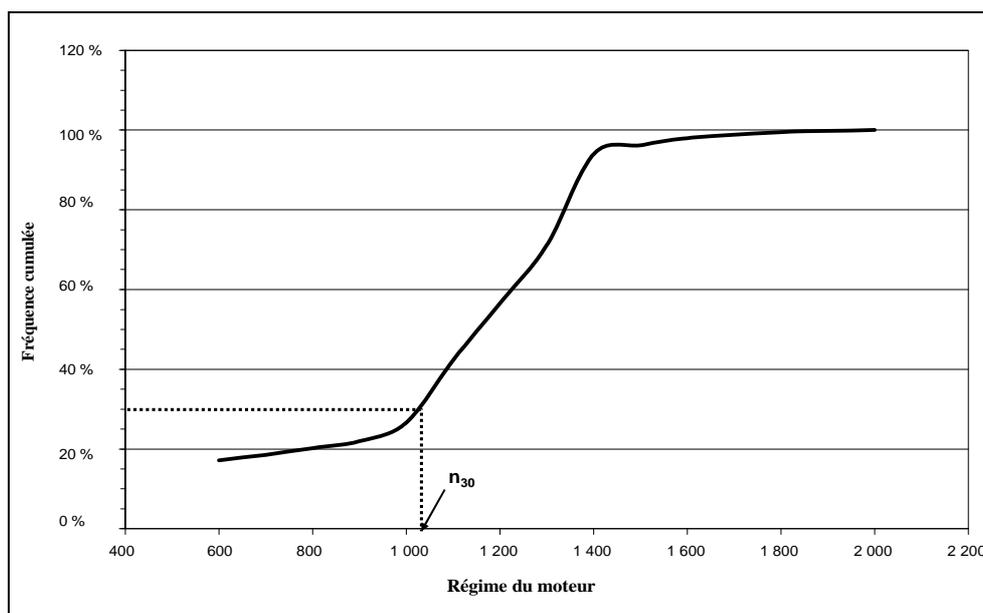


Figure 3
Exemple de distribution cumulative WNTÉ des fréquences des régimes



7.1.5 Dérogation pour certains points de fonctionnement WNTÉ

Le constructeur peut demander à l'autorité d'homologation d'exclure certains points de fonctionnement de la zone de contrôle WNTÉ définie aux paragraphes 7.1.1 à 7.1.4 au cours de la procédure d'homologation ou d'homologation de type. L'autorité d'homologation peut accorder cette dérogation si le constructeur peut démontrer que le moteur ne peut en aucun cas fonctionner en de tels points, quelle que soit la combinaison de véhicules qui pourra être utilisée.

- 7.2 Durée minimale mondiale harmonisée d'un épisode de non-dépassement des limites d'émission et fréquence de prélèvement des données
- 7.2.1 Pour vérifier la conformité avec les limites d'émission WNTE spécifiées au paragraphe 5.2, le moteur doit fonctionner dans la zone de contrôle WNTE définie au paragraphe 7.1 et ses émissions doivent être mesurées et intégrées sur une période minimale de 30 s. Un épisode WNTE est défini comme étant un ensemble unique d'émissions intégrées sur une période donnée. Par exemple, si le moteur fonctionne pendant 65 s consécutives dans la zone de contrôle WNTE et dans des conditions ambiantes, cela constituerait un unique épisode WNTE et les émissions pourraient être moyennées sur l'ensemble de la période de 65 s. En cas d'essai en laboratoire, la période d'intégration définie au paragraphe 7.5 s'applique.
- 7.2.2 Pour les moteurs équipés de dispositifs de réduction des émissions qui assurent une régénération périodique, si un épisode de régénération se produit au cours de l'essai WNTE, la période sur laquelle la moyenne est calculée doit être au moins aussi longue que le temps écoulé entre les épisodes de régénération, multiplié par le nombre d'épisodes de régénération complets intervenus au cours de la période de prélèvement d'échantillons. Cette prescription ne s'applique qu'aux moteurs qui émettent un signal électronique indiquant le début de l'épisode de régénération.
- 7.2.3 Un épisode WNTE est une suite de données recueillies à une fréquence d'au moins 1 Hz, alors que le moteur fonctionne dans la zone de contrôle WNTE, pendant la durée minimale de l'épisode ou plus. Les données mesurées sur les émissions doivent être moyennées sur la durée de chaque épisode WNTE.
- 7.3 Essais en service
- Un essai de démonstration PEMS est effectué lors de l'homologation sur le moteur parent d'un véhicule à l'aide de la procédure décrite à l'appendice 1 de la présente annexe.
- 7.3.1 Le constructeur peut choisir le véhicule qui sera utilisé pour l'essai, mais le choix du véhicule est soumis à l'accord de l'autorité chargée de l'homologation. Les caractéristiques du véhicule utilisé pour l'essai de démonstration PEMS doivent être représentatives de la catégorie de véhicule prévue pour le système moteur. Le véhicule peut être un prototype.
- 7.3.2 À la demande de l'autorité chargée de l'homologation, un moteur additionnel au sein de la famille de moteurs ou un moteur équivalent représentant une catégorie de véhicule différente peut être soumis à essai dans un véhicule.
- 7.4 Essai mondial harmonisé, en laboratoire, de non-dépassement des limites d'émission
- Si les dispositions de la présente annexe sont employées comme base pour les essais en laboratoire, la disposition suivante s'applique:
- 7.4.1 Les émissions massiques spécifiques de polluants réglementés doivent être identifiées sur la base de points d'essai définis aléatoirement dans la zone de contrôle WNTE. Tous les points d'essai doivent être contenus dans 3 mailles choisies aléatoirement dans la zone de contrôle. Le maillage doit comporter 9 mailles pour les moteurs dont le régime nominal est inférieur à 3 000 tr/min et 12 mailles pour les moteurs dont le régime nominal est supérieur ou égal à 3 000 tr/min. Le maillage est défini comme suit:
- a) Les bords extérieurs du maillage coïncident avec ceux de la zone de contrôle WNTE;

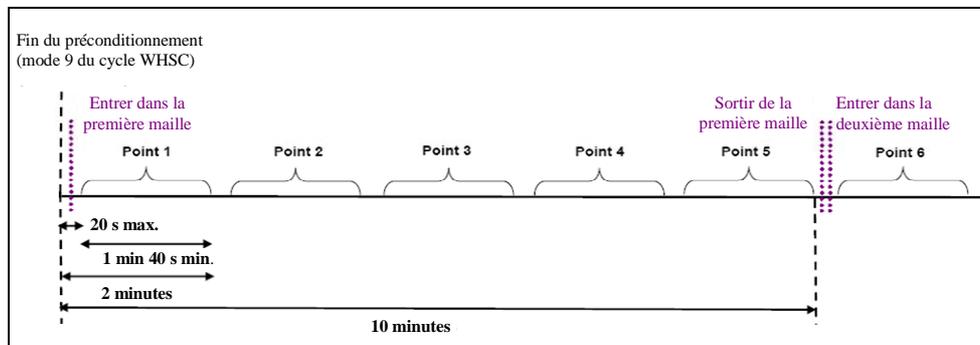
- b) Pour les maillages à 9 mailles, deux lignes verticales subdivisent en trois parties égales l'intervalle entre les régimes n_{30} et n_{hi} ; pour les maillages à 12 mailles, trois lignes verticales subdivisent en quatre parties égales l'intervalle entre les régimes n_{30} et n_{hi} ; et
- c) Deux lignes passent par les points situés sur chacune des lignes verticales, qui subdivisent en trois parties égales l'intervalle, mesuré le long de chacune de ces lignes verticales, entre les couples maximal et minimal.

Des exemples de maillages appliqués à des moteurs particuliers sont présentés aux figures 5 et 6.

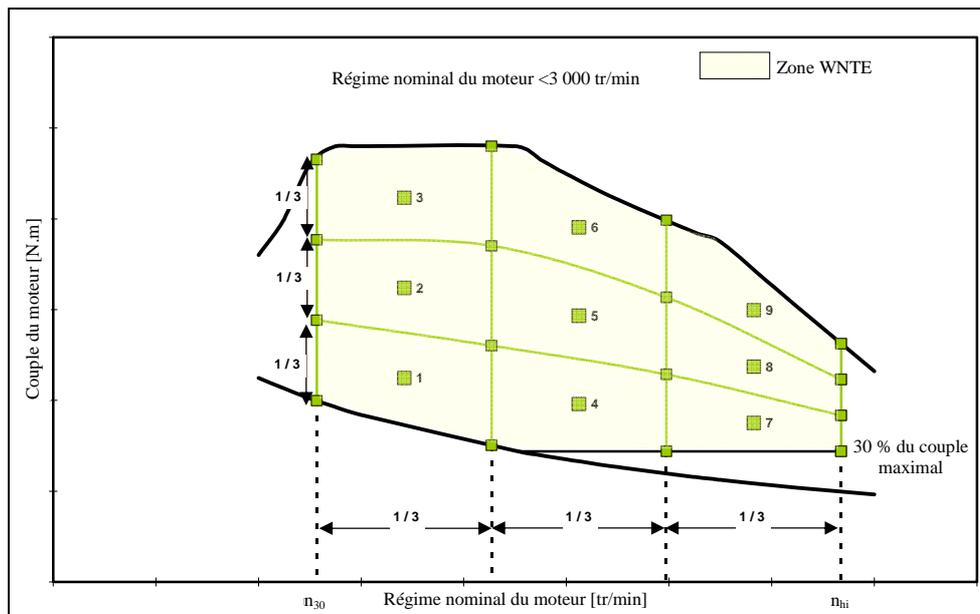
- 7.4.2 Les 3 mailles choisies doivent contenir chacune 5 points d'essai choisis aléatoirement, de telle manière que les essais portent sur un total de 15 points choisis aléatoirement dans la zone de contrôle WNTÉ. Les essais sont effectués successivement dans chacune des mailles. Ainsi, on effectue les essais sur les 5 points d'une maille avant de passer à la maille suivante. Les points d'essai sont alors regroupés en un unique cycle en conditions stabilisées avec rampes de transition.
- 7.4.3 L'ordre dans lequel chacune des mailles donne lieu à des essais et l'ordre dans lequel les points d'une maille donnent lieu à des essais doivent être définis aléatoirement. Les 3 mailles à soumettre à des essais, les 15 points d'essai, l'ordre d'essai des mailles et l'ordre des points dans une maille doivent être choisis par l'autorité d'homologation ou d'homologation de type à l'aide de méthodes statistiques reconnues d'échantillonnage aléatoire.
- 7.4.4 Lorsqu'elle est mesurée sur un cycle quelconque dans une maille contenant 5 points d'essai, la moyenne des émissions massiques spécifiques de polluants gazeux réglementés ne doit pas dépasser les limites WNTÉ spécifiées au paragraphe 5.2.
- 7.4.5 Lorsqu'elle est mesurée sur l'ensemble du cycle d'essai à 15 points, la moyenne des émissions massiques spécifiques de polluants particuliers réglementés ne doit pas dépasser les limites WNTÉ spécifiées au paragraphe 5.2.
- 7.5 Méthode d'essai en laboratoire
- 7.5.1 Après achèvement du cycle WHSC, le moteur doit subir pendant 3 min un préconditionnement selon le mode 9 du cycle WHSC. La séquence d'essai doit débuter immédiatement après l'achèvement de la phase de préconditionnement.
- 7.5.2 Le moteur doit fonctionner pendant 2 min en chaque point d'essai choisi aléatoirement. Ce temps inclut la rampe de transition venant du point stabilisé précédent. Les transitions entre les points d'essai doivent être linéaires pour le régime et la charge, et doivent durer 20 ± 1 s.
- 7.5.3 Le temps d'essai total, du début à la fin, doit être de 30 min. L'essai d'un ensemble de 5 points choisis aléatoirement dans une maille doit durer 10 min, depuis le début de la rampe d'accès au premier point jusqu'à la fin de la mesure en conditions stabilisées au cinquième point. La figure 5 présente la séquence d'essai.
- 7.5.4 L'essai en laboratoire doit satisfaire aux statistiques de validation du paragraphe 7.8.7 de l'annexe 4.

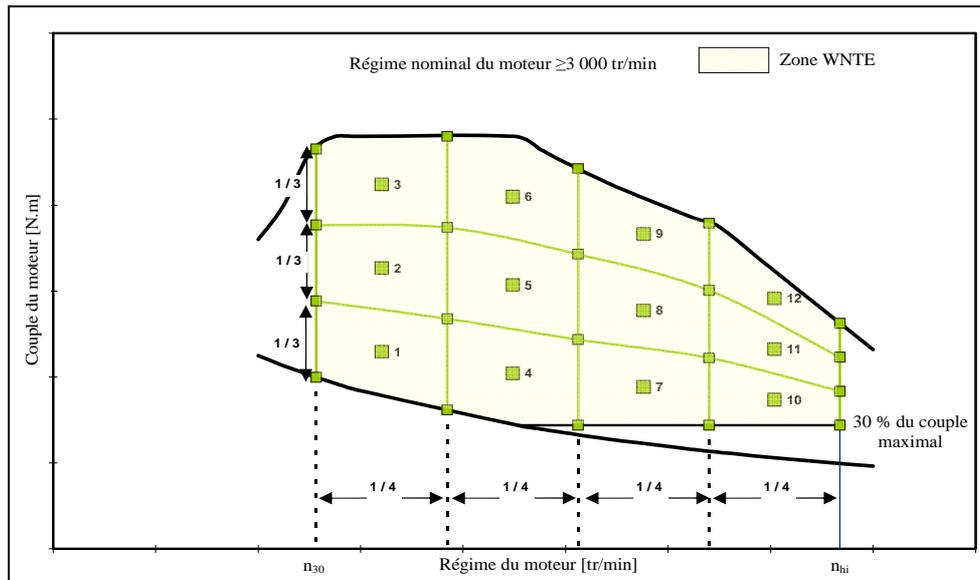
- 7.5.5 Les émissions doivent être mesurées conformément aux paragraphes 7.5, 7.7 et 7.8 de l'annexe 4.
- 7.5.6 Les résultats d'essai doivent être calculés conformément au paragraphe 8 de l'annexe 4.

Figure 4
Exemple schématique du début du cycle d'essai WNTÉ



Figures 5 et 6
Maillages pour les cycles d'essai WNTÉ





7.6 Arrondis

Tout résultat d'essai final doit être arrondi une seule fois au nombre de décimales indiqué pour la norme d'émission WHDC applicable, plus un chiffre significatif, conformément à la norme ASTM E 29-06. Il n'est pas permis d'arrondir les valeurs intermédiaires utilisées pour déterminer le résultat final en matière d'émissions spécifiques.

8. Réservé.

9. Réservé.

10. Déclaration de conformité en matière d'émissions hors cycle

Lors de la demande d'homologation de type, le constructeur doit fournir une déclaration indiquant que la famille de moteurs ou le véhicule satisfait aux prescriptions du présent Règlement concernant la limitation des émissions hors cycle. Outre cette déclaration, il sera procédé à des essais complémentaires pour vérifier le respect des limites WNTÉ.

10.1 Exemple de déclaration de conformité en matière d'émissions hors cycle

Voici un exemple de déclaration de conformité:

«(Nom du constructeur) atteste que les moteurs de cette famille de moteurs satisfont à toutes les prescriptions de la présente annexe. Il fait cette déclaration de bonne foi, après avoir procédé à une évaluation technique appropriée, pour l'ensemble pertinent de conditions de fonctionnement et de conditions ambiantes, des performances en matière d'émissions des moteurs de ladite famille.»

10.2 Données sur lesquelles est fondée la déclaration de conformité en matière d'émissions hors cycle

Le constructeur doit conserver dans ses locaux des enregistrements de toutes les données concernant les essais, de toutes les analyses techniques et de tous les autres renseignements sur lesquels est fondée la déclaration de conformité OCE. S'il lui en est fait la demande, il doit fournir ces renseignements à l'autorité d'homologation ou d'homologation de type.

11. Documentation

L'autorité d'homologation peut décider de demander au constructeur de fournir un dossier d'information. Celui-ci devrait comporter une description tant des éléments de conception et des stratégies de réduction des émissions du système moteur que des moyens à l'aide desquels celui-ci contrôle, directement ou indirectement, ses variables de sortie.

Ces informations peuvent comprendre une description complète de la stratégie de réduction des émissions. En outre, elles pourraient aussi comprendre des données sur le fonctionnement de toutes les stratégies AES et BES, avec une description des paramètres qui sont modifiés par une quelconque stratégie AES, les conditions aux limites qui s'appliquent à la stratégie en question et une indication quant aux stratégies AES et BES susceptibles d'opérer dans les conditions des procédures d'essai faisant l'objet de la présente annexe.

Annexe 10

Appendice 1

Essai de démonstrations PEMS lors de l'homologation de type

- A.1.1 Introduction
- Le présent appendice décrit la procédure relative à l'essai de démonstration PEMS lors de l'homologation de type.
- A.1.2 Véhicule d'essai
- A.1.2.1 Le véhicule utilisé pour l'essai de démonstration PEMS doit être représentatif de la catégorie de véhicule prévue pour le système moteur. Le véhicule peut être un prototype ou un véhicule de production adapté.
- A.1.2.2 La disponibilité et la conformité des informations du flux de données ECU doivent être démontrées (par exemple conformément aux prescriptions du paragraphe 5 de l'annexe 8 du présent Règlement).
- A.1.3 Conditions d'essai
- A.1.3.1 Charge du véhicule
- La charge du véhicule doit correspondre à 50-60 % de la charge maximale du véhicule conformément à l'annexe 8.
- A.1.3.2 Conditions ambiantes
- L'essai est effectué dans les conditions ambiantes décrites au paragraphe 4.2 de l'annexe 8.
- A.1.3.3 La température du liquide de refroidissement du moteur est conforme au paragraphe 4.3 de l'annexe 8.
- A.1.3.4 Carburant, lubrifiants et réactif
- Le carburant, l'huile lubrifiante et le réactif pour le système de traitement aval des gaz d'échappement doivent être conformes aux prescriptions du paragraphe 4.4 de l'annexe 8.
- A.1.3.5 Exigences liées au parcours et prescriptions opérationnelles
- Les exigences liées au parcours et les prescriptions opérationnelles sont celles décrites aux paragraphes 4.5 à 4.6.8 de l'annexe 8.
- A.1.4 Évaluation des émissions
- A.1.4.1 L'essai doit être effectué et ses résultats calculés conformément aux dispositions du paragraphe 6 de l'annexe 8.
- A.1.5 Rapport

- A.1.5.1 Un rapport technique décrivant l'essai de démonstration PEMS indique les activités et les résultats et fournit au moins les informations suivantes:
- a) Généralités décrites au paragraphe 10.1.1 de l'annexe 8;
 - b) Indication de la raison pour laquelle le(s) véhicule(s) utilisé(s) pour l'essai peu(ven)t être considéré(s) comme représentatif(s) de la catégorie de véhicules prévue pour le système moteur;
 - c) Informations sur l'équipement d'essai et les données d'essai, telles que décrites aux paragraphes 10.1.3 et 10.1.4 de l'annexe 8;
 - d) Informations sur le moteur soumis à l'essai, telles que décrites au paragraphe 10.1.5 de l'annexe 8;
 - e) Informations sur le véhicule utilisé pour l'essai, telles que décrites au paragraphe 10.1.6 de l'annexe 8;
 - f) Informations sur les caractéristiques du parcours, telles que décrites au paragraphe 10.1.7 de l'annexe 8;
 - g) Informations sur les données mesurées et calculées instantanées, telles que décrites aux paragraphes 10.1.8 et 10.1.9 de l'annexe 8;
 - h) Informations sur les données moyennes et intégrées, telles que décrites au paragraphe 10.1.10 de l'annexe 8;
 - i) Résultats acceptation-refus, tels que décrits au paragraphe 10.1.11 de l'annexe 8;
 - j) Informations sur les vérifications des essais, telles que décrites au paragraphe 10.1.12 de l'annexe 8.

Annexe 11

Prescriptions visant à assurer le fonctionnement correct des mesures de contrôle des NO_x

1. Introduction

La présente annexe énonce les prescriptions visant à assurer le fonctionnement correct des mesures de contrôle des NO_x. Elle inclut des prescriptions qui s'appuient sur l'utilisation d'un réactif pour réduire les émissions des véhicules.

2. Prescriptions générales

Tout système moteur relevant du champ d'application de la présente annexe doit être conçu, construit et monté de façon à pouvoir satisfaire à ces prescriptions pendant toute la durée de vie du moteur dans des conditions d'utilisation normales. Pour réaliser cet objectif, il est acceptable que des moteurs ayant été utilisés au-delà de la période de durabilité appropriée visée au paragraphe 5.4 du présent Règlement puissent présenter une certaine détérioration de l'efficacité et de la sensibilité du système de surveillance.

2.1 Autre possibilité d'homologation

2.1.1 Réserve³⁴

2.2 Informations requises

2.2.1 Des informations qui décrivent entièrement les caractéristiques opérationnelles fonctionnelles d'un système moteur couvert par la présente annexe doivent être fournies par le constructeur dans la forme prescrite à l'annexe 1.

2.2.2 Dans sa demande d'homologation de type, le constructeur indique les caractéristiques de tous les réactifs consommés par tout système antipollution. Ces spécifications incluent les types et concentrations, les conditions de température de fonctionnement et des références à des normes internationales.

2.2.3 Des informations écrites détaillées décrivant entièrement les caractéristiques d'utilisation fonctionnelles du système d'avertissement du conducteur visé au paragraphe 4 et du système d'incitation du conducteur visé au paragraphe 5 doivent être soumises à l'autorité chargée de l'homologation au moment de la demande d'homologation de type.

2.2.4 Lorsqu'un constructeur demande l'homologation d'un moteur ou d'une famille de moteurs en tant qu'entité technique distincte, il inclut dans le dossier de documentation visé aux paragraphes 3.1.3, 3.2.3 et 3.3.3 du présent Règlement les exigences appropriées qui assureront que le véhicule, utilisé sur route ou ailleurs le cas échéant, satisfera aux prescriptions de la présente annexe. Cette documentation comprend:

- a) Les prescriptions techniques détaillées, y compris les dispositions assurant la compatibilité avec les systèmes de contrôle, d'avertissement et d'incitation présents dans le système moteur pour assurer la conformité aux prescriptions de la présente annexe;

³⁴ Le présent paragraphe a été réservé pour les autres possibilités d'homologation ultérieures (par exemple, transposition de la norme Euro VI en Règlement n° 83).

- b) La procédure de vérification à respecter pour le montage du moteur sur le véhicule.

L'existence et l'adéquation de ces prescriptions de montage peuvent être vérifiées durant le processus d'homologation du système moteur.

La documentation visée aux alinéas *a* et *b* n'est pas requise si le constructeur demande l'homologation de type d'un véhicule en ce qui concerne les émissions.

2.3 Conditions d'utilisation

2.3.1 Tout système moteur relevant du champ d'application de la présente annexe doit conserver sa fonction de maîtrise des émissions dans toutes les conditions régulièrement rencontrées sur le territoire de la région concernée (par exemple, Union européenne), en particulier à basse température ambiante, conformément à l'annexe 10.

2.3.2 Le système de surveillance de la maîtrise des émissions doit être opérationnel:

- a) À des températures ambiantes allant de 266 K à 308 K (-7 °C à 35 °C);
- b) À toutes les altitudes en dessous de 1 600 m;
- c) À des températures du liquide de refroidissement du moteur supérieures à 343 K (70 °C).

La présente section ne s'applique pas dans le cas de la surveillance du niveau de réactif dans le réservoir de stockage, la surveillance étant alors effectuée dans toutes les conditions pour lesquelles la mesure est techniquement réalisable, y compris toutes les conditions pour lesquelles un réactif liquide n'est pas gelé.

2.4 Protection du réactif contre le gel

2.4.1 Le constructeur peut utiliser un réservoir et un système de dosage du réactif chauffés ou non chauffés, conformément aux prescriptions générales du paragraphe 2.3.1. Un système chauffé doit satisfaire aux prescriptions du paragraphe 2.4.2. Un système non chauffé doit satisfaire aux prescriptions du paragraphe 2.4.3.

2.4.1.1 L'utilisation d'un réservoir de réactif et d'un système de dosage non chauffés est indiquée dans les instructions écrites destinées au propriétaire du véhicule.

2.4.2 Réservoir de réactif et système de dosage chauffés

2.4.2.1 Si le réactif a gelé, le constructeur s'assure que du réactif soit disponible et prêt à être utilisé dans un délai maximum de 70 min après le démarrage du véhicule à une température ambiante de 266 K (-7 °C).

2.4.2.2 Démonstration

2.4.2.2.1 Le réservoir de réactif et le système de dosage sont immergés à 255 K (-18 °C) pendant 72 h ou jusqu'à ce que la plus grosse partie du réactif soit devenue solide.

2.4.2.2.2 Après la période d'immersion visée au paragraphe 2.4.2.2.1, on fait démarrer le moteur et on le laisse tourner à une température ambiante de 266 K (-7 °C) comme suit: 10 à 20 min au ralenti, suivies de 50 min à maximum 40 % de la charge.

- 2.4.2.2.3 Le système de dosage du réactif doit être entièrement fonctionnel à la fin des procédures d'essai décrites aux paragraphes 2.4.2.2.1 et 2.4.2.2.2.
- 2.4.2.2.4 La démonstration de la conformité aux prescriptions du paragraphe 2.4.2.2 peut être faite dans la cellule d'expérimentation d'une chambre froide équipée d'un banc de puissance pour moteurs ou véhicules ou bien elle peut s'appuyer sur des essais du véhicule sur le terrain, avec l'accord de l'autorité chargée de l'homologation.
- 2.4.3 Réservoir de réactif et système de dosage non chauffés
- 2.4.3.1 Le système d'avertissement du conducteur décrit au paragraphe 4 doit s'enclencher si aucun dosage de réactif ne se produit à une température ambiante ≤ 266 K (-7 °C).
- 2.4.3.2 Le système d'avertissement du conducteur décrit au paragraphe 5.4 doit s'enclencher si aucun dosage de réactif ne se produit à une température ambiante ≤ 266 K (-7 °C) dans un délai maximum de 70 min après le démarrage du véhicule.
- 2.5 Chaque réservoir de réactif séparé monté sur un véhicule doit inclure un moyen de prélever un échantillon de tout fluide à l'intérieur du réservoir et de pouvoir le faire sans qu'il soit nécessaire de consulter des informations qui ne sont pas conservées à bord du véhicule. Le point de prélèvement doit être aisément accessible sans qu'il faille utiliser d'outil ou appareil spécialisé. Les clefs ou systèmes qui sont normalement transportés sur le véhicule pour verrouiller l'accès au réservoir ne sont pas considérés comme des outils ou dispositifs spécialisés pour les besoins de la présente section.

3. Prescriptions concernant l'entretien

- 3.1 Le constructeur communique ou fait communiquer à tous les propriétaires de véhicules neufs ou de moteurs neufs dont le type est homologué conformément au présent Règlement des instructions écrites concernant le système de maîtrise des émissions et son fonctionnement correct.
- Ces instructions stipulent qu'en cas de fonctionnement incorrect du système de maîtrise des émissions du véhicule, le conducteur est informé d'un problème par le système d'avertissement du conducteur et que l'activation du système d'incitation du conducteur à la suite de la méconnaissance de cet avertissement aura pour conséquence d'empêcher le véhicule d'effectuer efficacement sa mission.
- 3.2 Les instructions contiennent des prescriptions relatives au bon fonctionnement et à l'entretien des véhicules afin de maintenir leur performance en termes de maîtrise des émissions, y compris, le cas échéant, l'utilisation correcte de réactifs consommables.
- 3.3 Les instructions sont rédigées dans un langage clair et non technique et dans la ou les langues officielles de l'État membre dans lequel un véhicule ou moteur neuf est vendu ou immatriculé.
- 3.4 Les instructions spécifient si les réactifs consommables doivent être mis à niveau par l'opérateur du véhicule entre les intervalles d'entretien normaux. Les instructions spécifient également la qualité de réactif requise. Elles indiquent comment l'opérateur doit remplir le réservoir de réactif. Les informations indiquent également un taux probable de consommation de réactif pour le type de véhicule et la fréquence probable à laquelle il convient d'en rajouter.

- 3.5 Les instructions précisent que l'utilisation et la mise à niveau d'un réactif nécessaire répondant aux spécifications sont essentielles pour que le véhicule satisfasse aux prescriptions pour l'obtention du certificat de conformité pour ce type de véhicule.
- 3.6 Les instructions indiquent que l'utilisation d'un véhicule qui ne consomme aucun réactif alors que ce réactif est nécessaire à la réduction des émissions peut être considérée comme une infraction pénale.
- 3.7 Les instructions expliquent le mode de fonctionnement du système d'avertissement et du système d'incitation du conducteur. Elles expliquent également les conséquences, en termes de performance du véhicule et d'enregistrement des défaillances, du fait d'ignorer le système d'avertissement et de ne pas faire l'appoint de réactif ou de rectifier le problème.

4. Système d'avertissement du conducteur

- 4.1 Le véhicule comprend un système d'avertissement du conducteur utilisant des alarmes visuelles qui l'informent en cas de détection d'un faible niveau de réactif, d'une qualité de réactif incorrecte, d'un taux trop faible de consommation du réactif ou d'un défaut qui peut être dû à une manipulation non conforme et qui entraînera l'activation du système d'incitation du conducteur si la situation n'est pas corrigée à temps. Le système d'avertissement est également actif lorsque le système d'incitation du conducteur décrit au paragraphe 5 a été activé.
- 4.2 L'affichage du système de diagnostic embarqué (OBD) du véhicule décrit à l'annexe 9B n'est pas utilisé pour fournir les alarmes visuelles décrites au paragraphe 4.1. L'avertissement n'est pas le même que celui utilisé pour les besoins du système OBD (c'est-à-dire l'indicateur MI de défaut de fonctionnement) ou autre signal relatif à la maintenance du moteur. Il ne doit pas être possible d'éteindre le système d'avertissement ou les alarmes visuelles au moyen d'un analyseur si la cause de l'activation de l'avertissement n'a pas été rectifiée. Les conditions d'activation et de désactivation du système d'avertissement et des alarmes visuelles sont décrites à l'appendice 2 de la présente annexe.
- 4.3 Le système d'avertissement du conducteur peut afficher de courts messages, y compris des messages indiquant clairement:
- a) La distance ou le temps restant avant activation des incitations «de bas-niveau» ou «sévère»;
 - b) Le niveau de réduction du couple;
 - c) Les conditions dans lesquelles la neutralisation du véhicule peut être levée.
- Le système utilisé pour afficher les messages visés ici peut être le même que celui utilisé pour le système OBD ou pour d'autres besoins de maintenance.
- 4.4 Au choix du constructeur, le système d'avertissement peut inclure une composante audible pour alerter le conducteur. L'annulation des avertissements audibles par le conducteur est permise.
- 4.5 Le système d'avertissement du conducteur est activé comme spécifié aux paragraphes 6.2, 7.2, 8.4 et 9.3.

- 4.6 Le système d'avertissement du conducteur est interrompu lorsque les conditions de son activation ont cessé d'exister. Il n'est pas désactivé automatiquement sans qu'il soit remédié à la cause de son activation.
- 4.7 Le système d'avertissement peut être temporairement désactivé par d'autres signaux d'avertissement donnant des messages importants liés à la sécurité.
- 4.8 Une fonction permettant au conducteur d'atténuer les alarmes visuelles liées au système d'avertissement peut être fournie sur les véhicules destinés aux services de secours ou sur les véhicules affectés aux services des forces armées, de la protection civile, des pompiers et des forces de maintien de l'ordre.
- 4.9 Les procédures d'activation et de désactivation du système d'avertissement du conducteur sont détaillées à l'appendice 2 de la présente annexe.
- 4.10 Dans la demande d'homologation de type au titre du présent Règlement, le constructeur doit démontrer le fonctionnement du système d'avertissement du conducteur, comme spécifié à l'appendice 1 de la présente annexe.

5. **Système d'incitation du conducteur**

- 5.1 Le véhicule intègre un système d'incitation du conducteur à deux phases, commençant par une incitation «de bas-niveau» (une limitation des performances) suivie par une incitation «sévère» (neutralisation effective du fonctionnement du véhicule).
- 5.2 L'exigence d'un système d'incitation du conducteur ne s'applique pas aux moteurs ou véhicules destinés à être utilisés par les services de secours ou aux moteurs ou véhicules conçus et construits pour être affectés aux services des forces armées, de la protection civile, des pompiers et des forces de maintien de l'ordre. La désactivation permanente du système d'incitation du conducteur ne peut être effectuée que par le constructeur du moteur ou du véhicule.
- 5.3 **Système d'incitation «de bas-niveau»**
Le système d'incitation «de bas-niveau» réduit le couple moteur maximum disponible sur la plage de régimes du moteur de 25 % entre le régime maximum et le point de rupture du régulateur, comme décrit à l'appendice 3 de la présente annexe. Le couple moteur réduit maximum disponible sous le régime maximum du moteur avant imposition de la réduction du couple ne doit pas dépasser le couple réduit à ce régime.
Le système d'incitation «de bas-niveau» est enclenché lorsque le véhicule s'immobilise pour la première fois après que les conditions spécifiées aux paragraphes 6.3, 7.3, 8.5 et 9.4 se sont produites.
- 5.4 **Système d'incitation «sévère»**
Le constructeur du véhicule ou du moteur intègre au moins l'un des systèmes d'incitation «sévère» décrits aux paragraphes 5.4.1 à 5.4.3 et le système de «neutralisation après un temps donné» décrit au paragraphe 5.4.4.
- 5.4.1 Un système de «neutralisation après redémarrage» limite la vitesse du véhicule à 20 km/h (mode «au pas») après que le moteur a été coupé à la demande du conducteur («clef mise sur la position OFF»).

- 5.4.2 Un système de «neutralisation après ravitaillement en carburant» limite la vitesse du véhicule à 20 km/h (mode «au pas») après que le niveau du réservoir de carburant a atteint une quantité mesurable, qui n'est pas supérieure à 10 % de la capacité du réservoir de carburant et est approuvée par l'autorité chargée de l'homologation sur la base des capacités techniques de la jauge de niveau de carburant et d'une déclaration du constructeur.
- 5.4.3 Un système de «neutralisation après stationnement» limite la vitesse du véhicule à 20 km/h (mode «au pas») après que le véhicule a été stationnaire pendant plus d'une heure.
- 5.4.4 Un système de «neutralisation après un temps donné» limite la vitesse du véhicule à 20 km/h (mode «au pas») à la première occasion où le véhicule s'immobilise après 8 h de fonctionnement du moteur si aucun des systèmes décrits aux paragraphes 5.4.1 à 5.4.3 ne s'est encore enclenché.
- 5.5 Le système d'incitation du conducteur est activé comme spécifié aux paragraphes 6.3, 7.3, 8.5 et 9.4.
- 5.5.1 Lorsque le système d'incitation du conducteur a déterminé que le système d'incitation «sévère» doit être activé, le système d'incitation «de bas-niveau» reste activé jusqu'à ce que la vitesse du véhicule ait été réduite à 20 km/h (mode «au pas»).
- 5.6 Le système d'incitation du conducteur est désactivé lorsque les conditions de son activation ont cessé d'exister. Il n'est pas désactivé automatiquement sans qu'il soit remédié à la cause de son activation.
- 5.7 Les procédures d'activation et de désactivation du système d'incitation du conducteur sont détaillées à l'appendice 2 de la présente annexe.
- 5.8 Dans la demande d'homologation de type au titre du présent Règlement, le constructeur démontre le fonctionnement du système d'incitation du conducteur, comme spécifié à l'appendice 1 de la présente annexe.

6. Disponibilité du réactif

6.1 Indicateur de réactif

Le véhicule comprend, sur le tableau de bord, un indicateur spécifique qui informe clairement le conducteur du niveau de réactif dans le réservoir de stockage du réactif. Le niveau de performance minimum acceptable pour l'indicateur de réactif est qu'il doit indiquer constamment le niveau de réactif tant que le système d'avertissement du conducteur visé au paragraphe 4 est activé pour signaler des problèmes au niveau de la disponibilité du réactif. L'indicateur de réactif peut se présenter sous la forme d'un affichage analogique ou numérique et peut indiquer le niveau en proportion de la capacité totale du réservoir, la quantité de réactif restante ou la distance estimée pouvant encore être parcourue.

L'indicateur de niveau de réactif est placé à proximité de l'indicateur de niveau de carburant.

6.2 Activation du système d'avertissement du conducteur

- 6.2.1 Le système d'avertissement du conducteur spécifié au paragraphe 4 est activé lorsque le niveau de réactif est inférieur à 10 % de la capacité du réservoir de réactif ou à un pourcentage plus élevé au choix du constructeur.

- 6.2.2 L'avertissement donné est suffisamment clair pour que le conducteur comprenne que le niveau de réactif est bas. Lorsque le système d'avertissement inclut un système d'affichage de messages, l'avertissement visuel affiche un message indiquant un bas niveau de réactif (par exemple, «niveau urée bas», «niveau AdBlue bas» ou «réactif bas»).
- 6.2.3 Le système d'avertissement du conducteur ne doit pas initialement être activé de façon continue mais l'activation doit augmenter en intensité de sorte que le signal devienne continu lorsque le niveau de réactif approche une très faible proportion de la capacité du réservoir de réactif et que le point d'activation du système d'incitation du conducteur est imminent. Il aboutit à une notification au conducteur, à un niveau qui reste au choix du constructeur mais est suffisamment plus marqué que le point où s'enclenche le système d'incitation du conducteur du paragraphe 6.3.
- 6.2.4 L'avertissement continu ne doit pas pouvoir être aisément éteint ou ignoré. Lorsque le système d'avertissement inclut un système d'affichage de message, un message explicite est affiché (par exemple, «remplir urée», «remplir AdBlue» ou «remplir réactif»). Le système d'avertissement continu peut être temporairement interrompu par d'autres signaux donnant des messages importants liés à la sécurité.
- 6.2.5 Il n'est pas possible d'éteindre le système d'avertissement du conducteur jusqu'à ce que l'appoint de réactif ait été fait à un niveau ne requérant pas son activation.
- 6.3 Activation du système d'incitation du conducteur
- 6.3.1 Le système d'incitation «de bas-niveau» décrit au paragraphe 5.3 s'enclenche, puis est activé conformément aux prescriptions dudit paragraphe, si le niveau de réactif dans le réservoir passe en dessous de 2,5 % de la capacité totale de celui-ci ou d'un pourcentage plus élevé au choix du constructeur.
- 6.3.2 Le système d'incitation «sévère» décrit au paragraphe 5.4 s'enclenche, puis est activé conformément aux prescriptions dudit paragraphe, si le réservoir de réactif est vide (c'est-à-dire si le système de dosage ne peut plus puiser de réactif dans le réservoir) ou à un niveau situé en dessous de 2,5 % de sa pleine capacité, à la discrétion du constructeur.
- 6.3.3 Il n'est pas possible d'éteindre le système d'incitation «de bas-niveau» ou le système d'incitation «sévère» tant qu'il n'a pas été fait l'appoint de réactif à un niveau ne requérant pas leur activation respective.
- 7. Contrôle de la qualité du réactif**
- 7.1 Le véhicule comprend un moyen de déterminer la présence d'un réactif incorrect à bord d'un véhicule.
- 7.1.1 Le constructeur spécifie une concentration minimale acceptable de réactif CD_{min} , avec laquelle les émissions au pot d'échappement ne dépassent pas les valeurs limites spécifiées au paragraphe 5.3 du présent Règlement.
- 7.1.1.1 Durant la période transitoire spécifiée au paragraphe 4.10.7 du présent Règlement, et sur demande du constructeur pour les besoins du paragraphe 7.1.1, la référence à la limite d'émission de NO_x spécifiée au paragraphe 5.3 du présent Règlement est remplacée par la valeur de 900 mg/kWh.

- 7.1.1.2 La valeur correcte de CD_{min} est démontrée lors de l'homologation de type par la procédure définie à l'appendice 6 de la présente annexe et enregistrée dans le dossier de documentation étendu comme spécifié au paragraphe 5.1.4 du présent Règlement.
- 7.1.2 Toute concentration de réactif inférieure à CD_{min} doit être détectée et considérée, pour les besoins du paragraphe 7.1, comme réactif incorrect.
- 7.1.3 Un compteur spécifique («le compteur de qualité du réactif») est attribué à la qualité du réactif. Le compteur de qualité du réactif compte le nombre d'heures de fonctionnement du moteur avec un réactif incorrect.
- 7.1.4 Les critères et les mécanismes d'activation et de désactivation du compteur de qualité du réactif sont décrits en détail à l'appendice 2 de la présente annexe.
- 7.1.5 Les informations du compteur de qualité du réactif sont communiquées d'une manière normalisée conformément aux dispositions de l'appendice 5 de la présente annexe.
- 7.2 Activation du système d'avertissement du conducteur
- Lorsque le système de contrôle détecte ou, le cas échéant, confirme que la qualité du réactif est incorrecte, le système d'avertissement du conducteur décrit au paragraphe 4 s'enclenche. Lorsque le système d'avertissement comprend un système d'affichage de messages, celui-ci affiche un message indiquant la raison de l'avertissement (par exemple, «urée incorrecte détectée», «AdBlue incorrect détecté» ou «réactif incorrect détecté»).
- 7.3 Activation du système d'incitation du conducteur
- 7.3.1 Le système d'incitation «de bas-niveau» décrit au paragraphe 5.3 s'enclenche, puis est activé conformément aux prescriptions dudit paragraphe, si la qualité du réactif n'est pas rectifiée dans les 10 h de fonctionnement du moteur suivant l'activation du système d'avertissement du conducteur décrit au paragraphe 7.2.
- 7.3.2 Le système d'incitation «sévère» décrit au paragraphe 5.4 s'enclenche, puis est activé conformément aux prescriptions dudit paragraphe, si la qualité du réactif n'est pas rectifiée dans les 20 h de fonctionnement du moteur suivant l'activation du système d'avertissement du conducteur décrit au paragraphe 7.2.
- 7.3.3 Le nombre d'heures avant l'enclenchement des systèmes d'incitation est réduit en cas d'occurrence répétée de la défaillance, selon le mécanisme décrit à l'appendice 2 de la présente annexe.
- 8. Contrôle de la consommation de réactif**
- 8.1 Le véhicule comprend un moyen de déterminer la consommation de réactif et de fournir un accès externe aux données relatives à la consommation.
- 8.2 Compteurs de consommation de réactif et d'activité de dosage
- 8.2.1 Un compteur spécifique est attribué à la consommation de réactif (le «compteur de consommation de réactif») et un autre à l'activité de dosage (le «compteur d'activité de dosage»). Ces compteurs comptent le nombre d'heures de fonctionnement du moteur avec une consommation de réactif incorrecte et, respectivement, une interruption de l'activité de dosage du réactif.

- 8.2.2 Les critères et mécanismes d'activation et de désactivation des compteurs de consommation et de dosage du réactif sont décrits en détail à l'appendice 2 de la présente annexe.
- 8.2.3 Les informations des compteurs de consommation et de dosage du réactif sont communiquées d'une façon normalisée, conformément aux dispositions de l'appendice 5 de la présente annexe.
- 8.3 Conditions de contrôle
- 8.3.1 La période de détection maximale pour une consommation insuffisante de réactif est de 48 h ou la période équivalente à une consommation de réactif exigée d'au moins 15 l, la plus longue de ces deux périodes étant retenue.
- 8.3.2 Afin de surveiller la consommation de réactif, au moins l'un des paramètres suivants du véhicule ou du moteur doit être surveillé:
- a) Le niveau de réactif dans le réservoir de stockage à bord du véhicule;
 - b) Le débit de réactif ou la quantité de réactif injectée en un endroit aussi proche que techniquement possible du point d'injection dans un système de traitement aval des gaz d'échappement.
- 8.4 Activation du système d'avertissement du conducteur
- 8.4.1 Le système d'avertissement du conducteur décrit au paragraphe 4 est activé si un écart de plus de 20 % entre la consommation moyenne de réactif et la consommation moyenne de réactif exigée par le système moteur au cours d'une période à définir par le constructeur, qui ne peut être plus longue que la période maximale définie au paragraphe 8.3.1, est détectée. Lorsque le système d'avertissement inclut un système d'affichage de messages, celui-ci affiche un message indiquant la raison de l'avertissement (par exemple, «défaillance dosage urée», «défaillance dosage AdBlue» ou «défaillance dosage réactif»).
- 8.4.1.1 Jusqu'à la fin de la période transitoire spécifiée au paragraphe 4.10.7 du présent Règlement, le système d'avertissement du conducteur décrit au paragraphe 4 est activé si un écart de plus de 50 % entre la consommation moyenne de réactif et la consommation moyenne de réactif exigée par le système moteur au cours d'une période à définir par le constructeur, qui ne peut être plus longue que la période maximale définie au paragraphe 8.3.1, est détecté.
- 8.4.2 Le système d'avertissement du conducteur décrit au paragraphe 4 est activé en cas d'interruption du dosage du réactif. Lorsque le système d'avertissement inclut un système d'affichage de messages, un message d'avertissement approprié est affiché. Cette activation n'est pas requise lorsque l'interruption est demandée par l'ECU (module électronique de gestion du moteur) parce que les conditions de fonctionnement du véhicule sont telles que ses performances en matière de maîtrise des émissions ne requièrent pas de dosage du réactif.
- 8.5 Activation du système d'incitation du conducteur
- 8.5.1 Le système d'incitation «de bas-niveau» décrit au paragraphe 5.3 s'enclenche, puis est activé conformément aux dispositions dudit paragraphe, si une erreur dans la consommation de réactif ou une interruption dans le dosage du réactif n'est pas rectifiée dans les 10 h de fonctionnement du moteur suivant l'activation du système d'avertissement du conducteur décrit aux paragraphes 8.4.1 et 8.4.2.

8.5.2 Le système d'incitation «sévère» décrit au paragraphe 5.4 s'enclenche, puis est activé conformément aux dispositions dudit paragraphe, si une erreur dans la consommation de réactif ou une interruption dans le dosage du réactif n'est pas rectifiée dans les 20 h de fonctionnement du moteur suivant l'activation du système d'avertissement du conducteur décrit aux paragraphes 8.4.1 et 8.4.2.

8.5.3 Le nombre d'heures avant l'activation des systèmes d'incitation est réduit en cas d'occurrence répétée de la défaillance, selon le mécanisme décrit à l'appendice 2 de la présente annexe.

9. Défaut de surveillance attribuable à des manipulations non conformes

9.1 En plus du niveau de réactif dans le réservoir de réactif, de la qualité du réactif et de la consommation de réactif, les défaillances suivantes sont surveillées par le système antimanipulation parce qu'elles peuvent être attribuées à une manipulation non conforme:

- a) Entrave au fonctionnement de la soupape EGR;
- b) Défauts du système de surveillance antimanipulations, comme décrit au paragraphe 9.2.1.

9.2 Prescriptions en matière de surveillance

9.2.1 Le système de surveillance antimanipulations doit être surveillé pour détecter les défaillances électriques ou le retrait ou la désactivation d'un capteur qui l'empêche de diagnostiquer d'autres défauts mentionnés aux paragraphes 6 à 8 (surveillance des composants).

Au nombre des capteurs qui affectent la capacité de diagnostic figurent ceux mesurant directement la concentration de NO_x, les capteurs de qualité de l'urée, les capteurs de conditions ambiantes et les capteurs utilisés pour contrôler l'activité de dosage du réactif, le niveau du réactif ou la consommation de réactif.

9.2.2 Compteur de soupape EGR

9.2.2.1 Un compteur spécifique est attribué à une soupape EGR entravée. Le compteur de soupape EGR compte le nombre d'heures de fonctionnement du moteur alors que le DTC associé à une soupape EGR entravée est confirmé actif.

9.2.2.2 Les critères et des mécanismes d'activation et de désactivation du compteur de soupape EGR sont décrits en détail à l'appendice 2 de la présente annexe.

9.2.2.3 Les informations du compteur de soupape EGR sont communiquées d'une manière normalisée conformément aux dispositions de l'appendice 5 de la présente annexe.

9.2.3 Compteurs du système de surveillance

9.2.3.1 Un compteur spécifique est attribué à chacun des défauts de surveillance envisagés à l'alinéa b du paragraphe 9.1. Les compteurs du système de surveillance comptent le nombre d'heures de fonctionnement du moteur alors que le DTC associé à un défaut du système de surveillance est confirmé actif. Le regroupement de plusieurs défauts en un même compteur est permis.

- 9.2.3.2 Les critères pour l'activation et la désactivation des compteurs du système de contrôle et les mécanismes associés sont décrits en détail à l'appendice 2 de la présente annexe.
- 9.2.3.3 Les informations des compteurs du système de surveillance sont communiquées d'une manière normalisée conformément aux dispositions de l'appendice 5 de la présente annexe.
- 9.3 Activation du système d'avertissement du conducteur
- Le système d'avertissement du conducteur décrit au paragraphe 4 s'enclenche au cas où l'un des défauts spécifiés au paragraphe 9.1 survient et indique qu'une réparation urgente est requise. Lorsque le système d'avertissement comprend un système d'affichage de messages, celui-ci affiche un message indiquant la raison de l'avertissement (par exemple, «soupape dosage réactif déconnectée» ou «défaillance critique émissions»).
- 9.4 Activation du système d'incitation du conducteur
- 9.4.1 Le système d'incitation «de bas-niveau» décrit au paragraphe 5.3 s'enclenche, puis est activé conformément aux dispositions dudit paragraphe, si un défaut spécifié au paragraphe 9.1 n'est pas rectifié dans les 36 h de fonctionnement du moteur suivant l'activation du système d'avertissement du conducteur décrit au paragraphe 9.3.
- 9.4.2 Le système d'incitation «sévère» décrit au paragraphe 5.4 s'enclenche, puis est activé conformément aux dispositions dudit paragraphe, si un défaut spécifié au paragraphe 9.1 n'est pas rectifié dans les 100 h de fonctionnement du moteur suivant l'activation du système d'avertissement du conducteur décrit au paragraphe 9.3.
- 9.4.3 Le nombre d'heures avant l'enclenchement des systèmes d'incitation est réduit en cas d'occurrence répétée du défaut, selon le mécanisme décrit à l'appendice 2 de la présente annexe.

Annexe 11

Appendice 1

Prescriptions en matière de démonstration

A.1.1 Généralités

A.1.1.1 Le constructeur soumet à l'autorité chargée de l'homologation un dossier de documentation complet démontrant la conformité du système RCS avec les prescriptions de la présente annexe, en ce qui concerne ses capacités de surveillance et d'activation des systèmes d'avertissement et d'incitation du conducteur, qui peut inclure:

- a) Des algorithmes et schémas de décision;
- b) Des résultats d'essais et/ou de simulations;
- c) Les références de systèmes de surveillance précédemment approuvés, etc.

A.1.1.2 La conformité aux prescriptions de la présente annexe est démontrée lors de l'homologation de type en réalisant, comme illustré au tableau 1 et spécifié dans le présent appendice, les démonstrations suivantes:

- a) Une démonstration de l'activation du système d'avertissement;
- b) Une démonstration de l'activation du système d'incitation «de bas-niveau»;
- c) Une démonstration de l'activation du système d'incitation «sévère».

Tableau 1
Illustration du contenu du processus de démonstration conformément
aux dispositions des paragraphes A.1.3, A.1.4 et A.1.5

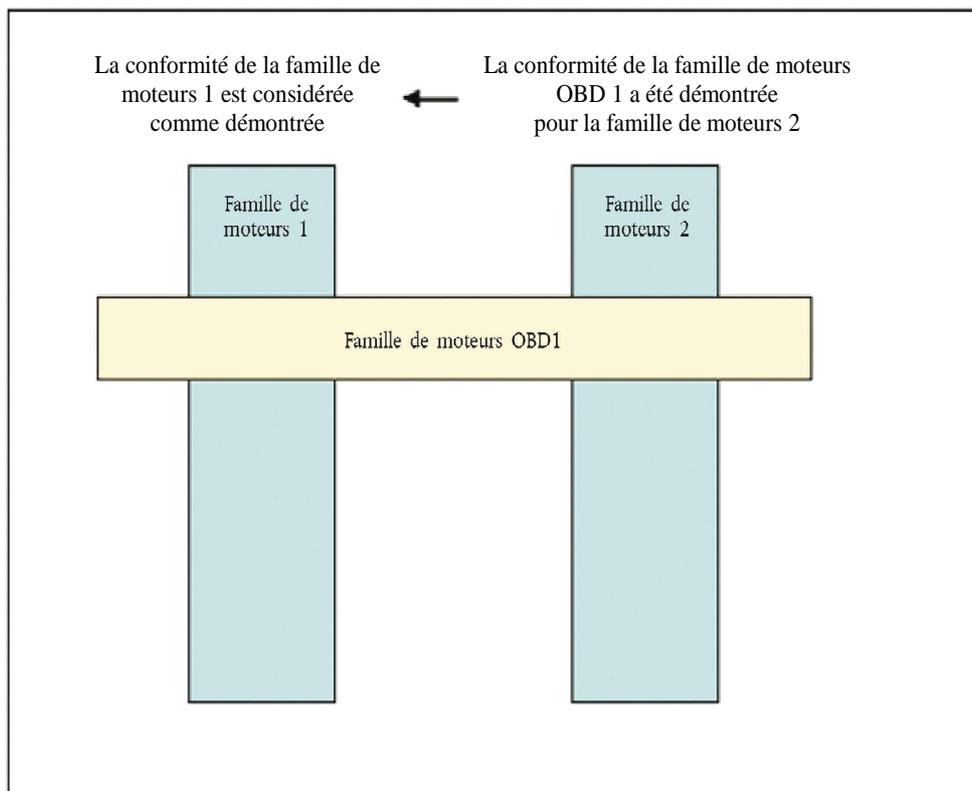
Mécanisme	Éléments de démonstration
Enclenchement du système d'avertissement spécifié au paragraphe A.1.3	a) 4 essais d'activation (y compris manque de réactif) b) Éléments de démonstration supplémentaires, au besoin
Enclenchement du système d'incitation «de bas-niveau» spécifié au paragraphe A.1.4	a) 2 essais d'activation (y compris manque de réactif) b) Éléments de démonstration supplémentaires c) 1 essai de réduction de couple
Enclenchement du système d'incitation «sévère» spécifié au paragraphe A.1.5	a) 2 essais d'activation (y compris manque de réactif) b) Éléments de démonstration supplémentaires, au besoin c) Éléments de démonstration du comportement correct du véhicule durant l'incitation

A.1.2 Familles de moteurs ou familles de moteurs OBD

La conformité d'une famille de moteurs ou d'une famille de moteurs OBD aux prescriptions de la présente annexe peut être démontrée en testant un des membres de la famille considérée, pour autant que le constructeur démontre à l'autorité chargée de l'homologation que les systèmes de surveillance nécessaires pour satisfaire aux prescriptions de la présente annexe sont similaires au sein de la famille.

- A.1.2.1 Cette démonstration peut être faite en présentant aux autorités chargées de la réception des éléments tels que des algorithmes, des analyses fonctionnelles, etc.
- A.1.2.2 Le moteur testé est sélectionné par le constructeur en accord avec l'autorité chargée de l'homologation. Il peut ou ne pas être le moteur parent de la famille considérée.
- A.1.2.3 Dans le cas où des moteurs d'une famille de moteurs appartiennent à une famille de moteurs OBD qui a déjà fait l'objet d'une homologation de type, la conformité de cette famille de moteurs est considérée comme étant démontrée sans autres essais (fig. 1), pour autant que le constructeur démontre à l'autorité que les systèmes de surveillance nécessaires pour satisfaire aux prescriptions de la présente annexe sont similaires au sein des familles de moteurs et de moteurs OBD considérées.

Figure 1
Conformité précédemment démontrée d'une famille de moteurs OBD



- A.1.3 Démonstration de l'activation du système d'avertissement**
- A.1.3.1 La conformité de l'activation du système d'avertissement est démontrée en effectuant un essai pour chacune des catégories de défauts considérées aux paragraphes 6 à 9 de la présente annexe telles que: manque de réactif, faible qualité du réactif, faible consommation de réactif, défaillance de composants du système de surveillance.
- A.1.3.2 Sélection des défauts à tester
- A.1.3.2.1 Afin de démontrer l'activation du système d'avertissement en cas de mauvaise qualité du réactif, on sélectionne un réactif avec une concentration de l'ingrédient actif égale ou supérieure à la concentration minimale acceptable de réactif CD_{min} , communiquée par le constructeur conformément aux prescriptions du paragraphe 7.1.1 de la présente annexe.
- A.1.3.2.2 Pour démontrer l'activation du système d'avertissement dans le cas d'un taux incorrect de consommation du réactif, il suffit de provoquer une interruption de l'activité de dosage.
- A.1.3.2.2.1 Lorsque l'activation du système d'avertissement a été démontrée par l'interruption de l'activité de dosage, le constructeur présente en outre à l'autorité chargée de l'homologation des éléments de preuve tels que des algorithmes, des analyses fonctionnelles, les résultats d'essais antérieurs, etc., pour montrer que le système d'avertissement s'enclenchera correctement dans le cas d'un taux incorrect de consommation du réactif dû à d'autres causes.
- A.1.3.2.3 Pour démontrer l'activation du système d'avertissement dans le cas de défauts pouvant être attribués à des manipulations non conformes, comme défini au paragraphe 9 de la présente annexe, la sélection est faite conformément aux prescriptions suivantes:
- A.1.3.2.3.1 Le constructeur fournit à l'autorité chargée de l'homologation une liste de ces défauts potentiels.
- A.1.3.2.3.2 Le défaut à examiner lors de l'essai est sélectionné par l'autorité chargée de l'homologation à partir de la liste visée au paragraphe A.1.3.2.3.1.
- A.1.3.3 Démonstration
- A.1.3.3.1 Pour cette démonstration de l'activation du système d'avertissement, un essai séparé doit être effectué pour chacun des défauts considérés au paragraphe A.1.3.1.
- A.1.3.3.2 Au cours d'un essai, aucun défaut autre que celui faisant l'objet de l'essai ne doit être présent.
- A.1.3.3.3 Avant le démarrage d'un essai, tous les DTC doivent avoir été effacés.
- A.1.3.3.4 À la demande du constructeur, et avec l'accord de l'autorité chargée de l'homologation, les défauts faisant l'objet de l'essai peuvent être simulés.
- A.1.3.3.5 Pour des défauts autres que le manque de réactif, une fois que le défaut a été provoqué ou simulé, la détection de ce défaut s'effectue conformément au paragraphe 7.1.2.2 de l'annexe 9B.
- A.1.3.3.5.1 La séquence de détection est arrêtée une fois que le DTC du défaut sélectionné a acquis le statut «confirmé et actif».

- A.1.3.3.6 Pour démontrer l'enclenchement du système d'avertissement en cas de manque de réactif, le système moteur effectue une ou plusieurs séquences de fonctionnement à la discrétion du constructeur.
- A.1.3.3.6.1 La démonstration commence avec un niveau de réactif dans le réservoir à convenir entre le constructeur et l'autorité chargée de l'homologation mais représentant au moins 10 % de la capacité du réservoir.
- A.1.3.3.6.2 Le système d'avertissement est censé avoir fonctionné de manière correcte si les conditions suivantes sont remplies simultanément:
- a) Le système d'avertissement a été activé avec une disponibilité de réactif supérieure ou égale à 10 % de la capacité du réservoir de réactif;
 - b) Le système d'avertissement «continu» a été activé avec une disponibilité de réactif supérieure ou égale à la valeur déclarée par le constructeur conformément aux dispositions du paragraphe 6 de la présente annexe.
- A.1.3.4 L'enclenchement du système d'avertissement est considéré comme démontré si, à la fin de chaque essai de démonstration effectué conformément au paragraphe A.1.3.2.1, le système d'avertissement s'est enclenché correctement.
- A.1.3.5 L'enclenchement du système d'avertissement est considérée comme démontré pour les événements déclenchés par DTC si, à la fin de chaque essai de démonstration effectué conformément au paragraphe A.1.3.2.1, le système d'avertissement s'est enclenché correctement et le DTC du défaut sélectionné a acquis le statut indiqué au tableau 1 de l'appendice 2 de la présente annexe.
- A.1.4 Démonstration du système d'incitation**
- A.1.4.1 La démonstration du système d'incitation se fait au moyen de tests effectués sur un banc d'essai moteur.
- A.1.4.1.1 Tous les composants ou sous-systèmes additionnels du véhicule, tels que les sondes de température ambiante, les sondes de niveau et les systèmes d'information et d'avertissement du conducteur, qui sont nécessaires pour effectuer les démonstrations, sont connectés au système moteur à cette fin, ou sont simulés, à la satisfaction de l'autorité chargée de l'homologation.
- A.1.4.1.2 Au choix du constructeur, et pour autant que l'autorité chargée de l'homologation y consente, les essais de démonstration peuvent être effectués sur un véhicule complet ou en montant le véhicule sur un banc d'essai approprié ou en le faisant tourner sur une piste d'essai dans des conditions contrôlées.
- A.1.4.2 La séquence d'essais doit démontrer l'enclenchement du système d'incitation en cas de manque de réactif et en cas d'apparition de l'un des défauts définis aux paragraphes 7, 8 ou 9 de la présente annexe.
- A.1.4.3 Pour les besoins de cette démonstration:
- a) L'autorité chargée de l'homologation sélectionne, en plus du manque de réactif, l'un des défauts définis aux paragraphes 7, 8 ou 9 de la présente annexe qui a été précédemment utilisé dans la démonstration du système d'avertissement;

- b) Avec l'accord de l'autorité chargée de l'homologation, le constructeur peut simuler l'atteinte d'un certain nombre d'heures de fonctionnement;
 - c) La réalisation de la réduction de couple requise pour l'incitation «de bas-niveau» peut être démontrée en même temps que le processus général d'homologation de la performance du moteur effectué conformément au présent Règlement. La mesure séparée du couple durant la démonstration du système d'incitation n'est pas requise dans ce cas. La limitation de la vitesse requise pour l'incitation «sévère» est démontrée conformément aux prescriptions du paragraphe 5 de la présente annexe.
- A.1.4.4 Le constructeur démontre en outre le fonctionnement du système d'incitation dans les conditions de défaut définies aux paragraphes 7, 8 ou 9 de la présente annexe qui n'ont pas été choisies pour être utilisées dans les essais de démonstration décrits aux paragraphes A.1.4.1, A.1.4.2 et A.1.4.3. Ces démonstrations supplémentaires peuvent être faites en présentant à l'autorité chargée de l'homologation un cas technique en utilisant des éléments de preuve tels que des algorithmes, des analyses fonctionnelles et les résultats d'essais antérieurs.
- A.1.4.4.1 En particulier, ces démonstrations supplémentaires démontrent, à la satisfaction de l'autorité chargée de l'homologation, l'inclusion du mécanisme de réduction du couple correct dans l'ECU (module électronique de gestion du moteur).
- A.1.4.5 Essai de démonstration du système d'indication «de bas-niveau»
- A.1.4.5.1 Cette démonstration commence lorsque le système d'avertissement ou, le cas échéant, le système d'avertissement «continu» a été activé à la suite de la détection d'un défaut sélectionné par l'autorité chargée de l'homologation.
- A.1.4.5.2 Lorsque le système est contrôlé pour vérifier sa réaction en cas de manque de réactif dans le réservoir, on laisse tourner le système moteur jusqu'à ce que la disponibilité du réactif ait atteint une valeur de 2,5 % de la capacité totale du réservoir ou la valeur, déclarée par le constructeur conformément au paragraphe 6.3.1 de la présente annexe, à laquelle le système d'incitation «de bas-niveau» est censé s'enclencher.
- A.1.4.5.2.1 Le constructeur peut, avec l'accord de l'autorité chargée de l'homologation, simuler un fonctionnement continu en extrayant du réactif du réservoir, alors que le moteur tourne ou qu'il est arrêté.
- A.1.4.5.3 Lorsque le système est contrôlé pour vérifier sa réaction dans le cas d'un défaut autre qu'un manque de réactif dans le réservoir, on laisse fonctionner le système moteur pendant le nombre pertinent d'heures de fonctionnement indiqué au tableau 2 de l'appendice 2 ou, au choix du constructeur, jusqu'à ce que le compteur correspondant ait atteint la valeur à laquelle le système d'incitation «de bas-niveau» est activé.
- A.1.4.5.4 La démonstration du système d'incitation «de bas-niveau» est considérée comme faite si, à la fin de chaque test de démonstration effectué conformément aux paragraphes A.1.4.5.2 et A.1.4.5.3, le constructeur a démontré à l'autorité chargée de l'homologation que l'ECU a activé le mécanisme de réduction du couple.

- A.1.4.6 Test de démonstration du système d'incitation «sévère»
- A.1.4.6.1 Cette démonstration a pour point de départ une situation où le système d'incitation «de bas-niveau» a été précédemment activé et peut être faite à la suite des essais effectués pour démontrer le système d'incitation «de bas-niveau».
- A.1.4.6.2 Lorsque le système est contrôlé pour vérifier sa réaction en cas de manque de réactif dans le réservoir, on laisse tourner le système moteur jusqu'à ce que le réservoir de réactif soit vide (c'est-à-dire jusqu'à ce que le système de dosage ne puisse plus puiser de réactif dans le réservoir), ou ait atteint le niveau inférieur à 2,5 % de la capacité totale du réservoir auquel le constructeur a déclaré que le système d'incitation «sévère» doit s'enclencher.
- A.1.4.6.2.1 Avec l'accord de l'autorité chargée de l'homologation, le constructeur peut simuler un fonctionnement continu en extrayant du réactif du réservoir, alors que le moteur tourne ou qu'il est arrêté.
- A.1.4.6.3 Lorsque le moteur est contrôlé pour vérifier sa réaction dans le cas d'un défaut qui n'est pas un manque de réactif dans le réservoir, on laisse tourner le système moteur pendant le nombre approprié d'heures de fonctionnement indiqué au tableau 2 de l'appendice 2 ou, au choix du constructeur, jusqu'à ce que le compteur concerné ait atteint la valeur à laquelle le système d'incitation «sévère» est activé.
- A.1.4.6.4 La démonstration du système d'incitation «sévère» est considérée comme faite si, à la fin de chaque essai de démonstration effectué conformément aux paragraphes A.1.4.6.2 et A.1.4.6.3, le constructeur a démontré à l'autorité chargée de l'homologation que le mécanisme requis de limitation de la vitesse du véhicule a été activé.
- A.1.5 Démonstration de la limitation de la vitesse du véhicule à la suite de l'activation du système d'incitation «sévère»**
- A.1.5.1 La démonstration de la limitation de la vitesse du véhicule à la suite de l'activation du système d'incitation «sévère» se fait en présentant à l'autorité chargée de l'homologation un cas technique en utilisant des éléments de preuve tels que des algorithmes, des analyses fonctionnelles et le résultat d'essais antérieurs.
- A.1.5.1.1 Pour autant que l'autorité chargée de l'homologation y consente, le constructeur peut choisir de faire la démonstration de la limitation de vitesse sur un véhicule complet conformément aux prescriptions du paragraphe A.1.5.4, soit en montant le véhicule sur un banc d'essai approprié, soit en le faisant rouler sur une piste d'essai dans des conditions contrôlées.
- A.1.5.2 Lorsque le constructeur demande l'homologation d'un moteur ou d'une famille de moteurs en tant qu'unité technique distincte, le constructeur fournit à l'autorité chargée de l'homologation des éléments de preuve que la documentation relative au montage satisfait aux dispositions du paragraphe 2.2.4 de la présente annexe concernant les mesures visant à assurer que le véhicule, lorsqu'il sera utilisé sur route ou ailleurs, le cas échéant, satisfera aux prescriptions de la présente annexe concernant l'incitation «sévère».

- A.1.5.3 Si l'autorité chargée de l'homologation n'est pas convaincue par les éléments de preuve du fonctionnement correct du système d'incitation «sévère» qui sont fournis par le constructeur, elle peut demander une démonstration sur un véhicule unique représentatif afin de confirmer le bon fonctionnement du système. La démonstration sur ce véhicule doit être effectuée conformément aux prescriptions du paragraphe A.1.5.4.
- A.1.5.4 Démonstration supplémentaire pour confirmer l'effet de l'activation du système d'incitation «sévère» sur un véhicule
- A.1.5.4.1 Cette démonstration est faite à la demande de l'autorité chargée de l'homologation lorsqu'elle n'est pas convaincue par les éléments de preuve du bon fonctionnement du système d'incitation «sévère» fournis par le constructeur. Cette démonstration est faite au plus tôt, en concertation avec l'autorité chargée de l'homologation.
- A.1.5.4.2 L'un des défauts définis aux paragraphes 6 à 9 de la présente annexe est sélectionné par le constructeur et provoqué ou simulé sur le système moteur, selon ce que conviennent le constructeur et l'autorité chargée de l'homologation.
- A.1.5.4.3 Le système d'incitation est mis par le constructeur dans un état où le système d'incitation «de bas-niveau» a été activé et le système d'incitation «sévère» n'a pas encore été activé.
- A.1.5.4.4 On fait fonctionner le véhicule jusqu'à ce que le compteur associé au défaut sélectionné ait atteint le nombre approprié d'heures de fonctionnement indiqué au tableau 2 de l'appendice 2 ou, le cas échéant, jusqu'à ce que le réservoir de réactif soit vide ou ait atteint le niveau en dessous de 2,5 % de la capacité totale du réservoir auquel le constructeur a choisi d'activer le système d'incitation «sévère».
- A.1.5.4.5 Si le constructeur a opté pour l'approche «neutralisation après redémarrage» visée au paragraphe 5.4.1 de la présente annexe, on fait fonctionner le véhicule jusqu'à la fin de la séquence de fonctionnement en cours, qui doit inclure une démonstration que le véhicule est capable de dépasser 20 km/h. Après redémarrage, la vitesse du véhicule ne doit plus pouvoir dépasser 20 km/h.
- A.1.5.4.6 Si le constructeur a opté pour l'approche «neutralisation après ravitaillement en carburant» visée au paragraphe 5.4.2 de la présente annexe, on fait rouler le véhicule sur une courte distance, choisie par le constructeur, après qu'il a été mis dans une situation où il reste suffisamment de place dans le réservoir pour permettre d'y ajouter la quantité de carburant définie au paragraphe 5.4.2 de la présente annexe. Le fonctionnement du véhicule avant ravitaillement en carburant comprend une démonstration que le véhicule est capable de dépasser 20 km/h. Après ravitaillement du véhicule avec la quantité de carburant définie au paragraphe 5.4.2 de la présente annexe, la vitesse du véhicule ne doit plus pouvoir dépasser 20 km/h.
- A.1.5.4.7 Si le constructeur a opté pour l'approche «neutralisation après stationnement» visée au paragraphe 5.4.3 de la présente annexe, le véhicule est arrêté après avoir parcouru une courte distance, choisie par le constructeur, qui est suffisante pour démontrer que le véhicule est capable de dépasser 20 km/h. Après que le véhicule a été stationné pendant plus d'une heure, la vitesse du véhicule ne doit plus pouvoir dépasser 20 km/h.

Annexe 11

Appendice 2

Description des mécanismes d'activation et de désactivation des systèmes d'avertissement et d'incitation du conducteur

A.2.1 Pour compléter les prescriptions de la présente annexe concernant les mécanismes d'activation et de désactivation des systèmes d'avertissement et d'incitation du conducteur, le présent appendice spécifie les prescriptions techniques pour une mise en œuvre de ces mécanismes d'activation et de désactivation cohérente avec les dispositions en matière d'OBD de l'annexe 9B.

Toutes les définitions utilisées dans l'annexe 9B sont applicables au présent appendice.

A.2.2 Mécanisme d'activation et de désactivation du système d'avertissement du conducteur

A.2.2.1 Le système d'avertissement du conducteur s'enclenche lorsque le code d'anomalie diagnostic (DTC) associé à un défaut justifiant son activation a le statut défini au tableau 1.

Tableau 1
Activation du système d'avertissement du conducteur

Type de défaut	Statut DTC pour l'activation du système d'avertissement
Qualité médiocre du réactif	Confirmé et actif
Faible consommation de réactif	Potentiel (si détecté après 10 h), potentiel ou confirmé et actif dans tout autre cas de figure
Absence de dosage	Confirmé et actif
Soupape EGR entravée	Confirmé et actif
Défaillance du système de surveillance	Confirmé et actif

A.2.2.1.1 Si le compteur associé au défaut correspondant n'est pas à zéro, et indique donc que le système de contrôle a détecté une situation dans laquelle un défaut peut être intervenu au moins pour la deuxième fois, le système d'avertissement du conducteur s'enclenche lorsque le DTC a le statut «potentiel».

A.2.2.2 Le système d'avertissement du conducteur est désactivé lorsque le système de diagnostic conclut que le défaut correspondant à cet avertissement n'est plus présent ou lorsque l'information, y compris les DTC relatifs aux défauts, justifiant son activation est effacée au moyen d'un analyseur.

- A.2.2.2.1 Effacement des informations de défaillance au moyen d'un analyseur
- A.2.2.2.1.1 L'effacement d'informations, y compris de DTC, relatives aux défauts justifiant l'activation d'un signal d'avertissement du conducteur et des données qui leur sont associées, au moyen d'un analyseur se fait conformément à l'annexe 9B.
- A.2.2.2.1.2 L'effacement des informations relatives aux défauts n'est possible que lorsque le moteur est à l'arrêt («engine-off»).
- A.2.2.2.1.3 Lorsque les informations relatives aux défauts, y compris les DTC, sont effacées, les compteurs associés à ces défauts qui sont spécifiés dans la présente annexe comme ne devant pas être effacés ne le sont pas.

A.2.3 Mécanisme d'activation et de désactivation du système d'avertissement du conducteur

- A.2.3.1 Le système d'incitation du conducteur est activé lorsque le système d'avertissement est actif et que le compteur correspondant au type de défaut justifiant son activation a atteint la valeur spécifiée au tableau 2.
- A.2.3.2 Le système d'incitation du conducteur est désactivé lorsque le système ne détecte plus un défaut justifiant son activation ou si les informations, y compris les DTC, relatives aux défauts justifiant son activation ont été effacées par un analyseur ou un outil d'entretien.
- A.2.3.3 Les systèmes d'avertissement et d'incitation du conducteur sont immédiatement activés ou désactivés, selon le cas, conformément aux dispositions du paragraphe 6 après évaluation de la quantité de réactif dans le réservoir de réactif. Dans ce cas, les mécanismes d'activation ou de désactivation ne dépendent pas du statut d'un éventuel DTC associé.

A.2.4 Mécanisme de comptage

- A.2.4.1 Généralités
 - A.2.4.1.1 Pour satisfaire aux prescriptions de la présente annexe, le système doit contenir au moins 5 compteurs pour enregistrer le nombre d'heures durant lesquelles on a fait fonctionner le moteur alors que le système avait détecté l'une des situations suivantes:
 - a) Une qualité de réactif incorrecte;
 - b) Une consommation de réactif incorrecte;
 - c) Une interruption de l'activité de dosage du réactif;
 - d) Une soupape EGR entravée;
 - e) Une défaillance du système de surveillance définie à l'alinéa *b* du paragraphe 9.1 de la présente annexe.
 - A.2.4.1.2 Chacun de ces compteurs doit compter jusqu'à la valeur maximale prévue dans un compteur à 2 octets avec une résolution d'une heure et enregistrer cette valeur à moins que les conditions permettant la réinitialisation du compteur ne soient remplies.
 - A.2.4.1.3 Un constructeur peut utiliser un ou plusieurs compteurs du système de surveillance.

Un compteur unique peut accumuler le nombre d'heures de 2 ou plusieurs défauts différents pertinents pour ce type de compteur.

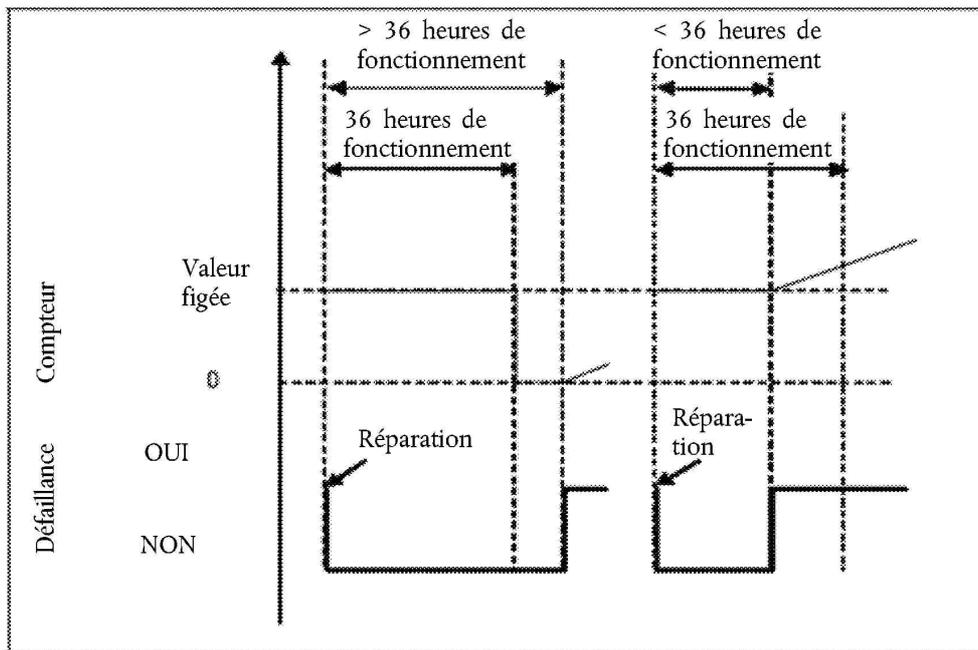
- A.2.4.1.3.1 Lorsque le constructeur décide d'utiliser plusieurs compteurs du système de surveillance, le système doit être capable d'assigner un compteur spécifique du système de surveillance à chaque défaut pertinent, conformément à la présente annexe, pour ce type de compteur.
- A.2.4.2 Principe des mécanismes de comptage
- A.2.4.2.1 Chacun des compteurs fonctionne de la manière suivante:
- A.2.4.2.1.1 À partir de zéro, le compteur commence à compter dès qu'un défaut pertinent pour ce compteur est détecté et que le code d'anomalie diagnostic (DTC) correspondant a le statut décrit au tableau 1.
- A.2.4.2.1.2 Le compteur s'arrête et conserve sa valeur actuelle si un événement de contrôle unique intervient et que le défaut à l'origine de l'activation du compteur n'est plus détecté ou si le défaut a été effacé au moyen d'un analyseur ou d'un outil d'entretien.
- A.2.4.2.1.2.1 Si le compteur arrête le comptage lorsque le système d'incitation «sévère» est actif, le compteur reste figé à la valeur définie au tableau 2.
- A.2.4.2.1.2.2 Dans le cas d'un compteur unique du système de surveillance, ce compteur continue de compter si un défaut pertinent pour ce compteur a été détecté et si son code d'anomalie diagnostic (DTC) correspondant a le statut «confirmé et actif». Il doit s'arrêter et enregistrer la valeur spécifiée au paragraphe A.2.4.2.1.2 ou A.2.4.2.1.2.1, selon le cas, si aucun défaut qui justifierait l'activation du compteur n'est détecté ou si tous les défauts pertinents pour ce compteur ont été effacés au moyen d'un analyseur ou d'un outil d'entretien.

Tableau 2
Compteurs et incitation

	Statut du DTC pour la première activation du compteur	Valeur du compteur pour l'incitation «de bas-niveau»	Valeur du compteur pour l'incitation «sévère»	Valeur figée conservée par le compteur durant la période immédiatement consécutive à l'incitation «sévère»
Compteur de qualité du réactif	Confirmé et actif	10 h	20 h	18 h
Compteur de consommation	Potentiel ou confirmé et actif (voir tableau 1)	10 h	20 h	18 h
Compteur de dosage	Confirmé et actif	10 h	20 h	18 h
Compteur de soupape EGR	Confirmé et actif	36 h	100 h	95 h
Compteur du système de surveillance	Confirmé et actif	36 h	100 h	95 h

- A.2.4.2.1.3 Une fois figé, le compteur est réinitialisé lorsque les moniteurs pertinents pour ce compteur ont fonctionné au moins une fois pour accomplir leur cycle de surveillance sans avoir détecté de défaut et qu'aucun défaut pertinent pour ce compteur n'a été détecté au cours d'une période de 36 h de fonctionnement du moteur depuis que la valeur du compteur a été retenue pour la dernière fois (voir fig. 1).
- A.2.4.2.1.4 Le compteur continue de compter depuis le point auquel sa valeur a été enregistrée si un défaut pertinent pour ce compteur est détecté durant une période où le compteur est figé (voir fig. 1).

Figure 1
Réactivation et réinitialisation d'un compteur après une période au cours de laquelle sa valeur a été figée

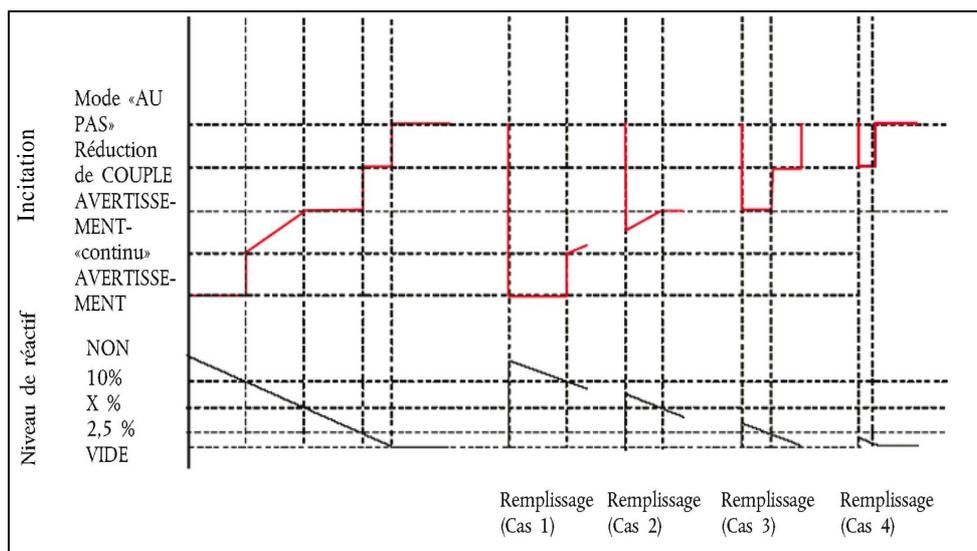


A.2.5 Illustration des mécanismes d'activation et de désactivation et de fonctionnement des compteurs

- A.2.5.1 Le présent paragraphe illustre les mécanismes d'activation et de désactivation et le fonctionnement des compteurs pour quelques cas typiques. Les chiffres et descriptions figurant aux paragraphes A.2.4.2, A.2.4.3 et A.2.4.4 sont fournis uniquement à titre d'illustration dans la présente annexe et ne doivent pas être considérés comme des exemples des prescriptions du présent Règlement ou des positions définitives concernant les processus en jeu. Par exemple, par souci de simplification, le fait que le système d'avertissement sera également actif si le système d'incitation est actif n'a pas été mentionné dans les illustrations données.
- A.2.5.2 La figure 2 illustre le fonctionnement des mécanismes d'activation et de désactivation lors du contrôle de la disponibilité du réactif dans cinq cas:
- Cas 1 d'utilisation: le conducteur continue de conduire le véhicule malgré l'avertissement jusqu'à ce qu'il ne soit plus possible d'utiliser le véhicule;

- b) Cas 1 de réparation (remplissage «adéquat»): le conducteur remplit le réservoir de réactif de façon à atteindre un niveau supérieur au seuil de 10 %. Les systèmes d'avertissement et d'incitation sont désactivés;
- c) Cas 2 et 3 de réparation (remplissage «inadéquat»): le système d'avertissement est activé. Le niveau d'avertissement dépend de la quantité de réactif disponible;
- d) Cas 4 de réparation (remplissage «très inadéquat»): l'incitation «de bas-niveau» est activée immédiatement.

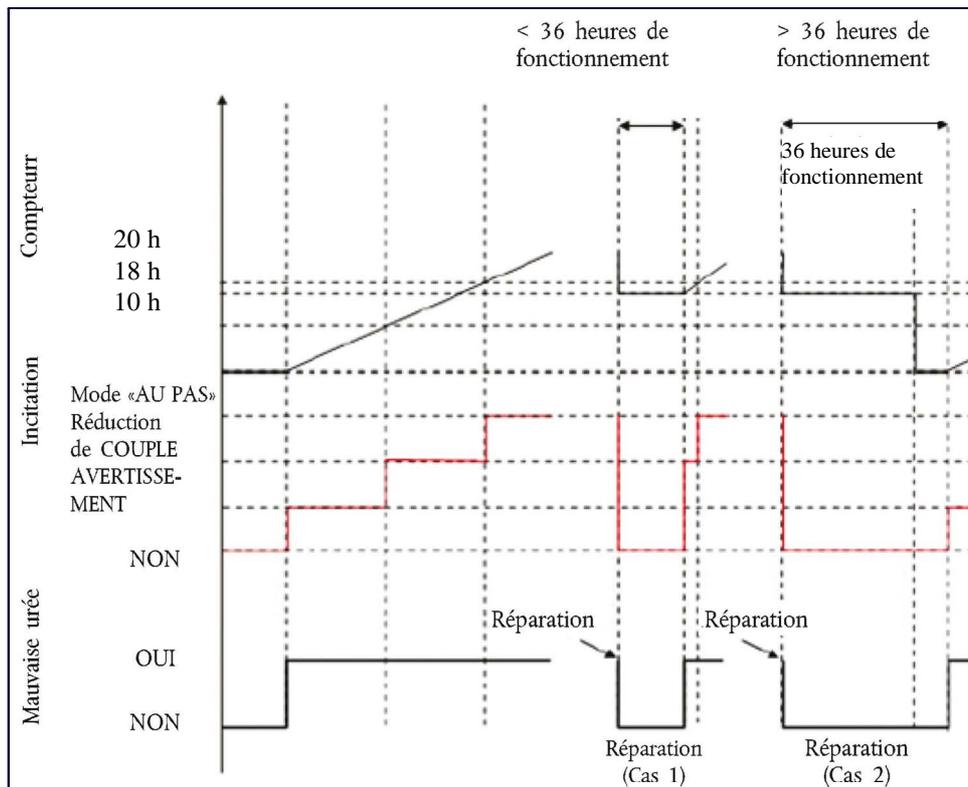
Figure 2
Disponibilité du réactif



A.2.5.3 La figure 3 illustre trois cas d'urée de mauvaise qualité:

- a) Cas 1 d'utilisation: le conducteur continue de conduire le véhicule malgré l'avertissement jusqu'à ce qu'il ne soit plus possible d'utiliser le véhicule;
- b) Cas 1 de réparation (réparation «mauvaise» ou «malhonnête»): après que le véhicule a été mis hors d'état de fonctionner, le conducteur change la qualité du réactif mais, peu de temps après, remplace à nouveau le réactif par un autre de qualité médiocre. Le système d'incitation est immédiatement réactivé et le véhicule mis hors d'état de fonctionner après 2 h de fonctionnement du moteur;
- c) Cas 2 de réparation («bonne» réparation): après que le véhicule a été mis hors d'état de fonctionner, le conducteur rectifie la qualité du réactif. Cependant, quelque temps plus tard, il ajoute à nouveau du réactif de mauvaise qualité. Les processus d'avertissement, d'incitation et de comptage sont réinitialisés.

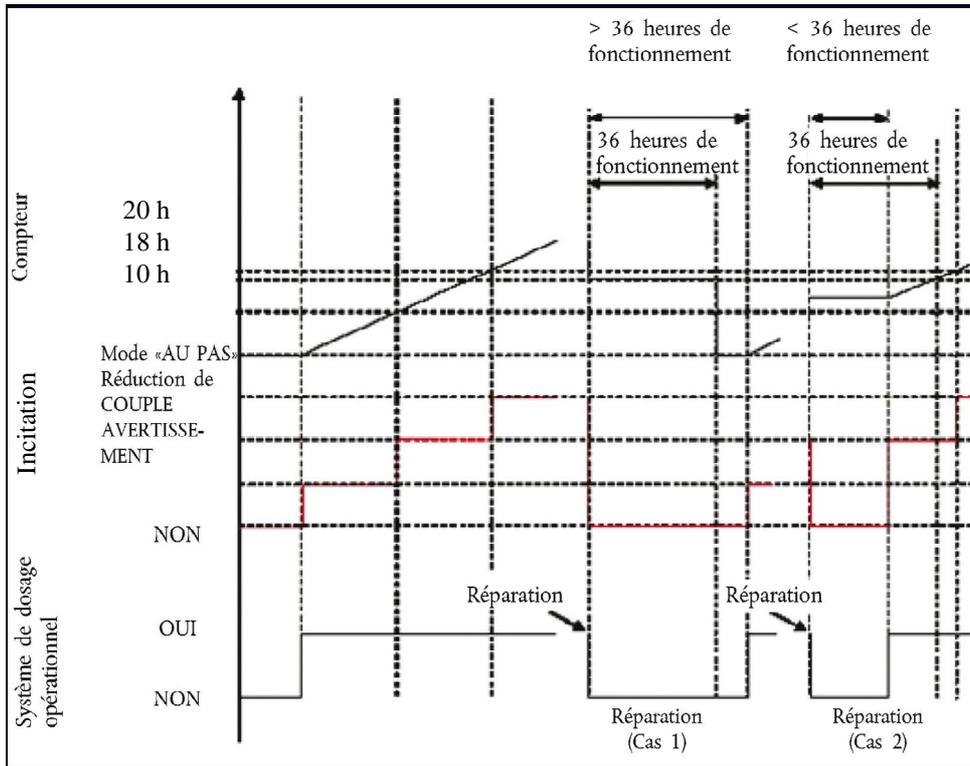
Figure 3
Remplissage avec un réactif de mauvaise qualité



A.2.5.4 La figure 4 illustre trois cas de défaillance du système de dosage de l'urée. Cette figure illustre également le processus qui s'applique dans les cas de défaillance du système de surveillance décrits au paragraphe 9 de la présente annexe:

- Cas 1 d'utilisation: le conducteur continue de conduire le véhicule malgré l'avertissement jusqu'à ce qu'il ne soit plus possible d'utiliser le véhicule;
- Cas 1 de réparation («bonne» réparation): après que le véhicule a été mis hors d'état de fonctionner, le conducteur répare le système de dosage. Cependant, quelque temps plus tard, le système de dosage est de nouveau défaillant. Les processus d'avertissement, d'incitation et de comptage sont réinitialisés;
- Cas 2 de réparation («mauvaise» réparation): durant le temps d'incitation «de bas-niveau» (réduction de couple), le conducteur répare le système de dosage. Peu après, cependant, le système de dosage est de nouveau défaillant. Le système d'incitation «de bas-niveau» est immédiatement réactivé et le compteur recommence à compter à partir de la valeur enregistrée au moment de la réparation.

Figure 4
Défaillance du système de dosage du réactif

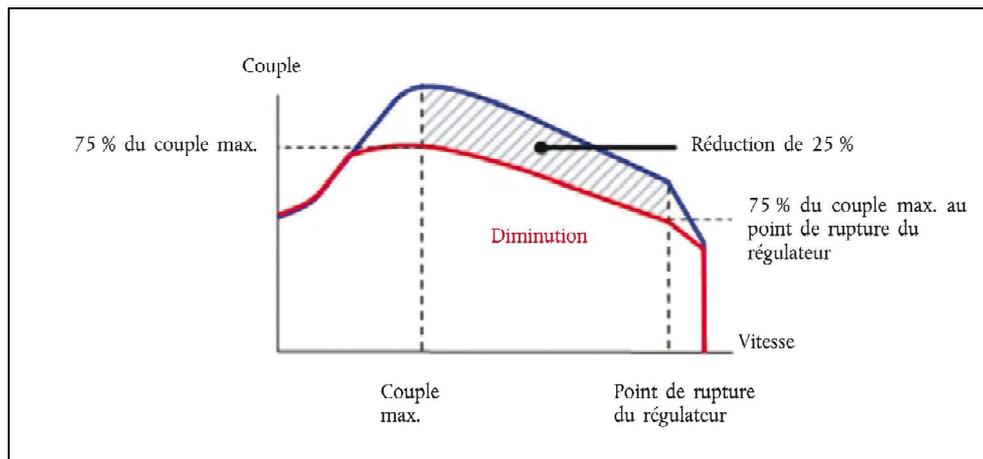


Annexe 11

Appendice 3

Schéma de réduction du couple dans le système d'incitation «de bas niveau»

Le schéma ci-après illustre les dispositions du paragraphe 5.3 de la présente annexe concernant la réduction du couple.



Annexe 11

Appendice 4

Démonstration du montage correct sur un véhicule dans le cas de moteurs homologués en tant qu'entités techniques distinctes

Le présent appendice s'applique lorsque le constructeur du véhicule demande l'homologation de type d'un véhicule ayant un moteur homologué en ce qui concerne les émissions conformément au présent Règlement.

Dans ce cas, et en plus des prescriptions de montage du paragraphe 6 du présent Règlement, une démonstration du montage correct est nécessaire. Cette démonstration est faite en présentant à l'autorité chargée de l'homologation un cas technique en utilisant des éléments de preuve tels que des dessins techniques, des analyses fonctionnelles et les résultats d'essais antérieurs.

Le cas échéant et si le constructeur en fait le choix, les éléments de preuve présentés peuvent inclure le montage de systèmes ou composants sur des véhicules réels ou simulés, pour autant que le constructeur puisse produire des éléments de preuve que le montage présenté représente correctement la norme qui sera atteinte en production.

La démonstration porte sur la conformité des éléments suivants aux prescriptions de la présente annexe:

- a) Le montage à bord du véhicule pour ce qui concerne sa compatibilité avec le système moteur (matériel, logiciel et communication);
- b) Les systèmes d'avertissement et d'incitation (par exemple, pictogrammes, schémas d'activation, etc.);
- c) Le réservoir de réactif et les éléments (par exemple, sondes) montés sur le véhicule pour les besoins de la conformité à la présente annexe.

L'activation correcte des systèmes d'avertissement et d'incitation, et des systèmes de stockage et de communication de l'information à bord et hors bord, peut être vérifiée. Aucune vérification de ces systèmes ne requiert le démontage du système moteur ou de composants, ni n'entraîne d'essais lourds et superflus requérant que des processus tels que le changement de la qualité de l'urée ou le fonctionnement du véhicule ou du moteur pendant de longues périodes de temps. Afin de minimiser la charge imposée au constructeur du véhicule, les déconnexions électriques et la simulation de compteurs totalisant de nombreuses heures de fonctionnement doivent être sélectionnées comme vérifications sur ces systèmes, si possible.

Annexe 11

Appendice 5

Accès aux «informations de contrôle des NO_x»

A.5.1 Le présent appendice décrit les spécifications permettant l'accès aux informations requises afin de vérifier le statut du véhicule en ce qui concerne le fonctionnement correct du système de contrôle des NO_x («informations sur le contrôle des NO_x»).

A.5.2 Méthodes d'accès

A.5.2.1 Les «informations de contrôle des NO_x» ne sont fournies que conformément à la norme ou aux normes utilisées en association avec la récupération des informations du moteur à partir du système OBD.

A.5.2.2 L'accès aux «informations de contrôle des NO_x» ne dépend d'aucun code d'accès ou autre dispositif ou méthode disponible uniquement auprès du constructeur ou des fournisseurs du constructeur. L'interprétation de ces informations ne nécessite aucune information de décodage spécialisée ou unique, à moins que cette information ne soit publique.

A.5.2.3 Il doit être possible de récupérer l'ensemble des «informations de contrôle des NO_x» du système en se servant de la méthode d'accès qui est utilisée pour récupérer les informations OBD conformément à l'annexe 9A.

A.5.2.4 Il doit être possible de récupérer l'ensemble des «informations de contrôle des NO_x» du système en se servant de l'équipement d'essai qui est utilisé pour récupérer les informations OBD conformément à l'annexe 9A.

A.5.2.5 Les «informations de contrôle des NO_x» sont accessibles via un accès en mode «lecture seule» (c'est-à-dire qu'il n'est possible de supprimer, de réinitialiser, d'effacer ou de modifier aucune des données).

A.5.3 Contenu des informations

A.5.3.1 Les «informations de contrôle des NO_x» contiennent au moins les informations suivantes:

- a) Le numéro d'identification du véhicule (VIN);
- b) Le statut du système d'avertissement (actif; non actif);
- c) Le statut du système d'incitation «de bas niveau» (actif; enclenché; non actif);
- d) Le statut du système d'incitation «sévère» (actif; enclenché; non actif);
- e) Le nombre de cycles d'échauffement et le nombre d'heures de fonctionnement du moteur depuis que les «informations de contrôle des NO_x» ont été supprimées à l'occasion d'une révision ou d'une réparation;

- f) Les types de compteurs pertinents pour la présente annexe (qualité de réactif, consommation de réactif, système de dosage, soupape EGR, système de surveillance) et le nombre d'heures de fonctionnement du moteur indiqué par chacun de ces compteurs; si plusieurs compteurs sont utilisés, la valeur à considérer pour ce qui concerne les «informations de contrôle des NO_x» est la valeur de chacun des compteurs se rapportant au défaut examiné ayant la valeur la plus élevée;
- g) Les DTC associés aux défauts pertinents pour la présente annexe et leur statut («potentiel», «confirmé et actif», etc.).

Annexe 11

Appendice 6

Démonstration de la concentration minimale acceptable de réactif CD_{min}

- A.6.1 Le constructeur démontre la valeur correcte de CD_{min} lors de l'homologation de type en effectuant la partie chaude du cycle WHTC conformément aux dispositions de l'annexe 4, en utilisant un réactif de concentration CD_{min} .
- A.6.2 L'essai fait suite au cycle de préconditionnement approprié, permettant à un système de contrôle NO_x en circuit fermé d'effectuer l'adaptation à la qualité du réactif avec la concentration CD_{min} .
- A.6.3 Les émissions de polluants résultant de cet essai doivent être plus faibles que les limites d'émission spécifiées aux paragraphes 7.1.1 et 7.1.1.1 de la présente annexe.

Annexe 12

Émissions de CO₂ et consommation de carburant

1. Introduction

- 1.1 La présente annexe contient les dispositions et procédures pour déclarer les émissions de CO₂ et la consommation de carburant.

2. Prescriptions générales

- 2.1 Les émissions de CO₂ et la consommation de carburant doivent être déterminées sur les cycles d'essais WHTC et WHSC conformément aux paragraphes 7.2 à 7.8 de l'annexe 4.
- 2.2 Les résultats des essais doivent être déclarés sous forme de valeurs spécifiques moyennées du cycle et exprimées en g/kWh.

3. Détermination des émissions de CO₂

3.1 Mesure brute

Le présent paragraphe s'applique si le CO₂ est mesuré dans les gaz d'échappement bruts.

3.1.1 Mesure

Le CO₂ dans les gaz d'échappement bruts émis par le moteur sélectionné pour l'essai doit être mesuré au moyen d'un analyseur infrarouge non dispersif (NDIR) conformément au paragraphe 9.3.2.3 et à l'appendice 2 de l'annexe 4.

Le système de mesure doit satisfaire aux prescriptions en matière de linéarité du paragraphe 9.2 et du tableau 7 de l'annexe 4.

Le système de mesure doit satisfaire aux prescriptions des paragraphes 9.3.1, 9.3.4 et 9.3.5 de l'annexe 4.

3.1.2 Évaluation des données

Les données pertinentes doivent être enregistrées et mémorisées conformément au paragraphe 7.6.6 de l'annexe 4. Les traces des concentrations enregistrées et la trace du débit massique des gaz d'échappement doivent être synchronisées avec le temps de transformation défini au paragraphe 3.1 de l'annexe 4.

3.1.3 Calcul des émissions moyennées du cycle

Si les mesures sont effectuées sur une base sèche, la correction sec/humide conformément au paragraphe 8.1 de l'annexe 4 doit être appliquée aux valeurs de concentration instantanées avant que tout autre calcul ne soit effectué.

La masse de CO₂ (g/essai) doit être déterminée en calculant les émissions massiques instantanées à partir de la concentration de CO₂ brute et du débit massique des gaz d'échappement, alignée par rapport à leurs temps de transformation déterminés conformément au paragraphe 8.4.2.2 de l'annexe 4, en intégrant les valeurs instantanées sur la durée du cycle et en multipliant la valeur intégrée par les valeurs u de CO₂ du tableau 5 de l'annexe 4.

L'équation suivante doit être appliquée:

$$m_{\text{CO}_2} = \sum_{i=1}^{i=n} u_{\text{CO}_2} \times c_{\text{CO}_2,i} \times q_{\text{mew},i} \times \frac{1}{f} \text{ (en g/essai)}$$

où:

u_{CO_2} est le ratio entre la densité du CO_2 et la densité des gaz d'échappement;

$c_{\text{CO}_2,i}$ est la concentration de CO_2 instantanée dans les gaz d'échappement, en ppm;

$q_{\text{mew},i}$ est le débit massique instantané des gaz d'échappement, en kg/s;

f est le taux de prélèvement des données, en Hz;

n est le nombre de mesures.

À titre facultatif, la masse de CO_2 peut être calculée conformément au paragraphe 8.4.2.4 de l'annexe 4 en utilisant une masse molaire du CO_2 (M_{CO_2}) de 44,01 g/mol.

3.2 Mesure dans les gaz dilués

Le présent paragraphe s'applique si le CO_2 est mesuré dans les gaz d'échappement dilués.

3.2.1 Mesure

Le CO_2 dans les gaz d'échappement dilués émis par le moteur sélectionné pour l'essai doit être mesuré au moyen d'un analyseur infrarouge non dispersif (NDIR) conformément au paragraphe 9.3.2.3 et à l'appendice 2 de l'annexe 4. La dilution des gaz d'échappement doit être effectuée avec de l'air ambiant filtré, de l'air synthétique ou de l'azote. La capacité de débit du système de débit complet doit être suffisamment importante pour éliminer complètement la condensation d'eau dans les systèmes de dilution et de prélèvement.

Le système de mesure doit satisfaire aux prescriptions en matière de linéarité du paragraphe 9.2 et du tableau 7 de l'annexe 4.

Le système de mesure doit satisfaire aux prescriptions des paragraphes 9.3.1, 9.3.4 et 9.3.5 de l'annexe 4.

3.2.2 Évaluation des données

Les données pertinentes doivent être enregistrées et mémorisées conformément au paragraphe 7.6.6 de l'annexe 4.

3.2.3 Calcul des émissions moyennées du cycle

Si la mesure est effectuée sur une base sèche, la correction sec/humide conformément au paragraphe 8.1 de l'annexe 4 doit être appliquée.

Pour les systèmes à débit massique constant (avec échangeur thermique), la masse de CO_2 (g/essai) doit être déterminée au moyen des équations suivantes:

$$m_{\text{CO}_2} = 0,001519 \times c_{\text{CO}_2,i} \times m_{\text{ed}} \text{ (en g/essai)}$$

où:

$c_{CO_2,e}$ est la concentration de CO₂ corrigée de la concentration ambiante moyenne, en ppm;

0,001519 est le ratio entre la densité du CO₂ et la densité de l'air (facteur u);

m_{ed} est la masse des gaz d'échappement dilués totale sur la durée du cycle, en kg.

Pour les systèmes à compensation de débit (sans échangeur thermique), la masse de CO₂ (g/essai) doit être déterminée en calculant les émissions massiques instantanées et en intégrant les valeurs instantanées sur la durée du cycle. En outre, la correction pour concentrations ambiantes doit être appliquée directement aux valeurs instantanées des concentrations. L'équation suivante doit être appliquée:

$$m_{CO_2} = \sum_{i=1}^n [(m_{ed,i} \times c_{CO_2,e} \times 0,001519)] - [(m_{ed} \times c_{CO_2,d} \times (1-1/D) \times 0,001519)]$$

où:

$c_{CO_2,e}$ est la concentration de CO₂ mesurée dans les gaz d'échappement dilués, en ppm;

$c_{CO_2,d}$ est la concentration de CO₂ mesurée dans l'air de dilution, en ppm;

0,001519 est le ratio entre la densité du CO₂ et la densité de l'air (facteur u);

$m_{ed,i}$ est la masse instantanée des gaz d'échappement dilués, en kg;

m_{ed} est la masse totale des gaz d'échappement dilués sur la durée du cycle, en kg;

D est le facteur de dilution.

À titre facultatif, le facteur u peut être calculé par l'équation 57 du paragraphe 8.5.2.3.1 de l'annexe 4 en utilisant une masse molaire du CO₂ (M_{CO_2}) de 44,01 g/mol.

La correction pour tenir compte des concentrations ambiantes de CO₂ doit être appliquée conformément au paragraphe 8.5.2.3.2 de l'annexe 4.

3.3 Calcul des émissions spécifiques

Le travail du cycle nécessaire pour le calcul des émissions de CO₂ spécifiques doit être déterminé conformément au paragraphe 7.8.6 de l'annexe 4.

3.3.1 WHTC

Les émissions spécifiques au frein e_{CO_2} (g/kWh) doivent être calculées comme suit:

$$e_{CO_2} = \frac{(0,14 \times m_{CO_2,cold}) + (0,86 \times m_{CO_2,hot})}{(0,14 \times W_{act,cold}) + (0,86 \times W_{act,hot})}$$

où:

$m_{CO_2,cold}$ correspond aux émissions massiques de CO₂ de l'essai en cas de démarrage à froid, en g/essai;

- $m_{\text{CO}_2,\text{hot}}$ correspond aux émissions massiques de CO_2 de l'essai en cas de démarrage à chaud, en g/essai;
- $W_{\text{act,cold}}$ correspond au travail effectif du cycle de l'essai en cas de démarrage à froid, en kWh;
- $W_{\text{act,hot}}$ correspond au travail effectif du cycle de l'essai en cas de démarrage à chaud, en kWh.

3.3.2 WHSC

Les émissions spécifiques au frein e_{CO_2} (g/kWh) doivent être calculées comme suit:

$$e_{\text{CO}_2} = \frac{m_{\text{CO}_2}}{W_{\text{act}}}$$

où:

- m_{CO_2} correspond aux émissions massiques de CO_2 , en g/essai;
- W_{act} correspond au travail effectif du cycle, en kWh.

4. Détermination de la consommation de carburant

4.1 Mesure

La mesure du débit de carburant instantané doit être effectuée par des systèmes qui, de préférence, mesurent la masse directement, par exemple:

- Capteur de débit massique;
- Pesage du carburant;
- Débitmètre Coriolis.

Le système de mesure du débit de carburant doit satisfaire aux prescriptions suivantes:

- Une exactitude de $\pm 2\%$ de la lecture ou $\pm 0,3\%$ de la pleine échelle, selon ce qui est le plus exact;
- Une précision de $\pm 1\%$ de la pleine échelle ou mieux;
- Un temps de montée qui ne dépasse pas 5 s.

Le système de mesure du débit de carburant doit satisfaire aux prescriptions en matière de linéarité du paragraphe 9.2 et du tableau 7 de l'annexe 4.

Des précautions doivent être prises pour éviter les erreurs de mesure. Ces précautions doivent au moins inclure:

- La pose soigneuse du dispositif conformément aux recommandations du fabricant de l'instrument et aux bonnes pratiques d'ingénierie;
- Le conditionnement du débit si nécessaire pour prévenir les effets de sillage et de remous, les débits circulant ou les pulsations du débit qui affectent l'exactitude ou la précision du système de débit de carburant;
- La prise en compte de tout carburant qui contourne le moteur ou revient du moteur vers le réservoir de carburant.

4.2 Évaluation des données

Les données pertinentes doivent être enregistrées et mémorisées conformément au paragraphe 7.6.6 de l'annexe 4.

4.3 Calcul de la consommation de carburant moyennée du cycle

La masse de carburant (g/essai) doit être déterminée par la somme des valeurs instantanées sur la durée du cycle, comme suit:

$$q_{mf} = \sum_{i=1}^{i=n} q_{mf,i} \times \frac{1}{f} \times 1000$$

où:

$q_{mf,i}$ est le débit de carburant instantané, en kg/s;

f est le taux de prélèvement des données, en Hz;

n est le nombre de mesures.

4.4 Calcul de la consommation de carburant spécifique au frein

Le travail du cycle nécessaire pour le calcul de la consommation de carburant spécifique au frein doit être déterminé conformément au paragraphe 7.8.6 de l'annexe 4.

4.4.1 WHTC

La consommation de carburant spécifique au frein e_f (g/kWh) doit être calculée comme suit:

$$e_f = \frac{(0,14 \times q_{mf,cold}) + (0,86 \times q_{mf,hot})}{(0,14 \times W_{act,cold}) + (0,86 \times W_{act,hot})}$$

où:

$q_{mf,cold}$ correspond à la masse de carburant de l'essai en cas de démarrage à froid, en g/essai;

$q_{mf,hot}$ correspond à la masse de carburant de l'essai en cas de démarrage à chaud, en g/essai;

$W_{act,cold}$ correspond au travail effectif du cycle de l'essai en cas de démarrage à froid, en kWh;

$W_{act,hot}$ correspond au travail effectif du cycle de l'essai en cas de démarrage à chaud, en kWh.

4.4.2 WHSC

La consommation de carburant spécifique au frein e_f (g/kWh) doit être calculée comme suit:

$$e_f = \frac{q_{mf}}{W_{act}}$$

où:

q_{mf} correspond à la masse de carburant, en g/essai;

W_{act} correspond au travail effectif du cycle, en kWh.

Annexe 12

Appendice 1

Dispositions concernant les émissions de CO₂ et la consommation de carburant pour l'extension de l'homologation de type au titre du présent Règlement d'un type de véhicule homologué ayant une masse de référence excédant 2 380 kg mais n'excédant pas 2 610 kg

A.1.1 Introduction

A.1.1.1 Le présent appendice contient les dispositions et procédures d'essai pour déclarer les émissions de CO₂ et la consommation de carburant en vue de l'extension de l'homologation de type, au titre du présent Règlement, d'un véhicule ayant une masse de référence excédant 2 380 kg mais n'excédant pas 2 610 kg.

A.1.2 Prescriptions générales

A.1.2.1 Pour obtenir l'extension de l'homologation de type d'un véhicule dont le moteur a été homologué au titre du présent Règlement et dont la masse de référence excède 2 380 kg sans excéder 2 610 kg, le constructeur doit satisfaire aux prescriptions du Règlement 101, sous réserve des exceptions spécifiées ci-dessous.

A.1.2.1.2 Le paragraphe 5.2.4 du Règlement 101 s'entend comme suit:

- 1) Densité: mesurée sur le carburant d'essai conformément à la norme ISO 3675 ou selon une méthode équivalente. Pour l'essence, le gazole, l'éthanol (E85) et l'éthanol pour moteurs à allumage par compression dédiés (ED95), la densité mesurée à 288 K (15 °C) doit être utilisée; pour le GPL et le gaz naturel/biométhane, une densité de référence sera utilisée comme suit:

0,538 kg/litre pour le GPL;

0,654 kg/m³ pour le GN;

- 2) Ratio hydrogène-carbone-oxygène: les valeurs fixes suivantes doivent être utilisées:

C₁H_{1,93}O_{0,032} pour l'essence (E10);

C₁H_{1,86}O_{0,006} pour le gazole (B7);

C₁H_{2,525} pour le GPL (gaz de pétrole liquéfié);

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

C₁H_{2,74}O_{0,385} pour l'éthanol (E85);

C₁H_{2,92}O_{0,46} pour l'éthanol pour moteurs à allumage par compression dédiés (ED95).

A.1.2.1.3 Le paragraphe 1.4.3 de l'annexe 6 du Règlement 101 s'entend comme suit:

«1.4.3. La consommation de carburant, exprimée en litres par 100 km (dans le cas de l'essence, du GPL, de l'éthanol (E85 et ED95) et du gazole) ou en m³ par 100 km (dans le cas du GN/biométhane) est calculée au moyen des formules suivantes:

a) Pour les véhicules à moteur à allumage commandé fonctionnant à l'essence (E10):

$$FC = (0,120/D) \cdot [(0,831 \cdot HC) + (0,429 \cdot CO) + (0,273 \cdot CO_2)];$$

b) Pour les véhicules à moteur à allumage commandé fonctionnant au GPL:

$$FC_{\text{norm}} = (0,1212/0,538) \cdot [(0,825 \cdot HC) + (0,429 \cdot CO) + (0,273 \cdot CO_2)].$$

Si la composition du carburant utilisé pour l'essai diffère de celle prise en compte pour le calcul de la consommation normalisée, à la demande du constructeur, un facteur de correction "cf" peut être appliqué comme suit:

$$FC_{\text{norm}} = (0,1212/0,538) \cdot (cf) \cdot [(0,825 \cdot HC) + (0,429 \cdot CO) + (0,273 \cdot CO_2)].$$

Le facteur de correction cf qui peut être appliqué, est déterminé ainsi:

$$cf = 0,825 + 0,0693 n_{\text{actual}}$$

où:

n_{actual} est le ratio H/C réel du carburant utilisé;

c) Pour les véhicules à moteur à allumage commandé fonctionnant au GN/biométhane:

$$FC_{\text{norm}} = (0,1336/0,654) \cdot [(0,749 \cdot HC) + (0,429 \cdot CO) + (0,273 \cdot CO_2)];$$

d) Pour les véhicules à moteur à allumage commandé fonctionnant à l'éthanol (E85):

$$FC = (0,1742/D) \cdot [(0,574 \cdot HC) + (0,429 \cdot CO) + (0,273 \cdot CO_2)].;$$

e) Pour les véhicules à moteur à allumage par compression fonctionnant au gazole (B7):

$$FC = (0,1165/D) \cdot [(0,859 \cdot HC) + (0,429 \cdot CO) + (0,273 \cdot CO_2)];$$

f) Pour les véhicules à moteur à allumage par compression fonctionnant à l'éthanol (ED95) dédié:

$$FC = (0,186/D) \cdot [(0,538 \cdot HC) + (0,429 \cdot CO) + (0,273 \cdot CO_2)].$$

Dans ces formules:

FC est la consommation de carburant en litres par 100 km (dans le cas de l'essence, de l'éthanol, du GPL, du gazole ou du biodiesel) ou en m³ par 100 km (dans le cas du gaz naturel);

HC est l'émission mesurée d'hydrocarbures en g/km;

CO est l'émission mesurée de monoxyde de carbone en g/km;

CO₂ est l'émission mesurée de dioxyde de carbone en g/km;

D est la densité du carburant d'essai.

Dans le cas de carburants gazeux, il s'agit de la densité à 288 K (15 °C).».

Annexe 13

Homologation de type des dispositifs antipollution de remplacement en tant qu'entités techniques distinctes

1. Introduction

1.1 La présente annexe contient des prescriptions supplémentaires pour l'homologation de type des dispositifs antipollution de remplacement en tant qu'entités techniques distinctes.

1.2 Définition

1.2.1 On entend par «*type de dispositif antipollution*» des convertisseurs catalytiques et des filtres à particules qui ne diffèrent pas en ce qui concerne les aspects essentiels suivants:

- a) Nombre de substrats, structure et matériaux;
- b) Type d'activité de chaque substrat;
- c) Volume, rapport de la zone frontale et de la longueur du substrat;
- d) Matériaux de catalyse utilisés;
- e) Rapport des matériaux de catalyse;
- f) Densité alvéolaire;
- g) Dimensions et forme;
- h) Protection thermique.

2. Prescriptions générales

2.1 Marquage

2.1.1 Chaque dispositif antipollution de remplacement porte au moins les identifications suivantes:

- a) Le nom ou la marque du fabricant;
- b) Le numéro de fabrication et d'identification du dispositif antipollution de remplacement tel qu'il est consigné dans la fiche de renseignements émise, conformément au modèle présenté à l'appendice 1 de la présente annexe.

2.1.2 Chaque dispositif antipollution de remplacement original porte au moins les identifications suivantes:

- a) Le nom ou la marque du constructeur du véhicule ou du moteur;
- b) Le numéro de fabrication et d'identification du dispositif antipollution de remplacement original tel qu'il figure parmi les informations visées au paragraphe 2.3.

2.2 Documentation

2.2.1 Tout dispositif antipollution de remplacement est accompagné des informations suivantes:

- a) Le nom ou la marque du fabricant;
- b) Le numéro de fabrication et d'identification du dispositif antipollution de remplacement tel qu'il est consigné dans la fiche de renseignements émise, conformément au modèle présenté à l'appendice 1 de la présente annexe;
- c) Les véhicules ou moteurs (y compris l'année de construction) pour lesquels le dispositif antipollution de remplacement est homologué, y compris, le cas échéant, un marquage indiquant si le dispositif antipollution de remplacement convient pour être monté sur un véhicule équipé d'un système de diagnostic embarqué (OBD);
- d) Des instructions de montage.

Les informations visées dans ce point doivent figurer dans le catalogue des produits distribué aux points de vente par le fabricant des dispositifs antipollution de remplacement.

2.2.2 Tout dispositif antipollution de remplacement original est accompagné des informations suivantes:

- a) Le nom ou la marque du constructeur du véhicule ou du moteur;
- b) Le numéro de fabrication et d'identification du dispositif antipollution de remplacement original tel qu'il figure parmi les informations mentionnées au paragraphe 2.3;
- c) Les véhicules ou moteurs pour lesquels le dispositif antipollution de remplacement original est d'un type couvert par le paragraphe 3.2.12.2.1 de la première partie de l'annexe 1, y compris, s'il y a lieu, un marquage pour identifier si le dispositif antipollution de remplacement original convient pour être monté sur un véhicule équipé d'un système de diagnostic embarqué (OBD);
- d) Des instructions de montage.

Les informations visées dans ce point doivent figurer dans le catalogue des produits distribué aux points de vente par le constructeur du véhicule ou du moteur.

2.3 Pour un dispositif antipollution de remplacement original, le constructeur du véhicule ou du moteur fournit, sous forme électronique, au service technique et/ou à l'autorité chargée de l'homologation les informations nécessaires qui établissent le lien entre les numéros de pièce pertinents et la documentation relative à l'homologation de type.

Ces informations doivent comporter les éléments suivants:

- a) Marque(s) et type(s) du véhicule ou moteur;
- b) Marque(s) et type(s) du dispositif antipollution de remplacement original;
- c) Numéro(s) de pièce du dispositif antipollution de remplacement original;
- d) Numéro d'homologation type du ou des types de véhicules ou moteurs concernés.

- 3. Marque d'homologation de type d'une entité technique distincte**
- 3.1 Chaque dispositif antipollution de remplacement correspondant au type réceptionné conformément au présent Règlement en tant qu'entité technique distincte porte une marque d'homologation de type.
- 3.2 La marque d'homologation de type évoquée au paragraphe 3.1 est composée:
- 3.2.1 D'un cercle entourant la lettre «E» suivi d'un numéro distinctif du pays qui a délivré l'homologation de type (voir par. 4.12.3.1 du présent Règlement);
- 3.2.2 Le numéro du présent Règlement, suivi de la lettre «R», d'un tiret et du numéro d'homologation à la droite du cercle dont il est question au paragraphe 3.2.1;
- 3.2.3 Les lettres «RD» après le symbole du pays, le but de cette mention étant de signaler que l'homologation de type a été accordée pour un dispositif antipollution de remplacement.
- 3.3 La marque d'homologation de type est apposée sur le dispositif antipollution de remplacement de telle manière qu'elle soit indélébile et clairement lisible. Elle doit, dans la mesure du possible, être visible lorsque le dispositif antipollution de remplacement est monté sur le véhicule.
- 3.4 Un exemple de la marque d'homologation de type pour une entité technique distincte est donné à l'appendice 3 de la présente annexe.
- 3.5 L'homologation ou l'extension ou le refus d'homologation ou l'arrêt définitif de la production d'un dispositif antipollution de remplacement en application du présent Règlement est notifié aux Parties à l'Accord de 1958 appliquant le présent Règlement, au moyen d'une fiche conforme au modèle visé à l'appendice 2. Les valeurs mesurées lors de l'essai du type doivent aussi être indiquées.
- 4. Prescriptions techniques**
- 4.1 Prescriptions générales
- 4.1.1 Le dispositif antipollution de remplacement doit être conçu, construit et apte à être monté de telle manière que le moteur et le véhicule respectent les règles auxquelles ils se conformaient à l'origine et à limiter efficacement les émissions de polluants pendant toute la durée de vie prévue du véhicule, dans des conditions d'utilisation normales.
- 4.1.2 Le montage du dispositif antipollution de remplacement se fait à la position exacte du dispositif antipollution d'équipement d'origine et la position sur le système d'échappement des sondes de gaz d'échappement, de température et de pression n'est pas modifiée.
- 4.1.3 Si le dispositif antipollution d'équipement d'origine inclut des protections thermiques, le dispositif antipollution de remplacement inclut des protections équivalentes.
- 4.1.4 À la requête du demandeur de l'homologation de type du composant de remplacement, l'autorité chargée de l'homologation qui a accordé l'homologation de type originale du système moteur communique, sur une base non discriminatoire, les informations visées aux paragraphes 3.2.12.2.6.8.1.1 et 3.2.12.2.6.8.2.1 de la partie 1 de la fiche de renseignements figurant à l'annexe 1 pour chaque moteur à tester.

4.2 Prescriptions générales en matière de durabilité

Le dispositif antipollution de remplacement doit être durable, c'est-à-dire qu'il doit être conçu, construit et apte à être monté de manière à obtenir une résistance raisonnable aux phénomènes de corrosion et d'oxydation auxquels il est exposé, compte tenu des conditions d'utilisation du véhicule.

La conception du dispositif antipollution de remplacement est telle que les éléments intervenant dans la maîtrise des émissions sont adéquatement protégés des chocs mécaniques, de manière à assurer que les émissions de polluants sont efficacement limitées tout au long de la vie normale du véhicule dans des conditions d'utilisation normales.

Le demandeur de l'homologation de type fournit à l'autorité chargée de l'homologation des renseignements détaillés sur les essais effectués pour établir la robustesse aux chocs mécaniques et les résultats de ces essais.

4.3 Prescriptions concernant les émissions

4.3.1 Description de la procédure pour l'évaluation des émissions

Les moteurs indiqués au paragraphe 3.4.4, point a), du présent Règlement équipés d'un système complet de maîtrise des émissions comprenant le dispositif antipollution de remplacement du type pour lequel l'homologation est demandée sont soumis aux essais appropriés pour l'application à laquelle ils sont destinés, comme décrit à l'annexe 4, afin de comparer leur efficacité avec celle du système antipollution d'origine selon la procédure décrite ci-dessous.

4.3.1.1 Lorsque le dispositif antipollution de remplacement ne constitue pas le système antipollution complet, seuls un nouvel équipement d'origine ou de nouveaux composants antipollution de remplacement originaux sont utilisés pour constituer un système complet.

4.3.1.2 Le système antipollution est vieilli conformément à la procédure décrite au paragraphe 4.3.2.4. et testé à nouveau pour établir la durabilité de son efficacité à maîtriser les émissions.

La durabilité d'un dispositif antipollution de remplacement est déterminée par la comparaison de deux ensembles successifs d'essais d'émission de gaz d'échappement:

- a) Le premier ensemble d'essais est celui réalisé avec le dispositif antipollution de remplacement ayant subi 12 cycles WHSC;
- b) Le deuxième ensemble d'essais est celui réalisé avec le dispositif antipollution de remplacement ayant été vieilli par les procédures détaillées ci-dessous.

Lorsque l'homologation est demandée pour des types de moteurs différents du même constructeur, et pour autant que ces différents types de moteurs soient pourvus d'un système antipollution d'équipement d'origine identique, l'essai peut être limité à au moins deux moteurs sélectionnés après accord avec l'autorité chargée de l'homologation.

- 4.3.2 Procédure pour l'évaluation de l'efficacité d'un dispositif antipollution de remplacement
- 4.3.2.1 Le ou les moteurs sont équipés d'un nouveau dispositif antipollution d'équipement d'origine conformément au paragraphe 4.11.4 du présent Règlement.
- Le système de traitement aval des gaz d'échappement est preconditionné avec 12 cycles WHSC. Après ce preconditionnement, les moteurs sont testés conformément aux procédures d'essai WHDC spécifiées à l'annexe 4. Trois essais de gaz d'échappement de chaque type approprié sont effectués.
- Les moteurs testés avec le système d'origine de traitement aval des gaz d'échappement ou le système de remplacement original de traitement aval des gaz d'échappement sont conformes aux valeurs limites selon l'homologation de type du moteur ou véhicule.
- 4.3.2.2 Essai de gaz d'échappement avec dispositif antipollution de remplacement
- Le dispositif antipollution de remplacement à évaluer doit être monté sur le système de traitement aval des gaz d'échappement testé conformément aux prescriptions du paragraphe 4.3.2.1 à la place du dispositif de traitement aval des gaz d'échappement d'origine.
- Le système de traitement aval des gaz d'échappement incorporant le dispositif antipollution de remplacement est alors preconditionné avec 12 cycles WHSC. Après ce preconditionnement, les moteurs sont testés conformément aux procédures WHDC décrites à l'annexe 4. Trois essais de gaz d'échappement de chaque type approprié sont effectués.
- 4.3.2.3 Évaluation initiale des émissions de polluants des moteurs équipés de dispositifs antipollution de remplacement
- Les prescriptions concernant les émissions des moteurs équipés du dispositif antipollution de remplacement sont respectées si les résultats pour chaque polluant réglementé (CO, HC, NMHC, méthane, NO_x, NH₃, masse de particules et nombre de particules approprié pour l'homologation de type du moteur) satisfont aux conditions suivantes:
- 1) $M \leq 0,85S + 0,4G$
 - 2) $M \leq G$
- où:
- M désigne la valeur des émissions d'un polluant obtenues des trois essais avec le dispositif antipollution de remplacement;
- S désigne la valeur des émissions d'un polluant obtenues des trois essais avec le dispositif antipollution d'origine ou de remplacement original;
- G désigne la valeur limite des émissions d'un polluant conformément à l'homologation de type du véhicule.
- 4.3.2.4 Durabilité de l'efficacité à maîtriser les émissions
- Le système de traitement aval des gaz d'échappement testé au paragraphe 4.3.2.2 et incorporant le dispositif antipollution de remplacement est soumis aux procédures en matière de durabilité décrites à l'appendice 4.

4.3.2.5 Essai de gaz d'échappement avec dispositif antipollution de remplacement vieilli

Le système de traitement aval des gaz d'échappement vieilli incorporant le dispositif de remplacement vieilli est alors monté sur le moteur ayant servi aux essais des paragraphes 4.3.2.1 et 4.3.2.2.

Les systèmes de traitement aval des gaz d'échappement vieillis sont préconditionnés avec 12 cycles WHSC et ensuite testés au moyen des procédures WHDC décrites à l'annexe 4. Trois essais de gaz d'échappement de chaque type approprié sont effectués.

4.3.2.6 Détermination du facteur de vieillissement pour le dispositif antipollution de remplacement

Le facteur de vieillissement pour chaque polluant est le ratio des valeurs d'émission appliquées au point de fin de vie utile et au début de l'accumulation d'heures de fonctionnement (par exemple, si les émissions du polluant A au point de fin de vie utile sont de 1,50 g/kWh et celles au début de l'accumulation d'heures de fonctionnement de 1,82 g/kWh, le facteur de vieillissement est de $1,82/1,50 = 1,21$).

4.3.2.7 Évaluation des émissions de polluants des moteurs équipés de dispositifs antipollution de remplacement

Les prescriptions concernant les émissions des moteurs équipés du dispositif antipollution de remplacement vieilli (comme décrit au paragraphe 4.3.2.5) sont considérées comme respectées si les résultats pour chaque polluant réglementé (CO, HC, NMHC, méthane, NO_x, NH₃, masse de particules et nombre de particules approprié pour l'homologation de type du moteur) remplissent la condition suivante:

$$M \times AF \leq G$$

où:

M désigne la valeur des émissions d'un polluant obtenues des trois essais avec le dispositif antipollution de remplacement préconditionné avant vieillissement (c'est-à-dire les résultats du paragraphe 4.3.2);

AF désigne le facteur de vieillissement pour un polluant;

G désigne la valeur limite des émissions d'un polluant conformément à l'homologation de type du ou des véhicules.

4.3.3 Famille technologique de dispositifs antipollution de remplacement

Le constructeur peut identifier une famille technologique de dispositifs antipollution de remplacement, au moyen de caractéristiques de base qui sont communes aux dispositifs de la famille.

Pour appartenir à la même famille de dispositifs antipollution de remplacement, les dispositifs antipollution de remplacement doivent posséder:

- a) Le même mécanisme de maîtrise des émissions (catalyseur d'oxydation, catalyseur à trois voies, filtre à particules, réduction catalytique sélective des NO_x, etc.);
- b) Le même matériau de substrat (même type de céramique ou même type de métal);
- c) Les mêmes types de substrat et densité cellulaire;

- d) Les mêmes matériaux catalytiquement actifs et, lorsqu'il y en a plus d'un, le même ratio de matériaux catalytiquement actifs;
- e) La même charge totale de matériaux catalytiquement actifs;
- f) Le même type de couche d'imprégnation appliquée par le même procédé.

4.3.4 Évaluation de la durabilité de l'efficacité à maîtriser les émissions d'un dispositif antipollution de remplacement par l'utilisation d'un facteur de vieillissement de la famille technologique

Lorsque le constructeur a identifié une famille technologique de dispositifs antipollution de remplacement, les procédures décrites au paragraphe 4.3.2 peuvent être utilisées pour déterminer les facteurs de vieillissement (AF) pour chaque polluant pour le parent de cette famille. Le moteur sur lequel ces essais sont menés doit avoir une cylindrée minimale de 0,75 dm³ par cylindre.

4.3.4.1 Détermination de la performance des membres de la famille en termes de durabilité

Un dispositif antipollution de remplacement A appartenant à une famille et destiné à être monté sur un moteur de cylindrée CA peut être considéré comme ayant les mêmes facteurs de vieillissement que le dispositif antipollution de remplacement parent P, déterminés sur un moteur de cylindrée CP, si les conditions suivantes sont remplies:

$$VA/CA > VP/CP$$

où:

VA: désigne le volume du substrat (en dm³) du dispositif antipollution de remplacement A;

VP: désigne le volume du substrat (en dm³) du dispositif antipollution de remplacement parent P de la même famille;

et où

les deux moteurs utilisent la même méthode pour la régénération de tous les dispositifs de maîtrise des émissions incorporés dans le système de traitement aval des gaz d'échappement d'origine. Cette prescription s'applique uniquement aux dispositifs requérant que la régénération soit incorporée au système de traitement aval des gaz d'échappement d'origine.

Si ces conditions sont remplies, la performance des autres membres de la famille en termes de durabilité de la maîtrise des émissions peut être déterminée à partir des résultats d'émissions (S) de ce membre de la famille déterminés conformément aux prescriptions énoncées aux paragraphes 4.3.2.1, 4.3.2.2 et 4.3.2.3 et en utilisant les facteurs de vieillissement déterminés pour le parent de cette famille.

4.4 Prescriptions concernant la contre-pression à l'échappement

La contre-pression à l'échappement ne doit pas amener le système d'échappement complet à dépasser la valeur spécifiée conformément au paragraphe 6.1.2 du présent Règlement.

- 4.5 Prescriptions concernant la compatibilité OBD (applicables uniquement aux dispositifs antipollution de remplacement destinés à être montés sur des véhicules équipés d'un système OBD)
- 4.5.1 La démonstration de la compatibilité OBD n'est requise que lorsque le dispositif antipollution d'origine a été contrôlé dans la configuration d'origine.
- 4.5.2 La compatibilité du dispositif antipollution de remplacement avec le système OBD est démontrée en utilisant les procédures décrites à l'annexe 9B pour les dispositifs antipollution de remplacement destinés à être montés sur des moteurs ou véhicules homologués conformément au présent Règlement.
- 4.5.3 Les dispositions du présent Règlement applicables à des composants autres que les dispositifs antipollution ne s'appliquent pas.
- 4.5.4 Le fabricant du dispositif antipollution de remplacement peut utiliser la même procédure de préconditionnement et d'essai que lors de l'homologation de type originale. Dans ce cas, l'autorité chargée de l'homologation qui a accordé l'homologation de type originale d'un moteur d'un véhicule fournit, sur demande et sur une base non discriminatoire, l'appendice sur les conditions d'essai de l'annexe 1, qui contient le nombre et le type de cycles de préconditionnement et le type de cycles d'essai utilisés par le fabricant de l'équipement d'origine pour l'essai OBD du dispositif antipollution.
- 4.5.5 Afin de vérifier le montage et le fonctionnement corrects de tous les autres composants contrôlés par le système OBD, le système OBD ne doit pas indiquer de défaut ni avoir de codes de défaut mémorisés avant le montage de tout dispositif antipollution de remplacement. Une évaluation du statut du système OBD à l'issue des essais décrits aux paragraphes 4.3.2 à 4.3.2.7 peut être utilisée à cette fin.
- 4.5.6 L'indicateur de défaut ne doit pas s'enclencher lors de la mise en marche du véhicule requise par les paragraphes 4.3.2 à 4.3.2.7.
- 5. Conformité de la production**
- 5.1 Les mesures visant à assurer la conformité de la production doivent être prises conformément au paragraphe 8 du présent Règlement.
- 5.2 Dispositions particulières
- 5.2.1 Les contrôles visés à l'appendice 2 de l'Accord E/ECE/324-E/ECE/TRANS/505/Rev.2 (l'Accord de 1958) incluent le respect des caractéristiques définies sous «type de dispositif antipollution», au paragraphe 1.2.1.
- 5.2.2 Pour l'application du paragraphe 8 du présent Règlement les essais décrits au paragraphe 4.3 de la présente annexe (prescriptions concernant les émissions) peuvent être réalisés. Dans ce cas, le titulaire de l'homologation peut demander d'utiliser comme base de comparaison non pas le dispositif antipollution d'origine mais le dispositif antipollution de remplacement qui a été utilisé au cours des essais de l'homologation de type (ou un autre échantillon dont la conformité avec le type homologué est établie). Les valeurs d'émissions mesurées sur la base de l'échantillon soumis au contrôle ne doivent pas dépasser de plus de 15 % en moyenne les valeurs moyennes mesurées avec l'échantillon utilisé comme référence.

Annexe 13

Appendice 1

Modèle de fiche de renseignements

Fiche de renseignements n° ...

relative à l'homologation de type d'un dispositif antipollution de remplacement

Les informations figurant ci-après sont fournies en triple exemplaire et sont accompagnées d'une liste des éléments inclus. Les dessins sont fournis à une échelle appropriée et avec suffisamment de détails, au format A4 ou sur dépliant de ce format. Les photographies, le cas échéant, doivent être suffisamment détaillées.

Si les systèmes, les composants ou les entités techniques distinctes ont des fonctions à commande électronique, des informations concernant leurs performances sont fournies.

0. Généralités
 - 0.1 Marque (raison sociale du fabricant):
 - 0.2 Type:.....
 - 0.2.1 Nom commercial (le cas échéant):
 - 0.3 Moyens d'identification du type:.....
 - 0.5 Nom et adresse du fabricant:
 - 0.7 Dans le cas de composants et d'entités techniques distinctes, emplacement et mode d'apposition de la marque d'homologation:
 - 0.8 Nom(s) et adresse(s) du ou des ateliers de montage:
 - 0.9 Nom et adresse du mandataire du fabricant (le cas échéant):
1. Description du dispositif
 - 1.1 Type de dispositif antipollution de remplacement (catalyseur d'oxydation, catalyseur à trois voies, réduction catalytique sélective, filtre à particules, etc.):.....
 - 1.2 Dessins du dispositif antipollution de remplacement identifiant en particulier l'ensemble des caractéristiques visées sous «type de dispositif antipollution» au paragraphe 1.2.1 de la présente annexe:
 - 1.3 Description du ou des types de moteur et de véhicule auxquels est destiné le dispositif antipollution de remplacement:
 - 1.3.1 Numéro(s) et/ou symboles(s) caractérisant le ou les types de moteurs ou de véhicules:.....
 - 1.3.2 Numéro(s) et/ou symbole(s) caractérisant le ou les dispositifs antipollution d'origine que le dispositif antipollution de remplacement est destiné à remplacer:

-
- 1.3.3 Le dispositif antipollution de remplacement est-il conçu pour être compatible avec les exigences d'un système OBD? (oui/non) ⁽¹⁾:.....
- 1.3.4 Le dispositif antipollution de remplacement est-il compatible avec les systèmes antipollution existants du véhicule/moteur? (oui/non) ⁽¹⁾:
- 1.4 Description et dessins de l'emplacement du dispositif antipollution de remplacement par rapport au(x) collecteur(s) d'échappement:

¹ Biffer la mention inutile.

Annexe 13

Appendice 2

Communication ayant trait à l'homologation d'un dispositif antipollution de remplacement en application de la série 06 d'amendements au Règlement n° 49

(Format maximal: A4 (210 x 297 mm))



Émanant de:

Nom de l'administration:

.....
.....
.....

Objet¹:
Délivrance d'une homologation
Extension d'homologation
Refus d'homologation
Retrait d'homologation
Arrêt définitif de la production

d'un dispositif antipollution de remplacement en tant que type de composant/entité technique distincte¹ en application de la série 06 d'amendements au Règlement n° 49.

Homologation n° Extension n°

Motif de l'extension

¹ Biffer la mention inutile.

Section I

- 0.1 Marque (raison sociale du fabricant):
- 0.2 Type:.....
- 0.3 Moyens d'identification du type, s'ils figurent sur le composant/entité technique distincte ⁽²⁾ (Numéro d'identification de la pièce):
- 0.3.1 Emplacement de ce marquage:
- 0.5 Nom et adresse du fabricant:
- 0.7 Dans le cas de composants et d'entités techniques distinctes, emplacement et mode d'apposition de la marque d'homologation:
- 0.8 Nom(s) et adresse(s) du ou des ateliers de montage:
- 0.9 Nom et adresse du mandataire du fabricant:.....

Section II

1. Renseignements supplémentaires
- 1.1 Marque et type du dispositif antipollution de remplacement (catalyseur d'oxydation, catalyseur à trois voies, réduction catalytique sélective, filtre à particules, etc.):.....
- 1.2 Type(s) de véhicules et de moteurs pour le(s)quel(s) le type de dispositif antipollution de remplacement convient comme pièce de rechange:
- 1.3 Type(s) de moteurs sur le(s)quel(s) le dispositif antipollution de remplacement a été testé:.....
- 1.3.1 La compatibilité du dispositif antipollution de remplacement avec les exigences d'un système OBD est-elle démontrée? (oui/non) ⁽¹⁾:
2. Service technique chargé de l'exécution des essais:.....
3. Date du rapport d'essai:
4. Numéro du rapport d'essai:
5. Remarques:
6. Lieu:
7. Date:
8. Signature:

Pièces jointes: Dossier d'information
Rapport d'essai.

² Si les moyens d'identification du type contiennent des caractères non pertinents pour la description des types de véhicules, de composants ou d'entités techniques distinctes visés par la présente fiche d'homologation, ces caractères sont représentés dans le document par le signe: «?» (par exemple, ABC??123??).

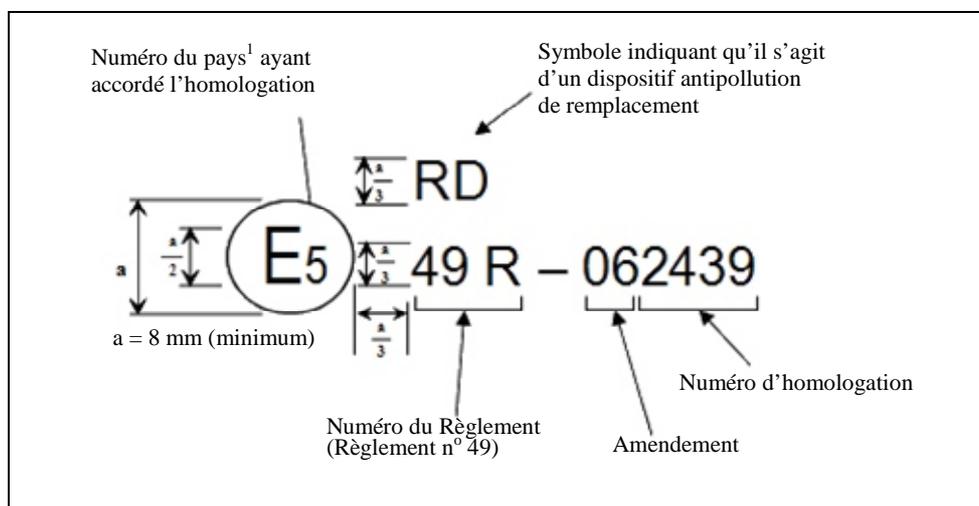
Annexe 13

Appendice 3

Composition de la marque d'homologation

Le présent appendice décompose les éléments constitutifs de la marque d'homologation émise et apposée sur un dispositif antipollution de remplacement conformément au paragraphe 3 de la présente annexe.

Dans le schéma ci-dessous sont indiqués la présentation d'ensemble, les proportions et les éléments constitutifs de la marque. La signification des numéros et des lettres est indiquée, et les sources permettant de retrouver les autres valeurs ou caractères possibles pour chaque cas d'homologation sont également mentionnées.



¹ Numéro distinctif du pays qui a accordé l'homologation, tel qu'il figure dans la note de bas de page du paragraphe 4.12.3.1 du présent Règlement.

Annexe 13

Appendice 4

Procédure de vieillissement pour l'évaluation de la durabilité

1. Le présent appendice décrit les procédures pour vieillir un dispositif antipollution de remplacement afin d'en évaluer la durabilité.
2. Pour démontrer la durabilité, le dispositif antipollution de remplacement est soumis aux prescriptions énoncées aux paragraphes 1 à 3.4.2 de l'annexe 7.
- 2.1 Pour les besoins de la démonstration de la durabilité du dispositif antipollution de remplacement, les périodes minimales d'accumulation d'heures de fonctionnement indiquées au tableau 1 peuvent être utilisées.

Tableau 1
Période minimale d'accumulation d'heures de fonctionnement

Catégorie du véhicule dans lequel le moteur sera monté	Période minimale d'accumulation d'heures de fonctionnement
Véhicules de catégorie N ₁	
Véhicules de catégorie N ₂	
Véhicules de catégorie N ₃ ayant une masse techniquement admissible maximale n'excédant pas 16 t	
Véhicules de catégorie N ₃ ayant une masse techniquement admissible maximale excédant 16 t	
Véhicules de catégorie M ₁	
Véhicules de catégorie M ₂	
Véhicules de catégorie M ₃ des classes I, II, A et B, ayant une masse techniquement admissible maximale n'excédant pas 7,5 t	
Véhicules de catégorie M ₃ des classes III et B, ayant une masse techniquement admissible maximale excédant 7,5 t	

Annexe 14

Accès aux informations concernant l'OBD

1. Accès aux informations concernant l'OBD

- 1.1 Les demandes d'homologation ou de modification d'une homologation doivent être accompagnées des informations pertinentes concernant le système OBD. Ces informations permettent aux fabricants de pièces de rechange ou de mise en conformité d'adapter les pièces qu'ils fabriquent aux systèmes OBD afin de permettre une utilisation sans défaut mettant le consommateur à l'abri de tout défaut de fonctionnement. De même, ces informations permettent aux fabricants d'outils de diagnostic et d'équipements d'essai de fabriquer des outils et équipements permettant un diagnostic efficace et précis des systèmes antipollution.
- 1.2 Sur demande, les autorités compétentes en matière d'homologation mettent le paragraphe 2.1 de la présente annexe, qui contient les informations pertinentes sur le système OBD, à la disposition de tout fabricant d'outils de diagnostic ou d'équipements d'essai intéressé, sur une base non discriminatoire.
- 1.3 Si une autorité chargée de l'homologation reçoit d'un fabricant de pièces, d'outils de diagnostic ou d'équipements d'essai une demande d'informations concernant le système d'autodiagnostic d'un moteur ou d'un véhicule homologué au titre d'une version antérieure du présent Règlement:
 - L'autorité chargée de l'homologation invite, dans les 30 jours, le constructeur du véhicule concerné à lui communiquer les informations visées au paragraphe 2.1 de la présente annexe;
 - Le constructeur fait parvenir ces informations à l'autorité chargée de l'homologation dans les deux mois de la demande;
 - L'autorité chargée de l'homologation transmet ces informations à ses homologues des autres Parties contractantes; l'autorité qui a délivré l'homologation de type initiale joint ces informations à l'annexe 1 du présent Règlement, et du dossier d'homologation de type de moteur ou de véhicule.
- 1.4 L'exigence visée ci-dessus n'annule pas une homologation accordée ultérieurement au titre du présent Règlement et n'empêche pas l'extension d'une telle homologation dans les conditions prévues par le Règlement au titre duquel cette homologation a été initialement accordée.
- 1.5 Dans le cas des composants de rechange ou d'entretien, les informations peuvent uniquement être demandées pour les composants assujettis à l'homologation CE-ONU, ou pour les composants qui font partie d'un système assujetti à l'homologation CE-ONU.
- 1.6 La demande d'information doit préciser la spécification exacte du modèle de moteur ou du modèle de moteur au sein d'une famille de moteurs pour laquelle l'information est sollicitée. Elle doit confirmer que l'information est requise aux fins du développement de pièces ou de composants de rechange ou de mise en conformité, d'outils de diagnostic ou d'appareillage d'essai.

2. Information concernant les systèmes d'autodiagnostic OBD

2.1 L'information complémentaire suivante doit être fournie par le constructeur du moteur ou du véhicule afin de permettre la fabrication de pièces de rechange ou de service compatibles avec les systèmes OBD et d'outils de diagnostic et appareils de contrôle, à moins que cette information ne soit couverte par des droits de propriété intellectuelle ou constitue un savoir-faire spécifique du constructeur ou du ou des équipementiers.

2.1.1 Une description du type et le nombre de cycles de préconditionnement utilisés pour l'homologation de type d'origine du moteur ou du véhicule.

2.1.2 Une description du type de cycle de démonstration du système OBD utilisé pour l'homologation d'origine du moteur ou du véhicule pour le composant surveillé par le système OBD.

2.1.3 Un document exhaustif décrivant tous les composants surveillés et la stratégie de détection des défauts et d'activation de l'indicateur de défaut de fonctionnement (nombre fixe de cycles d'essai ou méthode statistique), y compris une liste des paramètres secondaires collectés pour chaque composant surveillé par le système OBD. Une liste de tous les codes de sortie fournis par le système OBD et du format utilisé (avec une explication de chaque élément) associés aux différents composants du groupe motopropulseur influant sur les émissions et les différents composants non liés à des émissions, dans les cas où la surveillance du composant est utilisée pour déterminer l'activation de l'indicateur de défaut de fonctionnement. En particulier, dans le cas de types de véhicule utilisant une liaison de données conforme à la norme ISO 15765-4 «Véhicules routiers – systèmes de diagnostic sur CAN – partie 4: exigences pour les systèmes liés aux émissions», une explication exhaustive des données correspondant au service \$ 05 (test ID \$ 21 à FF) et des données correspondant au service \$ 06, et une explication exhaustive des données correspondant au service \$ 06 (test ID \$ 00 à FF) doivent être fournies pour chaque moniteur de diagnostic.

Si d'autres normes de protocole de communication sont utilisées, les explications complètes équivalentes doivent alors être fournies.

2.1.4 L'information prescrite au titre du présent paragraphe peut, par exemple, être définie en remplissant un tableau selon le modèle suivant:

<i>Composant</i>	<i>Code défaut</i>	<i>Stratégie de surveillance</i>	<i>Critères de détection des défauts</i>	<i>Critères d'activation de l'indicateur de défaut de fonctionnement</i>	<i>Paramètres secondaires</i>	<i>Préconditionnement</i>	<i>Essai de démonstration</i>
Catalyseur SCR	P20EE	Différence entre signaux des capteurs de NO _x 1 et 2	Différence entre les signaux des capteurs 1 et 2	2 ^e cycle	Régime moteur, charge moteur, température catalyseur, activité réactif, débit massique de gaz d'échappement	Un cycle d'essai du système OBD (WHTC, partie démarrage à chaud)	Cycle d'essai du système OBD (WHTC, partie démarrage à chaud)